

STANDARDY TECHNICZNE

szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych

do prędkości $V_{\max} \leq 250$ km/h

TOM VIII

DETEKCJA STANÓW AWARYJNYCH TABORU

WARSZAWA 2023 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	5
2. WYMAGANIA FORMALNE.....	7
3. PRZEZNACZENIE I STRUKTURA URZĄDZEŃ dSAT	9
4. WYMAGANIA TECHNICZNE DLA URZĄDZEŃ dSAT	11
4.1. Wymagania podstawowe.....	11
4.2. Wymagania środowiskowe.....	13
4.3. Wymagania elektryczne dla urządzeń dSAT	14
4.4. Kompatybilność elektromagnetyczna	15
4.5. Wymagania dotyczące zespołu torowego	15
4.6. Wymagania dotyczące zespołu bazowego.....	17
4.7. Wymagania dotyczące zespołu terminalowego	18
5. WYMAGANIA FUNKCJONALNE	20
5.1. Ustalanie wartości progowych.....	20
5.2. Wymagania techniczne dla funkcji „gorące maźnice” (GM)	20
5.3. Wymagania techniczne dla funkcji „gorące hamulce” (GH)	25
5.4. Wymagania techniczne dla funkcji „przeciążenia dynamiczne” PD.....	28
5.5. Wymagania techniczne dla funkcji „obciążenie koła” OK.....	30
5.6. Wymagania techniczne dla nowych funkcji	32
6. ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ dSAT NA NOWOBUDOWANYCH I MODERNIZOWANYCH LINIACH	34
7. WSPÓŁPRACA URZĄDZEŃ dSAT Z INNYMI SYSTEMAMI.....	36
7.1. Współpraca z dedykowanym nadrzędnym systemem informatycznym.....	36
7.2. Współpraca urządzeń dSAT z systemem ERTMS.....	37
7.3. Współpraca urządzeń dSAT z systemami pokładowymi	37
8. LITERATURA PRZEDMIOTU	37

Powiązania punktów z typami linii

Rozdz.	P250	P200	M200	P160	M160	P120	M120	T120	P80	M80	T80	T40
2	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
3	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
4	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
5	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
6	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O
7	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	O	O

X – odniesienie do linii, O – odniesienie opcjonalne

1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie dotyczy wszystkich kategorii linii kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., normalnotorowych o rozstawie 1435 mm i prędkości $V_{\max} \leq 250$ km/h, sieci trakcyjnej 3kV DC i 25kV/50Hz. Zakresem opracowanie obejmuje podstawowe wymagania dotyczące przytorowych urządzeń służących do wykrywania symptomów uszkodzeń elementów układu biegowego taboru podczas jazdy i/lub których naciski osi na tor przekraczają ustalone wartości graniczne, dalej nazywane urządzeniami detekcji stanów awaryjnych taboru (dSAT). Opracowanie może zostać wykorzystane na etapie prowadzonych inwestycji, w ramach projektowania wyposażenia w urządzenia dSAT modernizowanych lub nowobudowanych linii kolejowych. Rozpatrując typy linii uwzględniono ich podział na kategorie dopuszczalnych prędkości (250, 200, 160, 120, 80 i 40 km/h) oraz rodzaj prowadzonego ruchu kolejowego tj. pasażerski, towarowy lub mieszany.

Uwzględniono generalne założenia, iż na linii kursować będą pociągi:

- 1) o różnych maksymalnych prędkościach - maksymalna dozwolona prędkość dla pociągów pasażerskich wynosi 250 km/h,
- 2) o różnych długościach,
- 3) wyposażone i niewyposażone w pokładowe urządzenia systemu bezpiecznej kontroli jazdy pociągu ERTMS/ETCS,
- 4) wyposażone i niewyposażone w pokładowe systemy monitoringu stanu technicznego elementów biegowych taboru.

Określenia i pojęcia użyte w wytycznych

- 1) funkcja zagranych maźnic, gorące maźnice, GM – w urządzeniach dSAT, określenie funkcji umożliwiającej wykrywanie w czasie jazdy pociągu zagranych łożysk kołowych;
- 2) funkcja zagranych obręczy lub tarcz hamulcowych, gorące hamulce, GH – w urządzeniach dSAT, określenie funkcji umożliwiającej wykrywanie w czasie jazdy pociągu zagranych elementów układu hamulcowego;
- 3) funkcja obciążenia koła, obciążenie koła, OK – określenie funkcji umożliwiającej wykrywanie w czasie jazdy pociągu przekroczonych nacisków osi na tor (NO- pojedynczej osi) i liniowych (NL - na metr bieżący toru), będących m.in. efektem niewłaściwego załadunku lub niesprawności zawieszenia taboru, poprzez pomiar

wielkości chwilowych nacisków kół na tor podczas jazdy – funkcja nie jest ważeniem taboru;

- 4) funkcja przeciążenia dynamicznego, przeciążenie dynamiczne, PD – w urządzeniach dSAT, określenie funkcji umożliwiającej w czasie jazdy pociągu wykrywanie i ocenę nadmiernych oddziaływań dynamicznych pojazdu na tor, spowodowanych m.in. jego niesprawnością;
- 5) funkcjonalność automatycznej identyfikacji pojazdu kolejowego, AIP – właściwość urządzeń dSAT, umożliwiająca w czasie rzeczywistym na automatyczną identyfikację pojazdu kolejowego, poprzez odczytanie w strefie pomiarowej, przygotowanych informacji o tym pojeździe, np. na bazie technologii RFID w standardzie GS1;
- 6) maźnica – obudowa łożyska koła pojazdu kolejowego, zazwyczaj łożyska zestawu kołowego taboru;
- 7) stan awaryjny taboru – wykryty w czasie jazdy pociągu przez urządzenie dSAT, symptom niesprawności układu jezdnego pojazdu kolejowego (funkcja GM, GH, PD) lub/i w którym nacisk taboru na tor przekracza ustaloną wartość graniczną (funkcja OK);
- 8) system dSAT – wielowarstwowa architektura funkcjonalna zarządcy infrastruktury, utworzona na bazie urządzeń dSAT, pozwalająca na zorganizowaną osłonę infrastruktury kolejowej przed eksploatacją niesprawnego i/lub nieprawidłowo załadowanego taboru;
- 9) system informatyczny dSAT (SID) – system informatyczny, nadrzędny w stosunku do urządzeń dSAT, wykorzystywany do przetwarzania, przechowywania i przesyłania danych/informacji związanych z monitorowaniem przez przytorowe urządzenia dSAT parametrów przewozowych i elementów biegowych taboru;
- 10) temperatura odniesienia – wartość temperatury otoczenia lub temperatury pudła wagonu, wykorzystywana jako wartość referencyjna przy pomiarach zagranych maźnic zestawów kołowych i zagranych hamulców.

Skróty używane w tekście

AIP – automatyczna identyfikacja pojazdu kolejowego;

dSAT – detekcja Stanów Awaryjnych Taboru;

ERTMS – Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym;

ETCS – Europejski System Sterowania Pociągami;

GH – gorący hamulec; obręcz (klocki hamulcowe) lub tarcza hamulcowa;

GM – gorąca maźnica;
LCS – Lokalne Centrum Sterowania;
NO – nacisk osiowy;
NL – nacisk liniowy;
OK – obciążenie koła;
PD – przeciążenie dynamiczne;
SID – System Informatyczny dSAT.

2. WYMAGANIA FORMALNE

Niniejsze Standardy techniczne zostały opracowane z uwzględnieniem aktualnego stanu wiedzy i zdobytych doświadczeń w zakresie eksploatacji urządzeń dSAT. Przy opracowaniu standardów uwzględniono opracowania i dokumenty normatywne wskazane w rozdziale 8. Instalowane urządzenia dSAT powinny spełniać wymagania w obszarze interoperacyjności infrastruktury jak i taboru kolejowego. W zakresie spełnienia wymagań technicznych regulowanych przez techniczne specyfikacje interoperacyjności kolei, należy kierować się regulacjami określonymi *Listą Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwi spełnienie zasadniczych wymagań systemu kolei*, lokującymi urządzenia dSAT w podsystemie sterowanie – podstawa prawna art. 25d ust. 1 ustawy o transporcie kolejowym z dnia 28 marca 2003 r. [8].

W obszarze wymagań technicznych nieuregulowanych przez techniczne specyfikacje interoperacyjności kolei, należy kierować się ustaleniami niniejszych standardów, jak również szczegółowymi wymaganiami przyjętymi przez właściciela infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania i wymagania producenta urządzeń dSAT. Eksploatowane urządzenia dSAT powinny spełniać wymagania bezpieczeństwa potwierdzone niezbędnym dopuszczeniem do eksploatacji na sieci kolejowej w Polsce, w myśl przepisów powszechnie obowiązujących wynikających z Ustawy o transporcie kolejowym [8].

Urządzenia dSAT w ramach posiadanej funkcjonalności kontrolują wpływ taboru na infrastrukturę kolejową, z tego względu muszą spełniać wymagania techniczne określone specyfikacjami interoperacyjności transeuropejskiego systemu kolei w UE dla podsystemu

„Infrastruktura” jak i „Tabor – wagony towarowe” oraz „Tabor – lokomotywy i tabor pasażerski”.

Wymagania dla taboru w zakresie stref widzialności maźnic, spełniających jednocześnie wymagania w zakresie zgodności z urządzeniami przytorowymi dSAT, określa norma PN-EN 15437-1:2009 w zakresie przywołanym przez TSI dla taboru kolejowego.

Dla taboru poruszającego się z prędkością do 250km/h parametry techniczne urządzeń dSAT powinny być jednakowe, zarówno dla taboru konwencjonalnego, jak i taboru z wychylnym pudłem przyjmując, iż urządzenia dSAT instalowane są na prostych odcinkach linii, gdzie są najmniejsze wzajemne oddziaływania pomiędzy pojazdem i torem.

Wymagania w zakresie cyberbezpieczeństwa urządzeń dSAT

Budowa i eksploatacja urządzeń dSAT, mając na uwadze zabezpieczenie gromadzonych, przechowywanych, przetwarzanych, udostępnianych lub transmitowanych danych, powinna spełniać wymagania cyberbezpieczeństwa obowiązujące w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., wynikające z przyjętego Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem Informacji, w szczególności w zakresie zapewnienia:

- 1) braku dostępu dla osób postronnych do sieci kablowych oraz urządzeń dSAT poprzez:
 - umieszczanie wszystkich urządzeń aktywnych, sieci transmisyjnych i połączeń kablowych w zamykanych pomieszczeniach lub szafach, z zapewnioną kontrolą dostępu oraz zabezpieczeniem alarmowym na wypadek próby nieuprawnionego dostępu
 - kontrolę dostępu do tych lokalizacji przez certyfikowane zamki lub inne zabezpieczenia fizyczne i ich ochronę przez systemy alarmowe.
- 2) ciągłości działania systemów, poprzez zastosowanie:
 - urządzeń klimatyzacyjnych dla zapewnienia aktywnym urządzeniom wymaganych warunków środowiskowych – wymaganej temperatury pracy, wilgotności, itp.,
 - dla aktywnych urządzeń sieciowych i komputerów, zasilania z sieci energetycznej z podtrzymywaniem bateryjnym (UPS),
 - zabezpieczenia w środki przeciwpożarowe.
- 3) całkowitego rozdzielenia powszechnie dostępnego połączenia z Internetem (np. za pomocą technologii Wi-Fi) od systemu dSAT, również tych pracujących w sieciach lokalnych zarządcy infrastruktury, przez separacje urządzeń, połączeń

kablowych i urządzeń dostępowych (routerów).

3. PRZEZNACZENIE I STRUKTURA URZĄDZEŃ dSAT

Zainstalowane na liniach kolejowych zarządcy infrastruktury urządzenia dSAT tworzą jednolitą strukturę – system dSAT:

- 1) podwyższający poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego poprzez wykrycie i ostrzeżenie o prawdopodobnym wystąpieniu stanu awaryjnego elementów biegowych taboru, w szczególności wykryciu taboru z zagrzanyymi łożyskami kół, które mogą stać się przyczyną wypadków kolejowych oraz zniszczeń infrastruktury,
- 2) stanowiący osłonę infrastruktury kolejowej przed skutkami kursowania taboru z:
 - wadami zestawów kołowych i zawieszenia, które mogą prowadzić do uszkodzenia szyn i rozjazdów,
 - uszkodzonymi hamulcami, które mogą powodować przyspieszone zużycie szyn oraz poluzowanie obręczy i w konsekwencji wykolejenia taboru kolejowego,
 - przekroczonymi wartościami progów nacisków osi na tor, powodującymi przyspieszoną degradację infrastruktury drogi kolejowej.
- 3) poprawiający jakość przewozów.

Dodatkowo, raporty prezentowane w systemie SID mogą stanowić element wspomagania procesu utrzymania taboru poprzez wnioskowanie o kierowanie taboru na dodatkowe przeglądy, na podstawie zbieranych informacji o narastaniu niekorzystnych zjawisk występujących w częściach biegowych pojazdów kolejowych.

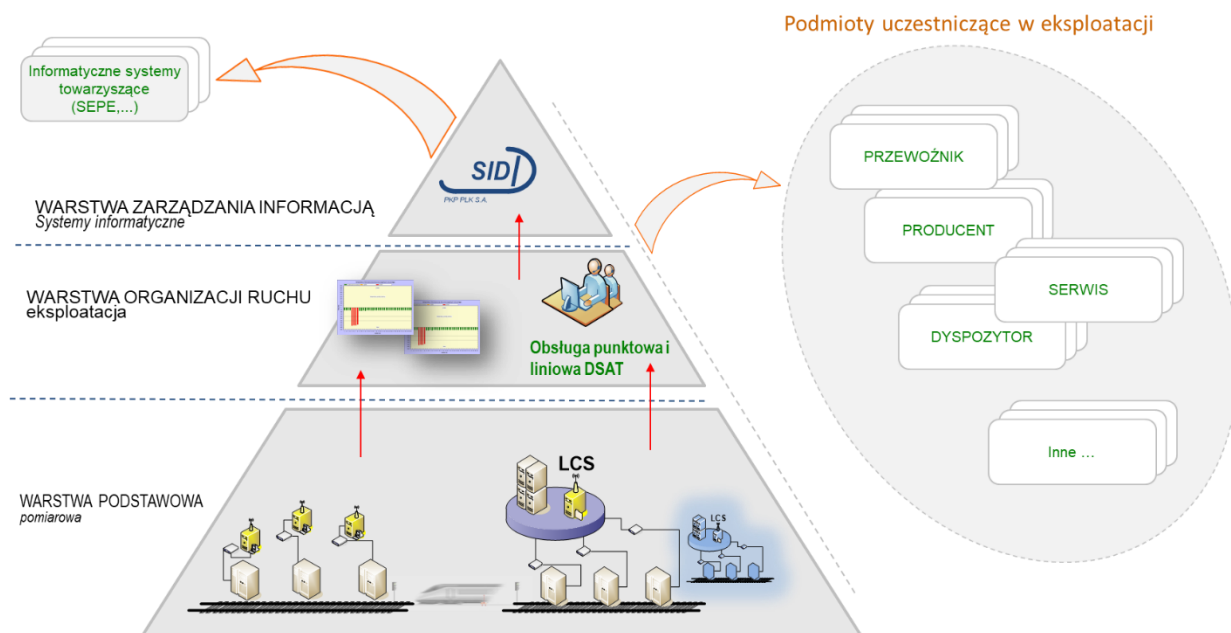
Urządzenie dSAT tworzy zespół:

- 1) torowy – służący do zbierania informacji o kursującym taborze; zawiera czujniki i elementy pomocnicze wykorzystywane do pomiaru, aktywacji urządzenia i przesyłania informacji pomiarowych do zespołu bazowego.
- 2) bazowy – przeprowadzający pomiar i obróbkę sygnałów pochodzących z czujników przytorowych; zawiera analogowe i cyfrowe układy elektroniczne umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie toru, najczęściej w kontenerze.
- 3) terminalowy – stanowisko komputerowe przetwarzające i archiwizujące dane pomiarowe, przedstawiające wyniki sprawdzeń diagnozowanego taboru w systemie komputerowym.

Konstrukcja urządzeń dSAT umożliwia implementację kilku funkcji pomiarowych w jednym urządzeniu (jednej strefie pomiarowej).

Pojedyncze urządzenie dSAT stanowi element warstwy podstawowej systemu dSAT (rys.1). System dSAT jest wielowarstwową architekturą funkcjonalną, pozwalającą na zorganizowaną osłonę infrastruktury kolejowej przed kursowaniem niesprawnego i/lub nieprawidłowo załadowanego taboru. System dSAT to:

- 1) Warstwa podstawowa (pomiarowa), obejmująca ogół urządzeń dSAT na sieci kolejowej ze sprzętem pomiarowym zabudowanym w torze razem z ich zespołem bazowym zlokalizowanym w sąsiedztwie toru.
- 2) Warstwa organizacji ruchu (eksploatacyjna), obejmująca zasoby informatyczne łącznie z sieciami przesyłowymi wraz z oprogramowaniem, tworzące różnorodne stanowiska decyzyjne, obsługiwane przez personel lokalnych, liniowych i zdalnych posterunków sterowania ruchem kolejowym oraz personel techniczny w centrach technicznych. Zasoby pozwalają na obsługę alarmów i podejmowanie decyzji eksploatacyjnych związanych z zarządzaniem taboru po wykryciu stanu awaryjnego przez urządzenia dSAT – decyzje podejmowane są tak by minimalizować zakłócenia ruchu kolejowego.
- 3) Warstwa zarządzania informacją (systemy informatyczne), obejmująca:
 - centralny serwer bazodanowy - bazę danych związanych z pomiarami taboru przez wszystkie urządzenia dSAT, zlokalizowane na sieci kolejowej zarządcy infrastruktury,
 - mechanizmy wymiany informacji (interfejsy) poprzez dedykowany system informatyczny dSAT (SID) z innymi systemami informatycznymi zarządcy infrastruktury np. SEPE, CUID, jak również z systemami współpracujących podmiotów zewnętrznych.



Rys.1 Architektura systemu dSAT

4. WYMAGANIA TECHNICZNE DLA URZĄDZEŃ dSAT

4.1. Wymagania podstawowe

Urządzenia dSAT powinny być przystosowane do monitorowania każdego typu taboru, spełniającego wymagania TSI tabor, biorąc pod uwagę:

- 1) typ konstrukcji łożysk osiowych i ich obudów (maźnic);
- 2) typ konstrukcji hamulców (tarczowe, klockowe);
- 3) typ konstrukcji zestawów kołowych;
- 4) średnice kół;
- 5) rozstawy kół w wózkach taboru.

W taborze monitorowane muszą być wszystkie zestawy kołowe a symptomy niesprawności taboru generujące alarmy, wykryte w ramach funkcjonalności urządzeń dSAT, powinny być automatycznie bezzwłocznie sygnalizowane na stanowisku terminalowym.

Wymagania na konstrukcję

Konstrukcja urządzeń dSAT powinna umożliwiać:

- 1) wykrywanie symptomów niesprawności taboru w trybie automatycznym w czasie jazdy pociągu,
- 2) pracę urządzenia w trybie:
 - autonomicznym – z transmisją danych na odległość co najmniej 30 km od strefy pomiarowej (miejsca instalacji),
 - sieciowym – z otwartą architekturą komunikacji i możliwością przesyłania wszystkich informacji dotyczących śledzenia zjawisk występujących w zestawach kołowych pojazdów kolejowych.
- 3) wykrywanie niesprawności w czasie jazdy pociągu w kierunku zgodnym i przeciwnym do przyjętego,
- 4) dokonywanie pomiaru prędkości jazdy pociągu oraz określanie kierunku jazdy,
- 5) diagnozowanie i wykonywanie czynności utrzymaniowych, przebudowy i rozbudowy, przy możliwie minimalnych nakładach finansowych,
- 6) rozbudowę o dodatkowe funkcje pomiarowe,
- 7) identyfikację przejeżdżających pociągów na podstawie informacji pozyskiwanych z systemów zewnętrznych,
- 8) implementację systemów dla automatycznej identyfikacji taboru (funkcjonalność AIP).

Urządzenia dSAT powinny potwierdzać stałą sprawność np. poprzez technikę testów sprawności uruchamianych:

- 1) samoczynnie po każdym przejeździe pociągu,
- 2) w zadanych odstępach czasu,
- 3) na żądanie obsługi.

Testy powinny obejmować co najmniej: czujniki przytorowe, moduły konstrukcyjne, łącza transmisji danych, moduły zespołu bazowego. Na podstawie testu, w przypadku niesprawności, powinien pojawić się komunikat dla obsługi z podaniem rodzaju niesprawności/uszkodzenia.

Rodzaje niesprawności taboru wykrywane przez urządzenia dSAT

Urządzenia dSAT powinny wykrywać symptomy:

- 1) zagrzanych łożysk kołowych (maźnic) – funkcja GM („gorące maźnice”),

- 2) zagrzanych hamulców – funkcja GH („gorące hamulce”),
oraz przekroczenia przez tabor wartości:
 - 3) nacisku osi na tor (NO - „nacisk osiowy”),
 - 4) nacisków osi na metr bieżący toru (NL - „nacisk liniowy”)
 - 5) nadmiernych oddziaływań dynamicznych pojazdu na tor – funkcja PD („przeciążenie dynamiczne),

opcjonalnie

- 6) nierównoważne naciski w zestawie kołowym i w pojeździe (NNO – „niezrównoważenie pomiędzy kołami”, NNW – „niezrównoważenie pomiędzy wózkami”).

4.2. Wymagania środowiskowe

Urządzenia dSAT powinny być przystosowane do środowiska pracy określonego na podstawie Polskiej Normy – Zastosowania kolejowe [16]. Szczegółowe wymagania określa właściciel infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Podstawowe warunki środowiskowe stawiane urządzeniom:

- 1) klasa klimatyczna – T2; zakres temperatur dla zespołu terminalowego (w pomieszczeniu), bazowego (w kontenerze) i torowego (w torze) wg [16],
- 2) klasa ciśnienia – A2, i przyjętej dynamice zmian $0,5 \div 1,0$ kPa/s (wymuszonej również przejeżdżającym taborem) wg [16],
- 3) wilgotność – ustalona dla klasy klimatycznej T2 wg [16],
- 4) porywy wiatrów – klasa W2 i SW2 wg [15],
- 5) opady deszczu, gradu i śniegu, oblodzenie, wyładowania atmosferyczne – właściwe dla przyjętej klasy klimatycznej wg [16],
- 6) poziom zanieczyszczeń – M wg [16],
- 7) zagrożenie pożarowe – zewnętrzne – właściwe dla strefy klimatycznej; wewnętrzne – właściwe dla pracy urządzeń elektrycznych o napięciu do 1 kV – zabezpieczenia ppoż. klasy F0 definiowanej wg [15] – z uwagi na specyfikę urządzeń, kontener zespołu bazowego powinien być wyposażony w zabezpieczenia ppoż. oparte o system aerozolowy lub równoważny (przerwywający łańcuch reakcji spalania poprzez związanie wolnych rodników w płomieniu),

- 8) występujące wibracje i udary (oddziaływanie tylko na urządzenia zespołu torowego) – wielkości należy przyjąć wg normy w zależności od miejsca montażu (tor, podkład, podtorze, i strefa 1 ÷ 3 m) wg [16] – w odległości powyżej 3 m pomijalne,
- 9) konstrukcja szaf i kontenerów urządzeń w torach powinna zapewniać stopień ochrony, co najmniej IP56.

4.3. Wymagania elektryczne dla urządzeń dSAT

Poniżej przedstawiono podstawowy zakres wymagań elektrycznych. Szczegółowe wymagania elektryczne dla urządzeń dSAT określa właściciel infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Zasilanie urządzeń dSAT

Urządzenia powinny pracować poprawnie przy zasilaniu energią elektryczną o znamionowych wartościach parametrów:

- 1) napięcie przemiennie (-15%, +10%),
- 2) napięcie stałe $\pm 10\%$,
- 3) częstotliwość 50 Hz (-0,5 Hz do +0,2 Hz),
- 4) współczynnik odkształcenia napięcia oraz zawartość poszczególnych harmonicznym odniesionych do harmonicznej podstawowej, nie mogą przekraczać odpowiednio: 8,0% i 5,0% - przy współczynniku $\tan \alpha$ nie większym niż 0,4,
- 5) odporność na krótkotrwałe zaniki napięcia:
 - zaniki 10 ms w odstępach $\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$,
 - zaniki 100 ms,
 - zaniki 5 s.

Przekroczenie granicznych wartości napięcia zasilania nie może powodować uszkodzenia urządzenia.

Wytrzymałość elektryczna izolacji musi być utrzymana na poziomie nie mniejszym niż:

- 1) 5 kV w obwodach zasilania i uziemienia,
- 2) 2 kV w pozostałych obwodach (pomiędzy częściami wiodącymi prąd a obudową) oraz pomiędzy torem a elementami przytorowymi urządzeń.

Rezystancja izolacji obwodów mierzona po próbie wytrzymałości izolacji (po 1 minucie) nie może być mniejsza niż 10 M Ω .

Wymaganie w zakresie bezpieczeństwa pracy

Urządzenia dSAT powinny spełniać obowiązujące wymagania ochrony przeciwporażeniowej dla urządzeń elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1kV.

4.4. Kompatybilność elektromagnetyczna

Urządzenia dSAT powinny spełniać warunki kompatybilności elektromagnetycznej.

Podstawowo:

- 1) powinny umożliwiać prawidłową, niezakłóconą pracę w strefie sieci trakcyjnej 3kV DC jak i 25 kV AC,
- 2) zakłócenia radioelektryczne emitowane przez urządzenia powinny być ograniczone do poziomów tolerowanych przez środowisko i inne urządzenia współpracujące. Na podstawie PN-EN 50121-4 poziom emisji przyjmuje się w odniesieniu do EN 50081- 2:1993 dla urządzeń zespołu torowego klasę B, dla zespołu bazowego klasę A,
- 3) powinny być odporne na zakłócenia generowane przez urządzenia instalowane na pojazdach kolejowych do poziomu określonego normą PN-EN 50155-1,
- 4) powinny być odporne na zakłócenia elektromagnetyczne i wyładowania elektrostatyczne, przepięcia pochodzące od zewnętrznych źródeł zasilania, w tym oddziaływania trakcji elektrycznej,
- 5) powinny być wyposażone w układową ochronę przepięciową.

Szczegółowy zakres wymagań określa właściciel infrastruktury kolejowej wg *Wymagań technicznych dla zapewnienia ochrony przed przepięciami i od wyładowań atmosferycznych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności i dSAT Ie-120, Warszawa, 21 grudnia 2017 r.* [7].

4.5. Wymagania dotyczące zespołu torowego

Zespół torowy

Zależne od konfiguracji urządzenia, w skład zespołu torowego tworzącego strefę pomiarową, wchodzi czujniki i elementy pomocnicze wykorzystywane do pomiaru, aktywacji urządzenia i przesyłania informacji pomiarowych do zespołu bazowego. Zasadniczą strefę pomiarową urządzeń dSAT tworzą zainstalowane w torze czujniki, automatycznie uruchamiające pomiar.

Lokalizacja strefy pomiarowej

Strefa pomiarowa dSAT (zespół torowy) powinna być usytuowana:

- 1) zgodnie z normą [11], na torze prostym lub na torze o promieniu łuku większym niż 10 000 m i co najmniej 500 m przed rozjazdami i skrzyżowaniami,
- 2) na prostym odcinku toru w odległości co najmniej 400 m od najbliższego łuku, wzniesienia czy przejazdu,
- 3) dla urządzeń z funkcjami OK oraz PD, w torze bezstykowym (w strefie pomiarowej nie może być styków szyn) o pochyleniu mniejszym niż 6‰,
- 4) na prostym odcinku linii, by pociąg przejeżdżał przez strefę ze stałą prędkością oraz w miejscu gdzie są najmniejsze wzajemne oddziaływania pojazdów na siebie i/lub toru na pojazd,
- 5) poza strefą hamowań eksploatacyjnych oraz bezpośrednio przed i za miejscami planowanych zatrzymań pociągów – aby temperatura klocków i tarcz hamulcowych nie skutkowałą alarmami (strefę wyłączności określa właściciel infrastruktury kolejowej),
- 6) na torze stabilnym, w stanie dobrym na podkładach strunobetonowych, w miejscu z ugięciem toru w strefie pomiarowej nie większej niż 13 mm,
- 7) z możliwością lokalizacji zespołu bazowego w wymaganej odległości od toru bez naruszenia systemu odwodnienia linii kolejowej,
- 8) w sposób by nie osłabić wytrzymałości konstrukcyjnej elementów drogi szynowej i nie powodować zmniejszenia trwałości eksploatacyjnej drogi oraz zmian warunków współpracy koła z szyną,
- 9) z uwzględnieniem dogodnego miejsce zatrzymania i wyłączania uszkodzonego taboru, na stacjach lub posterunkach ruchu, na których możliwa jest ocena stanu technicznego taboru przez personel techniczny i gdzie nie powstaną zakłócenia ruchu pociągów
- 10) w miejscu umożliwiającym bezpieczne dojście do torowiska w celu wykonywania działań utrzymaniowych urządzeń i napraw linii kolejowej
- 11) w miejscu, w którym pomiary czujników nie będą zakłócone światłem słonecznym.

Strefa pomiarowa powinna być zlokalizowana przed tunelem lub mostem/wiaduktem, w odległości takiej, aby po stwierdzeniu prawdopodobnego stanu awaryjnego w taborze można było bezpiecznie zatrzymać pociąg przed tunelem lub mostem/wiaduktem – dokładną odległość określa właściciel infrastruktury kolejowej.

Szczegółowe wymagania dotyczące zasad wyboru i usytuowania strefy pomiarowej dSAT określa właściciel infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1] i wymagania określone przez producenta urządzeń dSAT.

4.6. Wymagania dotyczące zespołu bazowego

Wymagania podstawowe

Dla pracy urządzeń na wymaganym poziomie bezpieczeństwa, wymagane jest zapewnienie:

- 1) całodobowego, automatycznego i bezzwłocznego przesyłania danych z urządzeń bazowych do zespołu terminalowego,
- 2) minimalnego czasu bezprzerwowej pracy (podtrzymanie awaryjne zasilania), co najmniej:
 - 30 minut dla trybu pomiarowego,
 - 8 godzin dla trybu czuwania.

Urządzenia zespołu bazowego powinny być instalowane w typowych kontenerach, umożliwiającym wejście do środka pracownika obsługi technicznej oraz łatwy dostęp do wszystkich podzespołów z możliwością ich szybkiej wymiany.

Konstrukcja kontenera (pomieszczenia) urządzeń bazowych powinna zapewniać brak wpływu warunków zewnętrznych na warunki panujące we wnętrzu (przenikanie ciepła, temperatura, wilgotność itp.). Kontener powinien mieć sprawny system odwodnienia ponadto umożliwiać montaż na konstrukcjach podwyższających, a jego kolorystyka powinna być zgodna z wymaganiami określonymi przez właściciela infrastruktury kolejowej, w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania na linii kolejowej [1].

Wymagania dotyczące miejsca instalowania

Lokalizacja i montaż kontenera powinny uwzględniać skrajnię budowli obowiązującą na danej linii oraz lokalne warunki środowiskowe np. teren górzysty, leśny, zalewowy.

Odległość zespołu bazowego (krawędzi kontenera od strony toru) od zewnętrznej szyny układu torowego nie może być mniejsza niż 5m i większa niż 12m.

Zespół bazowy należy instalować w miejscach umożliwiającym wykonanie planowych czynności obsługi technicznej, szczególnie należy uwzględnić możliwość sprawnego dojazdu i transportu podzespołów.

Wyposażenie dodatkowe

Spełnienie określonych wymagań technicznych i funkcjonalnych, może być realizowane poprzez wyposażenie kontenera zespołu bazowego w dodatkowe urządzenia:

- 1) oświetlenia,
- 2) ogrzewania elektrycznego lub klimatyzację,
- 3) sygnalizacji włamania,
- 4) ochrony przeciwporażeniowej z uziemieniem kontenera,
- 5) ochrony przeciwprzepięciowej,
- 6) ochrony przed szkodliwym oddziaływaniem pól elektromagnetycznych,
- 7) gaszenia pożarów,
- 8) zasilania dwustronnego.

4.7. Wymagania dotyczące zespołu terminalowego

Zespół terminalowy stanowi zestaw komputerowy klasy PC z monitorem, systemami informatycznymi przesyłania danych, sygnalizacji alarmowej i zespołem podtrzymania zasilania. Zespół terminalowy powinien posiadać mechanizm automatycznej archiwizacji danych na nośnikach nieulotnych oraz współpracować z systemem nadrzędnym.

Sposób i zakres odwzorowania danych i zdarzeń na ekranie monitora terminala ustala zarządca infrastruktury w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Warunki środowiskowe

Zespół terminalowy powinien być usytuowany:

- 1) w pomieszczeniu o mikroklimacie zapewniającym wilgotność 20÷70% i temperaturę od +5 do +40°C,
- 2) w miejscu umożliwiającym jego obserwację i stały nadzór przez personel,
- 3) na stanowisku zapewniającym podstawowe zasady ergonomii pracy.

Konfiguracja zespołu terminalowego

Odległość terminala od zespołu bazowego powinna umożliwiać, w przypadku sygnalizacji przez urządzenie dSAT przekroczenia ustalonych wartości progowych, podjęcie przez personel ruchowy działań dotyczących powiadomienia maszynisty o prawdopodobnym wykryciu niesprawności taboru i ewentualnego jego wyłączenia.

Dopuszcza się podłączenie wielu terminali do jednego urządzenia dSAT, jak również wiele urządzeń do jednego terminala, z pełną lub ograniczoną funkcjonalnością zależnie od potrzeb eksploatacyjnych.

Urządzenia dSAT powinny posiadać możliwość automatycznego przekierowania informacji o wykrytych stanach awaryjnych taboru do terminala zlokalizowanego na posterunku ruchu, do którego zbliża się pociąg, aby obsługa terminala mogła bezzwłocznie podjąć decyzję o zatrzymaniu pociągu, a następnie ewentualną decyzję o wyłączeniu uszkodzonego taboru na ustalonej stacji. Zasady implementacji funkcjonalności uwzględniającej współpracę wielu terminali z jednym urządzeniem dSAT określa właściciel infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1] i wymagania określone przez producenta urządzeń.

Zespół terminalowy powinien posiadać architekturę otwartą umożliwiającą poprzez ustalony protokół transmisji, współpracę z liniowymi systemami prowadzenia ruchu kolejowego w tym z systemem ERTMS/ETCS poziom 2 oraz systemami nadzoru technicznego (również usytuowanymi w Centrach Technicznych), w formie i zakresie ustalonych dokumentacją techniczną producenta urządzeń.

Urządzenia dSAT powinny posiadać mechanizm programowy, czasowego przełączania obsługi urządzenia dSAT z LCS do uruchomionego czasowo terminala lokalnego. Zasady implementacji funkcjonalności uwzględniającej współpracę z lokalnym terminalem, określa właściciel infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1] i wymagania określone przez producenta urządzeń dSAT.

Wymagania dotyczące oprogramowania zespołu terminalowego

Oprogramowanie zespołu terminalowego powinno umożliwiać:

- 1) rejestrację stanów awaryjnych taboru,
- 2) prowadzenie elektronicznej dokumentacji procesu utrzymania urządzenia dSAT,
- 3) sygnalizację dźwiękową i wizualną wykrytych uszkodzeń taboru,
- 4) zbiorczą prezentację danych z ostatnich 6 miesięcy,
- 5) generowanie systemowych raportów z pomiarów z możliwością ich prezentacji na ekranie monitora, zawierających dane ustalone wg potrzeb zarządcy infrastruktury [1],
- 6) wprowadzanie ustalonych z użytkownikiem opisów identyfikacji zdarzeń, np. wprowadzanie przez pracownika obsługującego stanowisko terminalowe

- (dyżurnego ruchu) danych dotyczących numerów pociągów i wagonów, w których wykryto stany awaryjne,
- 7) zbieranie i archiwizację informacji o wykrytych usterkach w urządzeniach dSAT oraz przesyłanie ich do systemów technicznych zarządcy umiejscowionych np. w Centrum Technicznym LCS,
 - 8) implementację dodatkowych funkcjonalności ustalonych na etapie projektowania.

5. WYMAGANIA FUNKCJONALNE

5.1. Ustalanie wartości progowych

Konstrukcja urządzeń dSAT powinna umożliwiać rozbudowę architektury o nowe funkcje pomiarowe. W ramach każdej funkcji urządzenia dSAT powinny posiadać możliwość zdefiniowania ilości progów i ich wartości progowych (z możliwością ich przedefiniowania) informujących, że wielkość monitorowanego parametru osiągnęła ustaloną wartość. Poziomy progów należy ustalać wg poniższych oznaczeń:

- 1) poziom ostrzegawczy (OSTR),
- 2) poziom graniczny (GRAN),
- 3) poziom alarmowy (STOP).

W urządzeniach dSAT wartości progowe w ramach poszczególnych funkcji, stosownie do ich poziomu ryzyka eksploatacyjnego, ustalane są przez zarządcę infrastruktury. Dopuszcza się stosowanie zróżnicowanych poziomów progów temperatury z uwzględnieniem specyfiki taboru i poziomów dopuszczalnego obciążenia indywidualnie dla linii kolejowych, na warunkach ustalonych przez zarządcę infrastruktury w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Dla progów temperaturowych, wartości progów alarmowych mogą być wartościami bezwzględными lub względnymi, uwzględniającymi temperaturę odniesienia.

5.2. Wymagania techniczne dla funkcji „gorące maźnice” (GM)

Wymagania dotyczące monitorowania zagrzanych łożysk kołowych (maźnic), określające obszary przeznaczone do obserwacji przez czujniki temperatury urządzeń przytorowych, zostały określone w TSI dla podsystemu taboru. W TSI określono wymagania na:

- 1) powierzchnię pomiarową,

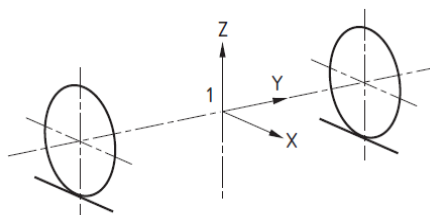
2) zakres zastosowań w odniesieniu do dopuszczalnych prędkości taboru.

Powyższe wymagania nie dotyczą pojazdów wyposażonych w pokładowe urządzenia monitorujące temperaturę łożysk kołowych i pojazdów z łożyskami ekranowanymi od przytorowych urządzeń dSAT.

Czujniki pomiaru temperatury maźnic powinny bazować na pomiarze wykorzystującym radiację termiczną maźnicy. Pomiar powinien być realizowany przez detektory wielowiązkowe lub z ruchomą plamką pomiarową, obejmującą wybrany obszar pomiarowy maźnicy. Zaleca się stosowanie czujników wielowiązkowych, jako mniej zależnych od stanu powierzchni emitującej promieniowanie cieplne – preferowany jednoczesny pomiar z przynajmniej czterema wiązkami.

Powierzchnia pomiarowa

Zakres pomiarowy stanowi właściwość zabudowanego czujnika temperatury zagrzanych maźnic i zdefiniowany jest w układzie współrzędnych xyz w stosunku do konstrukcji toru.



Rys. 1. Koordynaty pomiarowe czujników temperatury maźnic

Powierzchnia mierzona taboru (maźnicy) i strefa pomiarowa czujnika dSAT, współdziałają ze sobą i muszą się pokrywać w określony sposób.

Przyjmuje się, że czujniki pomiaru temperatury maźnicy są skierowane na maźnicę pionowo pod kątem prostym w stosunku do płaszczyzny poziomej toru – wzdłuż osi toru na kierunku „Z” (rys. 1 Koordynaty pomiarowe).

Wzajemne usytuowanie i szczegóły dotyczące opisu obszarów pomiarowych i pracy czujników temperatury maźnic przedstawia rys. 2.

Warunki ciągłości pomiarów

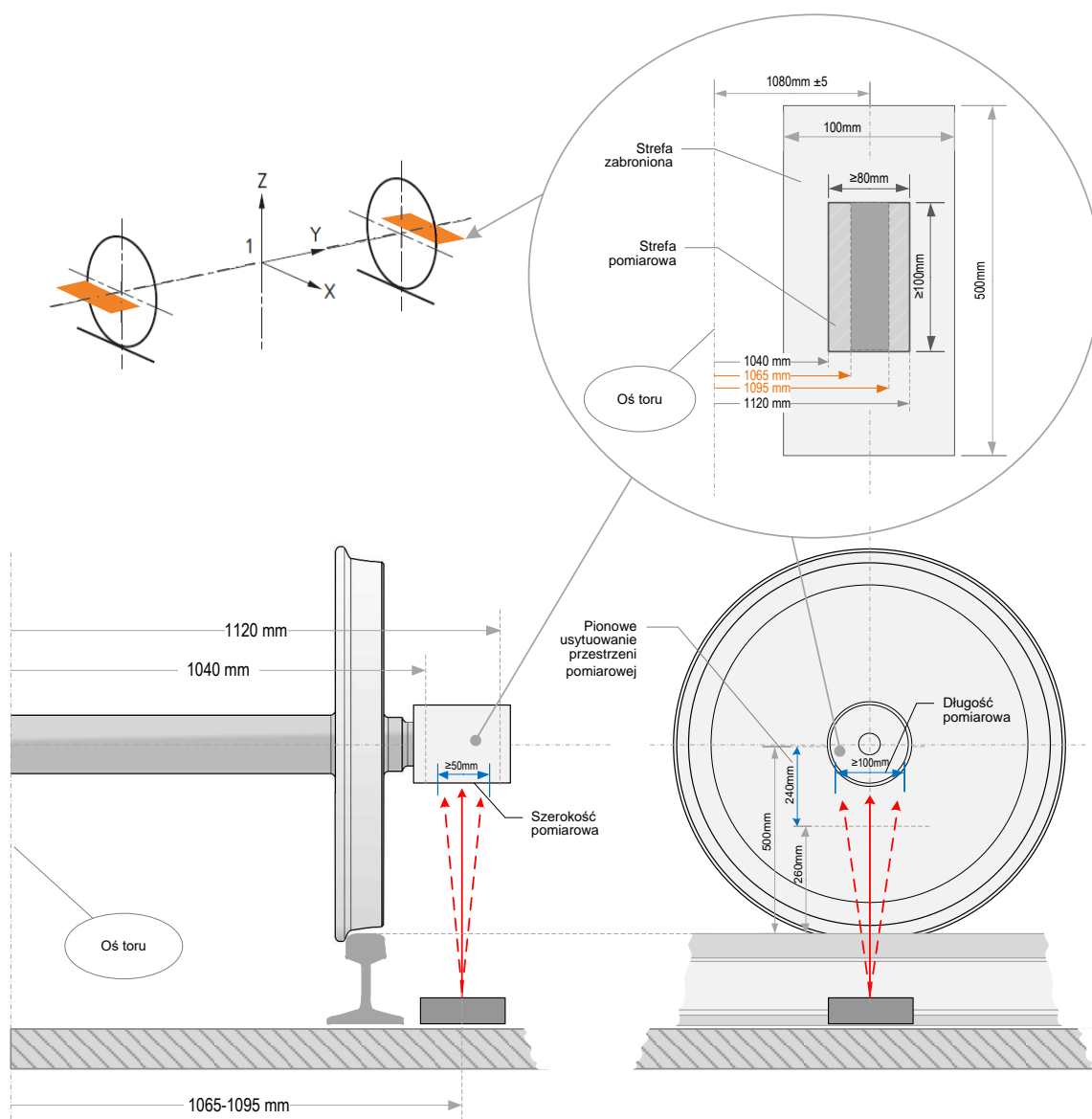
Łożyska kołowe, których stan nie jest monitorowany przez pokładową diagnostykę, muszą dać się monitorować przez przytorowe urządzenia dSAT z funkcją GM, w celu wykrycia nienormalnego wzrostu ich temperatury.

Dla zapewnienia ciągłości pomiaru przez urządzenie dSAT, należy dbać o to, aby elementy obudów łożysk oraz inne części nie przysłaniały uzgodnionego obszaru widoczności.

Podczas eksploatacji zakłada się, iż w strefie zabronionej długości 500mm (na kierunku osi „z”), której środek wyznacza oś zestawu kołowego (koła):

- 1) żaden element o temperaturze wyższej niż maźnica nie jest zabudowany pomiędzy tą maźnicą a czujnikiem temperatury,
- 2) nie dochodzi do czujnika temperatury promieniowanie słoneczne bezpośrednio odbite od maźnicy łożyska lub od innych elementów konstrukcyjnych taboru.

Zakres pomiarowy czujnika temperatury maźnicy w płaszczyźnie wzdłużnej, na kierunku osi „x”, powinien wynosić co najmniej 100mm natomiast w płaszczyźnie poprzecznej na kierunku osi „y” powinien wynosić co najmniej 80 mm, w odległości od 1040 mm do 1120 mm od osi toru (oś „y”) oraz na wysokości między $h_1 = 260$ mm i $h_2 = 500$ mm ponad główką szyny (zakres minimalny).



Rys. 2 Strefy pomiarowe temperatury maźnic PN-EN 15437-1

Okres trwania odczytu

Okres trwania odczytu temperatury maźnicy, przeprowadzanego przez urządzenia dSAT, z uwzględnieniem właściwego czasu wykrycia obecności koła w strefie, musi umożliwiać niezakłócony pomiar temperatury w określonej strefie pomiarowej. Okres trwania odczytu dobiera producent bezpośrednio do metody pomiarowej tak, aby czas odczytu nie był ograniczony maksymalną dopuszczalną prędkością pociągu.

Pomiar zapewniający ustaloną dokładność, powinien zawierać się w przedziale prędkości taboru 3÷250 km/h.

Emisja promieniowania

Czujniki oparte na metodzie pomiaru radiacji cieplnej są wrażliwe na działanie promieniowania słonecznego, które może bezpośrednio lub pośrednio poprzez odbicie trafić w otwór obserwacyjny czujników. Czujniki powinny być zabezpieczone przed działaniem promieniowania słonecznego:

- 1) poprzez programową filtrację zakłóceń spowodowanych przez promieniowanie słoneczne lub
- 2) poprzez zmianę pozycji czujnika w torze – dopuszcza się zmianę orientacji czujnika względem środka toru.

Przytorowe urządzenia dSAT i ich otoczenie nie mogą generować promieniowania bezpośredniego ani promieniowania rozproszonego w kierunku czujników temperatury maźnic.

Lokalizacja i mocowanie czujników temperatury

Czujniki temperatury maźnic mogą być mocowane do szyn lub podkładów lub mogą być posadowione wewnątrz specjalnych podkładów. Nie określa się szczegółowych warunków konstrukcyjnych elementów mocujących.

Wymiary czujników

Nie określa się kształtu i wymiaru czujników temperatury maźnic. Wszystkie elementy czujników i związane z nimi elementy konstrukcyjne powinny mieścić się w skrajni budowli (nie kolidować ze skrajnią taboru).

Progi pomiarowe

Dla funkcji GM progi pomiarowe oraz ich sposób ustanawiania i stosowania określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Wynoszą one:

- 1) ostrzeżenie (OSTR), gdy temperatura maźnicy przekroczy ustalony dla poziomu OSTR próg powyżej temperatury odniesienia,

- 2) alarm (STOP), gdy temperatura maźnicy przekroczy ustalony dla poziomu STOP próg powyżej temperatury odniesienia,
- 3) alarm (STOP [L] [P]), alarm różnicowy, gdy różnica temperatury maźnicy lewego i prawego przekroczy ustaloną wartość.

Sygnalizowany przez urządzenie stan (OSTR) informuje, że dalsza eksploatacja taboru może doprowadzić do zmian wielkości parametru, aż do wartości alarmowej (STOP). Stan alarmowy (STOP) informuje, że stan taboru może doprowadzić do bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu pociągu.

Zakres i dokładność pomiaru temperatur

Zgodnie z wymaganiami normy [11], urządzenia wyposażone w funkcje GM powinny wykrywać zagrzanie maźnicy w zakresie temperatury od 0 do 150°C z dokładnością pomiaru:

- 1) $\pm 5^{\circ}\text{C}$ w zakresie $0^{\circ}\text{C} \div 20^{\circ}\text{C}$ włącznie,
- 2) $\pm 3^{\circ}\text{C}$ w zakresie $21^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$ włącznie,
- 3) $\pm 5^{\circ}\text{C}$ w zakresie $101^{\circ}\text{C} \div 150^{\circ}\text{C}$ włącznie.

5.3. Wymagania techniczne dla funkcji „gorące hamulce” (GH)

Wymagania dotyczące techniki wykrywania zagrzanych hamulców przez urządzenia przytorowe dSAT, określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1], z uwzględnieniem wymagań technicznych producenta urządzeń.

Metoda pomiaru

Czujniki pomiaru temperatury elementów hamulców powinny być oparte na metodzie pomiaru radiacji cieplnej z wykorzystaniem detektorów wielowiązkowych podczerwieni.

Powierzchnia pomiarowa

Powierzchnia, która powinna zostać poddana obserwacji, powinna obejmować:

- 1) obrzeże koła dla wagonów z klockowym typem hamulca,
- 2) tarcze hamulcowe dla wagonów z tarczowym typem hamulca.

Ciągłość pomiarów

Dla zapewnienia ciągłości pomiarów układ czujników i ustawienie strumienia wiązek nie może kolidować z innymi elementami konstrukcji toru. Dokumentacja konstrukcyjna urządzenia dSAT powinna określać sposób pomiaru, rozkład strumieni pomiarowych i dopuszczalną prędkość pociągów.

Czas trwania odczytu dobiera producent urządzeń odpowiednio do zastosowanej technologii i metody pomiarowej tak, aby pomiar nie był ograniczony maksymalną dopuszczalną prędkością pociągu. Pomiar zapewniający ustaloną dokładność, powinien zawierać się w przedziale prędkości taboru 3÷250 km/h.

Lokalizacja i mocowanie czujników

Dopuszcza się stosowanie czujników po zewnętrznej stronie toków szynowych jak i wewnątrz toru. Czujniki mogą być mocowane do podkładów lub bezpośrednio do szyn lub wewnątrz podkładów specjalnych. Konstrukcja czujników i ich elementów mocujących nie powinna kolidować ze skrajnią toru i skrajnią taboru. Nie określa się szczegółowych warunków konstrukcji czujników i ich elementów mocujących.

Zasadniczo stosuje się metodę pomiaru po jednej stronie taboru (zestawu kołowego). W szczególnych lokalizacjach, narażonych na zakłócenia pomiaru np. olśnienia czujników temperatury, za zgodą zarządcy infrastruktury, dopuszcza się stosowanie pomiaru obydwu stron taboru (zestawu kołowego), po dostosowaniu algorytmów wartościowania wyników pomiarów do nowych potrzeb.

Emisja promieniowania

Czujniki oparte na metodzie pomiaru radiacji cieplnej są wrażliwe na działanie promieniowania słonecznego, które może bezpośrednio lub pośrednio poprzez odbicie trafić w otwór obserwacyjny czujników. Czujniki powinny być zabezpieczone przed działaniem promieniowania słonecznego:

- 1) poprzez programową filtrację zakłóceń spowodowanych przez promieniowanie słoneczne lub,
- 2) poprzez zmianę pozycji czujnika w torze – dopuszcza się zmianę orientacji czujnika względem środka toru.

Elementy torowe urządzenia dSAT i ich otoczenie nie mogą generować promieniowania bezpośredniego ani promieniowania rozproszonego w kierunku czujników pomiaru temperatury elementów układu hamulcowego.

Progi pomiarowe

Dla funkcji GH progi pomiarowe oraz ich sposób ustanawiania i stosowania określa zarządca infrastruktury kolejowej, w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Podstawowo są to progi powiązane z dopuszczalnymi do eksploatacji wartościami temperatur obręczy lub tarcz hamulcowych wg dwustopniowej gradacji:

- 1) poziom ostrzegawczy (OSTR), gdy temperatura obręczy lub tarczy hamulcowej przekroczy ustalony dla poziomu OSTR próg temperatury, w stosunku do temperatury odniesienia,
- 2) poziom alarmowy (STOP), gdy temperatura obręczy lub tarczy hamulcowej przekroczy ustalony dla poziomu STOP próg temperatury w stosunku do temperatury odniesienia.

Sygnalizowany przez urządzenie dSAT stan (OSTR) informuje, że dalsza eksploatacja taboru może doprowadzić do zmian wielkości parametru, aż do wartości alarmowej (STOP). Stan alarmowy (STOP) informuje, że stan taboru może doprowadzić do bezpośredniego zagrożenia bezpieczeństwa ruchu pociągu.

Wynik pomiaru powinien zawierać temperaturę mierzonego elementu jak i informację, którego elementu dotyczy.

Dla uniknięcia zbędnych zatrzymań i wyłączeń taboru, dopuszcza się w urządzeniach dSAT z funkcją GH, za zgodą zarządcy infrastruktury, na:

- 1) stosowanie dodatkowych, niewpływających na obniżenie poziomu bezpieczeństwa, specjalizowanych mechanizmów (algorytmów), umożliwiających identyfikację przekroczeń progów temperatury w układach hamulcowych, spowodowanych zdarzeniami eksploatacyjnymi, np. nagłymi hamowaniami, jazdą specjalizowanego taboru,
- 2) stosowanie, na podstawie wzajemnego porozumienia zarządcy infrastruktury i przewoźników, zróżnicowanych poziomów alarmów w urządzeniach dSAT, w połączeniu z identyfikacją pociągów (pojazdów) – przez system automatycznej identyfikacji pociągów (AIP). Ustalone nowe poziomy wyzwalania alarmów muszą

wynikać z dokumentacji eksploatacyjnej taboru i zostać zaaprobowane odpowiednim porozumieniem zawartym pomiędzy zarządcą infrastruktury i przewoźnikiem oraz zaimplementowane do systemu dSAT.

Wymagania dotyczące dokładności pomiaru

Urządzenia wyposażone w funkcje GH powinny wykrywać zagrzaną elementy układu hamulcowego w zakresie temperatury bezwzględnej od 100 do 500°C z dokładnością pomiaru:

- 1) co najmniej $\pm 10^{\circ}\text{C}$ w zakresie $100^{\circ}\text{C} \div 400^{\circ}\text{C}$ włącznie,
- 2) co najmniej $\pm 20^{\circ}\text{C}$ w zakresie $401^{\circ}\text{C} \div 500^{\circ}\text{C}$ włącznie.

5.4. Wymagania techniczne dla funkcji „przeciążenia dynamiczne” PD

Funkcja PD umożliwia w czasie jazdy pociągu wykrywanie i ocenę nadmiernych oddziaływań dynamicznych pojazdu na tor, spowodowanych m.in. jego niesprawnością np. niesprawnością zestawu kołowego. Funkcja umożliwia wartościowanie zmierzonych wielkości oddziaływań w stosunku do przyjętych progów granicznych oddziaływań na linii kolejowej.

Metoda pomiaru

Dopuszcza się stosowanie różnych technologii pomiaru. Ze względu na prostszą interpretację fizyczną wyników pomiaru zaleca się technologie, które pozwalają oceniać oddziaływanie, a więc szacowania siły oddziaływania taboru na tor.

Od urządzeń wymaga się zastosowania technologii pozwalającej na identyfikację zestawu kołowego, na którym wystąpiło nadmierne oddziaływanie dynamiczne pojazdu na tor z dokładnością do strony pociągu. Zaleca się zastosowanie technologii, która umożliwi określenie wielkości oddziaływań z określoną dokładnością pomiaru, którą określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Ciągłość pomiarów

Dla zapewnienia ciągłości pomiarów układ czujników nie może kolidować z innymi elementami konstrukcji toru. Dokumentacja konstrukcyjna urządzenia dSAT powinna określać sposób pomiaru i dopuszczalną prędkość pociągów. Czas trwania odczytu dobiera

producent urządzeń odpowiednio do zastosowanej technologii i metody pomiarowej tak, aby pomiar nie był ograniczony maksymalną dopuszczalną prędkością pociągu. Pomiar zapewniający ustaloną dokładność, powinien zawierać się w przedziale prędkości taboru 20÷250 km/h.

Lokalizacja i mocowanie czujników

Zaleca się, by wykorzystywana technologia w jak najmniejszym stopniu zmieniała pracę i zachowanie się toru kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki toru oraz zastosowanie czujników, które można zdemontować na czas typowych prac utrzymaniowych, jak podbijanie czy szlifowanie toru. Przy wyborze lokalizacji należy wziąć pod uwagę zalecenia producenta gwarantujące dokładność pomiaru.

Zakres pomiarowy

Zakres pomiarowy jest uzależniony od wykorzystywanej technologii pomiaru i powinien umożliwiać rejestrację różnych typów oddziaływań taboru na tor w wymaganym zakresie prędkości.

Progi pomiarowe

Dla funkcji PD progi pomiarowe oraz ich sposób ustanawiania i stosowania określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Podstawowo są to progi (dwuwartościowe) powiązane z przyjętymi wartościami związanymi z tolerowalnymi oddziaływaniami taboru na elementy konstrukcyjne toru:

- 1) próg pomiarowy OSTR - wartość przeciążenia dynamicznego po przekroczeniu, której urządzenia dSAT sygnalizują przekroczenia oddziaływań na poziomie ostrzegawczym,
- 2) próg pomiarowy GRAN, wartość przeciążenia dynamicznego po przekroczeniu, której urządzenia dSAT sygnalizują przekroczenia oddziaływań na poziomie niedopuszczalnym – granicznym.

Sygnalizowane przez urządzenie stany: ostrzegawczy (OSTR) i graniczny (GRAN) informują, że wielkości monitorowanych parametrów przekroczyły ustalone wartości oddziaływań na elementy toru i należy podjąć czynności utrzymaniowe taboru.

Dokładność

Dokładność dla zakresu częstotliwości od 200 do 1000 HZ wynosi 20 kN. Osiągnięcie wymaganej dokładności jest możliwe po zakończeniu procesu kalibracji. Metodę kalibracji ustala producent urządzeń w uzgodnieniu z zarządcą infrastruktury. Zakończenie kalibracji powinno być udokumentowane w dokumentacji eksploatacyjnej urządzeń dSAT.

5.5. Wymagania techniczne dla funkcji „obciążenie koła” OK

Urządzenia dSAT, które realizują funkcję OK pozwalają na pomiar w trakcie jazdy nacisku każdej osi, całego pojazdu oraz pociągu. Na podstawie zmierzonych wartości możliwa jest ocena nacisku osi (NO), obciążenia na metr bieżący toru (NL).

Urządzenia dSAT realizujące funkcję OK pozwalają na pomiar w warunkach eksploatacji nacisku odpowiednio osi, pojazdu oraz pociągu. Bazując na wielkościach mierzonych możliwa jest ocena nacisku osi na tor (NO) oraz obciążenia na metr bieżący toru (NL), w stosunku do przyjętych progów granicznych obciążenia na danej linii kolejowej – wykrywanie nadmiernych nacisków spowodowanych przeładowaniami.

Dla techniki pomiarów nacisku osi na tor i obciążenia na metr bieżący toru nie określono wymagań w przepisach TSI. Wymagania techniczne oraz procedury eksploatacyjne określa zarządca infrastruktury.

Ciągłość pomiarów

Dla zapewnienia ciągłości pomiarów układ czujników nie może kolidować z innymi elementami konstrukcji toru. Dokumentacja konstrukcyjna urządzenia dSAT powinna określać sposób pomiaru i dopuszczalną prędkość pociągów. Czas trwania odczytu dobiera producent urządzeń odpowiednio do zastosowanej technologii i metody pomiarowej tak, aby pomiar nie był ograniczony maksymalną dopuszczalną prędkością pociągu. Pomiar zapewniający ustaloną dokładność, powinien zawierać się w przedziale prędkości taboru 20÷250 km/h.

Metoda pomiaru

Dopuszcza się stosowanie różnych technologii i technik pomiaru, pozwalających w oparciu o pomiary np. quasi-statyczne, określenie wartości nacisków osi na tor, poszczególnych pojazdów na tor jak również całego pociągu.

Lokalizacja i mocowanie czujników

Zaleca się, by wykorzystywana technologia w jak najmniejszym stopniu zmieniała pracę i zachowanie się toru kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki toru. Zaleca się zastosowanie czujników, które można zdemontować na czas typowych prac utrzymaniowych, jak podbijanie czy szlifowanie toru.

Przy wyborze lokalizacji należy wziąć pod uwagę zalecenia producenta.

Emisja promieniowania

Stale urządzenia liniowe i ich otoczenie nie mogą generować zakłóceń np. promieniowania elektromagnetycznego bezpośredniego ani promieniowania rozproszonego w kierunku czujników realizujących funkcję pomiarową.

Zaleca się wykorzystanie czujników, które są odporne na wpływ promieniowania elektromagnetycznego oraz nie powodują emisji takiego promieniowania.

Zakres pomiarowy

Zakres pomiarowy jest uzależniony od wykorzystywanej technologii pomiaru i powinien umożliwiać rejestrację nacisków osi w zakresie wymaganym przepisami zarządcy infrastruktury [1].

Progi pomiarowe

Dla funkcji OK progi pomiarowe oraz ich sposób ustanawiania i stosowania określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Dla zakresu prędkości do 250 km/h przyjmuje się po jednym progu granicznym (GRAN) odpowiednio dla parametru NO i NL, których wartości zależne są od przyjętego dopuszczalnego obciążenia na linii, na której zabudowano urządzenie dSAT:

- 1) wykrywanie przekroczenia nacisków osiowych na tor NO – stan graniczny (GRAN), gdy nacisk osiowy na tor przekroczy przyjętą wartość nacisku dla danej linii, na której zabudowano urządzenie dSAT,
- 2) wykrywanie nacisków liniowych NL – stan graniczny (GRAN), gdy obciążenie na metr bieżący toru przekroczy przyjętą wartość nacisku dla danej linii, na której zabudowano urządzenie dSAT.

Wartości progów GRAN podlegają bieżącej aktualizacji tak, aby nie obowiązywał rygor wyższych progów w stosunku do obowiązujących wartości.

W ramach funkcji kontroli nacisków osi na tor (parametr NO i NL), powinna istnieć możliwość definiowania ich poziomu granicznego oddzielnie dla lokomotyw czynnych i pozostałych pojazdów w składzie pociągu.

Dokładność

Oczekiwaną dokładność pomiarową w ramach funkcji OK, mając na uwadze zastosowane technologie i techniki pomiarowe, określa zarządca infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1] oraz w oparciu o dokumentację producenta urządzeń dSAT. Zaleca się określenie dokładności odrębnie dla pomiaru:

- 1) nacisku osi,
- 2) przeliczeniowego ciężaru brutto pojazdów,
- 3) przeliczeniowego ciężaru brutto pociągów.

Inne aspekty funkcji OK

Pomiar nacisku osi na tor stwarza możliwości pomiaru także niezrównoważeń: niezrównoważenia nacisku wózków w pojeździe (NNW) oraz niezrównoważenia nacisku w osi pojazdu (NNO). Pomiar tych parametrów pozwala na ochronę infrastruktury przed konsekwencjami nieprawidłowego rozkładu ładunku w taborze. Pomiar opcjonalne wg decyzji zarządcy infrastruktury kolejowej.

5.6. Wymagania techniczne dla nowych funkcji

Każda nowa funkcja implementowana w urządzeniach dSAT, dotychczas niezdefiniowana w przepisach zarządcy infrastruktury, powinna umożliwiać ocenę wybranych parametrów kursującego taboru poprzez jego pomiar i wykrywanie przekroczenia ustalonych wartości progowych, mających istotny wpływ na ochronę infrastruktury kolejowej oraz nadmierne oddziaływanie na zużycie infrastruktury kolejowej.

Przydatność nowej funkcji, implementowanej w urządzeniach dSAT, określa zarządca infrastruktury kolejowej na podstawie analizy potrzeb eksploatacyjnych i zagrożeń na zarządzanej sieci linii kolejowych.

Implementowana w urządzeniach dSAT nowa funkcja nie może zakłócać dotychczas użytkowanych funkcjonalności.

Ciągłość pomiarów

Dla zapewnienia ciągłości pomiarów układ instalowanych czujników nie może kolidować z innymi elementami konstrukcji toru. Konstrukcja urządzenia w technice pomiarowej powinna uwzględniać sposób pomiaru i dopuszczalną prędkość pociągów. Czas trwania odczytu, z zachowaniem ustalonej dokładności pomiaru, dobiera producent urządzeń odpowiednio do zastosowanej technologii i metody pomiarowej tak, aby pomiar nie był ograniczony maksymalną dopuszczalną prędkością taboru – do 250 km/h.

Metoda pomiaru

Dopuszcza się stosowanie różnych technologii pomiaru. Technika i metodyka pomiarów nie powinna wprowadzać zakłóceń i konfliktów z funkcjonalnością zarówno urządzeń dSAT, jak i innych urządzeń zarządcy infrastruktury oraz kursującego taboru. Metoda pomiarowa powinna umożliwiać natychmiastowe podejmowanie decyzji eksploatacyjnych w związku z oceną oddziaływania taboru na infrastrukturę lub przekroczenia progów mogących świadczyć o jego niesprawności.

Lokalizacja i mocowanie czujników

Zaleca się, aby wykorzystywana technologia w jak najmniejszym stopniu wpływała na konstrukcję i zachowanie się toru kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem dynamiki toru. Zaleca się zastosowanie czujników, które można zdemontować na czas typowych prac utrzymaniowych, jak podbijanie czy szlifowanie toru.

Przy wyborze lokalizacji należy wziąć pod uwagę zalecenia producenta.

Emisja promieniowania

Zainstalowana aparatura liniowa i jej otoczenie nie może generować zakłóceń np. promieniowania elektromagnetycznego bezpośredniego ani promieniowania rozproszonego w kierunku czujników realizujących funkcję pomiarową.

Zaleca się wykorzystanie aparatury pomiarowej, która jest odporna na wpływ zewnętrznego promieniowania elektromagnetycznego oraz nie powoduje emisji takiego promieniowania.

Progi pomiarowe

Dla nowych funkcji progi pomiarowe oraz ich sposób ustanawiania i stosowania powinny zostać określone przez zarządcę infrastruktury kolejowej z poszanowaniem postanowień wewnętrznych przepisów przyjętych do stosowania [1]. Powinna istnieć możliwość przedefiniowania i przewartościowania progów na każdym etapie eksploatacji urządzeń.

6. ROZMIESZCZENIE URZĄDZEŃ dSAT NA NOWOBUDOWANYCH I MODERNIZOWANYCH LINIACH

System dSAT tworzy osłonę infrastruktury kolejowej przed skutkami uszkodzeń elementów biegowych taboru podczas jazdy i/lub których naciski osi na tor przekraczają ustalone wartości graniczne. Na etapie budowy i modernizacji linii kolejowych, potrzeby funkcjonalne urządzeń dSAT i sposób ich rozmieszczenia ustala się w kontekście występujących zagrożeń, wynikających z warunków prowadzenia ruchu na danej linii kolejowej.

O rozmieszczeniu na liniach kolejowych urządzeń dSAT decyduje zarządca infrastruktury kolejowej, w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1]. Podstawą do rozmieszczenia urządzeń dSAT na nowobudowanych lub modernizowanych liniach kolejowych PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. są szczegółowe zasady i warunki określone w wewnętrznych przepisach przyjętych do stosowania [1].

Uwarunkowania budowy urządzeń dSAT na linii kolejowej

Budowę urządzeń dSAT warunkuje wynik analizy dla danej linii (odcinka linii).

Analiza powinna obejmować, co najmniej:

- dopuszczalną prędkość na danej linii,
- typ (kategorię) linii kolejowej,
- ilość zarejestrowanych wydarzeń kolejowych związanych z wystąpieniem stanów awaryjnych w elementach biegowych taboru.

Szczegółowe aspekty analizy ustala zarządca infrastruktury kolejowej, w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

Urządzenia dSAT buduje się w konfiguracjach tworzących grupy funkcjonalności: GM/GH lub GM/GH/PD/OK i rozmieszcza wg zaleceń zawartych w tabeli 1.

W każdym przypadku zasadność zabudowy urządzeń dSAT powinna uwzględniać analizę potrzeb przewozowych na danej linii oraz jej dostępności. Nasycenie infrastruktury kolejowej

urządzeniami dSAT, nie powinno przekraczać zalecanych parametrów określonych w poniższej tabeli.

Tabela 1 – Zalecenia dla rozmieszczenia urządzeń dSAT

Kat. osłony linii	Prędkości	Lokalizacja urządzeń dSAT	Dodatkowe wymagania
I	$v > 200$ km/h	GM,GH co 30 km ± 5 PD,OK na wjeździe i na linii dłuższej niż 150km co 100km ± 20	na liniach o długości do 150 km instalacja funkcji PD,OK wg wewnętrznych przepisów zarządcy infrastruktury kolejowej przyjętych do stosowania [1]
II	120 km/h $< v \leq 200$ km/h	GM,GH co 40km ± 10 PD,OK na wjeździe i na linii dłuższej niż 200km co 130km ± 30	na liniach o długości do 200 km instalacja funkcji PD,OK wg wewnętrznych przepisów zarządcy infrastruktury kolejowej przyjętych do stosowania [1]
III	80 km/h $< v \leq 120$ km/h	GM,GH co 50 km ± 10 PD,OK na wjeździe i na linii dłuższej niż 250km co 130km ± 30	na liniach o długości do 250 km instalacja funkcji PD,OK wg wewnętrznych przepisów zarządcy infrastruktury kolejowej przyjętych do stosowania [1]
IV	$v \leq 80$ km/h	brak urządzeń, osłona na podstawie obserwacji personelu obsługi infrastruktury na zasadach określonych w Instrukcji Ir-1	na instalacje urządzeń wymagana jest każdorazowo zgoda zarządcy infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1]
V	linia znaczenia specjalnego (brak kryterium prędkości)	brak urządzeń, osłona na podstawie indywidualnych zasad opartych na obserwacji personelu obsługi infrastruktury, określonych w Instrukcji Ir-1	na instalacje urządzeń wymagana jest każdorazowo zgoda zarządcy infrastruktury kolejowej w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1]

Urządzenia z funkcją OK i PD

Przy rozmieszczaniu urządzeń z funkcjami PD i OK, należy uwzględnić:

- 1) zabudowę urządzeń na początku linii (przy wjeździe na szlak) tak, aby uniemożliwić

- jazdę pociągów, których naciski osi na tor przekraczają ustalone wartości graniczne;
- 2) potrzeby i odległości pomiędzy urządzeniami na linii wg sugerowanych zaleceń tabeli 1.

Urządzenia z funkcją GM i GH

Urządzenia z funkcjami pomiarowymi GM i GH należy zabudowywać w odstępach umożliwiających śledzenie zmian temperatury maźnic zestawów kołowych i hamulców w trakcie jazdy pociągów. Odległość pomiędzy urządzeniami GM i GH implikuje maksymalna dopuszczona prędkość na linii – tabela 1. Odległość powinna uwzględniać przypadek uszkodzenia jednego urządzenia i zasygnalizowanie stanu niebezpiecznego na następnym – przy założeniu akceptowalnego poziomu ryzyka wystąpienia wypadku na odległości pomiędzy kolejnymi urządzeniami.

7. WSPÓLPRACA URZĄDZEŃ dSAT Z INNYMI SYSTEMAMI

7.1. Współpraca z dedykowanym nadrzędnym systemem informatycznym

Urządzenia dSAT muszą być przystosowane do włączenia do nadrzędnego systemu informatycznego, dedykowanego dla obsługi zdarzeń w związku z pomiarami ustalonych parametrów eksploatacyjnych taboru przez urządzenia dSAT – System Informatyczny dSAT (SID). Włączenie urządzeń dSAT do Systemu Informatycznego SID wymaga:

- 1) sporządzenia dokumentacji technicznej, również powykonawczej, dla włączenia urządzenia dSAT do systemu SID;
- 2) opracowania i uruchomienia niezbędnych aplikacji informatycznych umożliwiających przesyłanie ustalonych informacji z urządzeń dSAT do systemu SID;
- 3) dla umożliwienia przesyłania do systemu SID niezbędnych informacji, opracowania i uruchomienia na wszystkich stanowiskach terminalowych współpracujących z danym urządzeniem dSAT, elektronicznej postaci danych m.in. z Rejestru Stanów Awaryjnych Taboru, elektronicznej postaci Rejestru Obsługi Serwisowej;
- 4) zestrojenia łączy transmisji danych pomiędzy stanowiskami terminalowymi a serwerem centralnym;
- 5) uruchomienia synchronizacji czasu pomiędzy urządzeniami dSAT a serwerem SID;

- 6) opracowania i uruchomienia aplikacji umożliwiającej skonfigurowanie danych o pociągach uzyskanych z urządzeń dSAT z danymi SEPE (identyfikacja pociągu, przewoźnika, parametrów przewozowych);
- 7) przeprowadzenia niezbędnych prób i testów przedodbiorczych i odbiorczych.

7.2. Współpraca urządzeń dSAT z systemem ERTMS

Na liniach kolejowych normalnotorowych o rozstawie 1435 mm, na których przewidziano instalację systemu ERTMS/ETCS poziom 2 wg Krajowego Planu Wdrażania Technicznej Specyfikacji Interoperacyjności „Sterowanie”, instalowane urządzenia dSAT powinny być przystosowane do współpracy z urządzeniami tego systemu, w zakresie automatycznego przesyłania dla obsługi pociągu, informacji o wynikach pomiarów w strefie pomiarowej dSAT ustalonych parametrów taboru. Ilość i rodzaj parametrów przesyłanych automatycznie dla obsługi pociągu, ustala zarządca infrastruktury w oparciu o wewnętrzne przepisy przyjęte do stosowania [1].

7.3. Współpraca urządzeń dSAT z systemami pokładowymi

Na liniach kolejowych normalnotorowych o rozstawie 1435 mm z dopuszczalną prędkością kursowania $V_{max} \leq 250$ km/h, wyposażanie pociągów w systemy diagnostyki pokładowej (monitorowania wybranych parametrów taboru) nie jest obligatoryjne.

Na liniach kolejowych z zabudowanymi urządzeniami dSAT, na których kursują pociągi wyposażone w pokładowe systemy monitorowania temperatury maźnic, priorytet wskazań pomiędzy systemami ustala zarządca infrastruktury w oparciu o przepisy przyjęte do stosowania [1].

8. LITERATURA PRZEDMIOTU

Dokumenty referencyjne

- [1]. Wytyczne techniczno-eksploatacyjne urządzeń do wykrywania stanów awaryjnych taboru Ie-3.
- [2]. CNTK nr 4336/12, „Standardy techniczne... Etap I – Podział typów linii kolejowych”.
- [3]. CNTK nr 4029/10 „Opracowanie standardów techniczno-eksploatacyjnych dla urządzeń diagnostyki technicznej taboru z uwzględnieniem wymogów UIC”,

Warszawa 2003 r.

- [4]. Maria Bałuch, CNTK nr 4346/11 Ekspertyza „Przeciążenia dynamiczne na styku koło-szyna wykrywane przez nowoczesne urządzenia detekcji stanów awaryjnych taboru eksploatowane na sieci PKP PLK S.A.”, Warszawa grudzień 2008 r.
- [5]. Maria Bałuch, Graniczne wartości nadwyżek dynamicznych przy wykrywaniu przez urządzenia detekcji taboru płaskich miejsc na kołach, Technika transportu szynowego, 7-8/2009 r.
- [6]. Zadanie nr 3408/10, Zakład sterowania ruchem i teleinformatyki, Raport z badań eksploatacyjnych systemu diagnostyki stanów awaryjnych taboru w konfiguracji ASDEK/PM/GM/GH/OK/PHOENIX/GOTCHA, Warszawa, czerwiec 2008 r.
- [7]. Wymagania techniczne dla zapewnienia ochrony przed przepięciami i od wyładowań atmosferycznych urządzeń sterowania ruchem kolejowym, łączności i dSAT Ie-120, Warszawa, grudnia 2017 r.

Dokumenty prawne

- [8]. Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o transporcie kolejowym (*Dz.U. z 2023 r. poz. 602 z późn. zm.*).
- [9]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (*Dz.U. z 1998 r. nr 151 poz. 987 z późn. zm.*).
- [10]. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań systemu kolei - Podsystem sterowanie, Warszawa, dnia 23 grudnia 2021 r.

Dokumenty normatywne

- [11]. PN-EN 15437-1: 2009 Kolejnictwo – Monitorowanie stanu maźnicy – Wymagania dotyczące interfejsu i projektowania Część 1: Urządzenia przytorowe i maźnice pojazdów szynowych
- [12]. PN-EN 50121-1:2015-10 Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna Część 1: Postanowienia ogólne
- [13]. PN-EN 50121-1:2017-06 Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym oraz telekomunikacji

- [14]. PN-EN 50121-4:2017-04 Zastosowania kolejowe – Kompatybilność elektromagnetyczna – Część 4: Emisja i odporność urządzeń sterowania ruchem kolejowym oraz telekomunikacji
- [15]. PN-EN 50125-2:2003 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 2: Elektryczne urządzenia stacjonarne
- [16]. PN-EN 50125-3:2003 Zastosowania kolejowe – Warunki środowiskowe stawiane urządzeniom – Część 3: Wyposażenie dla sygnalizacji i telekomunikacji
- [17]. PN-EN IEC 61000-6-4:2019-12 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-4: Normy ogólne – Norma emisji w środowiskach przemysłowych