

Tomasz Klimczak

Analiza niezawodności przesyłania informacji o stanie alarmu skupionych i rozproszonych systemów sygnalizacji pożarowej

JEL: R41 DOI: 10.24136/atest.2018.431

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule omówiono podstawy prawne dotyczące stosowania systemu transmisji oraz podstawowe rodzaje systemów SSP pod względem ich budowy i zakresu ochrony. Omówione zostały zagadnienia dotyczące budowy systemu transmisji alarmów pożarowych i uszkodzeniowych z systemu sygnalizacji pożarowej do stacji odbiorczej alarmów pożarowych oraz do centrum monitorowania operatora systemu, jak również wymagania jakie musi spełniać system transmisji. Przedstawiono strukturę niezawodnościową przesyłania alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych oraz dokonano analizy niezawodności przesyłania informacji o stanie systemu SSP.

Słowa kluczowe: transmisja alarmu pożarowego, transmisja sygnału uszkodzeniowego, system sygnalizacji pożarowej, UTASU, monitoring pożarowy, monitoring do PSP.

Wstęp

Zgodnie z § 31 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719) [2], właściciel zarządca lub użytkownik, o którym mowa w art. 5 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej [1] uzgadnia z właściwym miejscowo komendantem powiatowym (miejskim) Państwowej Straży Pożarnej sposób połączenia urządzeń sygnalizacyjno-alarmowych systemu sygnalizacji pożarowej z obiektem Państwowej Straży Pożarnej lub obiektem wskazanym przez tego komendanta.

Zgodnie z rozporządzeniem [2] przez techniczne środki zabezpieczenia przeciwpożarowego należy rozumieć urządzenia, sprzęt, instalacje i rozwiązania budowlane służące zapobieganiu powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożarów, a przez urządzenia przeciwpożarowe należy rozumieć urządzenia (stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do zapobiegania powstawaniu, wykrywania, zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków, a w szczególności: stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające, urządzenia inertyzujące, urządzenia wchodzące w skład dźwiękowego systemu ostrzegawczego i systemu sygnalizacji pożarowej, w tym urządzenia sygnalizacyjno-alarmowe, urządzenia odbiorcze alarmów pożarowych i urządzenia odbiorcze sygnałów uszkodzeniowych, instalacje oświetlenia ewakuacyjnego, hydranty wewnętrzne i zawory hydrantowe, hydranty zewnętrzne, pompy w pompowniach przeciwpożarowych, przeciwpożarowe kłapy odcinające, urządzenia oddymiające, urządzenia zabezpieczające przed powstaniem wybuchu i ograniczające jego skutki, kurtyny dymowe oraz drzwi, bramy przeciwpożarowe i inne zamknięcia przeciwpożarowe, jeżeli są wyposażone w systemy sterowania, przeciwpożarowe wyłączniki prądu oraz dźwigi dla ekip ratowniczych. Instalacją wiodącą w zapewnieniu bezpieczeństwa pożarowego budynków transportowych jest system sygnalizacji pożarowej. Korzystając z definicji zawartej w rozporządzeniu [2] system sygnalizacji pożarowej to system obejmujący urządzenia

sygnalizacyjno-alarmowe, służące do samoczynnego wykrywania i przekazywania informacji o pożarze, a także urządzenia odbiorcze alarmów pożarowych i urządzenia odbiorcze sygnałów uszkodzeniowych.

Zgodnie z normą PN-EN 54-1:2011 [5] system sygnalizacji pożarowej (SSP) to grupa podzespołów, zawierająca centralę sygnalizacji pożarowej, które zestawiono w określonej(-ych) konfiguracji(-ach) mogą wykryć i zasygnalizować pożar oraz podać sygnały do odpowiedniego działania.

Sygnały alarmów pożarowych oraz sygnały uszkodzeniowe generowane z systemu sygnalizacji pożarowej przesyła monitoring pożarowy. Monitoring pożarowy polega na przesłaniu z potwierdzeniem, w sposób automatyczny alarmu pożarowego i sygnału uszkodzeniowego do odpowiednich alarmowych centrów odbiorczych (ACO). Przesłanie alarmu pożarowego musi odbywać się bez udziału człowieka do obiektu z ciągłą obsługą, z którego dysponowane są siły i środki Państwowej Straży Pożarnej (PSP), wskazanego przez właściwego Komendanta Powiatowego (Miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej, gdzie zamontowana jest stacja odbiorcza alarmów pożarowych (SOAP). Sygnały uszkodzeniowe kierowane są automatycznie do stacji odbiorczej sygnałów uszkodzeniowych operatora systemu monitoringu pożarowego.

1 Przykłady skupionych i rozproszonych systemów sygnalizacji pożarowej

W zależności od budowy, konfiguracji oraz typu zastosowanych elementów liniowych wyróżnia się kilka rodzajów systemów sygnalizacji pożarowej. Zastosowanie danego rodzaju systemu SSP uzależnione jest od wymagań przepisów prawnych wobec systemów SSP, scenariusza pożarowego, który musi być zrealizowany, wymagań prawnych wobec danego obiektu podlegającego ochronie, przyjętego zakresu ochrony oraz wymagań funkcjonalno-użytkowych, które ma spełniać instalacja SSP.

Dokładność wskazania miejsca powstania pożaru (źródła ognia) przez centralę zależy od zastosowanego systemu sygnalizacji pożarowej. Z kolei stawiany wymóg dokładności lokalizacji pożaru, stanowi kryterium wyboru rodzaju systemu sygnalizacji pożarowej. Tak więc w systemie SSP konwencjonalnym (nieadresowalnym) wskazanie miejsca wykrycia pożaru jest ograniczone do linii dozorowej, natomiast w systemie adresowalnym centrala wskazuje miejsce pojawienia się pożaru z dokładnością do czujki pożarowej (w zależności od konfiguracji do strefy dozorowej). Rodzaj systemu SSP, który jest zainstalowany w obiekcie ma wpływ na podział obiektu na strefy dozorowe. Strefy dozorowe powinny być określane również w zależności od zagrożenia pożarowego jakie w nich występuje, co wymaga wnikliwej analizy projektanta SSP.

Poniżej przedstawiono wybrane, najczęściej spotykane rodzaje i konfiguracje systemów sygnalizacji pożarowej.

1.1 System sygnalizacji pożarowej skupiony z liniami dozorowymi otwartymi

Linie dozorowe pojedyncze, otwarte, zwane promieniowymi, nieadresowalne lub adresowalne, zgodnie z wymaganiami mogą nadzorować powierzchnię strefy pożarowej o powierzchni do 1600

m², przy czym maksymalna liczba pomieszczeń, jaka może być chroniona przez jedną linię otwartą wynosi 10. Na linii dozorowej otwartej dopuszcza się instalację do 32 czujek pożarowych lub do 10 ręcznych ostrzegaczy pożarowych (ROP). System sygnalizacji pożarowej z liniami dozorowymi otwartymi, nieadresowanymi stosuje się w niewielkich obiektach, jak małe dworce kolejowe, przedszkola, małe zakłady pracy, sklepy [rys. 1].

Linie promieniowe (otwarte) oznaczane są jako typu B i mogą być konwencjonalne lub adresowalne.

W przypadku linii dozorowej otwartej (promieniowej) pojedyncza przerwa powoduje wyeliminowanie elementów liniowych, które znajdują się między przerwą a końcem linii. W skrajnym przypadku, tj. przy przerwie bezpośrednio przy centrali sygnalizacji pożarowej, wyeliminowane zostają wszystkie elementy.

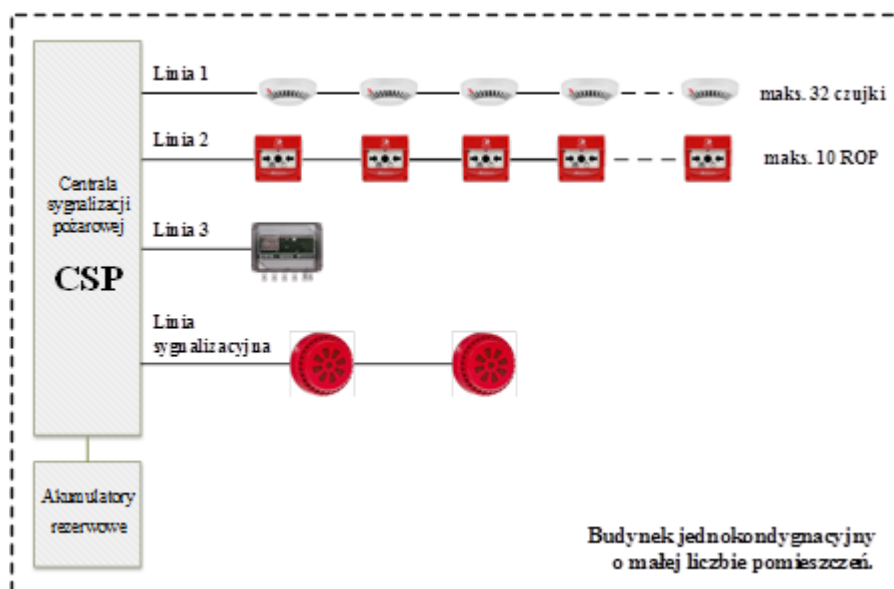
Systemy SSP z liniami otwartymi, adresowanymi lub nieadresowanymi mogą służyć do nadzoru obiektów transportowych o małej kubaturze, niskich i niewielkiej powierzchni, z małą liczbą pomieszczeń. Będą to najczęściej małe dworce kolejowe, dyspozytornie, budynki techniczne i administracyjne. Systemy te mogą być wypo-

sażone w wyjścia do urządzenia transmisji alarmów pożarowych i uszkodzeniowych (UTAPS) [rys. 2]. Systemy SSP nadzorujące obiekty wymienione w rozporządzeniu [1] z mocy prawa podlegają obowiązkowi podłączenia do monitoringu do PSP.

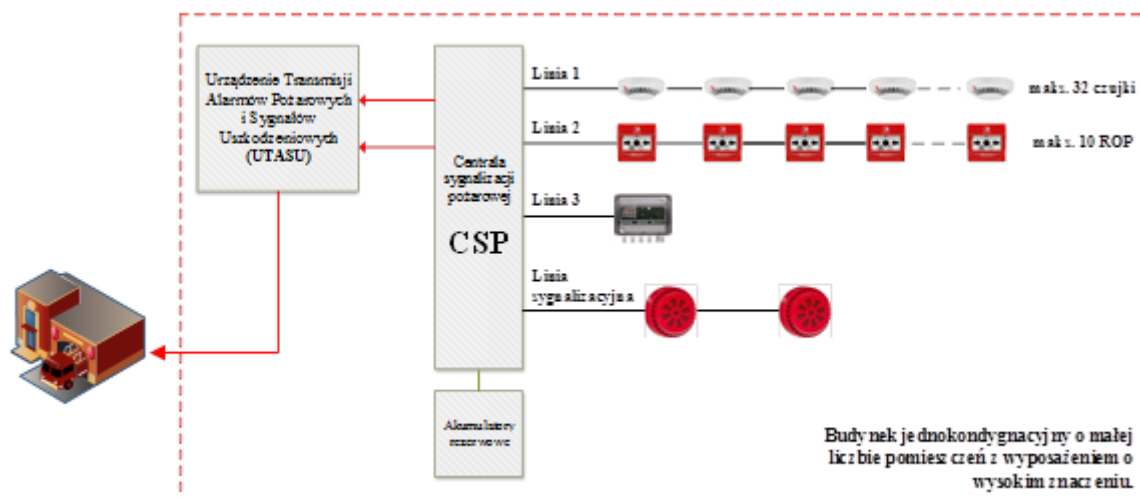
1.2 System sygnalizacji pożarowej skupiony z pętlami dozorowymi adresowanymi

Systemy sygnalizacji pożarowej z liniami dozorowymi pętlowymi, adresowanymi, przeznaczone są do większych obiektów, gdzie nagromadzenie instalacji technicznych oraz liczba pomieszczeń wykluczają stosowanie systemów centralami konwencjonalnymi i liniami otwartymi.

Czujki na linii adresowalnej pętlowej mogą nadzorować wiele stref dozorowych, które z kolei mogą przynależeć do kilku stref pożarowych, których łączna powierzchnia nie przekracza 6000 m². Wymaga się, aby na granicy stref pożarowych zastosowany został izolator zwarc, a przejście linii kablowej przez granicę strefy pożarowej zabezpieczone do odporności ogniowej nie mniejszej, od odporności oddzielenia, przez które przechodzi. Jeden mikroproce-



Rys. 1. System sygnalizacji pożarowej skupiony z liniami dozorowymi otwartymi bez podłączenia do systemu powiadamiania do PSP [źródło: opracowanie własne].



Rys. 2. System sygnalizacji pożarowej skupiony z liniami dozorowymi otwartymi z podłączeniem do systemu monitoringu sygnałów pożarowych i uszkodzeniowych do PSP [źródło: opracowanie własne].

sorowy układ nadzorujący w CSP, do której przyłączone są pętle dozorowe z nie więcej niż 512 czujkami, może obsługiwać powierzchnię dozoru nie większą niż 12 000 m².

Rys. 3 przedstawia poglądową budowę systemu sygnalizacji pożarowej na małym dworcu kolejowym z trzema peronami. Jest to przykład systemu sygnalizacji pożarowej skupionego. Każdy peron nadzorowany jest odrębną, adresowalną pętlą dozorową. W każdej pętli dozorowej może zostać zainstalowanych maksymalnie 128 elementów liniowych, czujek lub ręcznych ostrzegaczy pożarowych. W systemie zainstalowana została pętla dozorowa sterująco-monitorująca, która obsługuje wszystkie perony. Na pętli sterująco-monitorującej zainstalowane zostały moduły wejść/wyjść, które realizują funkcje sterownicze i kontrolne innych instalacji przeciwpożarowych, np. stałych urządzeń gaśniczych, czujek specjalnych, klap pożarowych odcinających w systemie wentylacji mechanicznej lub klap pożarowych w systemie oddymiania. Pętla sterująco-monitorująca musi być wykonana wg specjalnych wymagań, w taki sposób, aby zachować ciągłość dostawy energii lub przekazu sygnału przez czas wymagany do uruchomienia i działania urządzenia, zgodnie z §187 ust. 2 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.) [4]. Z uwagi na małą rozległość obiektu, krótkie odległości przebiegu okablowania pętlowego oraz małą liczbę sterowań i monitorowań, jedna pętla sterująco-monitorująca może obsługiwać wszystkie perony.

1.3 System sygnalizacji pożarowej rozproszony

Rozległe obiekty transportowe wymagają nadzoru poprzez rozproszone systemy SSP. W rozproszonym systemie SSP występuje kilka lub nawet kilkanaście CSP, które indywidualnie nadzorują wydzielony budynek lub obszar, a połączone są sieciowo w celu wzajemnej komunikacji i przekazywania informacji. System rozproszony można nazwać także systemem sieciowym lub systemem o architekturze rozproszonej.

Systemy o architekturze rozproszonej posiadają centrale (nazywane w niektórych systemach węzłami) bezpośrednio w miejscach wymagających ochrony lub miejscach, gdzie wymagane jest realizowanie sterowań urządzeniami przeciwpożarowymi lub technicznymi. Systemy rozproszone stosowane są w obiektach o skomplikowanej budowie lub rozproszone na rozległym terenie. W systemach tych występuje duża liczba współpracujących urządzeń technicznych i przeciwpożarowych, których nagromadzenie ma wpływ na poziom skomplikowania matrycy sterowań i scenariusza pożarowego.

Połączenie między centralami w systemie rozproszonym może być realizowane jako połączenie dwukanałową magistralą, co oznacza, że centrala master połączona jest z pierwszym węzłem, a ten łączy się z następnym, lub jako połączenie przewodowe pierścieniowe (tzw. połączenie w ringu), co oznacza, że każda z central połączona jest ze sobą, a obwód połączeniowy jest zamknięty.

W zależności od wymagań użytkownika centrala CSP z panelem operatora może znajdować się w jednej lub kilku lokalizacjach. Najczęściej główny panel operatora w centrali master znajduje się w budynku z całodobowym nadzorem, gdzie ewentualny serwis może zostać podjęty w dowolnym czasie.

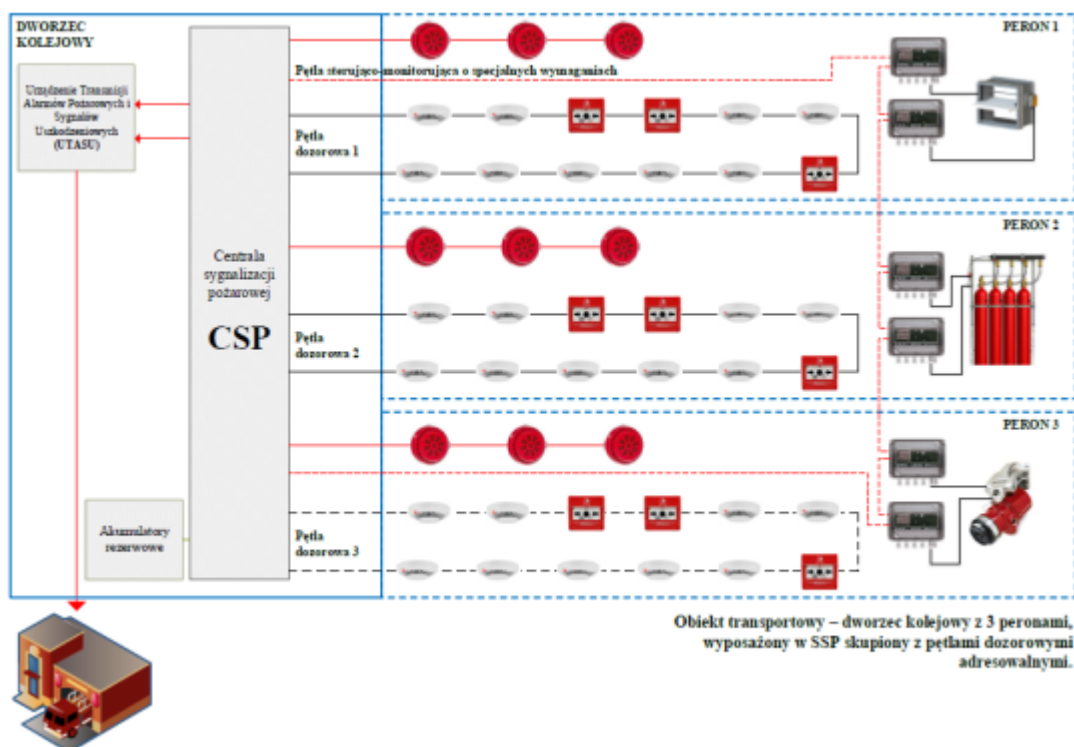
Zgodnie z Wytycznymi Projektowania Instalacji Sygnalizacji Pożarowej SITP WP-02:2010 [5] linie stanowiące połączenie central CSP, miedziane i światłowodowe muszą spełniać następujące wymagania:

- kable uniepalnione dla sieci pierścieniowej w wypadku, gdy tory biegną w różnych przestrzeniach budynku;
- kable klasy PH gdy tory biegną w tych samych pomieszczeniach i dla sieci promieniowej.

Klasa PH kabla powinna wynikać z czasu działania sterowanych urządzeń przeciwpożarowych, a linie powinny być nadzorowane.

1.4 Złożone systemy sygnalizacji pożarowej

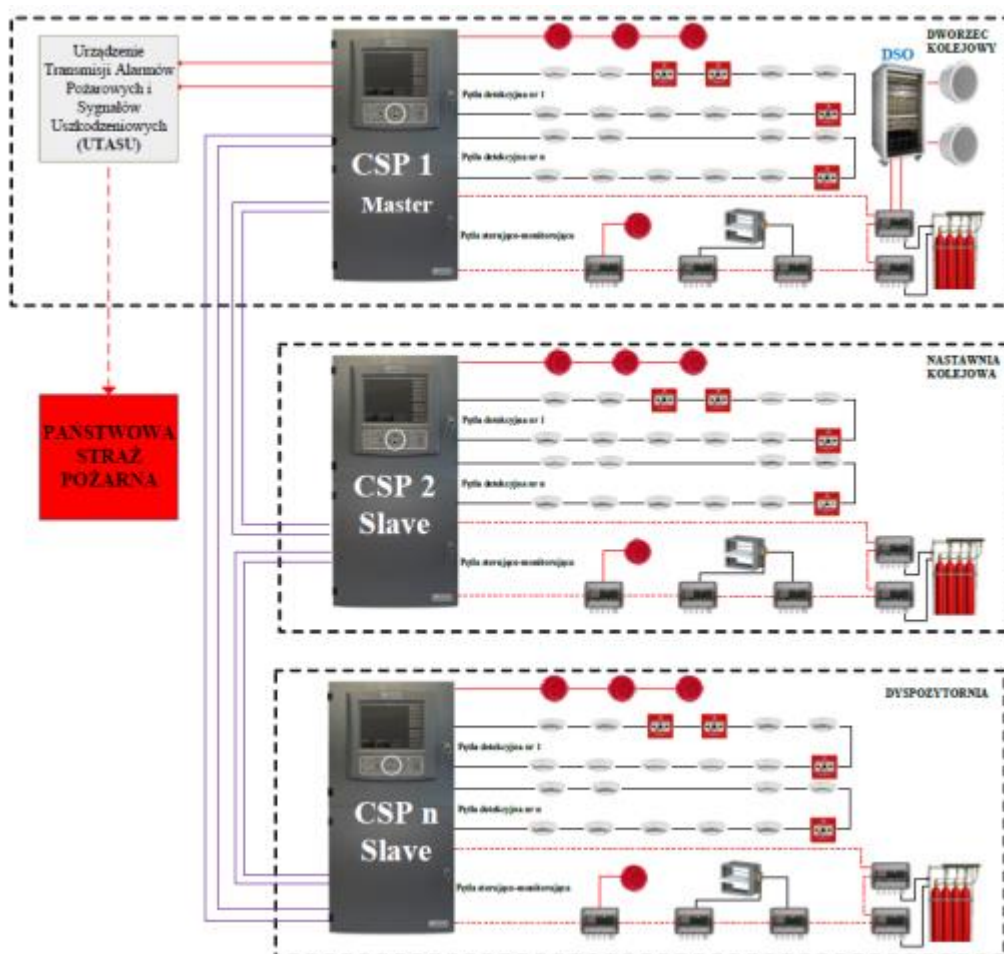
System SSP złożony to system, którego budowa i zachowanie są skomplikowane, cechuje się różnicowaniem elementów składo-



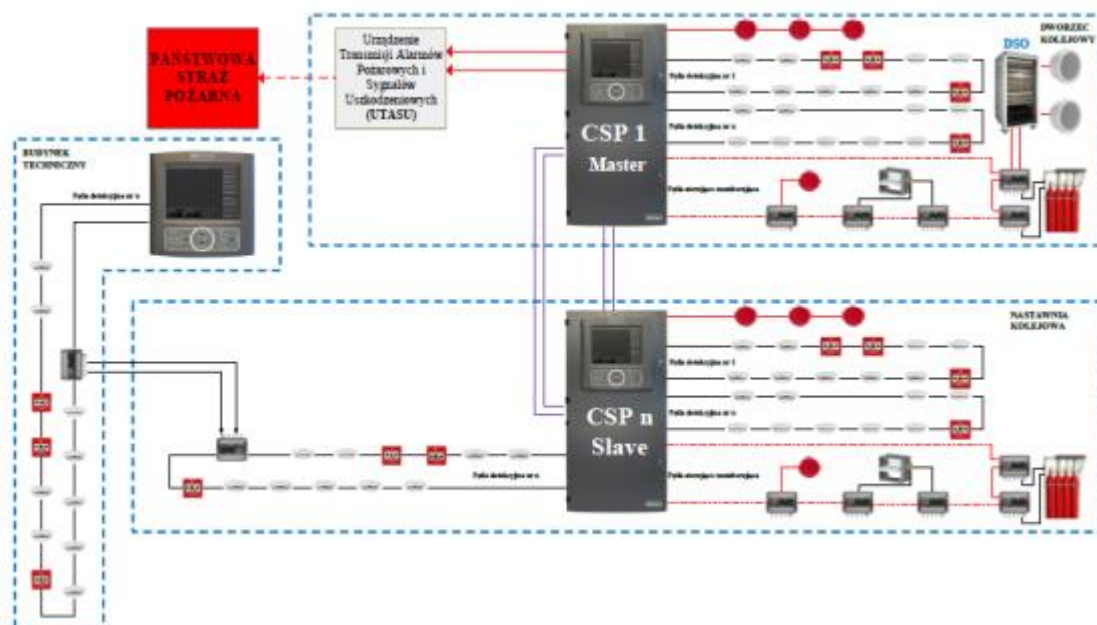
Rys. 3. Schemat systemu sygnalizacji pożarowej skupionego z pętlami dozorowymi adresowalnymi na dworcu kolejowym z trzema peronami [źródło: opracowanie własne].

wych i relacji między nimi. System złożony charakteryzuje się z tym, że może być łatwo rozbudowany i rozwijany. Można go określić jako system otwarty, co oznacza, że w przypadku konieczności rozbudowy, system można rozszerzyć i objąć jego ochroną kolejne budynki i obiekty. System złożony może stanowić składową systemów rozproszonych i prostych. Komunikacja pomiędzy systemem roz-

proszonym, a systemem prostym jest realizowana za pomocą przełączników bezpotencjałowych. Sygnał przekazywany jest z dedykowanych wyjść CSP systemu prostego na wejścia CSP w systemie rozproszonym lub na wejścia modułów kontrolnych pętli przyłączonej do CSP w systemie rozproszonym.



Rys. 4. Schemat rozproszonego systemu sygnalizacji pożarowej w rozległym obiekcie transportowym [źródło: opracowanie własne].



Rys. 5. Schemat blokowy złożonego systemu SSP [źródło: opracowanie własne].

2 Analiza przepływu sygnałów w systemie transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych

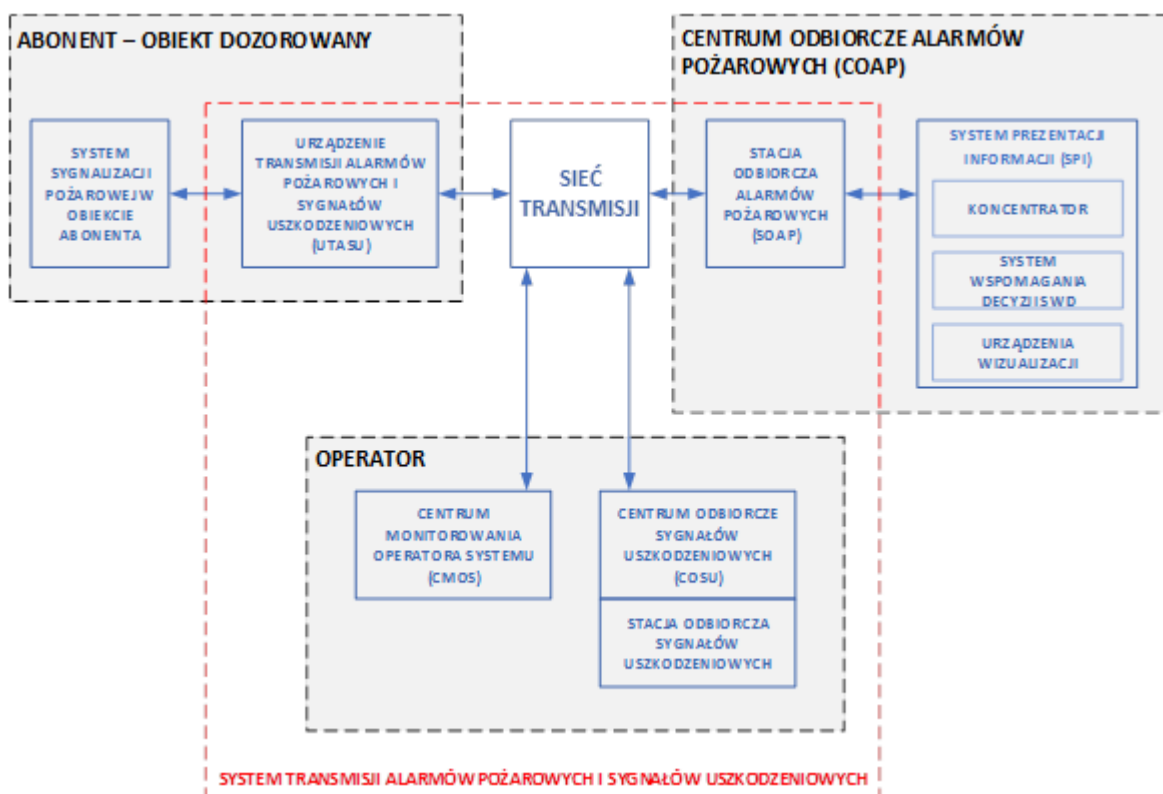
2.1 Struktura monitoringu

Zgodny z ramowymi wymaganiami organizacyjno-technicznymi Komendanta Głównego PSP [7] schemat ideowy struktury systemu transmisji alarmów pożarowych przedstawiono na rysunku 6. Pierwszym z elementów systemu transmisji alarmów pożarowych jest urządzenie transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych (UTASU), zainstalowane w obiekcie dozorowanym. Z UTASU sygnał przekazywany jest poprzez sieć transmisji bezpośrednio do centrum odbiorczego alarmów pożarowych (COAP) lub za pośrednictwem stacji pośredniczącej operatora systemu. Sygnały uszkodzeniowe kierowane są bezpośrednio do operatora systemu. W razie uszkodzenia systemu operator zobowiązany jest do niezwłocznego powiadomienia centrum odbiorczego alarmów pożarowych o uszkodzeniu uniemożliwiającym przesłanie alarmu pożarowego obiektu dozorowanego. Po dokonaniu naprawy operator niezwłocznie powiadamia centrum odbiorcze alarmów pożarowych (COAP) o przywróceniu sprawności systemu.

Zgodnie z ramowymi wymaganiami organizacyjno-technicznymi [7,8], wymagania dla systemów sygnalizacji pożarowej zainstalowanych w monitorowanych obiektach to:

- wszystkie elementy systemu muszą posiadać wymagane polskim prawem dokumenty (deklaracje zgodności, świadectwa dopuszczenia),
- instalacja sygnalizacji pożarowej powinna być zaprojektowana, wykonana oraz konserwowana zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i zasadami wiedzy technicznej,
- centrale sygnalizacji pożarowej powinny posiadać możliwość weryfikacji przez personel zgłaszanych alarmów pożarowych – zaleca się dwustopniową organizację alarmowania możliwością ustawienia czasów opóźnień,
- maksymalny czas opóźnienia potrzebny na zgłoszenie się per-

- sonelu obsługującego centralę nie może przekraczać czasu $T1 = 2$ minuty, a suma czasów zgłoszenia się personelu i rozpoznanie nie może przekraczać czasu $T1+T2 = 10$ minut,
- czas na rozpoznanie powinien być tak dobrany, aby czas zwłoki na powiadomienie PSP zmniejszony był do niezbędnego minimum oraz tak, aby nie powodował włączenia się w chronionym obiekcie alarmu pożarowego II stopnia przed uprzednim sprawdzeniem sytuacji pożarowej w tym obiekcie przez personel,
- włączenie ręcznego ostrzegacza pożarowego (ROP) powoduje przejście centrali sygnalizacji pożarowej do alarmu II stopnia bez zwłoki czasowej,
- weryfikacja przyjętych czasów $T1$ i $T2$ powinna odbywać się w trakcie czynności kontrolno-rozpoznawczych oraz audytów,
- zabrania się kasowania alarmu pożarowego I stopnia bez uprzedniego sprawdzenia sytuacji pożarowej w obiekcie,
- centrala sygnalizacji pożarowej powinna umożliwiać przeprowadzenie analizy sposobu postępowania obsługi, w tym dokonania wydruku czasu, rodzaju i miejsca zdarzenia,
- centrala sygnalizacji pożarowej powinna posiadać odpowiednie wyjścia, co najmniej dwie pary styków, umożliwiające wysyłanie informacji o pożarze lub o uszkodzeniu poszczególnych elementów systemu wykrywania pożaru; jedna para styków przełączana jest w przypadku alarmu pożarowego II stopnia, druga para styków przełączana jest w przypadku wystąpienia uszkodzenia w centrali (30V AC/DC, 1A AC/DC),
- alarm pożarowy powinien mieć bezwzględny priorytet w dostępności do systemu transmisji alarmu w stosunku do sygnałów uszkodzeniowych,
- w przypadku braku całodobowej obsługi w obiekcie abonenta zaleca się zastosowanie układu koincydencji linii dozorowych w celu zmniejszenia ilości fałszywych alarmów i przyjęcie alarmowania jednostopniowego.



Rys. 6. Schemat transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych (źródło: opracowanie własne na podstawie [7]).

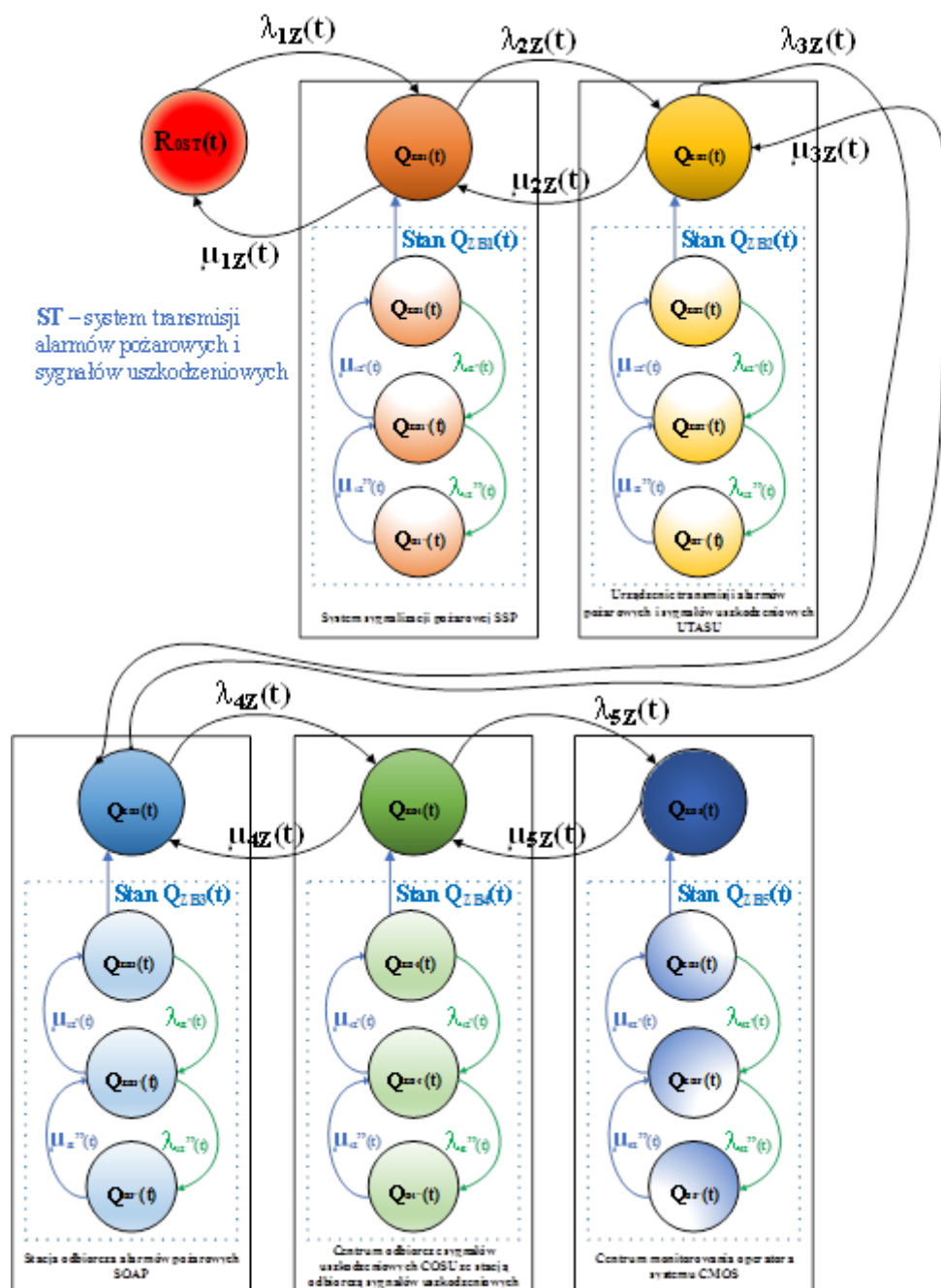
3 Struktura niezawodnościowa przesyłania alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych

Centrala sygnalizacji pożarowej CSP w obiekcie nadzorowanym połączona jest przewodowo z pierwszym elementem systemu transmisji alarmów pożarowych, którym jest urządzenie transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych (UTASU), które jest zainstalowane w obiekcie dozorowanym, zwykle w pobliżu CSP w tym samym pomieszczeniu. Z UTASU sygnał przekazywany jest poprzez sieć transmisji bezpośrednio do centrum odbiorczego alarmów pożarowych (COAP) lub za pośrednictwem stacji pośredniczącej operatora systemu. Sygnały uszkodzeniowe kierowane są bezpośrednio do operatora systemu. W razie uszkodzenia systemu operator zobowiązany jest do niezwłocznego powiadomienia centrum odbiorczego alarmów pożarowych o uszkodzeniu uniemożliwiającym przesłanie alarmu pożarowego obiektu dozorowanego. Po dokonaniu naprawy operator niezwłocznie powiadamia centrum odbiorcze alarmów pożarowych (COAP) o przywróceniu sprawności systemu.

Graf procesu eksploatacji systemu transmisji alarmu pożarowego i sygnału uszkodzeniowego przedstawiono na rys. 7. System może przebywać w następujących stanach eksploatacyjnych [10,11, 12,13]:

- $R_0(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie pełnej zdadności SPZ,
- $Q_Z(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa SZB,
- $Q_B(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawadności bezpieczeństwa SB – rys. 7.

Oznaczenia na rys. 7: $R_{0ST}(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu transmisji w stanie pełnej zdadności SP_Z , $Q_{ZB1,2,3,4,5}(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa SZ_B , $Q_B(t)$ – funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zawadności bezpieczeństwa S_B , $\lambda_{1,2,3,4,5}$ – intensywność przejść ze stanu pełnej zdadności



Rys. 7. Graf procesu eksploatacji systemu transmisji alarmu pożarowego i sygnału uszkodzeniowego (źródło: opracowanie własne).

S_{PZ} do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} , $\mu_{1,2,3,4,5}$ – intensywność przejść ze stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} do stanu pełnej zdatności S_{PZ} , λ_{1-5z} – intensywność przejść ze stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} do stanu zawodności bezpieczeństwa S_B , μ_{1-5z} – intensywność przejść ze stanu zawodności bezpieczeństwa S_B do stanu zagrożenia bezpieczeństwa S_{ZB} .

Poszczególne funkcja prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa $Q_{ZB1 \text{ do } 5}(t)$ oznaczają stany konkretnych systemów wchodzących w skład systemu transmisji, tj.: $Q_{ZB1}(t)$ – stan zagrożenia bezpieczeństwa systemu sygnalizacji pożarowej,

$Q_{ZB2}(t)$ – stan zagrożenia bezpieczeństwa urządzenia transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych UTASU,

$Q_{ZB3}(t)$ – stan zagrożenia bezpieczeństwa stacji odbiorczej alarmów pożarowych SOAP,

$Q_{ZB4}(t)$ – stan zagrożenia bezpieczeństwa centrum odbiorczego sygnałów uszkodzeniowych COSU ze stacją odbiorczą sygnałów uszkodzeniowych,

$Q_{ZB5}(t)$ – stan zagrożenia bezpieczeństwa centrum monitorowania operatora systemu.

Dla składowych podsystemów wchodzących w skład systemu transmisji, będącego przedmiotem opracowania, określa się pośrednie stany zagrożenia bezpieczeństwa z uwagi na złożoność tych systemów.

W skład każdego podsystemu wchodzi urządzenie, dla których można określić dodatkowe funkcje prawdopodobieństwa przebywania systemu w stanie zagrożenia bezpieczeństwa $Q_{ZBn}(t)$. Determinuje to funkcję sprawności danego podsystemu i jego wpływ na niezawodność systemu transmisji.

W dalszej kolejności dla tych funkcji można określić intensywność przejść ze stanu pełnej zdatności do stanu zagrożenia bezpieczeństwa oraz intensywność przejść ze stanu zagrożenia bezpieczeństwa do stanu pełnej zdatności [21,22,23,24].

Graf procesu eksploatacji systemu transmisji alarmu pożarowego i sygnału uszkodzeniowego w dalszych rozważaniach zostanie opisany za pomocą równań Kołmogorowa-Chapmana. Zostaną uwzględnione rzeczywiste wskaźniki intensywności przejść i obliczone prawdopodobieństwa przebywania systemu w wyróżnionych stanach.

Podsumowanie

System transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych posiada złożoną strukturę niezawodnościową, mieszaną równoległo-szeregową [14,15,16,17]. W systemie transmisji występuje system SSP, w którym mogą być stosowane różnego rodzaju nadmiarowości, np. elementowe – np. czujki, ROP; wytrzymałościowe – różnego rodzaju trasy i zespoły kablowe, informacyjne – różne sposoby przekazywania informacji do systemów prezentacji informacji, itd. Celem stosowania takich rozwiązań technicznych w systemach SSP jest zwiększenie niezawodności działania tych systemów we wszystkich stanach pracy, np. dozoru, uszkodzenia lub alarmowania. W systemach wykorzystuje się także zasadę bezpiecznego uszkodzenia, szczególnie w centralach alarmowych [18,19,20]. Pojedyncze uszkodzenie w systemie nie powoduje wystąpienia uszkodzenia katastroficznego. Urządzenie transmisji alarmów pożarowych instalowane w tym samym obiekcie, który nadzoruje SSP powinno znajdować się w tym samym, wydzielonym pożarowo pomieszczeniu, co znacznie wpływa na niezawodność przesyłu sygnałów pożarowych i uszkodzeniowych. System transmisji alarmów pożarowych i sygnałów uszkodzeniowych zawsze musi opierać się na łączu kablowym oraz systemie transmisji radiowej.

Bibliografia:

1. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 81, poz. 351 z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109, poz. 719).
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015 r., poz. 2117).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422 Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie).
5. PN-EN 54-1:2011 - Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 1: Wprowadzenie.
6. PKN-CEN/TS 54-14 Systemy sygnalizacji pożarowej. Część 14: Wytyczne planowania projektowania, instalowania, odbioru, eksploatacji i konserwacji.
7. Ramowe wymagania organizacyjno-techniczne dotyczące uzgadniania przez Komendanta Powiatowego (Miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej sposobu połączenia urządzeń sygnalizacyjno-alarmowych systemu sygnalizacji pożarowej z obiektem komendy Państwowej Straży Pożarnej lub wskazanym przez właściwego miejscowo Komendanta Powiatowego (Miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej; Komenda Główna PSP; Lipiec 2013 r.
8. Załącznik nr 1 do Zarządzenia Nr 1/2014 Komendanta Powiatowego Państwowej Straży Pożarnej w Mławie z dnia 12 lutego 2014 roku.
9. Sobstel J.: Monitoring pożarowy. Przepisy i wymagane dokumenty, Przegląd Pożarniczy 4/2012.
10. J. Paś, J. Dyduch, Oddziaływanie zakłóceń elektromagnetycznych na transportowe systemy bezpieczeństwa, Pomiary Automatyka Robotyka nr 10/2009.
11. Siergiejczyk M., Paś J., Rosiński A.: Issue of reliability-exploitation evaluation of electronic transport systems used in the railway environment with consideration of electromagnetic interference, IET Intelligent Transport Systems, ISSN 1751-956X, doi: 10.1049/iet-its.2015.0183, Online ISSN 1751-9578.
12. Garmabaki A.H.S., Ahmadi A., Mahmood Y.A., Barabadi A. Reliability modelling of multiple repairable units. Quality and Reliability Engineering International 2016; 32(7): 2329–2343. DOI: 10.1002/qre.1938.
13. Billinton R, Allan RN. Reliability evaluation of power systems. New York: Plenum Press, 1996.
14. A. Rosiński, Design of the electronic protection systems with utilization of the method of analysis of reliability structures, Nineteenth International Conference On Systems Engineering (ICSEng 2008), Las Vegas, USA 2008.
15. J. Dyduch, J. Paś, A. Rosiński, Podstawy eksploatacji transportowych systemów elektronicznych, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2011.
16. Ott HW. Electromagnetic compatibility engineering. Wiley, 2009.
17. Ogunsola A, Mariscotti A. Electromagnetic compatibility in railways. Analysis and management. Springer-Verlag, 2013.
18. Lewiński A., Perzyński T., Toruń A.: The analysis of open transmission standards in railway control and management. In Communications in Computer and Information Science, vol.

- 329, Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2012, str. 10-17.
19. Garmabaki A.H.S., Ahmadi A., Mahmood Y.A., Barabadi A. Reliability modelling of multiple repairable units. *Quality and Reliability Engineering International* 2016; 32(7): 2329–2343. DOI: 10.1002/qre. 1938.
 20. Billinton R, Allan RN. Reliability evaluation of power systems. New York: Plenum Press, 1996.
 21. Rosiński A.: Modelowanie procesu eksploatacji systemów telematyki transportu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.
 22. Lewiński A., Perzyński T., Toruń A.: The analysis of open transmission standards in railway control and management. In *Communications in Computer and Information Science*, vol. 329, Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2012, str. 10-17.
 23. Paś J.: Selected methods for increases reliability the of electronic systems security, *Journal of KONBiN*, 3(35), ISSN 1895-8281, str. 147 – 156, 2015, DOI 10.1515/jok-2015-047.
 24. Klimczak T., Paś J.: Wybrane struktury niezawodnościowe systemów sygnalizacji pożaru dla scenariusza pożarowego i realizacji sprzętowej, ISSN 1232-3829, pp. 956-962, *Technika Transportu Szynowego, TTS*, 12/2017

Analysis of reliability of sending information on the alarm state of focused and distributed fire alarm systems

The article discusses the legal basis for the use of the transmission system and the basic types of SSP systems in terms of their construction and scope of protection. Issues regarding the construction of a fire and fault alarm transmission system from the fire alarm system to the fire alarm receiving station and to the system operator monitoring center as well as the requirements for the transmission system should be discussed. The reliability structure of sending fire alarms and fault signals was presented as well as the reliability of sending SSP system status information was analyzed.

Keywords: fire alarm transmission, fault signal transmission, fire alarm system, UTASU, fire monitoring, PSP monitoring.

Autor:

mł. bryg. mgr inż. **Tomasz Klimczak** – Szkoła Główna Służby Pożarniczej, 01-629 Warszawa, ul. J. Słowackiego 52/54, tklimczak@sgsp.edu.pl