ZAKŁAD USŁUGOWO HANDLOWY

UNIPOŻ ®

EKSPERTYZA NAUKOWO-TECHNICZNA, DOTYCZĄCA WARUNKÓW TECHNICZNYCH DLA METRA WARSZAWSKIEGO W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO

L.p.	Autorzy opracowania	Podpis
1	inż. Artur Tarka MAZ/0135/PWOK/06	
2	mgr inż. Waldemar Baranowicz nr. upr. 297/94	
3	mgr Inż. Krzysztof Kośla	
4	Inż. Krzysztof Wojtowicz	

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Projekt i budowa II linii metra od stacji "Rondo Daszyńskiego" do stacji "Dworzec Wileński" w Warszawie
Projekt i budowa II linii metra od stacji "Dworzec Wileński" do stacji "Brudno" w Warszawie
Projekt i budowa II linii metra od szlaku ze stacją "Rondo Daszyńskiego" do stacji "Połczyńska" wraz ze stacją techniczno-postojową "Mory" w Warszawie
ubiegają się o współfinansowanie przez Unię Europejską z Funduszu Spójności
w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko

Warszawa Wrzesień 2008 r.

ul. Cyryla i Metodego 1/47 03 - 403 Warszawa
BIURO HANDLOWE ul. Ks. Ziemowita 55/57 ; 03 - 885 Warszawa
tel/ fax : 678 - 51 - 01 ; 678-53-92
www.unipoz..eu **e-mail** unipoz1@wp.pl

WSTĘP 5
1. PODSTAWA OPRACOWANIA EKSPERTYZY 6
2. PRZEDMIOT, ZAKRES I CEL OPRACOWANIA. 7
3. WYKAZ AKTÓW PRAWNYCH NA PODSTAWIE KTÓRYCH OPRACOWANO EKSPERTYZĘ. 8
4. DEFINICJE I SKRÓTY 10
5. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANYCH LINII METRA 16
5.1. Wprowadzenie 16
5.2. Położenie 16
5.3. Opis przebiegu II linii metra 17
5.4. Opis przebiegu III linii metra 20
5.5. Technologia budowy stacji metra i tuneli szlakowych. 21
6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW METRA ODCINKA CENTRALNEGO II LINII. 29
6.1. Wprowadzenie 29
6.2. Charakterystyka techniczno – budowlana obiektów metra II linii . 29
6.2.1. Konstrukcja. 29
6.2.1.1. Konstrukcja tuneli. 29
6.2.1.2. Konstrukcja stacji. 31
6.2.2. Nawierzchnia torowa 32
6.2.3. Drogi komunikacji ogólnej 32
6.3. Charakterystyka przestrzenno - funkcjonalna stacji metra. 33
6. 4. Rozwiązania materiałowe 35
6.5. Wentylacja podstawowa 35
6.6. Zasilanie w energię elektryczną 36
6.6.1. Podstacja trakcyjno - energetyczna 36
6.6.2. Sieć kabli zasilających i sterowniczych 37
6.6.3. Konstrukcje wsporcze pod kable 38
6.7. Oświetlenie 38
6.7.1. Instalacja oświetlenia na stacjach 38
6.7.2. Instalacja siły na stacjach 39
6.7.3. Instalacja oświetlenia tuneli szlakowych 40
6.7.4. Instalacja siły w tunelach szlakowych 40
6.8. Sterowanie ruchem pociągów 40
6.9. Wentylacja lokalna 41

6.10. Zaopatrzenie w wodę 42
6.11. Łączność, TV i nagłośnienie 42
6.12. Sieć łączności telefonicznej przewodowej 44
6.13. System CCTV 45
6.14. Nagłośnienie 46
6.15. Ochrona przeciwpożarowa 48
7. CHARAKTERYSTYKA POTENCJALNYCH ZAGROŻEŃ W OBIEKTACH METRA 53
7.1. Zagrożenia wewnętrzne 53
7.1.1. Pożar 53
7.1.1.1. Analiza pożarów w obiektach metra na świecie 54
7.1.2. Awaria techniczna 59
7.1.2.1. Rodzaje awarii technicznych i ich wpływ na eksploatację metra 59
7.1.3. Atak terrorystyczny 66
7.2. Zagrożenia zewnętrzne 66
7.2.1. Czynniki mające wpływ na zagrożenie pożarowe 66
7.2.2. Potencjalne zagrożenia katastrofami budowlanymi 66
7.2.3. Działania terrorystyczne 67
7.2.4. Zagrożenia dla obiektów metra wynikające z zagrożeń miejskich 67
8. WARUNKI TECHNICZNE I OPERACYJNE BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO OBIEKTÓW METRA 68
8.1. Kwalifikacja pożarowa obiektów metra 68
8.2. Reakcja na ogień 68
8.3. Klasa odporności ogniowej elementów stacji i tuneli szlakowych 69
8.4. Strefy pożarowe i oddzielenia przeciwpożarowe 70
8.5. Drogi ewakuacyjne. Warunki ewakuacji. 71
8.5.1. Stacje metra 71
8.5.2. Tunele szlakowe 75
8.5.3. Obliczenie szerokości dróg ewakuacyjnych na przykładzie projektowanej stacji metra Nowy Świat. 76
8.6. Elementy wykończenia wnętrz. 79
8.7. Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa. 79
8.8. Gaśnice i sprzęt ratowniczo-gaśniczy. 80
8.9. Urządzenia i instalacje elektroenergetyczne 80

8.10. Urządzenia przeciwpożarowe 81
8.10.1. Stałe samoczynne urządzenia gaśnicze wodne (instalacja tryskaczowa) 81
8.10.2. Stałe urządzenia gaśnicze gazowe 81
8.10.3. Dźwiękowy system ostrzegawczy (DSO) 82
8.10.4. System sygnalizacji pożarowej 83
8.10.5. Oświetlenie awaryjne 86
8.10.6. Pozostałe urządzenia mające wpływ na bezpieczeństwo obiektów metra 87
8.10.6.1. Łączność, nagłośnienie i telewizja przemysłowa. 87
8.10.6.2. System Kontroli Dostępu 87
8.10.6.3. System Taryfowy 88
8.10.6.4. Instalacja sterowania i sygnalizacji kurtyn powietrznych 88
8.10.7. Integracja systemów bezpieczeństwa w obiektach metra 88
8.11. Wentylacja oddymiająca. 90
8.11.1. Podstawowe wymagania wynikające z przepisów techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych 90
8.11.2. Podstawowe wymagania w zakresie ochrony przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych na stacjach metra i tunelach szlakowych wynikające z NFPA 130 w warunkach pożaru ich zadymienie. 93
8.12. Scenariusz pożarowy 99
8.13. Drogi pożarowe 100
8.14. Wymagania w zakresie podjęcia skutecznych działań ratowniczo-gaśniczych przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej 100

Załączniki

Nr 1 Określenie czasu ewakuacji ze stacji metra

Nr 2 Integracja systemów bezpieczeństwa w metrze

Nr 3 Punkt pierwszej pomocy

Rysunki

Nr 01 Przebieg trasy linii metra oraz rozmieszczenie jednostek ratowniczo – gaśniczych PSP

Nr 02 Schemat ewakuacji stacja S7 Rondo Daszyńskiego

Nr 03 Schemat ewakuacji stacja S10 Nowy Świat

Nr 04 Schemat oddymiania stacji metra i tunelu szlakowego w przypadku pożaru

Nr 05 Proponowane rozwiązanie ewakuacji w tunelu szlakowym

Nr 06 Proponowane oznakowanie wyjścia ewakuacyjnego z tunelu metra

Nr 07 Łącznik między tunelami wraz z klatką wyjścia awaryjnego

Nr 08 Schemat rozmieszczenia wyjść i przejść ewakuacyjnych w tunelach szlakowych

Nr 09 Tablice określająca odległość do stacji metra montowane w tunelu szlakowym

Wstęp

Obowiązek spełnienia warunków technicznych i organizacyjnych zapewniających ochronę przeciwpożarową w obiektach budowlanych wynika z szeregu źródeł prawa obowiązującego w Polsce. Podstawowym aktem prawnym dotyczącym warunków technicznych jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Zawarte w nim wymagania w sposób ogólnikowy odnoszą się do obiektów kolei podziemnych.

Jedyny, obligatoryjny wymóg stosowania w obiektach metra urządzeń sygnalizacji pożaru i dźwiękowego systemu ostrzegawczego na stacjach metra, zawarty został w Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.

Przepisy prawne dotyczące tuneli kolejowych również nie regulują kompleksowo zagadnień bezpieczeństwa pożarowego. Jedyna wzmianka o konieczności zapewnienie ewakuacji z tuneli kolejowych znajduje się w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie (dotyczy stosowania nisz awaryjnych).

Sytuacja prawna dotycząca podziemnych obiektów użyteczności publicznej i innych obiektów podziemnych- szczególnie obiektów metra jest taka, że nie ma w tym zakresie wiążących formalnych ustaleń budowlanych. Ustalenia zawarte w warunkach technicznych dotyczących budynków mogą być tylko wskazówką do stosowania „ przez analogię ” i to z pewnymi ograniczeniami.

Dlatego też, przy określaniu warunków technicznych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego dla obiektów metra, oprócz wyżej wymienionych warunków technicznych, wykorzystano wiedzę inżynierską oraz wieloletnie doświadczenia zagraniczne w zakresie bezpieczeństwa tuneli i stacji metra.

Pomimo braku przepisów przedmiotowe opracowanie ma pełnić rolę wytycznych, stanowiących podstawę przy projektowaniu stacji i tuneli Metra Warszawskiego .

1. PODSTAWA OPRACOWANIA EKSPERTYZY

Ekspertyzę opracowano na podstawie :

- umowy nr 5860/IP/08 z dnia 04.07.2008 r. zawartej w Warszawie, pomiędzy Miastem Stołecznym Warszawa reprezentowanym przez Zarząd Transportu Miejskiego (ZTM), w imieniu i na rzecz którego działa Metro Warszawskie Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, ul. Wilczy Dół 5 na podstawie :
  - umowy zawartej z Miastem Stołecznym Warszawa z 23.01.2003 r. nr 3653/EH/03 o zastępstwo inwestycyjne;
  - pełnomocnictwa Nr ZTM/NO-014-015/07MF z dnia 21.02.2007r. reprezentowane przez Dorotę Popińską - Członka Zarządu, Radosława Żołnierzaka - Członka Zarządu zwanym dalej Zamawiającym

  a Zakładem Usługowo Handlowym UNIPOŻ ul. św. Cyryla i Metodego 1/47, 03-403 Warszawa, zwanym dalej Wykonawcą reprezentowanym przez Krzysztofa Kośla – właściciela;
- Warunków technicznych wykonania i odbioru ekspertyzy naukowo – technicznej dotyczącej warunków technicznych dla metra warszawskiego w zakresie bezpieczeństwa pożarowego,
- Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać linie metra i ich usytuowanie – Metro Warszawskie 2007 r.,
- Studium techniczne II i III linii metra warszawskiego – BPRW – nr arch. 2/2002 r.
- Informacji o planowanym przedsięwzięciu – MW 2006 r.
- Uproszczonego Wielobranżowego Projektu Koncepcyjnego dla projektu i budowy odcinka centralnego II linii metra od Ronda Daszyńskiego do Dworca Wileńskiego – Metroprojekt Sp. z o.o., AMC Andrzej Chołdzyński Sp. z o.o. 2007 r.

2. PRZEDMIOT, ZAKRES I CEL OPRACOWANIA.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza naukowo - techniczna, dotycząca warunków technicznych dla metra warszawskiego w zakresie bezpieczeństwa pożarowego.
Ekspertyza obejmuje wymagania w zakresie:

- klasy odporności pożarowej,
- reakcji na ogień,
- odległości między obiektami,
- podziału na strefy pożarowe,
- urządzeń przeciwpożarowych,
- instalacji użytkowych mających wpływ na bezpieczeństwo pożarowe,
- systemów łączności i informacji,
- zapewnienia ciągłości zasilania w energię elektryczną dla urządzeń przeciwpożarowych,
- dróg, wyjść i organizacji ewakuacji,
- przewidywanych scenariuszem zdarzeń, które mogą wystąpić w obiektach metra i działań ratowniczych prowadzonych przez Państwową Straż Pożarną.

Celem opracowania jest analiza warunków w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego i przedstawienie technicznych rozwiązań w odniesieniu do obowiązujących wymagań budowlanych i technicznych zawartych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (zam. Dz. U. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).
Opracowanie obejmuje wskazanie rozwiązań technicznych i organizacyjnych, zapewniających bezpieczną ewakuację ludzi z zagrożonych pożarem pomieszczeń, również w przypadku braku możliwości spełnienia wszystkich wymagań zawartych w przepisach budowlanych i instalacyjnych warunkujących bezpieczeństwo przeciwpożarowe.
W obiektach projektowanych, możliwość innego spełnienia wymagań, odbiegających od zawartych rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (zam. Dz. U. nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami) jest dopuszczone wyłącznie w trybie art. 9 Ustawy z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane (Dz. U. nr 106 z 2003 z późn. zmianami)
Zaproponowane rozwiązania koncepcyjne zawarte w niniejszej Ekspertyzie wymagają akceptacji przez Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie.
Szczegółowe rozwiązania techniczne objęte niniejszą ekspertyzą, a wykorzystywane podczas opracowywania projektu budowlanego, wymagają uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych.

3. WYKAZ AKTÓW PRAWNYCH NA PODSTAWIE KTÓRYCH OPRACOWANO EKSPERTYZĘ.

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 460) zwane dalej przepisami techniczno-budowlanymi.

[2] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80, poz.563 zwane dalej przepisami przeciwpożarowymi.

[3] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. Nr 121, poz. 1139).

[4] NFPA 130. Standard for fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems 2003 Edition. (NFPA 130. Norma dla stałych systemów komunikacji torowej i pasażerskich systemów szynowych. Edycja z 2003 r.).

[5] NFPA 204. Standard for Smoke and Heat Venting. 2002 Edition.

[6] NFPA 92B. Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces. 2005 Edition.

[7] A Fire Engineering Design for New and Existing Subway Stations. Rainer Konnecke &Volker Schneider. I.S.T. Integrierte Sicherheits-Technik GmbH. Germany. INTERFLAM 2004.

[8] Europen Thematic Network Fire In Tunnels. Technical report part 2 – Metro tunnels , FIT 2006 r.

[9] PN-B-02852 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru.

[10] PN-EN 12464-1:2004 Światło i oświetlenie miejsc pracy. Część 1. Miejsca pracy we wnętrzach.

[11] PN-EN 1838:2005 Zastosowania oświetlenia. Oświetlenie awaryjne.

[12] PN-EN 50172:2005 Systemy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego.

[13] PN IEC 60364 5 52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Oprzewodowanie.

[14] PN-IEC 60364-5-56:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.

[15] N SEP E 004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

[16] PN-92/N-01256.02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja.

[17] PN-N-01256-5:1998 Zasady umieszczania znaków bezpieczeństwa na drogach ewakuacyjnych i drogach pożarowych.

[18] Polska Norma PN-92/N-01256/01 Znaki bezpieczeństwa. Ochrona przeciwpożarowa.

[19] PN ISO 7010:2006 Symbole graficzne. Barwy bezpieczeństwa i znaki bezpieczeństwa. Znaki bezpieczeństwa stosowane w miejscach pracy i w obszarach użyteczności publicznej.

[20] Ekspertyza naukowo-techniczna dotycząca warunków technicznych dla Metra Warszawskiego w zakresie bezpieczeństwa pożarowego. 1996 r.

[21] „Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie" 2000 r. – Przedsiębiorstwo Projektowo-Usługowe AKA s.c. Budownictwo-Infrastruktura – Komunikacja, 03-228 Warszawa, ul. Marywilska 38/40.

[22] VOV- Schrift, Reihe Technik, VOV 1.51.1, Ausgabe Mai 1981: Verkehrliche Gestaltung von Verkehrsverknupfungspunkten offentlicher Verkehrsmittel

[23] A.Haak, J.Schreyer – Scenariusze kryzysowe dla tuneli i stacji metra w transporcie publicznym – wykład z seminarium bezpieczeństwo przeciwpożarowe w tunelach samochodowych, kolejowych i metra – Warszawa, 2.10.2006 r.

[24] Ocena zasad postępowania w zakresie ewakuacji w przypadku procedur awaryjnych dla dwóch reprezentatywnych stacji metra w Warszawie – SITP 2005 .

[25] Bezpieczeństwo pożarowe obiektów podziemnych – konferencja międzynarodowa Kraków 2004 r.

[26] Zabezpieczenia przeciwpożarowe obiektów wielkokubaturowych – Seminarium Techniczne , Warszawa 2007 r.

[27] D. Ratajczak – Zmiany w warunkach technicznych dla budynków – Materiały Budowlane nr 7/2008.

[28] M.Kosiorek, A. Kolbrecki – Bezpieczeństwo pożarowe cz.VII. Klasyfikacja wyrobów budowlanych z uwagi na ich udział w rozwoju pożaru – Materiały Budowlane nr 4/2006.

[29] Dokument interpretacyjny do Dyrektywy 89/106/EEC dotyczącej wyrobów budowlanych. Wymaganie podstawowe nr 2 „Bezpieczeństwo pożarowe" – ITB 1995 r.

[30] Instrukcja ITB 401/2004 Przyporządkowanie określeniom występujących w przepisach techniczno-budowlanych klas reakcji na ogień według PN-EN – ITB, 2004.

[31] K.Kośla – Zarządzanie ryzykiem w komunikacji podziemnej na przykładzie Metra Warszawskiego – WSUiB, Warszawa 2004 r.

4. Definicje i skróty

Akcja ratownicza — rozumie się przez to działania ratownicze organizowane i kierowane przez Państwową Straż Pożarną w czasie pożarów, klęsk żywiołowych lub likwidacji miejscowych zagrożeń.

Alarm pożarowy – sygnał ostrzegający przed pożarem, uruchamiany przez człowieka lub w sposób automatyczny.

Analiza zagrożenia – analiza przeprowadzana w celu oceny zagrożenia utraty życia lub zranienia i/lub zniszczenia mienia.

Antresola — należy przez to rozumieć górną część kondygnacji lub pomieszczenia znajdującą się nad przedzielającym je stropem pośrednim o powierzchni mniejszej od powierzchni tej kondygnacji lub pomieszczenia, niezamkniętą przegrodami budowlanymi od strony wnętrza, z którego jest wydzielona,

Awaria techniczna — rozumie się przez to gwałtowne, nieprzewidziane uszkodzenie lub zniszczenie obiektu budowlanego, urządzenia technicznego lub systemu urządzeń technicznych powodujące przerwę w ich używaniu lub utratę ich właściwości.

Awarią techniczną może być również zdarzenie wywołane działaniem terrorystycznym.

Budynek użyteczności publicznej — należy przez to rozumieć budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, opieki zdrowotnej, opieki społecznej i socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub wodnym śródlądowym, świadczenia usług pocztowych lub telekomunikacyjnych oraz inny ogólnodostępny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji, w tym także budynek biurowy i socjalny.

Czas ewakuacji – przedział czasu od chwili podania sygnału ewakuacji do chwili opuszczenia budynku lub części budynku przez wszystkich użytkowników.

Dojście ewakuacyjne - jest to długość drogi ewakuacyjnej od wyjścia z pomieszczenia na tę drogę do wyjścia do innej strefy pożarowej lub na zewnątrz budynku. Mierzy się wzdłuż osi drogi ewakuacyjnej. W przypadku zakończenia dojścia ewakuacyjnego przedsionkiem przeciwpożarowym, długość tę mierzy się do pierwszych drzwi tego przedsionka.

Droga ewakuacyjna – droga , stanowiąca część systemu ewakuacyjnego, prowadząca z dowolnego miejsca w budynku do wyjścia na zewnątrz lub do sąsiedniej strefy pożarowej, bezpośrednio albo drogami komunikacji ogólnej.

Drzwi przeciwpożarowe – drzwi lub żaluzja wbudowana w obiekt, która łącznie z ramą i okuciami jest w stanie spełniać po zamknięciu określone kryteria.

Drzwi dymoszczelne – drzwi zaprojektowane w celu ograniczania prędkości rozprzestrzeniania się lub przepływu dymu w czasie pożaru.

Dym – wizualna zawiesina cząstek stałych i/lub ciekłych w gazach powstających w wyniku spalania lub pirolizy.

Działania ratownicze - całokształt procesów rozpoznawczych, analitycznych, decyzyjnych oraz czynności operatorsko-manualnych związanych z likwidacją zdarzenia, mających na celu efektywne ratowanie zagrożonego życia i mienia.

Euroklasa – europejski system klasyfikacji wyrobów budowlanych w zakresie reakcji na ogień w związku z dyrektywą Rady 89/106/EEC.

Ewakuacja – zorganizowane przemieszczanie się ludzi do bezpiecznego miejsca (w przypadku pożaru lub innych zagrożeń).

Instalacje alarmowe, pożarowe – instalacje zdolne do nadawania dźwiękowego i/lub wzrokowego i/lub innego alarmu pożarowego. Instalacje te mogą również uruchamiać inne systemy pomocnicze.

Instalacja ciśnieniowa – tworzenie dodatniej lub ujemnej różnicy ciśnienia, za pośrednictwem przegrody, w celu powstrzymania napływu dymu do klatki schodowej, korytarza, drogi ewakuacyjnej lub pomieszczenia.

Instalacje ochrony przeciwpożarowej – instalacje techniczne alarmowe i wykrywające oraz instalacje służące do celów ewakuacji i ochrony urządzeń do zwalczania pożaru.

Instalacje do odprowadzania dymu i ciepła – wbudowane systemy, które mają na celu zwiększenie odprowadzania gazów ze spalania oraz ciepła wytwarzanego przez pożar. Systemy te mogą zawierać wyciągi mechaniczne lub działać na zasadach konwencji naturalnej.

Instalacje tryskaczowe – instalacje o określonych średnicach zamontowane na stałe w budynku, wyposażone w tryskacze rozmieszczone w odpowiednich odstępach. Instalacje te zawierają system zaworów podłączonych do układu alarmowego i są zasilane z przeznaczonego do użytkowania źródła wody.

Instalacje zraszające – instalacje o określonych średnicach, których zadaniem jest zraszanie elementów budowlanych w celu oziębienia w czasie pożaru lub zabezpieczanie określonych przedmiotów znajdujących się w obiekcie.

Kabel odporny na ogień – kabel elektryczny przeznaczony do przesyłania prądu lub sygnałów w czasie pożaru, zdolny do pełnienia tych funkcji przez ustalony okres czasu podczas normowego badania odporności ogniowej.

Katastrofa naturalna — rozumie się przez to zdarzenie związane z działaniem sił natury, w szczególności wyładowania atmosferyczne, wstrząsy sejsmiczne, silne wiatry, intensywne opady atmosferyczne, długotrwałe występowanie ekstremalnych temperatur, osuwiska ziemi, pożary, susze, powodzie, zjawiska lodowe na rzekach i morzu oraz jeziorach i zbiornikach wodnych, masowe występowanie szkodników, chorób roślin lub zwierząt albo chorób zakaźnych ludzi albo też działanie innego żywiołu,

Katastrofą naturalną może być również zdarzenie wywołane działaniem terrorystycznym.

Klapa dymowa – urządzenie służące do kierunkowego odprowadzania ciepła i dymu podczas pożaru, otwierana automatycznie i/lub ręcznie.

Klasa odporności ogniowej – umownie określone klasy, stosowane do klasyfikowania elementów budowlanych, odpowiednio do sprawdzonego czasu utrzymywania przez elementy odporności ogniowej.

Klęska żywiołowa — rozumie się przez to katastrofę naturalną lub awarię techniczną, których skutki zagrażają życiu lub zdrowiu dużej liczby osób, mieniu w wielkich rozmiarach albo środowisku na znacznych obszarach, a pomoc i ochrona mogą być skutecznie podjęte tylko przy zastosowaniu nadzwyczajnych środków, we współdziałaniu różnych organów i instytucji oraz specjalistycznych służb i formacji działających pod jednolitym kierownictwem.

Kondygnacja nadziemna — należy przez to rozumieć kondygnację, której górna powierzchnia stropu lub warstwy wyrównawczej podłogi na gruncie znajduje się w poziomie lub powyżej poziomu projektowanego lub urządzonego terenu, a także każdą sytuowaną nad nią kondygnację.

Kondygnacja podziemna — należy przez to rozumieć kondygnację, której więcej niż połowa wysokości w świetle, ze wszystkich stron budynku, znajduje się poniżej poziomu przylegającego do niego, projektowanego lub urządzonego terenu, a także każdą sytuowaną pod nią kondygnację.

Kurtyna dymowa - lekka przegroda, wykonana z materiałów niepalnych, podwieszona pionowo pod dachem, stropodachem lub stropem, przeciwdziałająca rozprzestrzenianiu się dymu i gazów pożarowych w kierunku poziomym. Kurtyna dymowa może, ale nie musi charakteryzować się odpornością ogniową. Może mieć otwory, zabezpieczone za pomocą automatycznych urządzeń zamykających lub za pomocą strumieni powietrza, zapobiegających przemieszczaniu się dymu poprzez otwór. Zwana jest również barierą przeciwdymową, żaluzją dymową lub ekranem dymowym

Linia metra – wyodrębniony, ciągły układ torów ze stacjami metra i szlakami między nimi, z dojazdami do stacji techniczno – postojowej.

Lokal użytkowy — należy przez to rozumieć jedno pomieszczenie lub zespół pomieszczeń, wydzielone stałymi przegrodami budowlanymi, niebędące mieszkaniem, pomieszczeniem technicznym albo pomieszczeniem gospodarczym

Metro – podziemna kolej miejska przeznaczona do przewozu pasażerów, bezkolizyjna w stosunku do innych środków transportu miejskiego.

Obciążenie ogniowe - suma energii cieplnej, która może być wyzwolona w wyniku spalania wszystkich materiałów palnych znajdujących się w określonej przestrzeni, łącznie z okładzinami ścian, ściankami działowymi, podłogami i sufitami.

Ochrona przed dymem – środki ograniczające rozprzestrzenianie się lub przemieszczanie w budynku dymu i gazów ze spalania podczas pożaru.

Oddymianie – czynności podjęte celem usunięcia dymu i ciepła, moment w którym system oddymiania jest włączony.

Odporność ogniowa – zdolność elementu budynku poddanego normowemu badaniu odporności ogniowej do spełniania przez założony czas wymagań dotyczących nośności, szczelności i/lub izolacyjności termicznej.

Oświetlenie awaryjne – zapewnienie oświetlenia podczas ewakuacji w przypadku uszkodzenia lub zaniku oświetlenia podstawowego.

Oświetlenie bezpieczeństwa – rodzaj oświetlenia awaryjnego o natężeniu umożliwiającym ludziom bezpieczne opuszczenie miejsca pobytu .

Oświetlenie ewakuacyjne – rodzaj oświetlenia bezpieczeństwa umożliwiający skuteczne odnalezienie drogi ewakuacyjnej i bezpieczne z niej korzystanie .

Pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi dzielą się na:

1) pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi, w których przebywanie tych samych osób w ciągu doby trwa dłużej niż 4 godziny,

2) pomieszczenia przeznaczone na czasowy pobyt ludzi, w których przebywanie tych samych osób w ciągu doby trwa od 2 do 4 godzin włącznie.

Pomieszczenie techniczne — należy przez to rozumieć pomieszczenie przeznaczone dla urządzeń służących do funkcjonowania i obsługi technicznej budynku.

Pomocnicze specjalistyczne czynności ratownicze — rozumie się przez to działania Państwowej Straży Pożarnej w ramach udzielanej pomocy innym służbom ratowniczym, z wyłączeniem działań porządkowo-ochronnych, zastrzeżonych dla innych jednostek podległych ministrowi właściwemu do spraw wewnętrznych.

Pożar - niekontrolowany proces palenia w miejscu do tego celu nie przeznaczonym, powodujący zagrożenie dla życia lub mienia.

Reakcja na ogień – zachowanie się materiału, który w określonych warunkach badania, w wyniku własnej dekompozycji, wspomaga ogień, na który jest eksponowany.

Stacja metra – budowla podziemna z peronami dla pasażerów i urządzeniami eksploatacyjnymi, służąca do obsługi ruchu pasażerskiego.

Strefa pożarowa – zamknięta przestrzeń w budynku, oddzielona od pozostałych jego części przegrodami posiadającymi określoną odporność ogniową, w której pożar może być utrzymany bez rozprzestrzeniania się do innych części budynku lub do której pożar nie może być przeniesiony z innej części budynku. Częścią budynku, jest także jego kondygnacja, jeżeli klatki schodowe i szyby dźwigowe w tym budynku spełniają określone wymagania dla klatek schodowych.

Powierzchnia strefy pożarowej jest obliczana jako powierzchnia wewnętrzna budynku lub jego części, przy czym wlicza się do niej także powierzchnię antresoli.

Sytuacja kryzysowa - podłożenie, znalezienie materiału wybuchowego lub informacja przekazana przez kogoś o podłożeniu czy ewentualnym wybuchu bomby, zamach terrorystyczny lub groźba, np. opanowania obiektu bądź wzięcie zakładników, użycie środków chemicznych lub toksycznych w celach terrorystycznych, panika nieuzasadniona sytuacją.

Szlak metra – odcinek torów między stacjami metra.

Środki czynnej ochrony pożarowej – systemy i urządzenia instalowane w celu zmniejszenia zagrożenia osób i mienia przez wykrywanie pożaru, gaszenie ognia, odprowadzanie dymu i gorących gazów lub przez stosowanie kombinacji tych działań.

Techniczne środki zabezpieczenia przeciwpożarowego — rozumie się przez to urządzenia, sprzęt, instalacje i rozwiązania budowlane służące zapobieganiu powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów;

Tory odstawcze – tory, zazwyczaj przy stacji metra, pozwalające na zmianę kierunku biegu pociągów oraz na pozostawienie na nich składów wyłączonych z ruchu.

Urządzenia przeciwpożarowe — rozumie się przez to urządzenia (stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do wykrywania i zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków, a w szczególności: stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające, 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 i zawory hydrantowe, pompy w pompowniach przeciwpożarowych, przeciwpożarowe klapy odcinające, urządzenia oddymiające, urządzenia zabezpieczające przed wybuchem, oraz drzwi i bramy przeciwpożarowe, o ile są wyposażone w systemy sterowania.

Wyrób – wyrób budowlany, zdefiniowany w dyrektywie 89/106/EWG pochodzący od indywidualnego producenta (tzn. podmiot, do którego stosuje się oznakowanie CE).

Zabezpieczenie przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych — rozumie się przez to zabezpieczenie przed utrzymywaniem się na drogach ewakuacyjnych dymu w ilości, która ze względu na ograniczenie widoczności lub toksyczność uniemożliwiłaby bezpieczną ewakuację.

Zasilanie awaryjne – system zainstalowany w celu zapewnienia natychmiastowego, uruchamianego automatycznie i działającego przez odpowiedni czas, dopływu prądu elektrycznego do instalacji bezpieczeństwa pożarowego, przy braku zasilania normalnego lub w przypadku uszkodzenia elementów systemu mającego za zadanie dostarczać i rozprowadzać prąd w tej instalacji (oświetlenie awaryjne, sygnalizacja awaryjna, systemy wykrywania pożaru i ostrzegania przez pożarem, dźwigi osobowe dla straży pożarnej, pompy, system łączności, itp.) (NFPA 70, 700-1).

5. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANYCH LINII METRA

5.1. Wprowadzenie

Charakterystykę obiektów II i III linii metra przedstawiono na podstawie informacji o planowanym przedsięwzięciu – MW 2006 r.

5.2. Położenie

Metro Warszawskie zlokalizowane jest w mieście stołecznym Warszawa.
Warszawskie metro jest metrem płytkim.
Wyznaczony przebieg II i III linii metra, planowany przez władze architektoniczne Warszawy, zakłada poprowadzenie trasy z zachodniej części miasta, z Mor, na praską stronę Wisły . Zakończenie II linii w jej północnej części na osiedlu Bródno przy ul. Rembielińskiej , a zakończenie III metra w jej wschodnio – południowej części na osiedlu Gocław.
Dla II linii metra powstać ma stacja techniczno-postojowa Mory . Długość całej II linii metra wynosić ma około 20 km.
Założono, że docelowo II linia metra będzie składała się z 20 stacji, 19 tuneli szlakowych i stacji techniczno - postojowej „Mory". II linia metra będzie posiadała 2 stacje przesiadkowe na I i III linię metra (Świętokrzyska i Stadion).
Planowana III linia metra na odcinku wschodnim południowym rozpoczyna się od stacji „Stadion" do stacji „Gocław" wraz ze Stacją Techniczno Postojową „Kozia Górka".
Zagłębienie II linii wynosi od 12,5 do 24,4 m licząc od poziomu główki szyny do powierzchni terenu.
Zagłębienie III linii wynosi od 7,00 do 26,0 m licząc od poziomu główki szyny do powierzchni terenu.

Realizację II linii metra zaplanowano wykonać w trzech odcinkach:

1. Odcinek zachodni : od stacji „Połczyńska" wraz ze stacją techniczno postojową „Mory" do stacji „Rondo Daszyńskiego": Połczyńska, Chrzanów, Lazurowa, Powstańców Śląskich, Wola Park, Księcia Janusza, Moczydło, Wolska;
   Stacja odcinkowa – Chrzanów i Księcia Janusza.
2. Odcinek centralny : od stacji „Rondo Daszyńskiego do stacji „Dworzec Wileński" wraz z powiązaniem łącznikiem jednotorowym torów odstawczych stacji Centrum z I linii metra z

projektowaną II linią metra w rejonie skrzyżowania ulic Świętokrzyska/ Emilii Plater: Rondo Daszyńskiego, Rondo ONZ, Świętokrzyska, Nowy Świat, Powiśle, Stadion, Dw. Wileński;

Stacja odcinkowa – Rondo Daszyńskiego i Dworzec Wileński.

3. Odcinek wschodnio północny : od stacji „Dworzec Wileński" do stacji „Bródno": Szwedzka, Targówek I, Targówek II, Zacisze, Kondratowicza, Bródno;

   Stacja odcinkowa – Rembielińska (Bródno).

W pierwszej kolejności zrealizowana zostanie inwestycja budowy jej centralnego odcinka łączącego Rondo Daszyńskiego z Dworcem Wileńskim. Jego długość to około 6 km, na których zbudowanych zostanie 7 stacji oraz odcinki szlakowe między poszczególnymi stacjami.
Centralny odcinek zaczyna się na ulicy Prostej (skrzyżowanie z ul. Karolkową), a kończy się w ulicy Targowej (za skrzyżowaniem z Aleją Solidarności).

5.3. Opis przebiegu II linii metra

II linia metra rozpoczyna się od Stacji Techniczno – Postojowej „Mory" zlokalizowanej w pobliżu istniejącej infrastruktury kolejowej stacji towarowej Warszawa - Odolany, a Instytutem Energetyki i centrum handlowym „C.H. Tesco", po zachodniej stronie projektowanego wiaduktu ul. Nowolazurowej. Następnie przecina ul. Połczyńską w rejonie skrzyżowania z ul. Sochaczewską .Dalej biegnie wzdłuż„Fortu Chrzanów" aż do przecięcia z ul. Szelągowską. Następnie przebiega przez tereny niezabudowane do przecięcia z ul. Lazurową. Przechodząc pod parkingami skręca w rejon istniejącej pętli tramwajowej i autobusowej do przecięcia ul. Górczewskiej z ul. Powstańców Śląskich. Następnie przechodzi pod torami kolejowymi PKP w stronę Centrum Handlowego „Wola Park". Dalej biegnie wzdłuż ul. Górczewskiej do skrzyżowania z ul. Deotymy. Następnie trasa przechodzi przez rejony zielone (Park im. E. Szymańskiego) i pod estakadą al. Prymasa Tysiąclecia oraz pod istniejącym wiaduktem PKP. Dalej biegnie pod ul. Górczewska i skręca w stronę skrzyżowania ul. Młynarskiej z ul. Wolską. Przechodzi pod terenami zajezdni tramwajowej „Wola" i skręca w stronę skrzyżowania ul. Kasprzaka z ulicą Karolkową i dalej do Stacji „Rondo Daszyńskiego". Będzie to tzw. odcinek zachodni (2D). Na tym odcinku przewiduje się budowę 9 stacji podziemnych wraz z wyjściami na powierzchnię terenu: Wolska, Płocka, Moczydło, Księcia Janusza, Wola Park, Powstańców Śląskich, Lazurowa, Chrzanów, Połczyńska; 9 odcinków szlakowych oraz Stacji Techniczno-Postojowej „Mory" wraz z torami dojazdowymi do niej. Od stacji „Rondo Daszyńskiego"

rozpoczyna się tzw. odcinek centralny. Biegnie od stacji do skrzyżowania ul. Prostej z ul. Towarową, następnie wzdłuż ulic Prostej i Świętokrzyskiej do skrzyżowania ulicy Tamka z ulicą Wybrzeże Kościuszkowskie następnie pod Wisłą po południowej stronie Mostu Świętokrzyskiego w rejon Portu Praskiego i wzdłuż ul. Sokolej, ul. Targowej do stacji Dworzec Wileński (ul. Targowa/Al. Solidarności). W rejonie skrzyżowania ulic Świętokrzyska/ Emilii Plater II linia metra zostanie powiązana łącznikiem jednotorowym torów odstawczych stacji Centrum z I linią metra . Na tym odcinku przewiduje się budowę 7 stacji podziemnych z wyjściami na powierzchnię terenu: Rondo Daszyńskiego, Rondo ONZ, Świętokrzyska, Nowy Świat, Powiśle, Stadion, Dworzec Wileński.

Na tzw. odcinku wschodnio- północnym , od skrzyżowania z Al. Solidarności, za stacją „Dworzec Wileński", trasa metra skręca w kierunku wschodnim do ul. Ratuszowej przecinając ul. 11 listopada oraz ul. Inżynierską. Za skrzyżowaniem ulic Inżynierskiej i Ratuszowej trasa biegnie na północny-wschód wzdłuż ul. Ratuszowej , następnie skręca w kierunku wschodnim i biegnie pod ul. Strzelecką do jej skrzyżowania z ul. Szwedzką. Za skrzyżowaniem ul. Strzeleckiej i Szwedzkiej trasa linii metra przechodzi przez teren Zajezdni MZA „Stalowa", po czym przed nasypem kolejowym skręca na północ i biegnie pod ogródkami działkowymi i przez tereny niezabudowane do przecięcia z ul. Ossowskiego, a dalej w kierunku północnym przez tereny niezabudowane do przecięcia z ul. Handlową. Następnie trasa ponownie skręca na północny wschód i biegnie po zachodniej stronie ul. Pratulińskiej (tereny niezabudowane) do przecięcia z ul. Trocką i dalej w kierunku północno-wschodnim (teren bazaru) do terenów osiedla Zacisze. W jego obrębie przecina teren dwóch posesji w okolicy ul. Gilarskiej i dalej biegnie pod ul. Władysława Łokietka do przecięcia z Kanałem Bródnowskim. Za Kanałem Bródnowskim linia metra odbija na północny-zachód i przechodzi przez tereny niezabudowane, aż do ul. Matyldy. Dalej w kierunku północno-zachodnim linia biegnie pod ul. Litawora, a następnie pod ul. Blokową i skręcając w okolicy skrzyżowania ul. Blokowej z ul. Penelopy na zachód w stronę ul. Kondratowicza i dalej pod tą ulicą. W rejonie skrzyżowania z ul. Św. Wincentego linia metra ponownie przecina Kanał Bródnowski. Ostatni odcinek trasy wschodnio - północnej II linii metra biegnie pod ul. Kondratowicza (od Kanału Bródnowskiego) do skrzyżowania z ul. Rembielińską. Na wysokości skrzyżowania z ul. Rembielińską za stacją „Bródno" zaczynać się będą tory odstawcze a trasa ich skręca łagodnym łukiem na północ w kierunku ul. Hieronima. Na odcinku wschodnio-północnym przewiduje się budowę 6 stacji podziemnych (wraz z wyjściami na powierzchnię terenu): Szwedzka, Targówek I, Targówek II, Zacisze, Kondratowicza, Bródno oraz 6 odcinków szlakowych i tory odstawcze na końcu odcinka.

Długość II linii metra na odcinku zachodnim od stacji „Rondo Daszyńskiego" do stacji „Połczyńska" wynosić będzie około 9,2 km a uwzględniając dodatkowo tory prowadzące do Stacji Techniczno-Postojowej „Mory" o długości około 1,0 km - całość: około 10,2 km. Średnia odległość międzystacyjna wyniesie około 1000 m.

Długość II linii metra na odcinku od stacji „Rondo Daszyńskiego" do stacji „Dworzec Wileński" będzie wynosić około 5,70km (6,5km przy uwzględnieniu torów odstawczych przy stacjach „Rondo Daszyńskiego" i „Dworzec Wileński") i założonej średniej odległości międzystacyjnej około 900m.

Tunel łącznikowy II linii metra z I linią metra będzie miał długość około 303 m. i będzie przebiegał łukiem o promieniu około 300m.

Długość odcinka wschodniego północnego II linii metra od stacji „Dworzec Wileński" do stacji „Bródno" wynosić będzie ok. 7,1 km, a po uwzględnieniu torów odstawczych (ok. 0,35 km) za stacją „Bródno" ok. 7,5 km. Średnia odległość międzystacyjna wyniesie ok. 1200 m.

Odcinek zachodni II linii metra będzie obsługiwał:

- Osiedla mieszkaniowe zlokalizowane na terenie Dzielnicy Wola (Czyste, Młynów, Koło, Ulrychów) oraz Dzielnicy Bemowo (Górce, os. Przyjaźń, os. Górczewska, Jelonki, WAT, Chrzanów, Karolin),
- Tereny o charakterze handlowo-usługowym,
- Powiązania przesiadkowe z PKP Warszawa Wola,
- Powiązania z planowanymi parkingami w systemie P&R (parkuj i jedź),
- Powiązania przesiadkowe z liniami tramwajowymi i autobusowymi przecinającymi wskazany odcinek II linii metra.

Odcinek centralny II linii metra będzie obsługiwał:

- Osiedla mieszkaniowe zlokalizowane na terenie dzielnic: Śródmieście i Praga Północ (Pańska, Jagiellońska, Centrum Pragi),
- Ścisłe Centrum Warszawy od Ronda ONZ do ul. Nowy Świat oraz Powiśle,
- Rejon bankowo-handlowy Warszawy wzdłuż ulic Świętokrzyskiej, Prostej, Kasprzaka,
- Projektowane Centrum w Porcie Praskim,
- Dworzec PKP Warszawa Stadion,
- Powiązania przesiadkowe na I linię metra - ze stacją A-14 „Świętokrzyska",
- Powiązania przesiadkowe z PKP Dworzec Warszawa Wileńska,

- Powiązania przesiadkowe z liniami tramwajowymi i autobusowymi przecinającymi wskazany odcinek II linii metra.

Odcinek wschodnio - północny II linii metra będzie obsługiwał:

- Osiedla mieszkaniowe zlokalizowane na terenie dzielnicy Praga Północ (Jagiellońska, Centrum Pragi, Nowe Bródno) oraz dzielnicy Targówek (Zacisze, Targówek),
- Powiązania przesiadkowe z PKP Dworzec Warszawa Wileńska,
- Powiązania przesiadkowe z liniami tramwajowymi i autobusowymi przecinającymi wskazany odcinek II linii metra,
- Możliwość przyszłego powiązania z planowanymi w pobliżu inwestycjami drogowymi.

5.4. Opis przebiegu III linii metra

Początek trasy znajduje się na stacji metra „Stadion", usytuowanej wzdłuż ul. Sokolej i wspólnej z odcinkiem centralnym II linii metra. Następnie trasa przebiega pod skrzyżowaniem ulic Targowej i Kijowskiej, pod zabudowaniami „Starej Pragi" i dalej pod ul. Kijowską i po jej południowej stronie od skrzyżowania z ul. Markowską, aż do parkingów samochodowych i pętli autobusowej przed Dworcem Wschodnim. Za Dworcem Wschodnim trasa skręca łagodnym łukiem na południowy wschód, przecina tory kolejowe i biegnie pod terenami zakładów przemysłowych do skrzyżowania ulic Mińskiej i Chodakowskiej. Dalej biegnie na wschód wzdłuż ul. Stanisławowskiej do skrzyżowania z ul. Siennicką po północnej stronie ul. Dwernickiego. Za skrzyżowaniem ulic Dwernickiego i ul. Kickiego trasa skręca łukiem na południe pod zabudową mieszkaniową Grochowa i ul. Wiatraczną do Ronda Wiatraczna. Od Ronda Wiatraczna trasa metra biegnie pod Al. Stanów Zjednoczonych do skrzyżowania z ul. Stocką, gdzie skręca na południowy-wschód i dalej pod ulicą Grenadierów do ul. Ostrobramskiej. Następnie trasa projektowanej linii po przecięciu ul. Ostrobramskiej biegnie w kierunku południowo-zachodnim (wschodnią stroną ul. Poligonowej), pomiędzy zakładem „Radwar" a osiedlem mieszkaniowym „Przyczółek Grochowski", przebiega pod zabudową mieszkaniowo-usługową i osiedle „Przyczółek Grochowski" do skrzyżowania ulic Żymierskiego i Kwarcianej. Od skrzyżowania w/w ulic trasa linii metra biegnie na południe pod linią wysokiego napięcia i kanałem Goławskim i wzdłuż ul. Bartosika. Następnie w okolicy osiedla przy skrzyżowania ul. Bartosika z ul Rogalskiego skręca łukiem na wschód pod zabudową handlowo-usługową, przechodzi przez rejon skrzyżowania ul. gen. R. Abrahama i gen. T. Bora-Komorowskiego. Dalej biegnie pod ul. gen. T. Bora-Komorowskiego na wschód pomiędzy osiedlami mieszkaniowymi „Orlik" i „Jantar" do skrzyżowania z ul. gen. E. Fieldorfa. Na

odcinku skrzyżowania z ul. Fieldorfa trasa przebiega po północnej stronie ul. gen. T. Bora-Komorowskiego i dalej pod ulicą pomiędzy osiedlami „Wilga" i „Iskra" do pętli autobusowej. W rejonie pętli zlokalizowana jest ostatnia stacja metra „Gocław" za którą znajdują się tory odstawcze przecinające kanał Nowa Ulga i kończące się ok. 200m za tym kanałem.
Stacja Techniczno-Postojowa „Kozia Górka" zlokalizowana będzie między urządzeniami kolejowymi na Koziej Górce, po wschodniej stronie projektowanego wiaduktu ul. Wiatracznej. Stacja ta obsługiwać będzie całą II linię metra oraz planowaną III linię po jej zrealizowaniu. Powiązanie ze stacją „Dworzec Wschodni" dwutorową łącznicą długości ok. 2,2 km, prowadzoną w tunelach (realizowanych w większej części tarczą) pod wiązkami rozwinięć torów kolejowych przed Dworcem Warszawa Wschodnia. Dojazd drogowy do STP od strony projektowanego wiaduktu ul. Wiatracznej, możliwy również od strony wschodniej ul. Dudziarską.

Administracyjnie trasa odcinka wschodniego południowego II linii metra przebiega przez tereny dzielnicy Warszawa Praga Południe. Jedynie krótki odcinek końcowy (za kanałem Nowa Ulga) położony jest w granicach dzielnicy Warszawa Wawer.

III linia metra będzie obsługiwała:

- Osiedla mieszkaniowe zlokalizowane na terenie dzielnicy Praga Południe (Centrum Pragi, Grochów, Gocław),
- Powiązania przesiadkowe z PKP Dworzec Warszawa Wschodnia, PKP Warszawa Stadion),
- Powiązania przesiadkowe z liniami tramwajowymi i autobusowymi przecinającymi wskazany odcinek II linii metra (np. Rondo Wiatraczna, Trasa Łazienkowska, Trasa Siekierkowska).

5.5. Technologia budowy stacji metra i tuneli szlakowych.

Podstawową opcją projektową jest budowa płytkiego metra podziemnego na całej długości projektowanej II i III linii metra.
Na rozwiązania techniczne i sposób realizacji obiektów metra jak również na rozwiązania funkcjonalne i technologiczne obiektów stacyjnych decydujący wpływ mają:

- warunki gruntowo – wodne,
- istniejące i projektowane uzbrojenie podziemne i możliwości ich przebudowy,

- istniejąca zabudowa,
- istniejąca zieleń,
- usytuowanie trasy w stosunku do tras komunikacji miejskiej,
- poziom zagłębienia trasy II linii metra /PGS/ wynikający z projektowanego przebiegu trasy i zagłębienia oraz przejście pod budynkami,
- użycie przez budowę dostępnego sprzętu specjalistycznego przeznaczonego dla budownictwa podziemnego na większych głębokościach.

Budowa tuneli szlakowych realizowana będzie w zależności od zagospodarowania terenu dwiema podstawowymi metodami:

- metodą tarczową,
- metodą odkrywkową.

Przy drążeniu tunelu **metodą tarczową** przewiduje się zastosowanie nowoczesnej, szczelnej obudowy z wytwarzaniem wewnątrz ciśnienia powietrza przeciwdziałającego naporowi hydrodynamicznemu wód gruntowych. Rozwiązanie to umożliwia prowadzenie robót tarczowych bez wstępnego odwodnienia. Tunele szlakowe mogą być realizowane przy zastosowaniu tarczy zmechanizowanej.

W **metodzie odkrywkowej** przewiduje się wykonywanie żelbetowych ścianek szczelinowych, pomiędzy którymi głębiony jest wykop tunelu. W zależności od układu warstw piaszczystych i spoistych możliwe jest ograniczenie dopływu wód do wykopu, przez zakończenie ścianki w płytko położonym stropie gruntów nieprzepuszczalnych. Rozwiązanie takie umożliwia ograniczenie zasięgu odwodnienia.
Stacje metra wykonywane będą z powierzchni metodą odkrywkową z zastosowaniem ścian szczelinowych .

Dla realizacji II i III linii metra przewidywane są następujące typy stacji:

- stacje głębokie,
- stacje o zagłębieniu PGS ~11,0 m.,
- stacje płytkie.

- **Stacje głębokie.** Stacje głębokie wykonywane metodą odkrywkową, metodą stropową z zastosowaniem ścian szczelinowych lub metodą podziemną, zagłębienie PGS ok. 17÷26 m, zaś konstrukcji ok. 19 do 28,5 m od powierzchni terenu.

Dla wszystkich tego typu stacji proponuje się zastosować odkrywkową metodę budowy z

zastosowaniem ścian szczelinowych.

Najniższe dwa poziomy są przeznaczone dla funkcji metrowskiej, zaś poziomy wyższe mogą być wykorzystane na parkingi podziemne, handel lub magazyny.

Ściany szczelinowe stanowią stały element konstrukcji stacji metra . Konstrukcja stacji żelbetowa monolityczna.

Połączenie peronu z powierzchnią terenu za pomocą schodów ruchomych. Dla osób niepełnosprawnych przewidziano windy.

- **Stacje o zagłębieniu PGS ~11,0 m.** Stacje wykonywane w wykopie otwartym, zagłębienie PGS ~11,0 m, zaś konstrukcji ~13,0 m poniżej poziomu terenu. Są to stacje 2-kondygnacyjne z halą odpraw i pomieszczeniami technologicznymi na poziomie „-1" oraz halą peronową na poziomie „-2".

Konstrukcja stacji żelbetowa monolityczna.

Przyjęto odkrywkową metodę realizacji z zastosowaniem ścian szczelinowych .

Połączenie peronu z powierzchnią terenu za pomocą schodów stałych i ruchomych .

Połączenie stacji z otoczeniem realizowane będzie za pomocą przejść podziemnych

- **Stacje płytkie.** Stacje płytkie lub wypłycone z nadziemnymi halami pasażerskimi /pawilonami/ lub wejściami z chodnika na poziom peronu, z peronami wyspowymi lub bocznymi w zależności od metody budowy tuneli szlakowych. Zagłębienie PGS ok. 7,0 m, zaś spód konstrukcji ok. 8,5 m od powierzchni terenu.

Stacje z peronami bocznymi . Pomieszczenia technologiczne wzdłuż peronów.

Perony boczne umożliwiają zastosowanie jednakowego przekroju tunelu między stacjami.

Wejście na peron – bezpośrednio z poziomu terenu schodami stałymi i ruchomymi. Dla osób niepełnosprawnych przewidziano windy.

Należy podkreślić, że proponowane dla II i III linii metra technologie budowy są zdecydowanie mniej inwazyjne od metod stosowanych przy budowie I linii metra.

Tabela nr 1. Metody realizacji obiektów metra II i III linii.

Linia	Obiekty	Metoda wykonawstwa	Lokalizacja
II i III	stacje	odkrywkowa	Stacje odcinka zachodniego, wschodnio-północnego, III linii oraz stacje odcinka centralnego : Rondo Daszyńskiego, Rondo ONZ, Świętokrzyska, Dworzec Wileński
		alternatywa -metoda tarczowa / odkrywkowa	Stacje odcinka centralnego : Nowy Świat, Powiśle, Stadion
	odcinki szlakowe	Alternatywa – metoda tarczowa / odkrywkowa	szlaki peryferyjne odcinków : II linia: zachodniego , wschodnio-północnego , III linia od stacji Rondo Wiatraczna
		tarczowa	Odcinki : zachodni , centralny, wschodnio-północny II linii oraz cała III linia

Przyjęta lokalizacja ma na celu włączenie II i III linii metra w obsługę komunikacyjną Warszawy, zoptymalizowanie układu komunikacji miejskiej w obszarze głównych skrzyżowań. Układ komunikacyjny stacji metra, wyjść z metra oraz przejść podziemnych został zaplanowany tak, aby tworzył dogodne połączenie istniejących ciągów pieszych z przystankami autobusowej i tramwajowej komunikacji miejskiej oraz z ważnymi dworcami PKP. Zdefiniowane przestrzenie umożliwiają zorganizowanie wygodnego, bezkolizyjnego i bezpiecznego ruchu oraz dostępu pieszych do infrastruktury komunikacji miejskiej w rejonie planowanej inwestycji.

Tabela nr 2. Lokalizacja obiektów II linii metra.

L.p.	Nazwa stacji	Lokalizacja
1	2	3
Odcinek zachodni		
	Stacja Techniczno Postojowa Mory	Stacja Techniczno Postojowa Mory – koniec odcinka.
	Połczyńska	Stacja na przecięciu linii metra z ul. Połczyńską w rejonie skrzyżowania z ul. Sochaczewską (w pobliżu granic administracyjnych m. st. Warszawy) wraz z torami odstawczymi.
	Chrzanów	Stacja na terenach przeznaczonych pod budownictwo mieszkaniowe, po północnej stronie ul. Szeligowskiej w rejonie skrzyżowania z planowanym przedłużeniem ul. Człuchowskiej.

	Lazurowa	Stacja pod ul. Górczewską po zachodniej stronie skrzyżowania z ul. Klemensiewicza, w rejonie pętli tramwajowej.
	Powstańców Śląskich	Stacja pod ul. Górczewską, w rejonie skrzyżowania z ul. Powstańców Śląskich, po wschodniej stronie skrzyżowania, w sąsiedztwie Ratusza Dzielnicy Bemowo.
	Księcia Janusza	Stacja pod ul. Górczewską, w rejonie skrzyżowania z ul. Księcia Janusza, po wschodniej stronie skrzyżowania.
	Moczydło	Stacja pod ul. Górczewską, w rejonie skrzyżowania z al. Prymasa Tysiąclecia i przebiegającą w tej części estakadą.
	Płocka	Stacja w rejonie skrzyżowania ul. Górczewskiej z ul. Płocką.
	Wolska	Stacja na przedłużeniu ul. Młynarskiej, po południowej stronie skrzyżowania ul Młynarskiej i ul. Wolskiej, zlokalizowana częściowo pod terenem zajezdni tramwajowej „Wolska”.
Odcinek centralny		
	Rondo Daszyńskiego	Stacja pod ul. Kasprzaka po zachodniej stronie Ronda Daszyńskiego, Prosta/Towarowa/Kasprzaka stacja z torami odstawczymi.
	Rondo ONZ	Stacja pod ul. Prostą po zachodniej stronie Ronda ONZ, Prosta/Świętokrzyska/Al. Jana Pawła II.
	Świętokrzyska	Stacja pod ul. Świętokrzyską pod I linią metra, Świętokrzyska/Marszałkowska powiązania przesiadkowe z I linią metra.
	Nowy świat	Stacja pod ul. Świętokrzyską po zachodniej stronie ul. Nowy Świat, Świętokrzyska/Nowy Świat.
	Powiśle	Stacja pod ul. Tamka w rejonie skrzyżowania z ul. Wybrzeże Kościuszkowskie.
	Stadion	Stacja pod ul. Sokola po zachodniej stronie skrzyżowania ul. Sokola i ul. Zamoyskiego.
	Dworzec Wileński	Stacja pod ul. Targową po południowej stronie Al. Solidarności,Targowa/Al. Solidarności, Podstawowy węzeł przesiadkowy na II linii metra na Pradze, stacja z torami odstawczymi.
Odcinek wschodnio - północny		
	Szwedzka	Stacja na przedłużeniu ul. Strzeleckiej, po wschodniej stronie ul. Stalowej, zlokalizowana częściowo pod narożnikiem zajezdni autobusowej „Stalowa” w rejonie skrzyżowania ul.Strzeleckiej z projektowaną Al. Tysiąclecia oraz tej alei z projektowanym przedłużeniem ul. Stalowej na Targówek.
	Targówek I	Stacja po południowej stronie osiedla Targówek w okolicy skrzyżowania ul. Pratulińskiej z ul. Ossowskiego.
	Targówek II	Stacja po północnej stronie osiedla Targówek usytuowana w rejonie skrzyżowania ul. Pratulińskiej z ul. Trocką.

	Zacisze	Stacja w środku osiedla Zacisze na przedłużeniu ul. Litawora po południowej stronie skrzyżowania z ul. Rolanda.
	Kondratowicza	Stacja pod ul. Kondratowicza po zachodniej stronie ul. Malborskiej.
	Bródno	Stacja pod ul. Kondratowicza po wschodniej stronie ul. Rembielińskiej. Stacja z torami odstawczymi - koniec odcinka.

Tabela nr 3 Lokalizacja obiektów III linii metra.

L.p.	**Nazwa stacji**	**Lokalizacja**
1	2	3
Od Stacji „Stadion”		
1.	Dworzec Wschodni	Stacja pomiędzy ul. Kijowską a halą dworca pod parkingiem i pętlą autobusową.
2.	Mińska	Stacja w osiedlu Grochów, pod ul. Stanisławowską pomiędzy ul. Terespolską i ul. Podskarbińską.
3.	Rondo Wiatraczna	Stacja pod Rondem Wiatraczna, na przedłużeniu Al. Stanów Zjednoczonych.
4.	Ostrobramska	Stacja pod ul. Poligonową, w rejonie skrzyżowania z ul. Międzyborską.
5.	Fieldorfa	Stacja w pod ul. gen. T. Bora-Komorowskiego, po zachodniej stronie skrzyżowania z ul. gen. Fieldorfa.
6.	Gocław	Stacja w pod ul. gen. T. Bora-Komorowskiego, po zachodniej stronie skrzyżowania z ul. Umińskiego; stacja z torami odstawczymi.
		Tory odstawcze – koniec odcinka.

Tabela nr 4. Odległości pomiędzy stacjami II linii metra.

Lp.	Nazwa stacji		Odległości pomiędzy osiami stacji (m)
	Od stacji	Do stacji	
1	Tory odstawcze – STP Mory	Połczyńska	1041
2	Połczyńska	Chrzanów	1309
3	Chrzanów	Lazurowa	1716
4	Lazurowa	Powstańców Śląskich	716
5	Powstańców Śląskich	Wola Park	1310
6	Wola Park	Księcia Janusza	804
7	Księcia Janusza	Moczydło	826
8	Moczydło	Płocka	660
9	Płocka	Wolska	737
10	Wolska	„Rondo Daszyńskiego”	1072
11	Rondo Daszyńskiego	Rondo ONZ	1007
12	Rondo ONZ	Świętokrzyska	771
13	Świętokrzyska	Nowy świat	653
14	Nowy świat	Powiśle	1012
15	Powiśle	Stadion	1206
16	Stadion	Dworzec Wileński	993
17	Dworzec Wileński	Szwedzka	1424
18	Szwedzka	Targówek I	840
19	Targówek I	Targówek II	850
20	Targówek II	Zacisze	1085
21	Zacisze	Kondratowicza	1336
22	Kondratowicza	Bródno	1555
23		Bródno Tory odstawcze – koniec odcinka	350

Tabela nr 5. Odległości pomiędzy stacjami III linii metra.

Lp.	**Nazwa stacji**		**Odległości pomiędzy osiami stacji (m)**
	Od stacji	**Do stacji**	
1	„Stadion”	Dworzec Wschodni	854
2	Dworzec Wschodni	Mińska	1510
3	Mińska	Rondo Wiatraczna	1360
4	Rondo Wiatraczna	Ostrobramska	1480
5	Ostrobramska	Fieldorfa	1390
6	Fieldorfa	Gocław	665
7	Gocław	Tory odstawcze – koniec odcinka	500
8	Dworzec Wschodni	STP Kozia Górka	2200

6. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW METRA ODCINKA CENTRALNEGO II LINII.

6.1. Wprowadzenie

Charakterystykę obiektów centralnego odcinka II linii metra przedstawiono na podstawie Uproszczony Wielobranżowy Projekt Koncepcyjny dla projektu i budowy odcinka centralnego II linii metra od Ronda Daszyńskiego do Dworca Wileńskiego – Metroprojekt Sp. z o.o., AMC Andrzej Chołdzyński Sp. z o.o. 2007 r.
Projekt ten spełnia wymagania opracowania p.t. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać linie metra i ich usytuowanie – Metro Warszawskie 2007 r.,

6.2. Charakterystyka techniczno – budowlana obiektów metra II linii .

6.2.1. Konstrukcja.

6.2.1.1. Konstrukcja tuneli.

Przy realizacji budowy odcinka centralnego II linii metra przewidywane jest wykonanie tuneli szlakowych metodą tarczową.
Warunki powierzchniowe tj. sieć komunikacji miejskiej, istniejąca zabudowa, uzbrojenie podziemne powoduje, że planowane zagłębienie PGS wynosi >11,0 m poniżej powierzchni terenu. Powyższe uwarunkowania wskazują na zastosowanie tarczowej metody budowy tuneli jako najbardziej racjonalnej.

Tunele szlakowe na tym odcinku będą realizowane przy zastosowaniu tarczy zmechanizowanej dostosowanej do drążenia w zmiennych warunkach hydrogeologicznych.
Zastosowanie zmechanizowanej tarczy zawiesinowej lub z parciem równoważonym eliminuje szereg problemów /instalacje odwodnieniowe, ujemny wpływ odwodnienia na otoczenie, trudności w zwerbowaniu chętnych do pracy w kesonie/, a jednocześnie prawie całkowicie eliminuje osiadanie powierzchni terenu oraz pozwala osiągnąć duży postęp w drążeniu przy małym nakładzie robocizny. Jednakże w porównaniu z drążeniem przy pomocy tarcz ręcznych względnie zmechanizowanych wymaga większych nakładów finansowych.
Tarcze tunelowe, zwłaszcza ich zmechanizowane modele, są urządzeniami kosztownymi. Ich zastosowanie musi być efektywne, a poniesione koszty na zakup takich tarcz powinny się racjonalnie zamortyzować. Wybór właściwego rodzaju tarczy powinien być rezultatem zarówno analizy technicznej jak i ekonomicznej.

Na obecnym etapie założono, że do drążenia tunelu zastosowana zostanie tarcza zmechanizowana o średnicy ok. 6,0m.

Przyjęto dla tuneli szlakowych obudowę żelbetową, prefabrykowaną, w postaci zbieżnych pierścieni .

Tabela Nr 6. Zestawienie obiektów dla poszczególnych szlaków

Szlak	lokalizacja	Długość L_S	Długość L_N	Uwagi
T8	między stacją „Rondo Daszyńskiego" a stacją „Rondo ONZ"	934 m	933 m	dwa tunele tarczowe wentylatornia szlakowa wraz z przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnymi i ewakuacyjnymi – długość całkowita L = 42 m
T9	między stacją „Rondo ONZ" a stacją „Świętokrzyska"	501m	583 m	dwa tunele tarczowe, komora rozjazdów o długości L = 150 m, komora łącznika tunelowego pomiędzy I i II linią metra, zespolona w jeden obiekt z wentylatornią szlakową, przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnymi i ewakuacyjnymi – długość łączna L = 95m,
T10	miedzy stacją „Świętokrzyska" a stacją „Nowy Świat"	416 m	416 m	dwa tunele tarczowe wentylatornia szlakowa wraz z przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnym i ewakuacyjnym – długość łączna L = 45 m
T11	między stacją „Nowy Świat" a stacją „Powiśle"	951 m	947 m	dwa tunele tarczowe wentylatornia szlakowa wraz z przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnymi i ewakuacyjnymi – długość łączna L = 45 m
T12	między stacją „Powiśle" a stacją „Stadion"	879m	867 m	dwa tunele tarczowe wentylatornia szlakowa wraz z przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnymi i ewakuacyjnymi – długość łączna L = 40 m
T13	między stacją „Stadion" a stacją „Dworzec Wileński"	819m	811 m	dwa tunele tarczowe wentylatornia szlakowa wraz z przepompownią, czerpnio-wyrzutnią, wyjściem awaryjnym oraz międzytubowymi łącznikami wentylacyjnymi i ewakuacyjnymi – długość łączna L = 40,0 m

6.2.1.2. Konstrukcja stacji.

Dla realizacji II linii metra przewidywane są następujące typy stacji:

- stacje głębokie,
- stacje o zagłębieniu PGS ~11,0 m.,

- **Stacje głębokie.** Stacje głębokie wykonywane metodą odkrywkową, metodą stropową z zastosowaniem ścian szczelinowych lub metodą podziemną, zagłębienie PGS ok. 17÷26 m, zaś konstrukcji ok. 19 do 28,5 m od powierzchni terenu.
  Dla wszystkich tego typu stacji proponuje się zastosować odkrywkową metodę budowy z zastosowaniem ścian szczelinowych.

Do tego typu stacji zalicza się następujące stacje nowoprojektowanego odcinka centralnego:

- „Świętokrzyska" – zagłębienie PGS 21,50m
- „Nowy Świat" – zagłębienie PGS 26,50m dla przejścia metra pod rz. Wisłą
- „Powiśle" – zagłębienie PGS 17,50m dla przejścia metra pod rz. Wisłą
- „Stadion" – zagłębienie PGS 17,50m dla przejścia metra pod rz. Wisłą

- **Stacje o zagłębieniu PGS ~11,0 m**. Stacje wykonywane w wykopie otwartym, zagłębienie PGS ~11,0 m, zaś konstrukcji ~13,0 m poniżej poziomu terenu.
  Przyjęto odkrywkową metodę realizacji z zastosowaniem ścian szczelinowych .

Do tego typu stacji należą następujące stacje nowoprojektowanego odcinka centralnego :

- „Rondo Daszyńskiego",
- „Rondo ONZ" i
- „Dworzec Wileński".

Stacje metra oraz tory odstawcze i łącznice, będą realizowane odkrywkowo metodą stropową. Korpusy stacji w zależności od zagłębienia i rozwiązań architektonicznych projektuje się jako obiekty podziemne wielokondygnacyjne o konstrukcji żelbetowej – monolitycznej w obudowie zewnętrznych ścian szczelinowych.
Tory odstawcze projektowane będą w konstrukcji żelbetowej monolitycznej w obudowie zewnętrznych ścian szczelinowych.
Dla odcinka centralnego II linii metra przyjęto następujący układ konstrukcyjny hali peronowej stacji :

- dwunawowy z rzędem słupów,
- trzynawowy z rzędami słupów.

Przestrzeń pod peronem wykorzystywana jest na kanał wentylacyjny.

Tabela nr 7. Wymiary wewnętrzne stacji odcinka centralnego II linii metra

Lp.	Nazwa stacji	Wymiary wewnętrzne stacji [m]			
		Dług.	Szer.	Wys.	szer.peronu
1	Rondo Daszyńskiego	132	18,9	11,6-14.1	11,0
2	Rondo ONZ	156	20,3	10,5-10,65	11,0
3	Świętokrzyska	135	21,6	19,35	12,0
4	Nowy Świat	137,5	20,0	20,15	10,5
5	Powiśle	142,2	20,4-20,6	18.70 - 20.05	11,0
6	Stadion	144.0	41.60	ok. 11,0	11,0 (2 perony)
7	Dworzec Wileński	126.45	18.90	10.65	11,0

6.2.2. Nawierzchnia torowa

Dla II linii przewidziano nawierzchnię beztłuczniową i bezpodkładową.

W konstrukcji nawierzchni wydzielić można dwie podstawowe części :

- podbudowa betonowa,
- konstrukcja toru.

Podbudowa betonowa zapewnia odwodnienie torowiska za pomocą odpowiednio uformowanych kanałów i kanalików.

W konstrukcji nawierzchni torowej zastosowano:

- tory bezstykowe o rozstawie szyn na prostych i łukach - 1435mm,
- szyn S49 (49E1),
- rozjazdów zwyczajnych S49 (49E1) - 190 - 1:9,
- podwójnych typowych skrzyżowań na torach manewrowo – postojowych,
- kozłów oporowych - typowych, stosowanych na I linii metra.

6.2.3. Drogi komunikacji ogólnej

Do poziomych dróg komunikacyjnych należą :

- na peronie - jego powierzchnia,
- na antresolach – korytarze, tunele, hole (w zależności od konstrukcji i ilości wyjść ze stacji).

Do pionowych dróg komunikacyjnych należą :

- schody stałe,
- schody ruchome,
- windy osobowe (nie są uwzględniane podczas ewakuacji).

Kompleksy schodów umieszczane są generalnie w osi peronu.

Windy osobowe zlokalizowane są na końcach peronów i prowadzą na poziom terenu przez wszystkie kondygnacje.

Dla obsługi komunikacyjnej poziomu technologicznego metra (–2) z poziomem antresoli (-1), przyjęto wydzielone schody.

Korytarze przejść podziemnych zakończone są biegami schodów stałych i ruchomych oraz trzonami wind.

Korytarze o zróżnicowanej szerokości w przedziale 3,0-9.0m.

Biegi schodów stałych wykonane są jako żelbetowe – monolityczne.

Przejścia podziemne projektuje się w konstrukcji żelbetowej, monolitycznej.

Konstrukcja wyjść żelbetowa monolityczna, w ścianach szczelinowych.

Korytarze o konstrukcji żelbetowej - monolitycznej.

Drogi komunikacji ogólnej stanowią jednocześnie drogi ewakuacyjne ze stacji.

6.3. Charakterystyka przestrzenno - funkcjonalna stacji metra.

Pod względem przestrzenno - funkcjonalnym na stacjach metra wyróżnia się trzy strefy:

- ogólnomiejską - przejścia podziemne ogólnodostępne całą dobę,
- pasażerską - dostępną dla pasażerów w godzinach pracy metra,
- technologiczną - z pomieszczeniami technicznymi dostępnymi całą dobę dla obsługi metra.

Strefa ogólnomiejska - to obszar na który składają się drogi (przejście podziemne) umożliwiające dotarcie do stacji metra. W tym obszarze znajdują się WC publiczne, schody i windy, posterunek policji, punkty handlowe, automaty telefoniczne, automaty do sprzedaży biletów, stanowisko bankomatów, elementy informacji wizualnej.

Strefa pasażerska składa się z:

- hali peronowej z peronem wyspowym lub peronami bocznymi o szerokości peronu 10-12m, długości 120m i wysokości min. 4m. Na krawędzi peronu wydzielono pas bezpieczeństwa szerokości 60 cm o powierzchni antypoślizgowej o fakturze wyraźnie wyczuwalnej przez osoby słabowidzące, oddzielony od pozostałej części peronu 20 cm żółtym pasem. Poziom

peronu z halą odpraw łączy się przy pomocy schodów stałych i ruchomych w górę, a w przypadku różnicy poziomów ≥ 7m przewiduje się schody ruchome w dół i w górę,

- dla obsługi niepełnosprawnych projektuje się windy do transportu osób z wózkami dziecięcymi i osób niepełnosprawnych, łączące poziom peronu z poziomem hali odpraw i poziomem terenu,
- hal odpraw usytuowanych na głowicach wschodniej i zachodniej stacji. W hali odpraw na granicy drzwi zamykających dostęp do metra przebiega granica między strefą pasażerską a ogólnomiejską. Drzwi wejściowe zamykane są na okres technologicznej przerwy nocnej. Prawostronny ruch pasażerski kierowany jest przez system bramek wyposażonych w urządzenia do kasowania biletów oraz system informacji wizualnej, tak aby uniknąć krzyżowania potoków pasażerskich.

Dla obsługi osób niepełnosprawnych oraz do transportu osób z wózkami dziecięcymi, stosuje się windy łączące poziom peronu z poziomem hali odpraw i poziomem terenu.

Strefa technologiczna - obejmuje obszar pomieszczeń technologicznych przeznaczonych dla służb eksploatacyjnych metra, tzn. służby ruchu, służby linii.

Strefa technologiczna stacji w zależności od jej konstrukcji usytuowana jest :

- na peronie (głowicach i przedłużeniu peronu),
- na antresolach,
- na oddzielnych kondygnacjach pośrednich (bezpośrednio nad halą peronową).

Należy utrzymać systemu numeracji pomieszczeń z przypisaniem do poszczególnych służb taki jak dla I linii metra.

Powtarzalność rozwiązań przestrzennych i lokalizacji znaków informacyjnych ułatwiają orientację na drodze pasażera do pociągu i z pociągu.

Wystrój hali peronowej spełnia spójne dla całej kompozycji zasady rozwiązań i jednocześnie tworzy wnętrza o wyraźnych wyróżnikach formy, barwy, faktury umożliwiających identyfikacje stacji w systemie.

System informacji wizualnej (stanowiący wspólny mianownik wszystkich stacji) w poziomie ulicy informuje o stacji, jej programie miejskim. Na poziomie hali odpraw znajduje się informacja o linii metra powiązana z planem miasta oraz otoczeniu urbanistycznym stacji. Na poziomie peronu umieszczono nazwę stacji, kierunki wyjść, plan miasta, plan otoczenia urbanistycznego stacji, przesiadki na inne środki komunikacji miejskiej.

Dla celów komercyjnych zaproponowano wyposażenie stacji i tuneli w Metropolitalną galerię multimedialną. Polega na utworzeniu na ścianach zatorowych powierzchni multimedialnych w postaci TELEBIMÓW DIODOWYWCH LED, lub w podobnej technologii wielofunkcyjną galerię o długości 120m i wysokości 4m.

Na ekranach wyświetlane będą przez cały czas funkcjonowania każdej ze stacji :

a) kompozycje rozwijające motywy nazwy każdej ze stacji,
b) informacje – reklamy,
c) informacje związane z promocją miasta stołecznego Warszawy,
d) informacje promocyjne sztuki współczesnej programowane we współpracy z najwybitniejszymi ośrodkami muzealnymi i centrami sztuki na świecie,
e) informacje filmowo-telewizyjne relacje pokazujące pejzaż nad Stacją w czasie realnym.

Całość sytemu ma być podporządkowana w sposób interaktywny poprzez funkcję priorytetu z SAP –emisją komunikatów alarmowych.

Przewidywane jest utworzenie kontynuacji Metropolitalnych galerii multimedialnych w tunelach szlakowych w dwóch alternatywnych systemach :

a) wyświetlacze obrazu w technologii LED lub podobnej technologii,
b) ekrany z tworzyw sztucznych.

6. 4. Rozwiązania materiałowe

Ze względu na intensywną eksploatację wnętrz stacji zastosowano materiały wysokiej jakości i o bardzo dużej odporności na zniszczenie . Z zastosowanych materiałów o bardzo dużej odporności na zniszczenie należy wymienić: posadzki granitowe, ściany przejść podziemnych i hali peronowej , ławki, elementy informacji wizualnej ze stali nierdzewnej, elementy aluminiowe, rury stalowe malowane proszkowo.

Wszystkie zastosowane materiały są niepalne lub słabo rozprzestrzeniające ogień nie wydzielające toksycznych gazów.

6.5. Wentylacja podstawowa

Wentylacja podstawowa, obejmuje swym zasięgiem całą stację (z wyjątkiem pomieszczeń technologicznych) oraz tunele szlakowe. Zadaniem wentylacji podstawowej jest :

1. zapewnienie składu powietrza zgodnego z obowiązującymi normami,
2. zapewnienie założonych dla metra warunków klimatycznych,
3. zapewnienie skuteczności oddymiania stacji i tuneli.

Wentylację podstawową (wentylacja tuneli i stacji) dla odcinka centralnego II linii metra przewiduje się zrealizować według rozwiązań stosowanych w I linii metra w Warszawie. Zastosowany tam system wentylacji okazał się prawidłowy i sprawdził się podczas dotychczasowej eksploatacji.

System ten przewiduje zastosowanie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, dwukierunkowej, zmieniającej kierunek przepływu powietrza w zależności od panujących warunków zewnętrznych (okres ciepły i chłodny) lub sytuacji awaryjnych.

W trakcie normalnej eksploatacji, w ciepłym okresie roku, powietrze zewnętrzne dostarczane jest przez szyby wentylacyjne i wentylatory (umieszczone w wentylatorniach stacyjnych) na stację, odciągane jest natomiast przez szyby wentylacyjne i wentylatory szlakowe. W chłodnym okresie roku zmieniony zostaje kierunek nawiewu powietrza na przeciwny – powietrze zewnętrzne dostarczane jest przez wentylatornie szlakowe i następnie, po podgrzaniu w wyniku przepływu przez tunel dopływa do stacji, skąd usuwane jest przez wentylatory zlokalizowane w wentylatorki stacyjnej .

Rozwiązanie takie pozwala utrzymać na stacjach stosunkowo niskie temperatury w ciepłym okresie roku, a w okresie chłodów dostarczenie podgrzanego po przejściu przez tunel powietrza zewnętrznego.

W wentylatorniach szlakowych przewidziano wydzielone klatki schodowe służące do celów ewakuacji ludzi z tunelu szlakowego.

6.6. Zasilanie w energię elektryczną

6.6.1. Podstacja trakcyjno - energetyczna

Podstawowymi elementami systemu zasilania w metrze są podstacje trakcyjno - energetyczne. Przeznaczona jest do zasilania sieci trakcyjnej metra oraz do zasilania odbiorów prądu przemiennego obiektów metra.

W podstacji trakcyjno – energetycznej energia elektryczna prądu przemiennego o napięciu 15kV jest przetwarzana na energię prądu stałego o napięciu 825V i za pomocą kabli przesyłana do sieci jezdnej metra.

System zasilania trakcyjnego: zasilanie dwustronne z 3-ciej szyny prądowej o napięciu znamionowym 750V prądu stałego poprzez kable zasilające z dwu sąsiednich prostownikowych podstacji trakcyjnych znajdujących się w obszarze stacji, sieć powrotna obejmuje szyny jezdne i kable powrotne.

W warunkach awaryjnych (wyłączenie z pracy jednej podstacji) przejmują zasilanie sąsiednie podstacje, podstacja wyłączona powinna mieć możliwość pracy w trybie kabinowym (załączone wyłączniki szybkie podstacji). W przypadku braku napięcia na obu liniach, przewidziano zasilanie z dwóch sąsiednich podstacji trakcyjno - energetycznych, zasilanych przez różne RPZ za pomocą rezerwowych kabli 15 kV ułożonych wzdłuż całej linii metra (pętla BHP).

Podstacja energetyczna jest przeznaczona do zasilania odbiorów prądu przemiennego obiektów metra.

Sterowanie urządzeniami odbywa się :

- z tablicy dyspozytorskiej w podstacji (lokalne),
- z celek i pól poszczególnych rozdzielnic (miejscowe),
- z dyspozytorni (zdalne).

6.6.2. Sieć kabli zasilających i sterowniczych

Na sieć kabli zasilających i sterowniczych składają się wszystkie kable prowadzone na stacjach metra i w tunelach szlakowych.

Są to kable:

- elektroenergetyczne zasilania odbiorów siłowych, oświetleniowych i teletechnicznych stacji i tuneli szlakowych o napięciu 230/400V,
- elektroenergetyczne zasilania podstacji trakcyjno-energetycznych, energetycznych i dwóch pętli BHP łączących podstacje trakcyjno-energetyczne o napięciu 15kV,
- trakcyjne zasilania 3-ciej szyny,
- sterowniczo-sygnalizacyjne dla sterowania odbiorów siłowych i oświetleniowych stacji i tuneli szlakowych,
- sterowniczo-sygnalizacyjne dla sterowania urządzeń trakcyjnych i podstacji trakcyjno-energetycznych,
- sterowania ruchem pociągów,
- światłowodowe,
- teletechniczne dla łączności przewodowej,
- sterowniczo-sygnalizacyjne dla instalacji sieci czasu, telewizji przemysłowej, kontroli dostępu, sygnalizacji pożaru, nagłośnienia, DSO, systemu taryfowego, gaśniczego i informacji dla pasażerów.

6.6.3. Konstrukcje wsporcze pod kable

Dla prowadzenia kabli elektroenergetycznych, trakcyjnych, teletechnicznych i sterowniczo-sygnalizacyjnych oraz przewodów instalacji odbiorczych przewiduje się montaż konstrukcji wsporczych na stacjach, torach odstawczych i tunelach szlakowych.

Kable elektroenergetyczne 230/400V i 15kV, trakcyjne, teletechniczne, sterowniczo sygnalizacyjne, sterowania ruchem pociągów, dźwiękowego systemu ostrzegawczego powinny być prowadzone na oddzielnych półkach kablowych.

6.7. Oświetlenie

6.7.1. Instalacja oświetlenia na stacjach

Największa ilość energii elektrycznej niskiego napięcia zużywana jest na oświetlenie.

Jako wiodącą funkcję oświetlenia na stacjach metra określa się zapewnienie bezpieczeństwa i wygody widzenia podróżujących oraz pracy obsługi. Dodatkowe efekty scenograficzne traktowane są jako dopełniające oraz ułatwiające orientację w topografii obiektu.

Oświetleniem obejmuje się następujące strefy każdej ze stacji metra:

1. wejścia główne,
2. schody ruchome i stałe,
3. hale odpraw, antresole i komunikacja,
4. powierzchnie handlowe i komercyjne,
5. powierzchnie technologiczne,
6. perony.

W celu zapewnienia prawidłowej eksploatacji i bezpiecznej ewakuacji pasażerów w przypadku awarii zasilania, zastosowano następujące rodzaje oświetlenia :

a) podstawowe w całym obiekcie,
b) awaryjne w tym:
   - oświetlenie ewakuacyjne dróg ewakuacji w pomieszczeniach, korytarzach stacji i przestrzeniach dostępnych dla pasażerów- peron i antresole,
   - oświetlenie zapasowe w pomieszczeniach ze stałym pobytem ludzi i w przestrzeniach dostępnych dla pasażerów-peron i antresole,
c) podświetlonych wewnętrznie znaków ewakuacyjnych (znaki bezpieczeństwa) z piktogramami oznaczającym kierunek ewakuacji, wyjścia, schody, zamontowanych na peronie w korytarzach, antresolach stacji i przestrzeniach handlowych.

Sterowanie oświetleniem z pomieszczenia dyspozytora stacyjnego nr 110. Oświetlenie powinno być funkcjonalne ze względów technicznych i eksploatacyjnych, niezawodne i tanie w eksploatacji.

Obwody oświetlenia zasilane są z tablic oświetleniowych zlokalizowanych w pomieszczeniach dostępnych tylko dla personelu obsługi.

Oświetlenie jest ściśle powiązane z aranżacją wnętrz, stanowiąc wraz z nim integralną całość. Przyjmuje się następujący poziom średniego natężenie oświetlenia:

- na stacjach
  - ✓ peron - 500 lx w pasie 1,5m od krawędzi peronu
    - 300 lx na całym obszarze peronu,
  - ✓ hala odpraw, antresole, przejścia podziemne - 300 lx
  - ✓ schody stałe i ruchome - 200 lx na całej długości i szerokości schodów
  - ✓ powierzchni handlowych i komercyjnych - wg. Normy dla poszczególnych rodzajów pomieszczeń
- w pomieszczeniach technicznych
  - ✓ dyspozytorni - 300 lx
  - ✓ podstacja - 300 lx
  - ✓ warsztaty, pomieszczenia personelu - 200 lx
  - ✓ inne pomieszczenia - 50-100 lx

6.7.2. Instalacja siły na stacjach

Zasilanie siłowe będzie realizowane dla następujących urządzeń :

- automaty do sprzedaży biletów ZTM, gniazda wtyczkowe dla przenośnych odbiorów, grzejniki,
- dźwigi,
- schody ruchome,
- turnikiety (bramki wejściowe na stacje),
- klapy dymowych,
- instalacje teletechniczne,
- wentylatory wentylacji pomieszczeń i centrale klimatyzacyjno grzewcze,

- wentylatory wentylacji pożarowe,
- wentylatory wentylacji podstawowej – rewersyjne,
- pompy,
- zasuwy sieci wodnej,
- odbiory pomieszczeń handlowych

Rozdzielnice zasilające odbiory siłowe zasilane będą z rozdzielnicy głównej .

Rozdzielnica główna będzie miała wyodrębnione podsekcje na zasilenie odbiorów czynnych w czasie pożaru czyli wentylatorów wentylacji podstawowej wentylatorów oddymiania pomieszczeń stacji, zasuw sieci wodnej i dźwigów pożarowych.

W przypadku pożaru rozdzielnia główna wyłączona będzie spod napięcia dwoma głównymi wyłącznikami prądu zlokalizowanymi pom. 110. W pierwszej kolejności wyłączone zostaną rozdzielnic zasilania dla odbiorców, które nie muszą pracować w czasie pożaru, w drugiej kolejności na polecenie osoby dowodzącej akcją gaśniczą pozostałe odbiory czynne w czasie pożaru.

6.7.3. Instalacja oświetlenia tuneli szlakowych

W tunelach szlakowych należy przewidzieć :

- oświetlenie podstawowe,
- oświetlenie ewakuacyjne dróg ewakuacji.

Sterowanie oświetlenia z tablic oświetleniowych i zdalnie z pomieszczenia dyżurnego stacji nr 110.

6.7.4. Instalacja siły w tunelach szlakowych

W tunelach szlakowych należy przewidzieć zasilanie dla urządzeń technologicznych (pompy przenośne urządzenia elektryczne w tym do celów ratowniczych, wentylatory).

6.8. Sterowanie ruchem pociągów

Jednym z najważniejszych systemów wpływających na prawidłowe funkcjonowanie metra są urządzenia sterowania ruchem pociągów. System ten ma na celu :

- zabezpieczenie ruchu, poprzez przygotowanie i zrealizowanie bezpiecznej drogi jazdy pociągów,

- kontrolowanie prędkości rzeczywistej pociągów, automatyczną jazdę pociągów,
- kontrolę ruchu pociągów w celu uzyskania najsprawniejszej eksploatacji.

Strukturę sprzętową systemu sterowania ruchem pojazdów (srp) metra stanowią:

- urządzenia (wewnętrzne i zewnętrzne) zabezpieczenia ruchu pojazdów metra (zrp), zlokalizowane w okręgach nastawczych,
- stacjonarne (wewnętrzne i zewnętrzne) urządzenia automatycznego prowadzenia pojazdów (app), zlokalizowane w okręgach nastawczych,
- pojazdowe urządzenia automatycznego prowadzenia pojazdu (app),
- urządzenia zdalnego sterowania (zs) i kontroli dyspozytorskiej (kd), zlokalizowane w przekaźnikowniach na stacjach,
- urządzenia (zs i kd oraz app), zlokalizowane w Centrum Dyspozytorskim,
- specjalizowane urządzenia zasilające energią elektryczną,
- sieć kablowa.

Urządzenia zrp muszą być dopuszczone do eksploatacji w metrze oraz muszą być projektowane zgodnie z wytycznymi i przepisami obowiązującymi w Metrze Warszawskim.

6.9. Wentylacja lokalna

Pomieszczenia na stacjach objęte są systemem wentylacji lokalnej.

Wentylacja mechaniczna nawiewna i wywiewna powinna być zrealizowana pomieszczeniach, gdzie wydziela się ciepło lub substancje szkodliwe.

Należy zastosować wentylację mechaniczną we wszystkich rozdzielniach elektrycznych. Z uwagi na rozchodzenie się zanieczyszczeń powinien być zapewniony pożądany kierunek przepływu powietrza usuwanego oraz powinny być zastosowane filtry.

Klimatyzacja powinna być projektowana w pomieszczeniach :

- stałego przebywania ludzi,
- o dużych zyskach ciepła, gdzie wymaga tego proces technologiczny (np. pomieszczenia podstacji, teletechniczne, przekaźnikownie, rozdzielnie elektryczne, sterowanie wentylatorów).

W pomieszczeniach, w których przewiduje się gaszenie gazem , instalacja wentylacyjna powinna być uszczelniona oraz należy zapewni możliwość wietrzenia pomieszczeń po akcji gaszenia gazem.

6.10. Zaopatrzenie w wodę

Źródłem zaopatrzenia w wodę obiektów metra będzie miejska sieć wodociągowa.

Głównym elementem rozprowadzającym wodę w tunelach szlakowych i na stacjach będą dwa przewody wodociągowe Ø100mm połączone z siecią miejską przewodami Ø150mm na każdej stacji.

Do wyżej wymienionych przewodów podłączona będzie wewnętrzna instalacja wodociągowa zasilająca :

- węzły sanitarne,
- urządzenia klimatyzacyjne,
- hydranty przeciwpożarowe i wszystkie punkty czerpalne.

Ścieki sanitarne (fekalne), wody z odwodnienia eksploatacyjnego z ewentualnych przecieków z pęknięć lub nieszczelności przewodów oraz technologiczne odprowadzane będą do kanalizacji miejskiej poprzez pompownie stacyjne lub szlakowe.

Ścieki z przejść podziemnych odprowadzone będą również grawitacyjnie, lub przez pompownie do kanalizacji miejskiej.

6.11. Łączność, TV i nagłośnienie

Wszystkie urządzenia linii metra są sterowane i kontrolowane z centralnej dyspozytorni. Stanowiska dyspozytorów w Centralnej Dyspozytorni wyposażone są w komputerowe systemy sterowania i nadzoru instalacjami technicznymi metra oraz w systemy łączności przewodowej i bezprzewodowej, telewizji użytkowej i nagłośnienia. Podstawowym środkiem łączności w metrze jest łączność radiotelefoniczna bezprzewodowa.

Sieć radiołączności dla I linii metra obejmuje swoim zasięgiem tunel metra ze stacjami pasażerskimi oraz teren Stacji Techniczno-Postojowej Kabaty.

Cała sieć pracuje w paśmie 160 MHz, w sześciu semidupleksowych kanałach o następującym przeznaczeniu :

- kanał ruchowy na stacji techniczno - postojowej,
- kanał utrzymania na stacji techniczno - postojowej,
- kanał ruchowy w tunelu,
- kanał utrzymania w tunelu,
- kanał policyjny podstawowy w tunelu,
- kanał policyjny rezerwowy w tunelu.

W tunelu, ze względu na szczególne warunki propagacji fal radiowych przez tłumienie fali nośnej poprzez żeliwne tubingi tworzące obudowę tunelu, rolę anteny nadawczej pełni kabel promieniujący. Zastosowanie kabla promieniującego zapewnia równomierny rozkład natężenia pola elektromagnetycznego oraz wynikające z tego dobre warunki łączności w tunelu, na peronach i na antresolach stacji metra.
W centralnej dyspozytorni umieszczony jest pulpit, z którego dyspozytor ruchu może za pośrednictwem dołączonych do niego dwóch stacji bazowych utrzymywać łączność w tunelu w kanale ruchowym z maszynistami pociągów metra, zaś w kanale utrzymania z pracownikami służb technicznych, wyposażonymi w radiotelefony przenośne.
Dla potrzeb łączności Państwowej Straży Pożarnej zastosowano retransmisję częstotliwości.

Przewidywany system łączności konwencjonalnej VHF powinien być wybudowany w taki sposób, aby umożliwić w przyszłości włączenie do systemu innych technologii radiowych.
Należy przewidzieć, że do systemu VHF zostaną włączone systemy o innej topologii, architekturze i innych pasmach częstotliwości.
W celu umożliwienia włączenia do systemu antenowego VHF innych systemów należy wybudować okablowanie umożliwiające dołączanie dodatkowych urządzeń na każdej stacji.
System radiołączności VHF powinien umożliwiać wpięcie do systemu antenowego sygnału GSM900. System VHF powinien umożliwić wpięcie kombajnera GSM900 do systemu antenowego.
System łączności radiowej II linii Metra powinien zapewnić pełną kompatybilność współpracy z urządzeniami przenośnymi i przewoźnymi obecnie wykorzystywanymi w Metrze Warszawskim.
System radiołączności powinien w pełni realizować funkcjonalność systemu radiołączności obecnie wykorzystywanego na I linii Metra Warszawskiego.
Wszystkie urządzenia radiowe przenośne i przewoźne obecnie wykorzystywane w Metrze Warszawskim powinny prawidłowo pracować w systemie II Linii Metra Warszawskiego.

Dla II linii metra wskazane jest wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań systemów radiołączności stosowanych na świecie (np. trunking TETRA) z odpowiednim przystosowaniem do warunków i potrzeb metra warszawskiego z zachowaniem wymogu kompatybilności z obecnym systemem radiołączności.
Tabor kolejowy (pociągi) dla II linii metra powinien zostać wyposażony w dwa niezależne lub jeden wielosystemowy radiotelefon do łączności trunkingowej TETRA oraz w paśmie 160MHz (obecnie stosowanej).

System radiołączności dla potrzeb Dyspozytorów sterowania ruchem kolejowym w metrze oraz służb utrzymania i ratunkowych przeznaczony jest do scentralizowanego, zdalnego sterowania stacjami bazowymi łączności radiowej rozmieszczonymi na wyznaczonym obszarze wzdłuż linii metra.

Budowa systemu

Podstawowe elementy funkcjonalne systemu:

- nadawczo/odbiorcze stacje bazowe, zaopatrzone w stosowne interfejsy (VoIP),
- radiotelefony przewoźne i przenośne,
- interfejsy do bezprzewodowej transmisji danych z i do pociągów,
- konsole operatorskie typu PC,
- konsole operatorskie wbudowana w pulpit dyspozytora,
- interfejsy do sieci **TETRA, WLAN,** GSM (w tym i łączność GSM w tunelu),
- interfejsy do sieci innych służb (Policja, Straż, Stoen, PGNiG itd...),
- osprzęt RF: Anteny, kable promieniujące itp...,
- urządzenia zasilania rezerwowego i zapasowego,
- serwery systemu,
- media sterujące (trakt TCP/IP).

6.12. Sieć łączności telefonicznej przewodowej

Ten system łączności charakteryzuje się jednolitą numeracją abonentów oraz możliwością zintegrowania różnych sieci pod względem funkcjonalnym. Centrale połączone są w system pętlowy , z wykorzystaniem kabla światłowodowego jako łącznika.

Łączność telefoniczna powinna być projektowana jako system całoliniowy.

System łączności przewodowej dzieli się na :

- łączność ogólnoeksploatacyjna,
- łączność dyspozytorska.

<u>Łączność ogólnoeksploatacyjna</u>

Abonenci II linii metra muszą mieć możliwość łączenia się z abonentami I linii metra – przede wszystkim z STP Kabaty. Jednym z podstawowych kryteriów przy doborze systemu jest potrzeba identyfikacji numeru i nazwy abonenta. W celu spełnienia tego kryterium system łączności przewodowej powinien być kontynuacją systemu funkcjonującego dla potrzeb I linii

metra. Centrale telefoniczne II linii metra powinny być objęte istniejącym systemem nadzoru central I linii metra.

Łączność dyspozytorska

Nie jest wymagane połączenie systemów łączności dyspozytorskiej I i II linii metra. W celu zapewnienia niezależności systemów łączności dyspozytorskiej i łączności ogólnoeksploatacyjnej należy zastosować system łączności dyspozytorskiej niezależny sprzętowo od systemu łączności ogólnoeksploatacyjnej.

Należy zapewnić połączenie pomiędzy siecią central łączności dyspozytorskiej II linii z Centralną Dyspozytornią.

6.13. System CCTV

System służy do obserwacji ruchu pasażerów w obrębie stacji oraz obserwacji pociągów manewrujących na torach odstawczych. Jej dysponentem jest dyżurny stacji. Obraz z kamer przekazywany jest również na monitory w centralnej Dyspozytorni .

System telewizji przemysłowej zapewnia obserwacji najważniejszych rejonów stacji, a mianowicie:

- peron pasażerski i krawędzie peronu pasażerskiego na całej długości,
- schody ruchome i stałe,
- wejścia do wind,
- wejścia do stref niedostępnych,
- tory odstawcze, perony technologiczne, kanały naprawcze,
- rozjazdy na stacjach z torami do zawracania,
- hale odpraw,
- strefy urządzeń taryfowych,
- schody wejściowe do stacji,
- wejścia do wind na poziomie terenu,
- wnętrza wind,
- bezpośrednie otoczenie wejścia do stacji z poziomu terenu,
- wejścia do czerpni powietrza – stacyjnych i szlakowych,
- wyjścia ewakuacyjne,
- wejścia do czerpni powietrza – stacyjnych i szlakowych,
- wyjścia ewakuacyjne.

Kamery obserwują również pasy bezpieczeństwa oraz stojący przy peronie pociąg.

System zapewnia również :

- transmisję obrazu z kamer obserwujących krawędź peronu do kabiny maszynisty,
- odbieranie sygnałów wizyjnych z systemu monitoringu wizyjnego pociągów,
- transmisję obrazu do stanowiska zarządzania kryzysowego.

6.14. Nagłośnienie

Nagłośnienie na stacjach metra służy do nadawania komunikatów z dyspozytorni stacyjnej i z centralnej dyspozytorni. Realizowane jest poprzez system Dźwiękowy System Ostrzegawczy (DSO). DSO służy przede wszystkim do powiadamiania o zagrożeniu osób przebywających w obiekcie, a następnie przeprowadzenia sprawnej akcji ewakuacyjnej. Dodatkowo system spełnia funkcje nagłośnienia informacyjnego – w przypadku alarmowania funkcja ta będzie automatycznie wyłączana.

Funkcje systemu nagłośnienia będą realizowane przez elementy systemu DSO.

System nagłośnienia będzie wykorzystywany do nadawania bieżących komunikatów informacyjnych:

- komunikaty słowne z Centrum Kryzysowego (STP Kabaty) nadawane na obszar peronu,
- komunikaty słowne z Centralnej Dyspozytorni (STP Kabaty) nadawane na obszar peronu,
- komunikaty typowe z Centralnej Dyspozytorni nadawane na obszar peronu,
- komunikaty słowne z pulpitu mikrofonowego Dyżurnego Stacji do wybranych lub wszystkich stref,
- komunikaty typowe wyzwalane za pomocą dedykowanych przycisków w pulpicie mikrofonowym przez Dyżurnego Stacji na obszar peronu,
- bieżące komunikaty informacyjne dla pasażerów odtwarzane z Systemu Informacji Pasażerskiej na obszar peronu.

5.32.2.4. System Informacji Pasażerskiej

System nagłośnienia będzie wyposażony w odpowiednie moduły do współpracy z Systemem Informacji Pasażerskiej dla II linii Metra.

System Informacji Pasażerskiej obejmuje swym zakresem obszar peronów.

Priorytety nadawanych komunikatów.

Komunikaty nadawane przez system DSO z priorytetem od najwyższego:

- komunikat alarmowy z mikrofonu strażaka,
- komunikat alarmowy zapisany w pamięci cyfrowej systemu DSO,
- komunikat alarmowy wyzwalany za pomocą dedykowanych przycisków w pulpicie mikrofonowym przez Dyżurnego Stacji,
- komunikaty słowne ze Stanowiska Zarządzania Kryzysowego (STP Kabaty) nadawane na obszar peronu,
- komunikaty słowne z Centralnej Dyspozytorni (STP Kabaty) nadawane na obszar peronu,
- komunikaty typowe z Centralnej Dyspozytorni nadawane na obszar peronu,
- komunikaty słowne z pulpitu mikrofonowego Dyżurnego Stacji do wybranych lub wszystkich stref,
- komunikaty typowe wyzwalane za pomocą dedykowanych przycisków w pulpicie mikrofonowym przez Dyżurnego Stacji na obszar peronu,
- bieżące komunikaty informacyjne dla pasażerów odtwarzane z Systemu Informacji Pasażerskiej na obszar peronu.

Strefy alarmowania

Ze względu na charakter obiektów i ich funkcje na każdej stacji wydzielono 2 strefy alarmowania:

- publiczną,
- techniczną.

Każda z tych stref podzielona została na obszary nagłośnienia, obsługiwane przez linie głośnikowe systemu DSO. Podział na obszary nagłośnienia umożliwia dowolną komutację sygnału w celu nadawania komunikatów do wybranych stref lub wszystkich stref jednocześnie.

Do publicznej strefy alarmowania zaliczono następujące obszary nagłośnienia:

- wejścia na stację wraz z pomieszczeniami handlowymi,
- windy,
- hale odpraw,
- perony.

Do technicznej strefy alarmowania zaliczono następujące obszary nagłośnienia:

- pomieszczenia i korytarze techniczne,
- podperonie,
- tory odstawcze (dla stacji węzłowych).

6.15. Ochrona przeciwpożarowa

Najbardziej prawdopodobne wystąpienie nadzwyczajnych zagrożeń zdrowia ludzi w przypadku metra związane jest z niebezpieczeństwem zaistnienia pożaru. Zabezpieczenie przed powstawaniem i rozprzestrzenianiem się pożarów w obiektach metra musi być uwzględniane we wszystkich branżach projektowania.

Jest to szczególnie istotne, gdyż zakłada się , że palący się pociąg musi dojechać do najbliższej stacji. Dlatego też, tak ważne jest zapewnienie w razie pożaru:

1) nośności konstrukcji przez odpowiednio długi czas,
2) ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu m.in. przez odpowiednio dobraną wentylację oddymiającą,
3) możliwości bezpiecznej ewakuacji ludzi,
4) odpowiedniego przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego,
5) wyposażania w urządzenia przeciwpożarowe (system sygnalizacji pożaru, stałe urządzenia gaśnicze, DSO, instalację oddymiającą, itp.),
6) odpowiednich warunków prowadzenia działań ratowniczych, w tym bezpieczeństwa ekip ratowniczych.

Biorąc pod uwagę poziom zagrożenia, obiekty metra jako obiekt użyteczności publicznej podzielono na dwie zasadnicze funkcje :

1) część przeznaczona dla pasażerów, tj. perony, kioski oraz pasaże i poziomy o charakterze handlowo-usługowym – zaliczone do kategorii zagrożenia ludzi (ZL),
2) pomieszczenia techniczne stacji związane z obsługą pociągów metra, organizacją ruchu, utrzymaniem czystości itp. – zaliczone do produkcyjno-magazynowych (PM).

W projekcie koncepcyjnym dla odcinka centralnego II linii metra uwzględniono warunki techniczne w zakresie bezpieczeństwa pożarowego .

Warunki te odnoszą się przede wszystkim do określenia wymagań dla :

- stosowanych materiałów,
- ograniczenia możliwości powstania i rozprzestrzenianiu się ognia i zadymienia,
- stworzenia optymalnych warunków ewakuacji pasażerów,
- zapewnienia odpowiedniej ilości, rozmieszczenia i dostępności środków gaśniczych i ratowniczych,
- stosowania odpowiednich urządzeń przeciwpożarowych,
- zaopatrzenia wodnego,

- odporności ogniowej elementów stacji i tuneli szlakowych,
- podziału na strefy pożarowe,
- instalacji i urządzeń będących na wyposażeniu stacji i tuneli,
- dróg pożarowych.

Dla stacji i tuneli metra przewidziano instalacje i systemy służące ochronie przeciwpożarowej :
Instalacja wentylacji podstawowej dla stacji i tuneli metra,

- Instalacja wentylacji oddymiającej dla stacji metra,
- System DSO i system nagłośnienia,
- System sygnalizacji pożaru,
- System gaszenia gazem,
- Przeciwpożarowa instalacja wodociągowa,
- Liniowy system wykrywania temperatury,
- System łączności interkomowej z podglądem dla punktów alarmowych.

Pozostałe instalacje i systemy w tym współdziałające z systemami pożarowymi :

System trakcyjno – energetyczny:

- instalacja zasilania i automatyki urządzeń trakcyjno-energetycznych,
- instalacja siły i światła na stacjach i w tunelach szlakowych (w tym oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne),
- system zdalnego sterowania urządzeniami energetycznymi,
- instalacja pomiarowa i monitoringu prądów błądzących,

Instalacje techniczno – sanitarne :

- instalacja zasilania i automatyki lokalnej wentylatorów wentylacji podstawowej,
- system wentylacji lokalnej i klimatyzacji,
- system zdalnego sterowania urządzeniami techniczno-sanitarnymi,
- system komputerowy sterowania i kontroli urządzeń technicznych stacji,
- instalacja zasilania i automatyki lokalnej zasuw sieci wodnej,
- instalacja zasilania i automatyki lokalnej przepompowni obiektów,
- system wodno – ściekowy (hydranty ppoż.).

System zdalnego sterowania i kontroli ruchu pociągów :

- instalacja sygnalizacji załączania i wyłączania napięcia szyn prądowej dla systemu zdalnego

sterowania i kontroli ruchu pociągów,

- instalacja sieci czasu,
- system radiołączności,
- system kontroli dostępu,
- system taryfowy,
- łączność przewodowa,
  - łączność ogólnoeksploatacyjna,
  - łączność dyspozytorska,
- system telewizji przemysłowej.

Szczegółowe rozwiązania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dla obiektów metra przedstawiono w punkcie 8.

Tabela nr 8. Dane przewidywane na etapie koncepcji dla stacji odcinka centralnego

Stacja Rondo Daszyńskiego	Stacja Rondo ONZ	Stacja Świętokrzyska	Stacja Nowy Świat
długość korpusu stacji – 133,4m; szerokość korpusu stacji - 20,5/22,60m; kubatura brutto: korpus stacji – 40 495m3; przejścia podziemne – 7 924m3; kanały wentylacyjne – 1 868m3; łącznie – 50 287m3; powierzchnia zabudowy korpus stacji - 2 756m2; przejścia podziemne – 2 300m2; kanały wentylacyjne - 344m2; łącznie – 5 400m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji - 6 422m2; przejścia podziemne – 2 300m2; kanały wentylacyjne - 344m2; łącznie – 9 066m2 długość korpusu torów odstawczych – 271.5m; szerokość korpusu torów odstawczych – 20.5/22.6m; kubatura brutto korpusu torów odstawczych korpus torów odstawczych -67 711m3; kanały wentylacyjne – 3 033m3 ; łącznie - 70 744m3 powierzchnia zabudowy torów odstawczych korpus torów odstawczych - 5 596m2; kanały wentylacyjne - 577 m2 ; łącznie – 6 173 m2 powierzchnia całkowita torów odstawczych korpus torów odstawczych – 10 288m2; kanały wentylacyjne - 577 m2; łącznie – 10 865 m2	długość korpusu stacji - 157,6m; szerokość korpusu stacji – 21,9m; kubatura brutto: korpus stacji - 45 314m3; przejścia podziemne – 18135m3; kanały wentylacyjne - 896m3; łącznie – 64 345m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji -3 475m2; przejścia podziemne -4 0303m2; kanały wentylacyjne - 163 m2; łącznie -7 668 m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji - 8 438 m2; przejścia podziemne – 4 030 m2; kanały wentylacyjne - 163 m2; łącznie - 12 631 m2	długość korpusu stacji - 137m; szerokość korpusu stacji - 23,6m; kubatura brutto: korpus stacji - 77 592m3; przejścia podziemne -11 175m3; kanały wentylacyjne - 297m3; łącznie - 89 064m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji - 3 233 m2; przejścia podziemne - 2 107 m2; kanały wentylacyjne - 33 m2; łącznie - 5 373 m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji - 15 780 m2; przejścia podziemne - 1 934 m2; kanały wentylacyjne - 26 m2; łącznie - 17 740 m2	długość korpusu stacji – 140,0 m; szerokość korpusu stacji - 22,4m; kubatura brutto: korpus stacji – 71 344 m3; przejścia podziemne – 3 698 m3; kanały wentylacyjne – 707 m3; łącznie – 75 749 m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji – 3 136 m2; przejścia podziemne - 451 m2; kanały wentylacyjne - 101 m2; łącznie – 3 688 m2

Stacja Powiśle	Stacja Stadion	Stacja Dworzec Wileński
długość korpusu stacji – 144 m; szerokość korpusu stacji - 22,6 m; kubatura brutto: korpus stacji – 64 823 m3; przejścia podziemne – 1 600 m3; łącznie – 66 423 m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji – 3 307 m2; przejścia podziemne - 410 m2; łącznie - 3 717 m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji – 10 696 m2; przejścia podziemne - 410 m2; łącznie – 11 107 m2	długość korpusu stacji -145m; szerokość korpusu stacji – 43,6/44,5m; kubatura brutto korpus stacji – 83 978m3; przejścia podziemne – 21 115m3; łącznie -105 093m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji – 6 338 m2; przejścia podziemne – 4 223 m2; łącznie - 10 561 m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji – 14 118 m2; przejścia podziemne – 4 223 m2; łącznie – 18 341 m2 długość korpusu torów odstawczych - 132m (II), 263m (III); szerokość korpusu torów odstawczych – 20,85/43,6m; kubatura brutto korpusu torów odstawczych korpus torów odstawczych – 118 548m3; kanały wentylacyjne - 811m3; łącznie – 119 359m3 powierzchnia zabudowy torów odstawczych korpus torów odstawczych – 8 947 m2; kanały wentylacyjne - 66 m2; łącznie – 9 013 m2 powierzchnia całkowita torów odstawczych korpus torów odstawczych – 9 283 m2; kanały wentylacyjne - 66 m2; łącznie – 9 349 m2	długość korpusu stacji – 127,5m; szerokość korpusu stacji - 20,50/22,60m; kubatura brutto: korpus stacji – 34 519m3; przejścia podziemne - 18 998m3; kanały wentylacyjne – 3 870m3; łącznie – 57 379m3 powierzchnia zabudowy korpus stacji - 2 627 m2; przejścia podziemne – 3 798 m2; kanały wentylacyjne - 741 m2; łącznie – 7 166 m2 powierzchnia całkowita stacji korpus stacji – 6 641 m2; przejścia podziemne - 3 798 m2; kanały wentylacyjne - 774 m2; łącznie - 11 213 m2 długość korpusu torów odstawczych - 261,3m; szerokość korpusu torów odstawczych - 22,6/24,6m; kubatura brutto korpusu torów odstawczych korpus torów odstawczych – 66 396m3; kanały wentylacyjne - 815m3; rampa parkingowa – 1 898 m3 łącznie – 69 109m3 powierzchnia zabudowy torów odstawczych korpus torów odstawczych – 6 135 m2; kanały wentylacyjne - 163 m2; rampa parkingowa – 593 m2 łącznie – 6 891 m2 powierzchnia całkowita torów odstawczych korpus torów odstawczych – 10 113 m2; kanały wentylacyjne - 193 m2; rampa parkingowa – 593 m2 łącznie – 10 899 m2

7. Charakterystyka potencjalnych zagrożeń w obiektach metra

Dla metra warszawskiego można wyodrębnić zagrożenia wewnętrzne jako te o większym stopniu prawdopodobieństwa jak i zewnętrzne o mniejszym stopniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia.

7.1. Zagrożenia wewnętrzne

Zagrożenia wewnętrzne wynikają z bieżącej działalności przewozowej i funkcji usługowej związanej z eksploatacją budowli i urządzeń.

Można je usystematyzować według następujących rodzajów:

- pożar,
- awaria techniczna,
  - w infrastrukturze technicznej (budowlana, urządzenia : energetyczne, wentylacyjne, teletechniczne, wodnokanalizacyjne),
- w taborze metra,
- atak terrorystyczny,
  - z użyciem ładunku wybuchowego,
  - z użyciem substancji chemicznych promieniotwórczych czy też innych materiałów niebezpiecznych.

7.1.1. Pożar

Pożar jako szczególny i nieoczekiwany rodzaj zagrożenia może wystąpić w każdym miejscu na terenie stacji i tunelu. Pożary można podzielić na następujące grupy :

- ze względu na miejsce powstania,

  a) na stacjach :
  - w pomieszczeniach technicznych ,
  - w pomieszczeniach dostępnych dla pasażerów szczególnie handlowych,
  - w wagonach metra

  b) w tunelu :
  - w wagonach metra,
  - w wentylatorniach szlakowych,
  - w wyniku uszkodzenia kabli energetycznych,
- ze względu na przyczynę :
  - awaria techniczna urządzeń infrastruktury metra,

- celowe działanie (podpalenie),
- jako efekt działania terrorystycznego : użycie materiałów niebezpiecznych, chemicznych, itp.

7.1.1.1. Analiza pożarów w obiektach metra na świecie

Analizie poddano kilkanaście przypadków pożarów w obiektach metra i pociągach powstałych w Europie, Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, Japonii i Korei. Uwzględniono również przypadki wystąpienia sytuacji kryzysowych i miejscowych zagrożeń.

Analiza przypadków pożarów z punktu widzenia ich przyczyn powstania wskazuje że najczęściej są nimi :

- awaria urządzenia chłodzącego w komorze hamulcowej,
- prąd upływowy w tylnym układzie sprzęgłowym,
- doziemne zwarcie w ostatnim wagonie pociągu,
- defekt silnika elektrycznego,
- zwarcie zewnętrznego przewodu elektrycznego,
- nieumyślne lub umyślne podpalenie,
- działania terrorystyczne.

Należy stwierdzić , że największe ryzyko powstania pożarów w wagonach występuje w części podwoziowej w systemach trakcyjnych i hamulcowych.

Duże ryzyko rozprzestrzeniania się ognia w omawianych przypadkach stwarzają :

- palna konstrukcja i wystrój pociągu, jak izolacja dźwiękochłonna, reklamy,
- kable elektroenergetyczne i telekomunikacyjne,
- palne konstrukcje i wystrój tuneli i stacji,
- nagromadzenie różnych szczątków wzdłuż torów, w szybach wentylacyjnych, przestrzeniach schodów ruchomych.

Na podstawie analizy przykładów pożarów w zakresie warunków prowadzenia działań ratowniczych w obiektach metra należy stwierdzić, że ilość, rodzaje i wielkości problemów i utrudnień jakie występują jednocześnie i jakie są do rozwiązania przez sztab akcji i kierownika Działań Ratowniczych powodują , że charakter zdarzeń na stacjach i tunelach kolei podziemnych należy do kategorii najtrudniejszych i najbardziej odpowiedzialnych.

Do problemów, które należy wymienić w pierwszej kolejności należą :

- zadymienie – dym towarzyszący pożarom stanowi niebezpieczeństwo dla ludzi. Jest ono spowodowane toksycznością gazów (produktów spalania) i ograniczeniem widoczności.

- ograniczenie widoczności przez dym utrudnia akcję ratowniczą , a przede wszystkim ewakuację ludzi,
- wysoka temperatura pożaru występująca głównie w zdarzeniach mających miejsce w tunelu pomiędzy stacjami, powoduje szybkie wyczerpanie i odwodnienie organizmów strażaków ograniczając czas i możliwości ich pracy,
- źle funkcjonujący, niesprawny lub mało wydajny system wentylacji mechanicznej,
- trudny dostęp do ewentualnego źródła pożaru i ograniczona (mała powierzchnia),
- przestrzeń działania do prowadzenia działań ratowniczych (szczególnie w tunelach),
- ograniczona najczęściej do jednej drogi prowadzenia działań ratowniczych w tunelu,
- opieszałość dyspozytorni metra w wyłączeniu prądu elektrycznego co uniemożliwia podjęcie przez strażaków akcji ratowniczej,
- potencjalne niebezpieczeństwo porażenia prądem uczestników akcji ratowniczej,
- znaczne odległości do pokonywania przez strażaków w celu dotarcia do miejsca pożaru, które determinują czas dotarcia do pożaru,
- konieczność układania długich linii wężowych i przenoszenia sprzętu na duże odległości, jak również długie trasy powrotne transportu ręcznego rannych i zwłok,
- utrudniona łączność radiowa kierowania akcją gaśniczą,
- częsta wymiana ratowników pracujących w aparatach ochrony dróg oddechowych ze względu na ich określony czas działania,
- znaczna ilość ludzi do ewakuacji z zagrożonego miejsca, co w przypadku zdarzenia w tunelu może stanowić poważne utrudnienie,
- niewielkie ilość pracowników służb specjalistycznych mogących stanowić fachową pomoc w pierwszych minutach powstania zdarzenia i prowadzenia akcji ratowniczo – gaśniczej.

Tabela 9. Wybrane pożary w tunelach, pociągach i na stacjach metra.

Miasto	Data	Opis zdarzenia	Straty
Montreal	12.12.1971 r.	Kolizja pociągu przy wyjeździe z tunelu. Pożar w wyniku zwarcia w instalacji elektrycznej	36 ofiar śmiertelnych
Sztokholm	1972 - 1978	7 pożarów tablic rozdzielczych w pociągach. Podpalenia	
Paryż	27.03.1974 r.	Podpalenie siedzeń w pociągu.	Zniszczeniu uległ jeden wagon. Dwie ofiary śmiertelne w

			wyniku zaczadzenia.
Montreal	23.01.1974 r.	Pożar w wagonach metra w wyniku zwarcia w instalacji elektrycznej. Ewakuacja ok. 1000 pasażerów.	Zniszczeniu uległo 9 wagonów.
Moskwa	1974 r.	Pożar w pomieszczeniu technicznym na poziomie peronu. Ewakuacja 150 pasażerów z pociągu który wjechał na stację.	
Boston	2.06.1975 r.	Pożar wagonu czołowego na skutek zerwania przewodów oświetlenia elektrycznego tunelu. Ewakuowano 400 osób	34 osoby uległy zatruciu dymem.
Lizbona	25.05.1976 r.	Awaria trakcji spowodowała pożar pociągu. Ewakuowano pasażerów.	4 wagony uległy spaleniu.
Toronto	15.10.1976 r.	Pożar pociągu na stacji Christie Street.	4 wagony uległy spaleniu.
Paryż	9.03.1977 r.	Pożar w przejściu podziemnym na stacji Charles de Gauelle-Etolie.	
Köln	24.10.1978 r.	Pożar w wagonie w wyniku rzucenia niedopałka papierosowego.	
San Francisco	17.01.1979 r.	Pożar w pociągu w tunelu w wyniku zwarcia.	1 ofiara śmiertelna, 56 osób uległo zatruciu dymem.
Paryż	25.03.1978 r.	Zwarcie w pociągu.	Zniszczenie 1 wagonu 26 osób uległo zatruciu dymem.
Philadelphia	6.08.1979 r.	Pożar transformatora w pociągu przewożącym 1100 osób.	148 osób poszkodowanych .
Nowy Jork	8.08.1979 r.	Pożar oleju od niedopałka papierosowego na Grand Central Terminal. Ewakuacja 100 osób	Zniszczenie 12 wagonów . 4 osoby poszkodowane.
Hamburg	8.04.1980 r.	Podpalenie siedzeń w wagonie.	2 wagony zniszczone. 4 osoby uległy zatruciu dymem.
Londyn	21.01.1980 r.	Pożar w przejściu podziemnym.	

Nowy Jork	1980 - 1981	W okresie od czerwca 1980 r. do lipca 1981 r. wystąpiło 8 pożarów w przejściach podziemnych. Przyczyną były zwarcia w instalacji elektrycznej.	
Moskwa	06.1981 r.	Pożar w pociągu w wyniku zwarcia w instalacji elektrycznej na stacji Oktiabrskaja. Ewakuacja 2000 osób.	2 pociągi uległy spaleniu. 7 ofiar śmiertelnych.
Bonn	11.09.1981 r.	Pożar pociągu w tunelu w wyniku zwarcia w instalacji elektrycznej.	Pociąg uległ zniszczeniu.
Nowy Jork	16.03.1982 r.	Pożar pociągu w tunelu w pobliżu stacji Christopher Street. Ewakuowano 400 osób.	Pociąg uległ zniszczeniu. 86 osób poszkodowanych.
Nowy Jork	2.06.1982 r.	Pożar w elektrowozowni.	4 pociągi zniszczone. Kilka osób uległo zatruciu dymem.
Londyn	11.08.1982 r.	Pożar w pociągu w tunelu między Wood Green a Bounds Green.	15 osób uległo zatruciu dymem.
Monachium	5.09.1983 r.	Pożar pociągu w wyniku zwarcia w instalacji elektrycznej.	Zniszczeniu uległy dwa wagony. 7 osób uległo zatruciu dymem.
Hamburg	30.09.1984 r.	Pożar siedzeń w pociągu.	2 wagony uległy zniszczeniu. 1 osoba uległa zatruciu dymem.
Londyn	23.11.1984 r.	Pożar sklepu na stacji Oxford Circus .	Duże straty materialne.
Paryż	12.04.1985 r.	Pożar kabli elektrycznych na stacji Barbes - Rochechouart	6 osób uległo zatruciu dymem.
Bruksela	06.1987 r.	Pożar w barze samoobsługowym na stacji poza peronem.	
Moskwa	1987 r.	Pożar pociągu w tunelu. Ewakuowano ludzi.	

Londyn	18.11.1987 r.	Pożar drewnianych schodów ruchomych na stacji King Cross	31 ofiar śmiertelnych.
Warszawa	29 lipiec 2002	Pożar w tunelu średnicowym w okolicy Dworca Centralnego. Przyczyną było zaprószenie ognia przez bezdomnych.	
Tegu	18.02.2003 r.	Pożar pociągu. Podpalenie – użycie łatwopalnej substancji chemicznej przez samobójcę.	133 ofiar śmiertelnych
Londyn	10.2003 r.	Dwa wypadki pociągów – wykolejenie się wagonów metra oraz pęknięcie szyny	Uszkodzone wagony. 6 osób rannych.
Paryż	29.07. 2007	Pożar pociągu metra	36 osób zatrutych dymem

Tabela nr 10. Ataki terrorystyczne w pociągach i stacjach metra.

Miasto	Data	Opis zdarzenia	Straty
Moskwa	8 stycznia 1977	wybuch bomby w wagonie między stacjami	siedem ofiar śmiertelnych.
Baku	19 marca 1994	wybuch bomby w zatłoczonym wagonie	13 ofiar śmiertelnych i 50 rannych
Baku	3 maja 1994	wybuch bomby w wagonie między stacjami, pożar w tunelu metra.	Siedem ofiar śmiertelnych, 10 rannych.
Tokio	20 marca 1995	członkowie japońskiej sekty Aum uwolnili gaz paraliżujący sarin w kilku wagonach.	Zginęło 12 ludzi, 3,8 tys. doznało obrażeń.
Paryż	25 lipca 1995	algierscy islamiści zdetonowali bombę w wagonie metra na stacji Saint-Michel.	Zginęło ośmiu ludzi, ponad 100 zostało rannych
Moskwa	11 czerwca 1996	wybuch bomby	cztery ofiary śmiertelne, 12 rannych.
Moskwa	1 stycznia 1998	Na stacji Trietiakowskaja wybuch	rannych trzy osoby

		bomby	
Moskwa	5 luty 2001	Wybuch bomby na stacji Biełorusskaja	Rannych zostało 20 osób, w tym dwoje dzieci.
Moskwa	6 luty 2004	zamachu bombowym w metrze moskiewskim. Wybuch spowodował zamachowiec-samobójca.	zginęło 49 ludzi a 122 zostało rannych
Madryt	11 marzec 2004	Zamach bombowy na cztery pociągi podmiejskie na trzech dworcach kolejowych w Madrycie. Bomby w pociągach wybuchły w czasie porannego szczytu	śmierć poniosło 190 osób a 1247 zostało rannych .
Londyn	7 lipca 2005	Wybuch trzech bomb w metrze	56 osób zabitych i ok. 700 rannych

7.1.2. Awaria techniczna

Awarią techniczną w rozumieniu przepisów nazywamy gwałtowne, nieprzewidziane uszkodzenie lub zniszczenie obiektu budowlanego, urządzenia technicznego lub systemu urządzeń technicznych powodujące przerwę w ich używaniu lub utratę ich właściwości.

W tak rozumianej awarii technicznej zagrożenia mogą wystąpić na stacjach i tunelach metra w:

- w infrastrukturze technicznej,
- budowlana – w wyniku uszkodzeń konstrukcji stacji czy tunelu,
- urządzenia : energetyczne, wentylacyjne, teletechniczne, wodnokanalizacyjne w transporcie podziemnym – szynowy (wagony metra – zatrzymanie w tunelu w wyniku awarii systemów, wypadnięciu z szyn, zawaleniu konstrukcji itp.).

7.1.2.1. Rodzaje awarii technicznych i ich wpływ na eksploatację metra

Rozpatrując sytuacje awaryjne, jakie mogą wystąpić w czasie eksploatacji linii metra warszawskiego, należy wyróżnić dwie grupy awarii i jako kryterium przyjąć wpływ awarii na funkcjonowanie metra.

Pierwszą grupą awarii stanowią awarie powodujące wstrzymanie lub ograniczenie ruchu pociągów metra. Do tych awarii należy zaliczyć :

- awarie nawierzchni torowej,
- awarie taboru,
- awarie systemu elektroenergetycznego,
- awarie urządzeń sterowania ruchem,
- awarie wodociągu w tunelu.

Drugą grupę awarii stanowią awarie nie wpływające na ruch pociągów, ale powodujące utrudnienia i ograniczenia w pracy stacji.

W grupie tej znajdują się :

- awarie urządzeń łączności, TV użytkowej,
- awarie urządzeń zdalnego sterowania,
- awarie urządzeń wentylacyjnych,
- awarie schodów ruchomych,
- awarie instalacji elektroenergetycznych.

Zatrzymanie ruchu pociągów metra zwłaszcza w godzinach szczytu powoduje poważne zakłócenia w systemie komunikacji miejskiej, a w samym metrze trudne do opanowania i „rozładowania" przepełnienia stacji w wyniku stale napływających potoków pasażerów.

Zatrzymanie ruchu pociągów może nastąpić w wyniku następujących awarii technicznych :

- pęknięcia szyny,
- uszkodzenia rozjazdu,
- uszkodzenia konstrukcji wsporczych trzeciej szyny,
- uszkodzenia części biegowych taboru,
- uszkodzenia pneumatycznej instalacji hamulcowej,
- wykolejenia wagonu,
- zderzenia dwóch pociągów,
- braku zasilania z rozdzielni RPZ,
- awarii na szynach rozdzielnicy 15 kV,
- awarii na szynach rozdzielnicy prądu stałego,
- awarii napędu zwrotnicowego,
- awarii systemu sterowania napędem zwrotnicowym,
- pęknięciem przewodu wodociągowego w tunelu.

Szczególnie niebezpiecznym przypadkiem awarii jest wykolejenie pociągu mogące pociągnąć za sobą ofiary w ludziach oraz uszkodzenie wielu innych urządzeń znajdujących się w tunelu (np. nawierzchni torowej, konstrukcji wsporczej trzeciej szyny, instalacji biegnących w tunelu itp.).

Awarie powodujące ograniczenia w ruchu powstają w wyniku :

- uszkodzenia elementów mocujących szyny jezdne oraz szynę prądową,
- uszkodzenia urządzeń AOP (Automatyczne Ograniczenie Prędkości) zarówno liniowych jak i taborowych,
- uszkodzenie taboru powodujące konieczność jazdy ze zmniejszoną prędkością (awarie zawieszenia, układu hamulcowego, układu sterowania) lub zepchnięcia składu przez inny skład,
- uszkodzenia zespołu prostownikowego, braku zasilania całej podstacji lub wystąpienia awarii na sekcji szyn rozdzielnicy 15 kV.

Urządzenia techniczne, których praca ma decydujące znaczenie dla bezpieczeństwa i pracy metra.

Tabor.

Stan techniczny taboru pasażerskiego metra jest jednym z głównych czynników decydujących o bezpieczeństwie i jakości pracy metra.

Dla utrzymania taboru w stałej sprawności technicznej poddawany on jest okresowym przeglądom technicznym różnych stopni, których zakres i częstotliwość wykonywania określony jest w instrukcjach eksploatacji taboru.

Pomimo dokonywania okresowych przeglądów i napraw, doświadczenia eksploatacji metra w Rosji , Czechach i Węgrzech wskazują, że zdarzają się przypadki awarii w czasie przewozów pasażerów.

Awarie powodujące unieruchomienie pociągu w tunelu zdarzają się bardzo rzadko (raz na kilka lat). Z uwagi na poważne zakłócenia w ruchu wywołane awarią pociągu , pomimo tak rzadko występujących awarii, organizowane są pogotowia techniczne wyposażone w odpowiedni sprzęt do usuwania awarii taboru.

Tory.

Niemniej ważnym zagadnieniem od bezawaryjności taboru jest utrzymanie we właściwym stanie torów na linii. Tory poddawane są codziennym przeglądom w czasie obchodów, okresowym badaniom defektoskopowym, pomiarom geometrii. Awarie torów są szczególnie niebezpieczne, gdyż oprócz zatrzymania ruchu mogą być przyczyną wykolejenia wagonów pociągu metra. Wykolejenie wagonu może spowodować uszkodzenie urządzeń w tunelu, uszkodzenie taboru, a nawet ofiary w ludziach czy powstanie pożaru.

Rozjazdy.

Najbardziej podatnym na uszkodzenia elementem nawierzchni torowej są rozjazdy. Podobnie jak tory są one poddawane codziennym przeglądom oraz okresowym badaniom defektoskopowym.

Urządzenia elektroenergetyczne.

System elektroenergetyczny linii metra został tak zaprojektowany aby zanik napięcia zasilającego podstacje oraz awarie urządzeń powodowały możliwie małe zakłócenia w pracy metra. Odbiorniki o podstawowym znaczeniu dla pracy metra (oświetlenie, urządzenia SRP (Sterowanie Ruchem Pociągów) i zdalnego sterowania, wentylatory wentylacji podstawowej itp.) posiadają podwójne zasilanie. Zastosowano sekcjonowane systemy szyn zbiorczych z automatyką załączania rezerwy zarówno po stronie średniego jak i niskiego napięcia. Ponadto dla zespołów prostownikowych oraz transformatorów energetycznych dopuszczalne są krótkotrwałe przeciążenia, pozwalające na zachowanie ciągłości zasilania przy wypadnięciu z ruchu części urządzeń. Pomimo dużej elastyczności pracy systemu elektroenergetycznego awarie urządzeń mogą powodować przerwy lub ograniczenia w ruchu pociągów lub w znacznym stopniu utrudnić pracę stacji.

Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego.

Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego – liniowe i stacyjne są tak zaprojektowane aby awarie powodowały jak najmniejsze zakłócenia w nadzorowaniu i prowadzeniu ruchu. Brak kodowania na pojedynczym odcinku izolowanym nie powoduje większego opóźnienia pociągów, brak kodowania na całej długości odcinka międzystacyjnego
(przypadek bardzo rzadki) powoduje konieczność prowadzenia ruchu przy pomocy sygnalizatorów przytorowych.

Brak zdalnego sterowania urządzeniami stacyjnymi zrk powoduje konieczność przejścia na sterowanie lokalne z pulpitu nastawczego znajdującego się na danej stacji. Największe zakłócenia w ruchu powoduje uszkodzenie napędu zwrotnicowego.

Urządzenia zdalnego sterowania.

Urządzenia zdalnego sterowania pozwalają na nadzorowanie i kierowanie z centralnej dyspozytorni pracą urządzeń technicznych zainstalowanych na linii.

W przypadku awarii systemu zdalnego sterowania urządzenia na linii sterowane są lokalnie. Niesprawność systemu zdalnego sterowania nie powoduje ograniczenia ruchu pociągów lecz w znacznym stopniu utrudnia eksploatację.

Urządzenia łączności i teletechniczne.

Awarie urządzeń łączności i teletechniczne podobnie jak awarie urządzeń zdalnego sterowania nie powodują ograniczenia w ruchu pociągów lecz znacznie utrudniają pracę stacji.

Urządzenia mechaniczne, wentylacyjne i sanitarne.

Stacje metra wyposażone są w szereg urządzeń służących do obsługi pasażerów i zapewniających właściwą pracę stacji. Są to :

- schody ruchome,

- windy,
- bramki wejściowe na stacje,
- automaty do sprzedaży biletów,
- zamknięcia stacyjne (drzwi , bramy),
- maszyny do utrzymania czystości,
- wentylatory,
- pompy.

Awarie tych urządzeń nie są zbyt uciążliwe i nie powoduję ograniczeń w ruchu pociągów.

Rodzaje awarii nawierzchni torowej.

Awarie nawierzchni torowej można podzielić pod względem ich wpływu na ruch :

- awarie powodujące konieczność zatrzymania ruchu na uszkodzonym torze,
- awarie polegające raczej na zużyciu elementów nawierzchni, które należy jak najszybciej usunąć, jednak nie powodujące konieczności wyłączenia toru z ruchu.

Awarie nawierzchni torowej powodujące konieczność zatrzymania ruchu :

- pęknięcia lub wykruszenia szyny,
- uszkodzenia (złamanie, zgięcie, oderwanie) mechanicznych elementów zamknięcia zwrotnicowego, takich jak drążek suwakowy, prowadnice, klamry, sworznie lub śruby nie pozwalających na przestawienie zwrotnicy.

Przypadki pęknięcia szyn w każdym przypadku powodują konieczność ich wymiany. Przyczyny pęknięć i uszkodzeń szyn dzielą się na dwie grupy :

1) przyczyny powstające w procesie produkcji (wadliwość w składzie chemicznym stali, wady w produkcji wlewka, niedokładności i wady w procesie walcowania i obróbki szyny oraz w procesie chłodzenia szyn po walcowaniu),
2) przyczyny powstające w czasie eksploatacji (wpływ uderzenia kół na złączach, wadliwe utrzymanie toru, nieprawidłowości w utrzymaniu taboru (płaskie miejsca na obręczach kół), oraz zmęczenie stali szynowej spowodowane dużym obciążeniem przewozami.

Rodzaje awarii systemu elektroenergetycznego.

Jak wynika z doświadczeń energetyki zawodowej źródłem najczęstszych awarii są błędy w zadziałaniu automatyki, oraz kable elektroenergetyczne średniego napięcia. Wyłączniki zastosowane w podstacjach metra wyłączają skutecznie i bezawaryjnie zwarcia i nie stanowią źródła istotnych zakłóceń. W wyłącznikach tych należy w praktyce liczyć się jedynie z możliwością uszkodzeń i niesprawności układu napędowego.

Znaczna część uszkodzeń kabli wynika z ich złej jakości. Do najczęściej występujących przyczyn powodujących najdłuższe przerwy w zasilaniu trakcji elektrycznej są :

- brak dopływu energii z RPZ -tów,
- awarie kabli,
- awarie wyłączników prądu stałego.

Awarie kabli trakcyjnych w głównej mierze spowodowane są uszkodzeniami mechanicznymi. Uszkodzenie kabli są często przyczyną ciężkich zwarć doziemnych powodujących uszkodzenia wyłączników prądu stałego. Zwarcia w obwodach prądu stałego są też przyczyną uszkodzeń prostowników i powodują niekiedy zapalenie się prostowników.

Po stronie średniego napięcia przemiennego nie notuje się poważniejszych awarii.

Dla ochrony mało odpornej na przepięcia izolacje transformatorów suchych, zastosowano w metrze ochronniki przeciwprzepięciowe, co podnosi pewność ruchową tych transformatorów. Brak zasilania z RPZ powoduje wypadnięcie z ruchu jednej podstacji energetyczno – trakcyjnej metra. W sytuacji takiej tracą zasilanie wszystkie zespoły prostownikowe danej podstacji i zasilane z niej transformatory energetyczne. Wszystkie sekcje szyny prądowej zasilane z tej podstacji otrzymują jedynie zasilanie jednostronne z sąsiednich podstacji. W podstacji sąsiedniej, gdzie sekcje szyn prądowych zasila tylko jeden zespół prostownikowy, nastąpi znaczne przeciążenie tego zespołu, co przy normalnej częstotliwości ruchu, może doprowadzić w krótkim czasie do zadziałania zabezpieczenia i wyłączenia zespołu prostownikowego z ruchu. W sytuacji takiej należy bezzwłocznie ograniczyć ruch pociągów. Innym następstwem przerwy dopływu energii z RPZ jest zgaśnięcie normalnego oświetlenia na stacji z podstacją pozbawioną zasilania. Palą się tylko lampy oświetlenia awaryjnego.

Jeżeli przerwa w zasilaniu z RPZ ma trwać dłużej niż kilka minut, to pozbawioną napięcia podstację należy zasilić z linii BHP.

Rodzaje awarii urządzeń automatyki i łączności.

Awarie urządzeń automatyki i łączności mogą powodować :

- zatrzymanie ruchu pociągów,
- ograniczenia w ruchu pociągów,
- utrudnienia w pracy stacji metra.

Awariami powodującymi zatrzymanie ruchu pociągów są :

- uszkodzenie napędu zwrotnicowego,
- uszkodzenia linii kablowej zasilającej napęd zwrotnicowy,
- brak napięcia zasilającego napęd zwrotnicowy.

Awariami powodującymi ograniczenia w ruchu są:

- brak sygnału kodowego na odcinku izolowanym,
- brak kontroli zajętości odcinka izolowanego,

- uszkodzenie taborowych urządzeń AOP.

Awariami utrudniającymi pracę stacji są :

- awarie urządzeń zdalnego sterowania,
- awarie urządzeń radiołączności,
- awarie urządzeń łączności przewodowej,
- awarie urządzeń TV użytkowej,

oraz w mniejszym stopniu :

- awarie sieci czasu,
- awarie nagłośnienia.

Rodzaje awarii urządzeń mechanicznych, wentylacyjnych i sanitarnych.

Awarie tych urządzeń można podzielić na dwie grupy :

1) zagrażające bezpieczeństwu pasażerów i jednocześnie utrudniających płynne funkcjonowanie metra (awarie schodów ruchomych i wind , awaria rurociągu wodnego w tunelu),
2) nie zagrażające bezpieczeństwu pasażerów lecz utrudniających funkcjonowanie metra.

Do typowych awarii schodów ruchomych i wind należy zaliczyć :

- brak energii elektrycznej na odcinku stacja trafo – szafa sterownicza (awarie w podstacji trafo),
- awaria elementów szafy sterowniczej,
- zatrzymanie biegu schodów bądź windy przez pasażerów na skutek niewłaściwej eksploatacji (zadziałanie wyłączników bezpieczeństwa),
- zatrzymanie schodów bądź windy przez obsługę konserwacyjną na skutek stwierdzenia uszkodzeń mechanicznych napędowych.

Do typowych awarii urządzeń takich jak : kasowniki, automaty do sprzedaży biletów, maszyn do utrzymania czystości należą :

- uszkodzenia elementów mechanicznych,
- uszkodzenia elementów elektrycznych.

Awaria instalacji doprowadzenia wody jeśli wystąpi na rurociągu zlokalizowanym w tunelu może wpłynąć na dezorganizację ruchu pociągów. W przypadku dużego wypływu wody i zalewania torowiska może zajść konieczność chwilowego zatrzymania ruchu pociągów do momentu zamknięcia sekcyjnych zaworów odcinających dopływ wody. Woda spływa do przepompowni stamtąd wypompowywana jest na zewnątrz. Przekroczenie dopuszczalnego poziomu ścieków w przepompowni sygnalizowane jest w centralnej dyspozytorni.

Typowe stany awaryjne :

- mechaniczne zatkanie się rurociągów odprowadzania ścieków i wód opadowych,
- uszkodzenie zaworów wodociągowych,
- w pompowni: brak napięcia zasilania pomp, uszkodzenia rurociągów lub zasuw odcinających, uszkodzenia mechanizmów pompy lub automatyki sterującej pracą pomp,
- w wentylacji podstawowej i lokalnej brak napięcia w urządzeniach zasilających, uszkodzenia silnika lub elementów automatyki, zanieczyszczenia filtrów zapachowych i tłumików przepływu powietrza.

7.1.3. Atak terrorystyczny

1) z użyciem ładunku wybuchowego – zagrożone stacje i tunele (bomba w wagonie),
2) z użyciem środków chemicznych (toksycznych, biologicznych, substancji łatwopalnych itp.) – zagrożone stacje i tunele .

Na szczególną uwagę zasługuje łatwość wprowadzenia tych środków poprzez czerpnio – wyrzutnie stacyjne i szlakowe zlokalizowane na poziomie terenu wzdłuż całej linii metra.

7.2. Zagrożenia zewnętrzne

7.2.1. Czynniki mające wpływ na zagrożenie pożarowe

Zagrożenie pożarowe na terenie Warszawy wynika przede wszystkim z jej specyficznego charakteru związanego z pełnionymi funkcjami centrum politycznego, administracyjnego oraz handlowego, kulturalnego i naukowego kraju.

Na duże zagrożenie pożarowe mają wpływ przede wszystkim następujące czynniki :

gęstość zaludnienia miasta oraz znaczna ilość pracujących lub czasowo przebywających na jego terenie ludzi, a co za tym idzie większe prawdopodobieństwo powstania dużej liczby pożarów, specyfika wielkomiejskiej zabudowy :

- budynki wysokie i wysokościowe administracyjno – biurowe,
- budynki mieszkalne powyżej 9-ciu kondygnacji.

7.2.2. Potencjalne zagrożenia katastrofami budowlanymi

Na zagrożenie katastrofami budowlanymi mają wpływ następujące czynniki :

- istnienie starych budynków, głównie mieszkalnych,
- wzrastająca ilość nowych budynków o zróżnicowanej konstrukcji i wielkości np. budynków zaliczanych do wysokich i wysokościowych ,
- duża ilość prowadzonych robót budowlanych, konstrukcyjnych i remontowych..

7.2.3. Działania terrorystyczne

Odnotowywane coraz częściej w ostatnich latach akty terrorystyczne pokazują, że atak taki może zostać wykonany praktycznie na wszystkie elementy infrastruktury miasta.

W Polsce dotychczasowe akty terrorystyczne są najczęściej skutkiem działań przestępców, osób niezrównoważonych psychicznie i z reguły mają postać ładunków wybuchowych podkładanych pod samochody, mieszkanie czy lokal gastronomiczny. Nie można wykluczyć ataku terrorystycznego, którego celem stanie się szkoła, szpital, samolot, metro , wodociąg czy też obiekt użyteczności publicznej. Nabiera to szczególnego znaczenia w obecnej sytuacji społeczno – politycznej na świecie.

7.2.4. Zagrożenia dla obiektów metra wynikające z zagrożeń miejskich

Do zagrożeń zewnętrznych – mniej prawdopodobnych występujących na terenie miasta stołecznego Warszawy mogących mieć znaczenie na wystąpienie zagrożenia dla obiektów I linii metra warszawskiego można zaliczyć :

- pożar budynków zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie wejść do stacji i czerpnio-wyrzutni,
- awaria techniczna w infrastrukturze technicznej miasta,
- znaczna awaria zasilania w energię elektryczną (praca urządzeń metrowskich tylko na zasilaniu awaryjnym, brak zasilania trzeciej szyny itp.),
- awaria sieci wodociągowej (brak zasilania w wodę co spowoduje brak wody do gaszenia ewentualnego pożaru),
- awaria urządzeń telekomunikacyjnych (brak łączności przewodowej),
- w transporcie naziemnym :
  - wypadek drogowy z udziałem pojazdów przewożących materiały niebezpieczne,
  - wypadek drogowy (uszkodzenie wejść do stacji oraz ewentualne dostanie się rozlanego paliwa na poziom antresoli),
- katastrofa budowlana – w wyniku zawalenia się budynków wysokościowych zlokalizowanych w sąsiedztwie stacji metra,
- inne miejscowe zagrożenia,
- w wyniku klęski żywiołowej :
  - silne wiatry, huragany- zniszczenie naziemnej infrastruktury budowlanej stacji,
  - gwałtowne opady atmosferyczne- wdarcie się wód opadowych do wnętrza stacji,

- osunięcia ziemi – w wyniku katastrofy budowlanej, lotniczej, długotrwałych opadów atmosferycznych,
- silne mrozy – uszkodzenie sieci wodociągowej,

▪ ataku terrorystycznego w Warszawie:
- z użyciem ładunku wybuchowego w budynkach wysokościowych zlokalizowanych w pobliżu linii metra,
- z użyciem materiałów promieniotwórczych w pobliżu stacji,
- z użyciem substancji chemicznych promieniotwórczych czy też innych materiałów niebezpiecznych w pobliżu stacji metra,
- z użyciem środków chemicznych,
- zatrucie wody pitnej.

8. Warunki techniczne i operacyjne bezpieczeństwa pożarowego obiektów metra

8.1. Kwalifikacja pożarowa obiektów metra

Ze względu na funkcję obiektu, wyróżnia się następujące, zasadnicze strefy:

1) część przeznaczona dla pasażerów, tj. perony, kioski z prasą, kwiatami lub artykułami żywnościowymi – zaliczone do kategorii zagrożenia ludzi ZL I,
2) pasaże i poziomy o charakterze handlowo-usługowym - zaliczone do kategorii zagrożenia ludzi ZL I,
3) pomieszczenia techniczne stacji związane z obsługą pociągów metra, organizacją ruchu, utrzymaniem czystości itp. – strefa PM o gęstości obciążenia ogniowego nie przekraczającej 2000 MJ/ m^2.

8.2. Reakcja na ogień

Elementy budynku i kable jako nierozprzestrzeniające ognia, powinny spełniać co najmniej następujące wymagania w zakresie reakcji na ogień:

1) tunele i stacje metra – klasa A1,
2) Okładziny sufitów, sufity podwieszone, przewody wentylacyjne, tłumiki i filtry – klasa A2-s1, d0,

3) okładziny, przekrycia, obudowy schodów, ściany działowe, osłony i przegrody – klasa B-s1, d0,
4) posadzki peronów i schody – klasa $A1_{fl}$,
5) wykładziny podłogowe i posadzki – klasa C_{fl} -s1,
6) kable w tunelu i na stacji – klasa $B2_{ca}$ -s1a, al.

8.3. Klasa odporności ogniowej elementów stacji i tuneli szlakowych

Wszystkie elementy konstrukcyjne należy wykonać z materiałów niepalnych o następującej klasie odporności ogniowej:

1) główna konstrukcja nośna tuneli i stacji - R 120,
2) konstrukcja nośna zadaszenia nad wyjściami z obiektu podziemnego – R 30,
3) stropy - REI 120,
4) ściany łączników pomiędzy tunelami – REI 120,
5) obudowa pionów instalacyjnych i elektroenergetycznych - EI 120,
6) kanały wentylacji pożarowej i klapy odcinające na przewodach wentylacyjnych - EI 120,
7) pomieszczenia techniczne, śmietniki, pomieszczenia energetyczne - REI 120,
8) drzwi i zamknięcia w ścianach i stropach o klasie odporności ogniowej REI 120 i EI 120 – EI 60, wyposażone w samozamykacze,
9) drzwi i zamknięcia w ścianach i stropach o klasie odporności ogniowej REI 60 i EI 60 – EI 30, wyposażone w samozamykacze,
10) ściany wewnętrzne EI 30,
11) ściany pomieszczeń handlowych z wyjątkiem wolnostojących kiosków - EI 30; w przypadku ochrony tych stref systemem sygnalizacji pożaru i instalacją tryskaczową ściany działowe bez wymagań w zakresie klasy odporności ogniowej,
12) ściany kiosków wolno stojących – bez wymagań w zakresie klasy odporności ogniowej,
13) konstrukcja schodów stałych - R 120,
14) schody ruchome - oddzielone od torów na całej długości ścianką z materiałów niepalnych o klasie odporności ogniowej minimum EI 60; jeżeli pod schodami znajduje się pomieszczenie, niezależnie od jego przeznaczenia, powinno być ono wydzielone od schodów płytą z materiałów niepalnych o klasie odporności ogniowej EI 60 oraz

ścianami o tej samej klasie,

15) windy przeznaczone dla ekip ratowniczych - wydzielone ścianami o klasie odporności ogniowej REI 120 i zamykane drzwiami EI 60 z samozamykaczami; dla ścian i drzwi wind ponad poziomem terenu dopuszcza się wykonanie ich bez klasy odporności ogniowej, pod warunkiem zachowania odległości ze względu na bezpieczeństwo pożarowe od obiektów sąsiednich,
16) przepusty instalacyjne w ścianach i stropach - o tej samej klasie odporności ogniowej jak przegroda.

8.4. Strefy pożarowe i oddzielenia przeciwpożarowe

Podział stacji metra na strefy pożarowe, określony dopuszczalną wielkością powierzchni strefy nie znajduje uzasadnienia. Dokonując podziału stacji, należy wydzielić dwie podstawowe strefy pożarowe:

1) perony pasażerskie łącznie z poziomami pomocniczymi (handel, usługi),
2) zespoły pomieszczeń związanych z obsługą pociągów metra oraz organizacją i utrzymaniem ruchu.

Niezależnie od ww. podstawowego podziału należy wydzielić pożarowo poszczególne pomieszczenia związane z funkcjonowaniem urządzeń mających wpływ na bezpieczeństwo w warunkach ewentualnego pożaru czy innego zagrożenia: dyspozytornie stacyjne, podstacje energetyczne, dyspozytornie podstacji, przekaźnikownie SRP, pomieszczenia urządzeń zasilających SRP, pomieszczeń urządzeń łączności, pomieszczenia multiwerterów, urządzeń RTV, urządzeń zdalnego sterowania, maszynownię schodów ruchomych.

Dla elementów oddzieleń przeciwpożarowych przyjąć klasę odporności ogniowej REI 120. Przepusty w ścianach i stropach oraz elementy obudowy instalacji i urządzeń muszą posiadać taką samą klasę odporności ogniowej jak przegroda, w której się znajdują (ze względu na szczelność ogniową **E** i izolacyjność ogniową **I**). Elementy oddzieleń przeciwpożarowych i wydzielających wskazane wyżej pomieszczenia wykonać z materiałów niepalnych w następującej klasie odporności ogniowej:

1) ściany i stropy – REI 120,
2) kanały wentylacji pożarowej i klapy odcinające na przewodach wentylacyjnych – EI 120,
3) obudowa pionów instalacyjnych, elektroenergetycznych i wentylacyjnych – EI 120,
4) przepusty w ścianach i stropach – EI 120,
5) drzwi i zamknięcia w ścianach i stropach o odporności – EI 120.

8.5. Drogi ewakuacyjne. Warunki ewakuacji.

Wymagania w zakresie ewakuacji wynikają z :

- przepisów techniczno – budowlanych,
- przyjętych standardów i zasad wiedzy technicznej.

8.5.1. Stacje metra

Do ewakuacji przewidziano poziome i pionowe drogi komunikacji ogólnej. Do ewakuacji pionowej oprócz schodów stałych wykorzystywane będą schody ruchome.

Dla stacji metra przewidziano następujące założenia i wymagania ewakuacyjne:

1) czas ewakuacji ze stacji metra oraz poziomów handlowo-usługowych na otwarty teren lub do innej strefy pożarowej, nie może przekraczać 10 min, a przepustowość 1m szerokości poziomych i pionowych dróg ewakuacyjnych umożliwiać przejście minimum 60 osobom w czasie 1 min,
2) długość przejścia na peronach nie może przekraczać 70m (długość przejścia ewakuacyjnego od najdalszego miejsca na peronie do wyjścia ewakuacyjnego nie powinna przekraczać 40m zwiększonego o 50% ze względu na zastosowanie samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu oraz o 25% ze względu na wysokość pomieszczenia przekraczającą 5m, tj. łącznie 70 m) lub 90m (zwiększenie o kolejne 50% przy zastosowaniu stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych),
3) jednocześnie na stacji przebywa 3.450 osób (w celu ustalenia tej wielkości przyjęto najbardziej niekorzystny wariant, tj. częstotliwość kursowania składów co 4 minuty, na podstawie której wyliczono, że na peronie oczekuje 450 osób (30 % ilości osób stojących i siedzących w jednym 6-wagonowym składzie) a dalsze 3000 osób może w tym samym czasie znajdować się w dwóch składach przebywających jednocześnie na stacji),
4) minimalne wymiary dróg ewakuacyjnych, przy których zachowana jest ciągłość ruchu ludzi należy ustalać przy założeniu:
    - średnia prędkość poruszania się po schodach stałych i ruchomych zatrzymanych wynosi 0,25 m/s, a po drogach poziomych 1,01 m/s,
    - średni strumień ludzi przemieszczających się po schodach stałych wynosi w przeliczeniu na 1 m szerokości schodów 60 osób/min,
    - 40 % osób przebywa na stacji z bagażami,

5) oprócz schodów stałych do celów ewakuacyjnych należy przewidzieć schody ruchome pod następującymi warunkami:
   - wykonane z materiałów niepalnych,
   - minimalna szerokość schodów 1,12 m,
   - schody wyposażone w podwójny układ hamulcowy (mechaniczny), uniemożliwiający bezwładnościowy przesuw stopni,
   - zewnętrzne obudowy biegów schodów ruchomych np. tubowe o klasie odporności ogniowej EIS 120 (konstrukcja i wypełnienie) z materiałów niepalnych. Wewnętrzne wykończenie obudowy z materiałów co najmniej trudnozapalnych.
   - jeżeli pod schodami znajduje się pomieszczenie, niezależnie od jego przeznaczenia, powinno być ono wydzielone od schodów płytą z materiałów niepalnych o klasie odporności ogniowej EIS 60 oraz ścianami o tej samej klasie. Otwory pomieszczenia zamknięte drzwiami o klasie odporności ogniowej EIS 30,

   Do obliczenia czasu ewakuacji należy ponadto założyć, że :
   - szerokość drogi ewakuacyjnej wynosi 60 cm stąd, obliczenia dotyczące ewakuacji wykluczają sytuację, w której ludzie wyprzedzają jeden drugiego na ruchomych schodach,
   - schody ruchome zostają wyłączone w przypadku pożaru, jednakże w praktyce, schody ruchome prowadzące do góry powinny działać tak długo jak to możliwe, ponieważ w znaczny sposób przyspiesza to ewakuację i ułatwia wyjście w bezpieczne miejsce osobom starszym i niepełnosprawnym,
   - w każdym przypadku jedne schody ruchome są nieczynne, tak jak to się zdarza gdy np. usunięto jeden z ich elementów podczas prac konserwacyjnych.
6) do ewakuacji osób niepełnosprawnych przewidziano specjalne windy, wykorzystywane również przez ekipy ratownicze, wydzielone ścianami o klasie odporności ogniowej REI 120 i zamykane drzwiami EI 60, oraz posiadającą zasilanie awaryjne zapewniające działanie wind w czasie nie krótszym niż 90 minut i łączność głosową z dyżurnym stacji (intercom pożarowy),
7) bramki biletowe na drodze ewakuacyjnej powinny spełniać następujące kryteria:
   - w warunkach zagrożenia powinny być automatycznie odblokowywane przez system sygnalizacji pożaru,
   - minimalna szerokość przejścia po dezaktywacji bramki to 0,51 m (dla bramek pobierających opłaty i dla bramek typu kołowrotowego),

- wysokość konsoli bramki – 1,02 m i 0,92 m przy poprzeczce kołowrotu dla bramek kołowrotowych,
- po dezaktywacji bramki kołowrotowej bramka powinna posiadać mechanizm wolnego koła w kierunku wyjścia,
- przepustowość bramek nie powinna być mniejsza niż 50 % przepustowości drzwi,
- w sąsiedztwie bramek należy zapewnić drzwi ewakuacyjne wyposażone w zamki antypaniczne lub sterowane przez system sygnalizacji pożaru oraz odpowiednio oznakowane,

8) łączna szerokości wyjść ewakuacyjnych ze stacji nie powinna być mniejsza niż szerokość schodów na danej drodze ewakuacyjnej,
9) wymagania dla dróg ewakuacyjnych w wydzielonych strefach pomieszczeń technicznych i administracyjnych, związanych z funkcjonowaniem stacji, należy przyjmować zgodnie z postanowieniami rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, obowiązującymi w czasie wykonywania projektu budowlanego,
10) drogi i wyjścia ewakuacyjne należy oznakować zgodnie Polską Normą PN-92/N-01256/02 Znaki bezpieczeństwa. Ewakuacja. Znaki wskazujące drogi i wyjścia ewakuacyjne w strefie dostępnej dla pasażerów należy wykonać jako podświetlone. Wszystkie znaki powinny być tak usytuowane i takich rozmiarów, żeby były widoczne. Powinny odznaczać się od dekoracji, wykończenia wnętrz czy innych znaków informacyjnych. Niedopuszczalne jest by dekoracje lub jakiekolwiek wyposażenie przesłaniały i osłabiły widzialność znaków. Takie samo wymaganie dotyczy oświetlenia - oświetlenie podstawowe nie powinno ograniczać widzialności znaków ewakuacyjnych,

    Na peronach stacji należy zastosować dodatkowe oznakowanie ewakuacyjne w postaci nisko umieszczonego oświetlenia ewakuacyjnego (nie wyżej niż 40 cm od poziomu posadzki) w następujący sposób:

    - zastosować punktowe źródła światła - źródło światła emitujące światło o powierzchni punktowej rozstawione w łańcuszku w odległościach max. 20 cm lub przez płaskie oprawy oświetlenia miejscowego o wymiarach od 7,5 cm do 10 cm x 15 cm do 20 cm ustawione w łańcuszku w odległościach max.35 cm,

      lub
    - liniowe źródło światła w postaci pasa o szerokości od 2 cm do 5cm o wysokich wartościach natężenia oświetlenia lub w postaci pasa o szerokości od 15 cm do 20 cm o niskich wartościach natężenia oświetlenia.

Pozostałe wymagania dotyczące oświetlenia - wg PN-E-02033:1984 (PN-84/E-02033).

11) W torach odstawczych z każdej strony należy zapewnić bezpieczna drogę umożliwiającą wyjście na poziom peronu,
12) W pasie ostrzegawczym rozgraniczającym pas bezpieczeństwa na peronie należy stosować elementy świecące własnym światłem,
13) Wymagania dotyczące ewakuacji dla osób niepełnosprawnych :
    - szczelina pomiędzy krawędzią peronu a wagonem należy ograniczyć do niezbędnego minimum,
    - droga przejścia od krawędzi peronu na poziom terenu musi tworzyć spójny i nieprzerwany łańcuch połączeń od początku do końca trasy, czytelnie oznakowany znakami informacji wizualnej,
    - krawędź peronu i pas 1m od krawędzi powinny być wyraźnie oznakowane w sposób czytelny dla osób niewidomych i słabowidzących oraz niepełnosprawnych intelektualnie,
    - na schodach (stałych i ruchomych) muszą znajdować się oznaczenia w postaci kontrastujących linii na wejściu i zejściu ze schodów. Przy schodach powinny znajdować się poręcze; należy wyróżnić odcinek 30 cm przed pierwszym i 30 cm za ostatnim stopniem,
    - drzwi automatyczne powinny być otwarte na tyle długo, aby osoba na wózku oraz niepełnosprawna intelektualnie mały czas na wyjście; drzwi muszą posiadać czujniki zapobiegające zamknięciu drzwi, gdy osoba znajduje się na linii ich zamknięcia,
    - wszelkie przeszkody na drodze dojścia do peronu (słupy, bramki, tablice informacyjne, powierzchnie szklane, itp.) powinny być oznaczone w sposób wyraźny (również z sygnalizacją dźwiękową),
    - windy powinny być całkowicie oszklone szyby i kabiny. Drzwi do windy powinny otwierać się w sposób automatyczny i posiadać kolorystykę w sposób wyraźny odcinającą się od ściany. Przyciski muszą wyróżniać się kolorystycznie, być wyposażone w oznaczenia w języku Braile'a i znajdować się na wysokości 0,8m. W kabinie muszą być zamontowane poręcze na wysokości 0,9m. Winda musi być wyposażona w sygnał akustyczny przyjazdu i zamykania drzwi, informację głosową o piętrach na których zatrzymuje się winda, monitoring wizyjny (kamera) doprowadzony do dyżurnego stacji, interkom łączności głosowej z dyżurnym stacji,
    - wszystkie elementy stacji związane z bezpieczeństwem lub informacją (punkty informacyjne, telefony alarmowe, przyciski alarmowe muszą być dostępne dla osób

niepełnosprawnych (w zakresie wysokości zainstalowania, łatwości obsługi, możliwości obsługi, czytelności informacji wizualnej i dźwiękowej).

Uwaga.

Na etapie projektu budowlanego, przed uzyskaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, konieczne jest uzyskanie zgody na odstępstwo od wymagań zawartych w rozporządzeniu Ministerstwa 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 późniejszymi zmianami) w trybie art. 9 Ustawy z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane w zakresie:

- możliwości uznania schodów ruchomych za drogę ewakuacyjną i uwzględnienia ich przy obliczaniu szerokości dróg ewakuacyjnych,
- możliwości uznania bramek biletowych o szerokości przejścia ok. 0,5m jako wyjść ewakuacyjnych,
- zmiany sposobu obliczania wymaganej szerokości dróg i wyjść ewakuacyjnych z obiektu, polegającej na przyjęciu zamiast szerokości 0,6m dróg ewakuacyjnych na każdych 100 osób przebywających na stacji warunku, że ewakuacja osób znajdujących się na stacji nie będzie trwać dłużej niż 10 minut, a przepustowość 1m szerokości schodów stałych wynosi 60 osób na minutę,
- przekroczenia dopuszczalnej długości przejścia ewakuacyjnego na peronie stacji i dojścia ewakuacyjnego na poziomie handlowo - usługowym tych stacji, na których on występuje.

8.5.2. Tunele szlakowe

Zakłada się, że palący pociąg musi dojechać na najbliższą stację, na której nastąpi ewakuacja ludzi. Nie mniej jednak ewakuacja może być prowadzona tunelem. Dla bezpieczeństwa pasażerów, ekip technicznych metra i służb ratowniczych przebywających w tunelu przyjęto następujące wymagania:

- tunele powinny być oddzielone od siebie ścianą o klasie odporności ogniowej REI 120,
- w bezpośrednim sąsiedztwie wentylatorni szlakowej, wykonać ewakuacyjną klatkę schodową, dostępną z każdego tunelu i prowadzącą na teren zewnętrzny,
- klatkę należy obudować ścianami o klasie odporności ogniowej REI 120, dla schodów zapewnić R120, wejścia zamknąć drzwiami o klasie odporności ogniowej EI 60 w wykonaniu dymoszczelnym, drzwi wyposażyć w samozamykacze i zamki antypaniczne. Drzwi powinny wytrzymywać nadciśnienie i podciśnienie wywołane przez nadjeżdżające pociągi,

- klatkę zabezpieczyć przed zadymieniem (nadciśnienie) oraz wyposażyć w oświetlenie awaryjne, podświetlone znaki kierunkowe, gniazda wtykowe 230 – 380 V i środki łączności – wykorzystywana będzie również przez ekipy ratownicze jako dojście ratunkowe,
- jeżeli długość przejścia pomiędzy osią stacji a drzwiami zamykającymi klatkę schodową przy wentylatorni szlakowej przekracza 750 m, należy wykonać dodatkowy łącznik pomiędzy tunelami (zamknięty obustronnie drzwiami o klasie odporności ogniowej EI 60 w wykonaniu dymoszczelnym, drzwi wyposażyć w samozamykacze i zamki antypaniczne; w łączniku przewidzieć zabezpieczenie przed zadymieniem (nadciśnienie),
- miejsce lokalizacji klatki schodowej wraz z drzwiami od strony tunelu oznakować w sposób łatwo widoczny- oznakowanie powinno być widoczne z odległości min. 30 m,
- chodniki technologiczne powinny posiadać szerokość 0,75 m oraz oznakowanie krawędzi elementami świecącymi własnym światłem,
- powierzchnia podtorza między szynami powinna umożliwiać bezpieczną ewakuację – przykrycie rowka odwadniającego np. płyty pełne antypoślizgowe, płyty ażurowe,
- stałe wyposażenie tunelu utrudniające ewakuację oznakować elementami świecącymi własnym światłem,
- punkty świetlne rozmieszczać co 30 m zapewniające strumień świetlny 10 lx/m2 powierzchni podłoża,
- oświetlenie awaryjne ewakuacyjne powinno spełniać wymagania przepisów techniczno – budowlanych i normy PN-EN 1838:2005,
- punkty oświetlenia awaryjnego stosować również do oświetlenia miejsc lokalizacji zaworów hydrantowych, gniazd wtykowych dla potrzeb ekip ratowniczych, tablic rozdzielczych.

8.5.3 Obliczenie szerokości dróg ewakuacyjnych na przykładzie projektowanej stacji metra Nowy Świat.

Obliczenie czasu ewakuacji i szerokości dróg ewakuacyjnych przeprowadzono na podstawie:

1. Wielobranżowego projektu koncepcyjnego odcinka centralnego II linii metra w Warszawie opracowanego przez Zespół Projektowy B.P. Metroprojekt i AMC – Andrzej M. Chołdzyński Konsorcjum Spółek z ograniczoną odpowiedzialnością,
2. Zasad wiedzy technicznej.

Do obliczeń czasu ewakuacji i wymaganej szerokości dróg ewakuacyjnych przyjęto parametry m.in. zgodnie z NFPA 130 [4]:

1. Szerokość pasa strumienia ludzi przyjmuje się dla schodów stałych i ruchomych – 0,60 m. Dla schodów ruchomych przyjęto następujące założenia:
   - schody ruchome mają przeważnie szerokość 1 metra. Pomimo to, do obliczeń zdecydowano się przyjąć szerokość drogi ewakuacyjnej 60 cm. Innymi słowy, obliczenia dotyczące ewakuacji wykluczają sytuację, w której ludzie wyprzedzają jeden drugiego na ruchomych schodach.
   - schody ruchome zostają wyłączone w przypadku pożaru (czyli najgorszy z możliwych scenariuszy), jednakże w praktyce, schody ruchome prowadzące do góry powinny działać tak długo jak to możliwe, ponieważ w znaczny sposób przyspiesza to ewakuację i ułatwia uratowanie się osobom starszym i niepełnosprawnym.
   - jedne schody ruchome są nieczynne, tak jak to się zdarza gdy np. usunięto jeden z ich elementów podczas prac konserwacyjnych.
2. Czas graniczny ewakuacji ze stacji metra przyjmuje się T_{gr} = 10 min.
3. Dla dróg ewakuacyjnych poziomych (korytarze, pochylnie) przyjmuje się :
   - szybkość poruszania się - 61 m/min, 1,01 m/s
   - przepustowość - 0,0893 p/mm-min, 53/ osoby / min
   - szerokość korytarzy - min. 1,73 m
4. Dla pionowych dróg ewakuacyjnych (schody stałe i ruchome), przy ruchu w górę przyjmuje się :
   - szybkość poruszania się - 15,24 m/min ; 0,25 m/s
   - przepustowość - 0,0626 p/mm-min 37 osób/min
   - szerokość - min. 1,12 m

Zgodnie z wytycznymi EBA [22] maksymalna ilość osób podlegających ewakuacji ze stacji metra, może być wyliczona w następujący sposób:

Pmax = n x (P1 + P2) + P3

n: ilość torów na peronie

P1: dopuszczalna ilość miejsc w najdłuższym pociągu zatrzymującym się na peronie

P2 : dopuszczalna ilość stojących pasażerów w najdłuższym pociągu zatrzymującym się na peronie

P3: ilość osób czekających na peronie odpowiadająca 30% sumy składników P1 oraz P2

Ilość osób przyjmuje się : jeden skład 6-wagonowy może pomieścić ok. 1500 osób (siedzących i stojących), zatem P1 + P2 = 1500

30% z 1500 osób wynosi 450 osób

Pmax = 2 x 1500 + 450 osób; stąd **Pmax = 3450 osób**

Obliczenie szerokości schodów ewakuacyjnych stałych i ruchomych :

Droga ewakuacji na przykładzie stacji „Nowy Świat"

długość dojścia do schodów na peronie L_1 = 38 m

długość biegu schodów L_2 = 15 m

Uwzględniając wyżej podane szybkości pieszego czas przejścia drogi (dla idącego z krańca peronu) pasażera na stacji wynosi:

T_1 = 38 m / 1,01 m/s = 37,6 s

T_2 = 15 m/ 0,25 m/s = 60 s

ΣT = 37,6 + 60 s = 97,6 s = 1,63 min

Na ewakuację drugiego i pozostałych pasażerów pozostaje 8,37 minuty

10 min – 1,63 min = 8,37 min

Jednocześnie znajduje się na stacji 3000 osób z pociągów oraz ok. 450 osób oczekujących na pociąg. Łącznie 3450 osób

W ciągu minuty z czasu pozostałego na ewakuację, należy ewakuować ze stacji 413 osób.

3450 / 8,37 = 412,2 osób tj. 413 osób

Liczba pasów ruchu na schodach konieczna dla ewakuacji wynosi 12 pasów.

413 / 37 osób/min = 11,2 pasa ruchu (60 cm) = 12 pasów o szerokości 60 cm.

Przeliczając wg założeń, że na 1 m szerokości schodów przepustowość wynosi 60 osób/min. otrzymamy :

413/ 60 osób / min = 6,88 m, czyli 7 szt. schodów ruchomych po 1,0 m..

Przy założeniu, że jedne schody są wyłączone z ruchu potrzebujemy 8 szt. schodów, czyli po 4 szt. na stronę.

8.6. Elementy wykończenia wnętrz.

Elementy służące do wykończenia wnętrz w obiektach metra muszą spełniać następujące warunki:

- wykonane z materiałów co najmniej trudno zapalnych, których produkty rozkładu nie są toksyczne i intensywnie dymiące,
- ścianki, osłony i przegrody z materiałów niepalnych,
- wykładziny podłogowe co najmniej trudno zapalne,
- okładziny sufitów i sufity podwieszone z materiałów niepalnych lub niezapalnych, nie kapiących i nie odpadających pod wpływem ognia. Przestrzeń pomiędzy sufitem i stropem podzielona na sektory o powierzchni nie większej niż 1000 m^2, a w korytarzach przegrodami z materiałów niepalnych co 50 m.
- podłogi podniesione o więcej niż 0,2 m ponad poziom stropu powinny mieć niepalną konstrukcję nośną oraz co najmniej niezapalne płyty od strony przestrzeni podpodłogowej, mające klasę odporności ogniowej co najmniej REI 30. Powierzchnia przestrzeni podpodłogowej nie może przekroczyć 1000 m^2.

Wymagania powyższe w zakresie trudnozapalności, toksyczności i dymotwórczości dotyczą również urządzeń wchodzących w skład elementów stałego wyposażenia stacji: tablic i urządzeń informacyjnych, ekranów multimedialnych, systemów nagłaśniających, elementów ozdobnych itp.

8.7. Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa.

Dostarczanie wody do celów gaśniczych w obiektach metra należy zapewnić rurami stalowymi prowadząc je w tunelach szlakowych, torach odstawczych metra oraz na peronach trakcyjnych jako dwa przewody wodociągowe Ø 100 ułożone po obu stronach ściany dzielącej tunele szlakowe i pod peronami. Główne przewody wodociągowe powinny posiadać zasilanie dwustronne z sieci miejskiej. Przewody zasilające wyposażyć w zawory zwrotne i zawory odcinające z napędem elektrycznym zdalnie sterowane z punktu dyspozycyjnego. Instalacja hydrantowa powinna być nawodniona i niezależna od instalacji wodnej, przeznaczonej na cele bytowe.

Na każdej niezależnej linii wodociągowej prowadzonej w tunelu metra zainstalować hydranty według następujących zasad:

- hydranty Ø 75 (wydajność hydrantu 10 dm^3/s przy ciśnieniu 0,2 MPa), rozmieszczone po dwie sztuki na peronach w rejonie wjazdu i wyjazdu z peronu,

- hydranty Ø 52 na stacji przy wejściu do pomieszczeń magazynowych lub technicznych o powierzchni większej niż 200 m^2 i gęstości obciążenia ogniowego powyżej 500 MJ/m^2, o zasięgu nie przekraczającym 23 m.
- zawory hydrantowe Ø 52 rozmieszczone w tunelach szlakowych w odległościach nie przekraczających 70 m,
- hydranty Ø 25 na stacji, rozmieszczone w poziomie peronu i poziomach handlowo-usługowych, o zasięgu nie przekraczającym 33 m.

Przewidzieć jednoczesną pracę czterech hydrantów Ø 52 o łącznej wydajności 10 dm^3/s, przy ciśnieniu 0,2 MPa.

Do zewnętrznego gaszenia pożaru przewidzieć hydranty naziemne zewnętrzne, usytuowane na sieci miejskiej, każdy o wydajności nie mniejszej niż 10 dm^3/s. Hydranty te usytuować w odległości nie większej niż 25 m, licząc od zejścia do podziemnej części metra.

Zbiorcze zapotrzebowanie na wodę do celów przeciwpożarowych dla stacji metra powinno wynosi co najmniej 20 dm^3/s.

8.8. Gaśnice i sprzęt ratowniczo-gaśniczy.

W skład wyposażenia każdej stacji powinny wchodzić gaśnice śniegowe i proszkowe oraz sprzęt ratowniczo-gaśniczy.

Do ustalania ilości gaśnic należy przyjąć warunek, że jedna jednostka środka gaśniczego 2 kg (3 dm^3) zawartego w gaśnicy powinna przypadać na każde 100 m^2 powierzchni strefy pożarowej. Odległość z każdego miejsca w obiekcie, w którym może przebywać człowiek, do najbliższej gaśnicy nie powinna być większa niż 30 m. Do gaśnic powinien być zapewniony dostęp o szerokości co najmniej 1 m.

W strefach ogólnodostępnych gaśnice umieszczać w atestowanych skrzynkach.

8.9. Urządzenia i instalacje elektroenergetyczne

Wszystkie przewody i kable w obiektach metra powinny posiadać powłoki nie rozprzestrzeniające ognia.

Przewody, kable i światłowody, wraz z zamocowaniami, w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie przeciwpożarowej powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej w warunkach pożaru w czasie nie krótszym niż 90 min. Warunek ten dotyczy:

- stacyjnych oraz szlakowych wentylatorów rewersyjnych i pozostałych wentylatorów w systemie wentylacji pożarowej,
- drzwi przeciwpożarowych,
- dźwigów pożarowych,
- zasuw na przewodach wodociągowych,
- oświetlenia ewakuacyjnego (w przypadku zasilania grupowego).

W ramach sterowania pracą pomp w przepompowniach, zastosować układ wykluczający w warunkach pożaru zamknięcie zasuw na przewodach wodociągowych.

W podstacji trakcyjno-energetycznej należy przewidzieć wyłącznie transformatory suche, chłodzone powietrzem lub mediami niepalnymi.

Należy zapewnić możliwość wyłączania obwodów, które nie muszą pracować w warunkach pożaru. Przeciwpożarowe wyłączniki prądu zlokalizować w pomieszczeniu dyżurnego stacji.

8.10. Urządzenia przeciwpożarowe

W składu urządzeń przeciwpożarowych wchodzą (urządzenia stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do wykrywania i zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków, a w szczególności: stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające, dźwiękowy system ostrzegawczy, systemu sygnalizacji pożarowej, w tym urządzenia sygnalizacyjno - alarmowe, urządzenia odbiorcze alarmów pożarowych i urządzenia odbiorcze sygnałów uszkodzeniowych, instalacje oświetlenia ewakuacyjnego, hydranty i zawory hydrantowe, pompy w pompowniach przeciwpożarowych, przeciwpożarowe klapy odcinające, urządzenia oddymiające, urządzenia zabezpieczające przed wybuchem, oraz drzwi i bramy przeciwpożarowe, o ile są wyposażone w systemy sterowania.

8.10.1. Stałe samoczynne urządzenia gaśnicze wodne (instalacja tryskaczowa)

Stałe samoczynne urządzenia gaśnicze wodne zastosować na poziomach handlowych.

Przewidzieć całkowitą ochronę pomieszczeń i dróg ewakuacyjnych.

Sygnały o zadziałaniu instalacji powinny być przekazane do dyspozytorni stacyjnej i centralnej.

8.10.2. Stałe urządzenia gaśnicze gazowe

System gaśniczy gazowy, sterowany centralą automatycznego gaszenia przewidzieć do zabezpieczenia następujących pomieszczeń metra:

- dyspozytorni stacyjnej,

- podstacji trakcyjno-energetycznej z dyspozytornią i kablownią podstacji,
- przekaźnikowni SRP,
- urządzeń zasilające SRP,
- multiwerterów,
- zdalnego sterowania,
- urządzeń łączności,
- CCTV i DSO,

Proponuje się także zabezpieczenie tym systemem pomieszczeń, w których zlokalizowane są napędy schodów ruchomych (rozważyć na etapie projektowym, w zależności od możliwości technicznych) .

Nasycenie przestrzeni chronionej gazem gaśniczym powinno następować równomiernie a stężenie gaśnicze powinno być osiągnięte czasie do 10 sek.

Przestrzenie pomieszczeń przewidzianych do zabezpieczenia systemem należy wydzielić pożarowo stropami i ścianami o wymaganej klasie odporności ogniowej, a wszystkie otwory i przepusty powinny zostać wykonane jako ognioszczelne i dodatkowo uszczelnione. Kanały wentylacyjne prowadzone do pomieszczeń chronionych zaopatrzyć w klapy odcinające z siłownikami.

Zasilanie central wchodzących w skład urządzenia wykonać przewodem elektroenergetycznym, bezhalogenowym, ognioodpornym, zapewniającym ciągłość zasilania w czasie 90 minut. Urządzenia gaśnicze w poszczególnych pomieszczeniach należy oznakować.

8.10.3. Dźwiękowy system ostrzegawczy (DSO)

DSO zaprojektować na stacjach w oparciu o cyfrowy, pracujący w pętli, certyfikowany system umożliwiający zachowanie tych samych parametrów nagłośnienia, które występują na wykonanych już stacjach metra. System powinien umożliwiać rozszerzanie go o dodatkowe elementy. W celu eliminacji zakłóceń jego pracy zastosować okablowanie sieciowe w kształcie pętli.

System powinien wykonywać szereg operacji cyfrowego przetwarzania sygnału audio. Poprawność działania wszystkich elementów systemu powinna być stale nadzorowana, a wszelkie nieprawidłowości zgłaszane do sterownika sieciowego. Każdy wejściowy lub wyjściowy moduł audio wyposażony w gniazdo słuchawkowe umożliwiające monitorowanie sygnałów fonicznych. Sterownik sieciowy również wyposażony w głośnik umożliwiający monitorowanie sygnałów audio. System DSO należy zintegrować z systemem sygnalizacji

pożaru (SSP). Z centrali SSP doprowadzić tyle sygnałów alarmowych, ile jest stref nagłośnienia. W momencie pojawienia się zagrożenia pożarowego (alarm pożarowy II stopnia przesyłany z centrali SSP) system powinien automatycznie nadawać komunikaty o ewakuacji do odpowiedniej strefy/stref. Powyższa sekwencja sygnałów powinna być nadawana cyklicznie aż do momentu ręcznego wyłączenia z pulpitu mikrofonowego w pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej.

System nagłośnienia powinien umożliwiać również nadawanie innych komunikatów słownych, przy czym należy zwrócić uwagę na priorytety poszczególnych komunikatów. Najwyższy priorytet posiadają komunikaty ewakuacyjne zapisane w cyfrowej pamięci systemu, generowane w momencie wykrycia zagrożenia (alarm pożarowy II stopnia podany z centrali SSP). Następnie odtwarzane mogą być komunikaty przesyłane z pulpitu w centralnej dyspozytorni za pomocą łącza światłowodowego (jeżeli nie ulegnie uszkodzeniu w warunkach pożaru) lub komunikaty generowane przez dyżurnego stacji objętej pożarem a na końcu typowe komunikaty zapisane w pamięci cyfrowej systemu uruchamiane przez dyżurnego stacji z pulpitu w pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej.

System powinien mieć funkcję rejestracji i wydruku nadawanych komunikatów.

W systemie nagłośnienia (DSO) zaprojektować linie głośnikowe obejmujące całą stację.

Dla systemu DSO zastosować zasilacz awaryjny z akumulatorami, umożliwiający pracę systemu w momencie zaniku napięcia sieciowego przez 24 godziny w stanie czuwania i minimum 0,5 godziny w stanie alarmowania.

Wszystkie kable zastosowane do budowy dźwiękowego systemu ostrzegawczego, niezależnie od odporności ogniowej, powinny być nierozprzestrzeniające ognia i nie wydzielające gazów toksycznych. Powinny posiadać stosowne certyfikaty CNBOP. Wszystkie przepusty kablowe w ścianach, stropach uszczelnić masą ognioodporną.

8.10.4. System sygnalizacji pożarowej

Zadaniem systemu sygnalizacji pożarowej jest wczesne powiadomienie o pożarze dyżurnego stacji i centralnej dyspozytorni metra. Informacja o pożarze musi zawierać dokładną jego lokalizację poprzez wydruk i graficzne odwzorowanie rejonu, w którym powstał pożar. Centralka sygnalizacji pożaru powinna mieć możliwość współpracy z systemem PEP. Sygnał z centralki pożarowej powinien być przekazywany do Zakładowej Służby Ratowniczej oraz równocześnie poprzez urządzenie monitorujące do Państwowej Straży Pożarnej.

Wszystkie obiekty i pomieszczenia metra powinny być objęte całkowitym (pełnym) systemem wczesnej detekcji zagrożenia pożarowego. Na liniach dozorowych instalacji sygnalizacyjno-alarmowej, oprócz czujek pożarowych, zamontować ręczne ostrzegacze pożaru.

Ręczne ostrzegacze pożaru instalować w rejonie peronów pasażerskich, hal odpraw i na służbowych ciągach komunikacyjnych. Czujki pożarowe instalować praktycznie we wszystkich pomieszczeniach metra, a w szczególności:

- stacje transformatorowe i pomieszczenia rozdzielni obwodowych,
- wentylatornie,
- przekaźnikownie,
- urządzeń łączności i urządzeń RTV,
- kablownie i kanały kablowe,
- magazyny materiałów palnych,
- przestrzenie pomiędzy sufitami podwieszonymi a stropami,
- dyspozytornia,
- pomieszczenia na śmieci i sprzęt porządkowy oraz szatnie,
- pomieszczenia i hole komunikacyjne na antresolach,
- pomieszczenia handlowe.

Ze względu na wymaganą niezawodność instalacji sygnalizacji pożaru zapewnić rezerwowe urządzenia zasilające działające przez 24 godziny.

Centrala sygnalizacji pożaru powinna sterować automatycznie:

- klapami na kanałach wentyalcyjnych (zamknięcie – otwarcie),
- klapami oddymiającymi,
- drzwiami przeciwpożarowymi,
- drzwiami, dla których wymagana jest kontrola dostępu,
- windami,
- bramkami biletowymi,
- wentylatorami rewersyjnymi na stacji i w tunelach szlakowych oraz pozostałymi wentylatorami pracującymi w systemie wentylacji pożarowej.
- wentylatorami wentylacji bytowej (wyłączenie w warunkach pożaru).

Dla zabezpieczenia obiektów II linii metra przewidzieć centralę pożarową mogącą współpracującą z centralami zainstalowanymi na I linii.

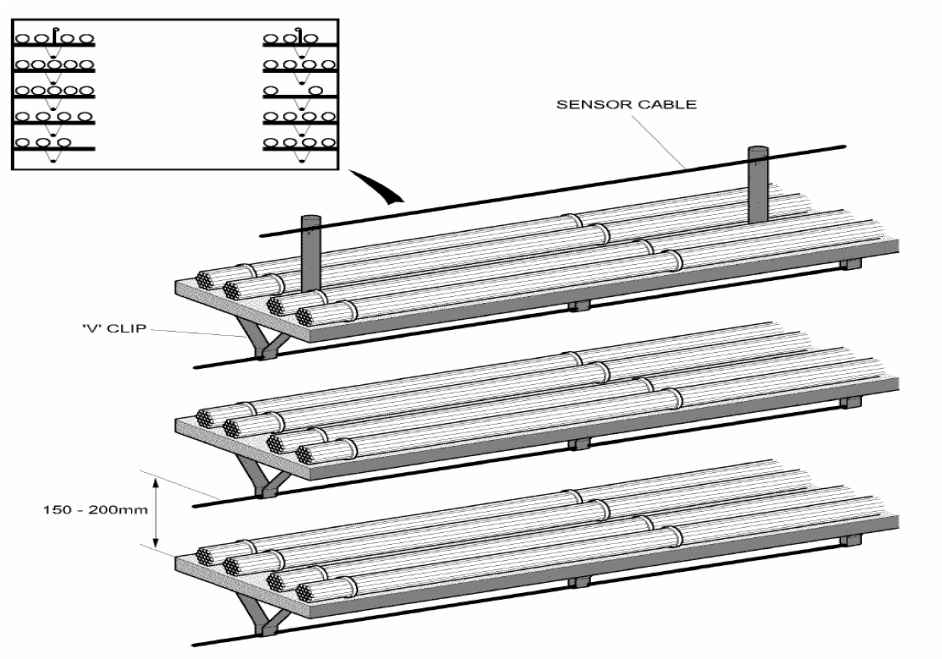
Dla stacji przyjąć wariant alarmowania dwustopniowego, w którym eliminację fałszywych alarmów dokonuje personel obsługujący centralę zainstalowaną w pomieszczeniu dyżurnego stacji.

Do zabezpieczenia tuneli, instalacji w korytach i kanałach kablowych należy zastosować system wykrywania temperatury, oparty na zasadzie detekcji nadmiernego wzrostu temperatury w dozorowanym obszarze. System ten umożliwi wczesne wykrycie pożaru lub przegrzanie urządzeń elektrycznych, szczególnie w ciasnych przestrzeniach lub surowych środowiskach, w których zwykłe czujki pożarowe nie zapewniłyby wymaganej odporności na fałszywe alarmy. System składa się z dwóch elementów: czujnika w postaci kabla termoczułego oraz centrali (panelu operatora).

Kabel termoczuły składa się z czterech przewodów miedzianych o ujemnym temperaturowym współczynniku rezystancji. Rdzeń kabla stanowi skrętka izolowanych przewodów w zewnętrznej osłonie plastikowej odpornej na temperaturę i działanie płomienia. Cztery przewody z jednej strony kabla są podłączone do centralki lub do puszki połączeniowej. Z drugiej strony kabla przewody połączone są między sobą w taki sposób, że tworzą dwa obwody hermetycznie uszczelnione. Te dwa obwody nadzorowane są w sposób ciągły. Rozwarcie lub zwarcie jednego z obwodów sygnalizowane jest jako uszkodzenie. Zmiany temperatury powodują względną zmianę rezystancji między tymi obwodami. W miarę wzrostu temperatury rezystancja maleje, co jest sygnalizowane jako alarm pożarowy. Zakłada się, że kabel nie będzie podgrzewany do temperatury wyższej od 100ºC, a po uaktywnieniu alarmu i po powtórnym obniżeniu temperatury powróci do stanu czuwania. Jego charakterystyka nie ulegnie przy tym zmianie. W przypadku zniszczenia kabla wyzwalany jest sygnał uszkodzenia.

Zadaniem centrali jest raportowanie zmian różnicy temperatur poprzez ciągły nadzór rezystancji kabla termoczułego.

Poniżej pokazano przykładowy sposób ułożenia kabla termoczułego w korycie kablowym.



8.10.5. Oświetlenie awaryjne

Oświetlenie awaryjne na stacjach i w tunelach zaprojektować w oparciu o Polskie Normy PN-EN 1838 i PN-EN 12464-1. W ramach oświetlenia awaryjnego zastosować oświetlenie ewakuacyjne i zapasowe. Oświetlenie należy instalować zarówno na drogach ogólnodostępnych (perony, schody, głowice, poziomy usługowe), jak i w korytarzach znajdujących się w przestrzeniach dostępnych wyłącznie dla pracowników obsługi stacji oraz w tunelach szlakowych.

Dla oświetlenia zapasowego zapewnić:

- natężenie oświetlenia nie mniejsze niż 10 % natężenia oświetlenia podstawowego,
- czas uruchomienia oświetlenia zapasowego po zaniku oświetlenia podstawowego nie dłuższy niż 2 sek.,
- oprawy oświetleniowe z zewnętrznym rezerwowym źródłem zasilania umożliwiającym podtrzymanie napięcia w czasie nie krótszym niż 90 minut.

Dla oświetlenia ewakuacyjnego zapewnić:

- średnie natężenie oświetlenia na podłodze wzdłuż środkowej linii drogi ewakuacyjnej nie mniejsze niż 1,0 lux, a na centralnym pasie drogi, obejmującej nie mniej niż połowę szerokości drogi, natężenie oświetlenia powinno wynosić nie mniej niż 0,5 lux,
- czas uruchomienia oświetlenia ewakuacyjnego po zaniku oświetlenia podstawowego nie dłuższym niż 2 sek.,

- oprawy oświetleniowe z własnym lub zewnętrznym rezerwowym źródłem zasilania umożliwiającym podtrzymanie napięcia w czasie nie krótszym niż 90 minut.

Niezależnie od oświetlenia awaryjnego dla stacji przewidzieć w strefie ogólnodostępnej (perony, poziomy handlowe, schody), znaki ewakuacyjne oświetlone wewnętrznie.
W stosunku do opraw oświetlenia ewakuacyjnego, oświetlenia awaryjnego i podświetlonych znaków ewakuacyjnych nie jest wymagana żadna odporność ogniowa.

8.10.6. Pozostałe urządzenia mające wpływ na bezpieczeństwo obiektów metra

8.10.6.1. Łączność, nagłośnienie i telewizja przemysłowa.

Obiekty znajdujące się w obrębie stacji metra wyposażyć w urządzenia łączności, nagłośnienia i telewizji przemysłowej.

Na każdym peronie zlokalizować dwa punkty alarmowe wyposażone w wideokamery i ręczne ostrzegacze pożaru (po dwa na punkt), przy czym jeden z nich powinien być przeznaczony dla osób niepełnosprawnych.
Zasięg telewizji przemysłowej powinien obejmować perony, drogi komunikacyjne i ewakuacyjne, prowadzące z peronów stacji poza obszar obiektu.
Dla stacji przewidzieć dźwiękowy system ostrzegawczy, uruchamiany automatycznie z systemu sygnalizacji pożarowej i wyposażony w pulpit mikrofonowy w pomieszczeniu dyżurnego stacji i w centralnej dyspozytorni.
Stacja powinna posiadać stałą łączność z jednostką Państwowej Straży Pożarnej.

8.10.6.2. System Kontroli Dostępu

Wszystkie drzwi objęte systemem kontroli dostępu powinny posiadać kontrolę dwustronną. Dostęp osób do przejść, pomieszczeń lub grupy pomieszczeń powinien być umożliwiony za pomocą indywidualnych identyfikatorów, sterujących głowice zbliżeniowe lub sterowniki pętli przy wejściach.

Okablowanie systemu KD wykonać przewodami bezhalogenowymi. Każde kontrolowane przejście wyposażyć w czujniki kontaktronowe, dające sygnał o stanie kontrolowanych drzwi (zamknięte/otwarte) oraz przyciski ewakuacyjne.

W przejściach zabezpieczonych ryglem NO użycie przycisku ewakuacyjnego powinno zwalniać rygiel. W przejściach zabezpieczonych reglem NC lub zamkiem elektromechanicznym i elektromagnesem, przycisk ewakuacyjny powinien odblokować wyłącznie elektromagnes, zaś

rygiel lub zamek zwalniany być automatycznie po naciśnięciu klamki od strony pomieszczenia chronionego.

W pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej zainstalować wyłącznik awaryjny z kluczem, służący do awaryjnego otwierania wszystkich przejść objętych systemem kontroli dostępu. Dla potrzeb zdalnego otwierania drzwi z peronu do korytarzy i pomieszczeń technicznych, w pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej zainstalować przyciski otwierające drzwi.

W pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej zainstalować komputer systemu kontroli dostępu z monitorem i oprogramowaniem. Wszystkie przepusty kablowe w ścianach, stropach uszczelnić masą ognioodporną.

8.10.6.3. System Taryfowy

System powinien posiadać dwupoziomowy system zabezpieczeń na wypadek zagrożenia pożarowego, który składa się z:

- obwodu sterującego z centrali sygnalizacji pożarowej, odcinającego całkowicie zasilanie wszystkich bramek w alarmie pożarowym II stopnia,
- wyłącznika centralnego umieszczonego w pomieszczeniu dyżurnego stacji, odcinającego całkowicie zasilanie wszystkich bramek,
- wyłączników lokalnych rozmieszczonych na głowicach stacji, odcinających całkowicie zasilanie bramek.

8.10.6.4. Instalacja sterowania i sygnalizacji kurtyn powietrznych

W przypadku montażu na stacji kurtyn powietrznych – grzejnych, przy alarmie II stopnia powinny być wyłączne za pośrednictwem centrali systemu sygnalizacji pożarowej, z jednoczesnym powiadomieniem dyspozytorni stacyjnej. Sterowanie zespołów kurtyn powietrznych należy zrealizować miejscowo z rozdzielnicy i dodatkowo z panelu sterowania i z PEP-a zamontowanego w pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej.

8.10.7. Integracja systemów bezpieczeństwa w obiektach metra

Duże i rozległe obiekty w tym metro, z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej charakteryzują się koniecznością stosowania praktycznie wszystkich dostępnych urządzeń przeciwpożarowych. Bezpieczeństwo obiektu nie jest tylko związane z ilością i różnorodnością

występujących systemów zabezpieczeń. Bardzo istotne jest także, poprawne ich zaprojektowanie, skonfigurowanie oraz umożliwienie komunikacji z innymi urządzeniami technicznymi i systemami nadzoru.

Tylko zintegrowane systemy, realizując założenia scenariusza pożarowego umożliwiają rozwiązywanie problemów technicznych, jakie mogą wystąpić w nadzorowanym obiekcie, szczególnie jeśli poszczególne systemy rozproszone są na dużym obszarze. Integrację można rozpatrywać zarówno w aspekcie połączeń sprzętowych (integracja bezpośrednia), jak i centralnego zarządzania poprzez komputerowy system nadzoru (integracja przez system zarządzający).

System integrujący musi posiadać certyfikat zgodności wydane przez CNBOP w Józefowie.

Szczegółową charakterystykę systemu integrującego zamieszczono w załączniku nr 2.

8.11. Wentylacja oddymiająca.

8.11.1. Podstawowe wymagania wynikające z przepisów techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych

Skuteczne usuwanie dymów i gazów pożarowych z obiektów metra ma decydujący pływ na zapewnienie odpowiednich warunki ewakuacji ludzi oraz możliwości skutecznego prowadzenia działań ratowniczych. W obowiązujących obecnie w Polsce przepisach techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych nie zostały określone w sposób całościowy wymagania z zakresu ochrony przeciwpożarowej dla stacji metra i tuneli szlakowych.

Należy zaznaczyć, że tzw. wytyczne ochrony przeciwpożarowej dla metra warszawskiego z października 1996 r. uległy w znacznym stopniu dezaktualizacji, ze względu na zmiany w przepisach techniczno-budowlanych i przeciwpożarowych, jakie zaszły od tego czasu.

Poniżej zacytowano te zapisy obowiązujących przepisów, które bezpośrednio lub pośrednio odnoszą się do stacji metra i dlatego muszą być spełnione.

a) Przepisy techniczno-budowlane [1]

§ 207. 1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający w razie pożaru:

1) nośność konstrukcji przez czas wynikający z rozporządzenia,
2) ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu w budynku,
3) ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie budynki,
4) możliwość ewakuacji ludzi,

a także uwzględniający bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

§ 247. 3. W podziemnej kondygnacji budynku, w której znajduje się pomieszczenie przeznaczone dla ponad 100 osób, oraz budowli podziemnej z takim pomieszczeniem, należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zapewniające usuwanie dymu z tego pomieszczenia i z dróg ewakuacyjnych.

Zgodnie z **§ 237** długość przejścia ewakuacyjnego od najdalszego miejsca na peronie do wyjścia ewakuacyjnego nie powinna przekraczać 70 m lub 90 przy zastosowaniu stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych .

b) Przepisy przeciwpożarowe [2]

§4 ust 1. Z każdego miejsca przeznaczonego na pobyt ludzi w obiekcie, powinny być zapewnione odpowiednie warunki ewakuacji, zapewniające możliwość szybkiego i bezpiecznego opuszczenia strefy zagrożonej lub objętej pożarem, dostosowane do liczby i stanu sprawności osób przebywających w obiekcie oraz jego funkcji, konstrukcji i wymiarów, a także być zastosowane techniczne środki zabezpieczenia przeciwpożarowego, polegające na:

1) zapewnieniu dostatecznej ilości i szerokości wyjść ewakuacyjnych;
2) zachowaniu dopuszczalnej długości, szerokości i wysokości przejść oraz dojść ewakuacyjnych;
3) zapewnieniu bezpiecznej pożarowe obudowy i wydzieleń dróg ewakuacyjnych oraz pomieszczeń;
4) zabezpieczeniu przed zadymieniem wymienionych w przepisach techniczne - budowlanych dróg ewakuacyjnych, w tym: na stosowaniu urządzeń zapobiegających zadymieniu lub urządzeń i innych rozwiązań techniczne - budowlanych zapewniających usuwanie dymu;
5) zapewnieniu oświetlenia awaryjnego (bezpieczeństwa i ewakuacyjnego) oraz przeszkodowego w obiektach, w których jest ono niezbędne do ewakuacji ludzi;
6) zapewnieniu możliwości rozgłaszania sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych poprzez dźwiękowy system ostrzegawczy w budynkach, dla których jest on wymagany.

§4 ust 2. Odpowiednie warunki ewakuacji określają przepisy techniczne-budowlane.

§ 2 pkt 8. Zabezpieczenie przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych - rozumie się przez to zabezpieczenie przed utrzymywaniem się na drogach ewakuacyjnych dymu w ilości, która ze względu na ograniczenie widoczności lub toksyczność, uniemożliwiłaby bezpieczną ewakuację;

§24ust.1. Stosowanie systemu sygnalizacji pożarowej, obejmującego urządzenia sygnalizacyjne - alarmowe, służące do samoczynnego wykrywania i przekazywania informacji o pożarze, jest wymagane w:

(…..)

18) stacjach metra (kolei podziemnych);

§25 ust. 1. Stosowanie dźwiękowego systemu ostrzegawczego, umożliwiającego rozgłaszanie sygnałów ostrzegawczych i komunikatów głosowych dla potrzeb bezpieczeństwa osób

przebywających w budynku, nadawanych automatycznie po otrzymaniu sygnału z systemu sygnalizacji pożarowej, a także przez operatora, jest wymagane w:

(…..)

7) stacjach metra (kolei podziemnych);

Jak z powyższych zapisów widać przepisy te nakazują wprawdzie zastosowanie w podziemnej kondygnacji budynku, w której znajduje się pomieszczenie przeznaczone dla ponad 100 osób, oraz budowli podziemnej z takim pomieszczeniem rozwiązań techniczne-budowlanych zapewniających usuwanie dymu z tego pomieszczenia i z dróg ewakuacyjnych, jak również podają definicję, co należy rozumieć pod pojęciem „zabezpieczenie przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych". Jednakże zarówno wymienione wyżej przepisy, inne przepisy jak i żadne polskie standardy nie określają kryteriów ilościowych pozwalających uznać, że występujący (ustalony z reguły na podstawie symulacji komputerowych) poziom widzialności lub toksyczności jest możliwy/niemożliwy do zaakceptowania. Dlatego też do określenia skuteczności systemów wentylacji awaryjnej do ochrony dróg ewakuacyjnych przed zadymieniem należy wykorzystywać wyniki symulacji komputerowych, biorąc wartości parametrów granicznych z amerykańskiego standardu NFPA 130 [4]. Jednocześnie należy zwrócić uwagę, iż, jak wynika z prowadzonych badań i doświadczeń parametrem powodującym największe zagrożenie na drogach ewakuacyjnych w obiektach budowlanych jest przekroczenie dopuszczalnego spadku zasięgu widzialności, w dalszej kolejności następuje przekroczenie dopuszczalnych wartości temperatury, a następnie toksyczności. W związku z powyższym, najważniejszymi parametrami podlegającymi analizie są spadek zasięgu widzialności i wzrost temperatury na drogach ewakuacyjnych. Również z tego standardu zaczerpnięto wymagania dotyczące wentylacji pożarowej, traktując go jako „zasady wiedzy technicznej", o których mowa w art. 5 ust.1 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. „Prawo budowlane" o treści:

Art.5.l.Obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczne-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając: 1) spełnienie wymagań podstawowych dotyczących:

a) (…..)

b) bezpieczeństwa pożarowego,

c) -f) (…..)

8.11.2. Podstawowe wymagania w zakresie ochrony przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych na stacjach metra i tunelach szlakowych wynikające z NFPA 130 [4]

Wentylacja podstawowa

Źródło ognia może powstawać w dowolnym miejscu - w pociągu, na stacji lub w tunelu szlakowym. Zasadą jest doprowadzenie pociągu do najbliższej stacji i przeprowadzenie tam akcji gaśniczej.

Wentylację podstawową II linii metra przewidzieć jako mechaniczną nawiewno - wyciągową, rewersyjną, zmieniającą kierunek przepływu powietrza w zależności od warunków zewnętrznych (zima; lato) lub sytuacji awaryjnych np. pożaru.

W skład podstawowych urządzeń systemu wentylacji podstawowej powinny wchodzić: wentylatornie stacyjne i wentylatornie na sąsiadujących ze stacją szlakach, z wentylatorami osiowymi rewersyjnymi. W trakcie normalnej eksploatacji w okresie ciepłym, powietrze zewnętrzne będzie nawiewane na stację przez wentylatornie stacyjne, natomiast wyciąg powietrza przez wentylatornie szlakowe. W okresie chłodnym obieg powietrza jest odwrotny w stosunku do okresu ciepłego.

W przypadku powstania pożaru w metrze, wentylacja podstawowa będzie spełniać funkcję oddymiającą.

Pożar na stacji. Powietrze zewnętrzne dostarczane będzie na palącą się stację przez otwory komunikacyjne łączące stację z powierzchnią terenu, a dym odprowadzany przez wentylatornię stacyjną i dwie wentylatornie szlakowe.

Ewakuację ludzi przeprowadza się w kierunku wyjść na powierzchnię terenu. W celu zabezpieczenia sąsiednich stacji przed dymem, powietrze zewnętrzne podawane będzie na nie bez względu na porę roku i związany z tym sposób wentylacji.

Pożar w tunelu.

Dym odprowadzany będzie na powierzchnię terenu przez wentylatornię szlakową przynależną do odcinka tunelu, w którym powstał pożar. Powietrze zewnętrzne napływa od sąsiednich stacji do środka tunelu.

W celu zabezpieczenia przed przedostaniem się dymu na sąsiednie stacje, nawiewa się na nie powietrze zewnętrzne bez względu na aktualny w tym momencie sposób wentylacji i porę roku.

Standard NFPA 130 obejmuje wymagania ochrony przeciwpożarowej dla pasażerskich systemów szynowych, podziemnych, powierzchniowych oraz dla wyniesionych ponad poziom terenu stałych systemów komunikacji torowej, obejmujących torowiska, pojazdy, stacje stałego systemu komunikacji torowej oraz tereny remontowe i konserwacyjne. Ma on zastosowanie w

nowych stałych systemach komunikacji torowej i pasażerskich systemach szynowych oraz w przypadkach rozbudowy istniejących systemów.

Zawarte w nim procedury dotyczące postępowania na wypadek awarii i innych zagrożeń mają zastosowanie do systemów starych i nowych.

Mechaniczny system wentylacji wymagany jest w następujących miejscach:

1) W zamkniętych stacjach należących do stałego systemu komunikacji torowej;

2) W podziemnych lub wydzielonych torowiskach należących do stałego systemu komunikacji torowej o długości większej niż 304,8 m (1000 ft).

Analiza inżynieryjna systemu wentylacji winna obejmować program symulacji komputerowej opartej na dynamice płynów (CFD). Wyniki analizy winny zawierać także prędkości napływu powietrza, w czasie gdy nie ma pożaru (powietrze jest zimne), które można zmierzyć w chwili przekazania do eksploatacji zainstalowanego mechanicznego systemu wentylacji w celu zapewnienia, że spełnia on wymagania określone w analizie.

Mechaniczny system wentylacji awaryjnej winien zapewniać ochronę pasażerów, pracowników oraz personelu odpowiedzialnego za sytuacje awaryjne przed pożarem i dymem w czasie pożaru, oraz winien być tak zaprojektowany, aby były utrzymane wymagane wskaźniki przepływu powietrza przez co najmniej 1 godzinę, ale nie krócej niż przez przewidywany czas ewakuacji.

System wentylacji awaryjnej winien zostać tak zaprojektowany, aby zostały spełnione następujące kryteria:

(1) W czasie ewakuacji ludzi na drogach ewakuacyjnych w zamkniętych stacjach i torowiskach będą zapewnione takie warunki, które umożliwią bezpieczną ewakuację
(2) System zapewni taką szybkość przepływu powietrza wzdłuż dróg ewakuacyjnych która zapewni, że nie będzie występowało zjawisko cofania dymu na drodze ewakuacyjnej w obrębie wydzielonych torowisk,
(3) System uzyska zakładane parametry znamionowe w ciągu 180 sekund,
(4) Będzie odnosił się do maksymalnej liczby pociągów, które mogą się znaleźć pomiędzy szybami wentylacyjnymi w sytuacji zagrożenia lub awarii.

Ze względu na stosunkowo dużą głębokość posadowienia stacji II linii metra, pionowe drogi ewakuacyjne (schody stałe i ruchome) powinny być chronione przed zadymieniem. W tym celu na każdym poziomie podziemnym należy zastosować kurtyny dymowe, stałe lub opuszczane do wysokości 2,0 ÷ 2,2 m od posadzki oraz zapewnić wspomagający nawiew powietrza na obszar schodów wydzielony tymi kurtynami.

Projekt powinien uwzględniać następujące elementy:

(1) Moc pożaru wytwarzanego przez palne części pojazdu oraz wszelkie materiały palne, które mogą przyczynić się do zwiększenia obciążenia ogniowego pojazdu w miejscu wypadku;
(2) Wskaźnik szybkości rozwoju pożaru;
(3) Geometrię stacji i torowiska;
(4) System wentylatorów, szybów i urządzeń służących do kierowania przepływem powietrza na stacjach i torowiskach,
(5) Program wstępnie określonych procedur reagowania w sytuacjach awaryjnych umożliwiający szybką reakcję z centralnej stacji nadzoru w przypadku zagrożenia. Projekt i działanie systemu sygnalizacyjnego, bloki zasilania trakcji oraz systemu wentylacji powinny być skoordynowane i odpowiadać całkowitej liczbie pociągów znajdujących się pomiędzy szybami wentylacyjnymi w sytuacji zagrożenia lub awarii.

Wentylatory systemu wentylacji, które zostały przeznaczone do użytku w sytuacjach zagrożenia pożarowego powinny spełniać wymagania wentylacji awaryjnej w trybie nawiewania lub wywiewania powietrza.

Poszczególne silniki wentylatorów systemu wentylacji powinny być tak zaprojektowane, aby uzyskiwały maksymalną prędkość roboczą w czasie nie dłuższym niż 30 sekund od całkowitego zatrzymania, kiedy są uruchamiane na całej linii oraz w czasie nie dłuższym niż 60 sekund w przypadku silników z regulacją prędkości. Wentylatory w systemie wentylacji, ich silniki oraz wszystkie związane z nimi części wystawione na działanie wywiewanego strumienia powietrza powinny być zaprojektowane z niepalnych ognioodpornych materiałów w taki sposób, aby mogły działać w temperaturze otoczenia równej 400 ^{o}C przez co najmniej 120 minut. W przypadku przeprowadzenia analizy projektu pod kątem zmniejszenia tej temperatury, dopuszcza się dobranie elementów systemu odpornych na niższą temperaturę, lecz nie niższą niż 150 °C.

Nie dopuszcza się urządzeń zabezpieczających przed przeciążeniem termicznym zamontowanych w układach sterowania silników wentylatorów stosowanych w wentylacji awaryjnej.

Wentylatory zamontowane wyłącznie dla komfortu pasażerów lub pracowników oraz te, które nie zostały zaprojektowane do stosowania jako część systemu wentylacji awaryjnej, powinny być wyłączane w chwili stwierdzenia pożaru i włączenia programu wentylacji awaryjnej, aby nie zakłócić przepływu strumieni powietrza pochodzących z wentylacji awaryjnej.

Strumienie powietrza z systemu wentylacji nie awaryjnej, które nie mają wpływu na strumienie powietrza pochodzące z wentylacji awaryjnej mogą nadal działać, jeżeli zostało to potwierdzone w analizie inżynieryjnej. Inne kluczowe wentylatory stosowane w automatycznych pomieszczeniach kontroli ruchu pociągów lub w podobnych pomieszczeniach powinny zostać

uwzględnione w analizie inżynieryjnej oraz powinny pozostać włączone w sytuacjach zagrożenia pożarowego.

Urządzenia, które są powiązane z systemem wentylacji awaryjnej i które muszą spełniać wymagania wynikające z oddziaływania strumieni powietrza systemu wentylacji awaryjnej powinny konstrukcyjnie wytrzymać zarówno maksymalne powtarzające się i dodatkowe ciśnienia tłoczne przejeżdżających pociągów, jak i prędkości strumienia powietrza w sytuacjach awaryjnych.

Szyby dochodzące do powierzchni i stosowane jako wloty i wyloty powietrza w sytuacjach zagrożenia pożarowego lub zadymienia powinny być umiejscowione lub zabezpieczone w taki sposób, aby zapobiegać recyrkulacji dymu i przedostawaniu się go do systemu przez otwory znajdujące na powierzchni.

Sterowanie pracą wentylatorów oddymiających powinno odbywać się w następujący sposób:

1/ miejscowo z rozdzielnicy elektrycznej w pomieszczeniu muliwertrów przy wentylatorni stacyjnej,
2/ zdalnie z centralnej dyspozytorni – z rejestracją użycia i sterowania w trybie pożarowym – transmisja poleceń przekazywana kablami światłowodowymi,
3/ zdalnie z dyspozytorni stacyjnej – za pomocą kabli miedzianych o odporności ogniowej 90 min, łącznie z konstrukcjami wsporczymi. W pomieszczeniu dyspozytorni stacyjnej należy wykonać kasetę z trzema przyciskami nawiew-wywiew-stop i zapewnić połączenie do PEP.

Działanie systemu wentylacji awaryjnej może zostać przerwane tylko po przekazaniu polecenia przez osobę dowodzącą akcją ratowniczą.

System wentylatorów awaryjnych powinien być zasilany za pomocą linii zasilających z dwóch różnych podstacji.

Jeżeli nie jest dostępne drugie źródło zasilania, dopuszcza się awaryjny system rezerwowy spełniający funkcję drugiego źródła zasilania, jeżeli ten został zaprojektowany w taki sposób, aby spełnić wymagania trybów awaryjnych.

Zgodnie z wymaganiami NFPA 130 [4] do oceny skuteczności systemu wentylacji awaryjnej na stacjach metra zaleca się przyjmować wartości graniczne dopuszczalnych wartości w zakresie widzialności i oddziaływania cieplnego przedstawione poniżej.

Poziomy ograniczenia widoczności w dymie powinny być w sposób ciągły utrzymywane poniżej punktu, w którym znak podświetlony od środka przy 80 lx jest widoczny z odległości 30 m a drzwi i ściany widoczne są z odległości 10 m.

Za wartość graniczną dla ciepła konwekcyjnego, powodującego poparzenia skóry przyjmuje się 120°C, natomiast dopuszczalny limit ekspozycji skóry na ciepło radiacyjne wynosi w przybliżeniu 2,5 kW/m^2, co odpowiada temperaturze powierzchni promieniujących około 200°C. Dodatkowym zagrożeniem są oparzenia cieplne dróg oddechowych, które jednak mogą wystąpić jedynie na skutek wdychania powietrza o temperaturze wyższej niż 60°C nasyconego parą wodną. Ze względu na fakt, iż temperatura 60°C jest najniższą wartością temperatury powodującą zagrożenie życia w czasie ewakuacji, w symulacjach komputerowych należy przyjmować ją jako krytyczną. Symulacja komputerowa powinna stanowić integralną część projektu budowlanego.

Wentylacja oddymiająca lokalna

Niezależnie od wentylacji podstawowej, wydzielone strefy pożarowe, zawierające pomieszczenia techniczne związane z obsługą stacji, powinny być wyposażone w odrębne systemy wentylacji oddymiającej spełniającej następujące wymagania:

1) zapewnić usuwanie dymu z intensywnością co najmniej 10 wymian na godzinę, chyba że obliczeniowo określono inną liczbę wymian zapobiegających zadymieniu zabezpieczonych pomieszczeń i dróg ewakuacyjnych,
2) mieć stały dopływ powietrza zewnętrznego uzupełniającego braki tego powietrza w wyniku jego wypływu wraz z dymem,
3) przewody wentylacji oddymiającej powinny mieć co najmniej klasę odporności ogniowej EI 120,
4) przeciwpożarowe klapy odcinające w przewodach wentylacji oddymiającej powinny mieć co najmniej klasę odporności ogniowej EI 120, a w przypadku połączenia tych przewodów z instalacją wentylacji i klimatyzacji - również dymoszczelność,
5) górna krawędź kratek nawiewnych powinna znajdować się na wysokości nie większej niż 0,8 m nad poziomem podłogi, a dolna krawędź kratek wywiewnych powinna znajdować się na wysokości nie mniejszej niż 1,8 m nad poziomem podłogi,
6) kratki wywiewne powinny być rozmieszczone w sposób zapewniający równomierne usuwanie dymu z pomieszczenia, przy czym odległość między nimi nie powinna być większa niż 10 m,
7) wentylatory instalacji oddymiającej powinny być odporne na działanie temperatury 400°C przez co najmniej 120 minut lub wynikającej z przewidywanej temperatury i czasu usuwania gazów pożarowych.

W szybach wind przewidzianych dla potrzeb ekip ratowniczych należy zapewnić nadciśnienie uniemożliwiające w warunkach pożaru ich zadymienie.

8.12. Scenariusz pożarowy

Dla skomplikowanego technicznie obiektu, jakim jest metro dobór urządzeń przeciwpożarowych powinien być dostosowany do wymagań wynikających z przyjętego scenariusza rozwoju zdarzeń w czasie pożaru. Zatem na etapie projektu budowlanego należy opracować algorytm współpracy systemów bezpieczeństwa w kontekście możliwych wariantów powstania pożaru we wszystkich strefach pożarowych oraz w wydzielonych pożarowo pomieszczeniach, w których znajdują się urządzenia mające wpływ na powstanie i rozwój pożaru.

Do systemów i urządzeń stosowanych w ochronie przeciwpożarowej i objętych scenariuszami rozwoju zdarzeń zalicza się:

- system sygnalizacji pożaru,
- stałe urządzenia gaśnicze,
- dźwiękowy system ostrzegawczy,
- systemy oddymiania i odprowadzania ciepła,
- systemy doprowadzania powietrza,
- oświetlenie ewakuacyjne,
- oddzielenia przeciwpożarowe sterowane automatyczne,
- automatyczne kurtyny dymowe,
- drzwi ewakuacyjne,
- windy przystosowane do potrzeb ekip ratowniczych,

oraz urządzenia niededykowane:

- systemy łączności (intercomy, radiotelefony, centrala telefoniczna),
- windy osobowe i towarowe,
- schody ruchome,
- rozdzielnie elektryczne,
- systemy kontroli dostępu,
- systemy telewizji przemysłowej,
- systemy wentylacji i klimatyzacji bytowej,
- systemu wykrywania toksycznych gazów itp.,
- systemy kontroli dostępu.

W oparciu o przyjęty algorytm współpracy tych urządzeń, w projekcie technicznym należy opracowywać tablicę sterowań (matrycę sterowań), zawierająca zawierającą wszystkie

zastosowane elementy wymagające sterowania i ich wzajemne powiązania w różnych fazach rozwoju pożaru. Opracowany w ten sposób scenariusz rozwoju zdarzeń w czasie pożaru daje gwarancję zastosowania w obiekcie właściwej automatyki sterowania urządzeniami, zgodnie z ich przeznaczeniem.

8.13. Drogi pożarowe

Dla stacji, od strony wejść na poziomy podziemne (przy każdej głowicy) oraz do wentylatorni szlakowej zapewnić drogi pożarowe.

Do wejść do poziomów podziemnych powinny prowadzić ciągi piesze o szerokościach min. 1,5 m.

Do wentylatorni szlakowej i klatki ewakuacyjnej zapewnić ciąg pieszy o szerokości min 1,5 m.

Drogi dojazdowe do stacji i wentylatorni powinny być odpowiednio oznakowane pożarniczymi tablicami informującymi o zakazie zastawiania dojazdu.

Dojścia do stacji, tunelu, wentylatorni (stacyjnej i szlakowej) powinny znajdować się w odległości nie większej niż 50 m od dróg dojazdowych miejskich, umożliwiających dojazd pojazdów ratowniczych.

Rozmieszczenie obiektów metra dla II i III linii wraz z lokalizacją jednostek ratowniczo – gaśniczych PSP przedstawiono na rys nr 1.

8.14. Wymagania w zakresie podjęcia skutecznych działań ratowniczo-gaśniczych przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej

Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 81 z 1991 r. poz. 351 z późniejszymi zmianami) stanowi, że ochrona przeciwpożarowa polega na realizacji przedsięwzięć mających na celu ochronę życia, zdrowia i mienia przed pożarem, klęską żywiołową lub innym miejscowym zagrożeniem.

Właściciel budynku, obiektu lub terenu, zobowiązany jest do zapewnienia jego ochrony przeciwpożarowej oraz przebywających w nim ludzi.

Szczegółowe wymagania dotyczące zabezpieczenia przeciwpożarowego określone zostały w:

1) rozporządzeniach Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji:
   - w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej, z dnia 16 czerwca 2003 r. opublikowanych w Dz. U. Nr 121 z 11 lipca 2003 r.,

- w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych, z dnia 16 czerwca 2003 r. opublikowanych w Dz. U. Nr 121 z 11 lipca 2003 r.,
- w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów, z dnia 21 kwietnia 2006 r. opublikowanych w Dz. U. Nr 80 z dnia 11 maja 2006 r.

2) rozporządzeniu Ministra Infrastruktury:
- w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. opublikowanym w Dz. U. Nr 75 z dnia 15 czerwca 2002 r.

3) innych szczegółowych aktach prawnych i normach.

Wymagania dotyczące bezpiecznej eksploatacji obiektów powinny być określone w Instrukcji bezpieczeństwa pożarowego , która powinna zawierać:
- warunki ochrony przeciwpożarowej wynikające z przeznaczenia obiektu, sposobu użytkowania i jego warunków technicznych,
- sposób poddawania przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym stosowanych w obiekcie urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic,
- sposoby postępowania na wypadek pożaru i innego zagrożenia,
- sposoby wykonywania prac pożarowo niebezpiecznych,
- sposoby praktycznego sprawdzania organizacji i warunków ewakuacji ludzi,
- sposoby zaznajamiania użytkowników obiektu z treścią przedmiotowej instrukcji oraz z przepisami przeciwpożarowymi.

W celu podjęcia skutecznych działań ratowniczo-gaśniczych przez jednostki Państwowej Straży Pożarnej należy spełnić następujące wymagania:

1) Zapewnić wyposażenie obiektów metra w wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe tj. odpowiednie warunki budowlane, instalacyjne oraz wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe,
2) Zapewnić współdziałanie zabezpieczeń przeciwpożarowych wg określonego scenariusza zdarzeń,
3) Opracować procedury dla służb wewnętrznych na wypadek pożaru lub innego miejscowego zagrożenia oraz uzgodnić je z Komendantem Miejskim Państwowej Straży Pożarnej m. st. Warszawy,
4) Zapewnić łączność umożliwiającą współdziałanie służb metra ze służbami zewnętrznymi , w tym jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej,

5) Zapewnić sprawność techniczną urządzeń i instalacji będących na wyposażeniu obiektów metra zgodnie z wymaganiami przepisów i stosownej dokumentacji,
6) Zapewnić drogi pożarowe.

Szczegóły dotyczące przedstawionych wymagań przedstawiono poniżej.

Zapewnienie wyposażenia obiektów metra w wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe tj. odpowiednie warunki budowlane, instalacyjne oraz wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe.

Wyposażenie obiektów metra w wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe należy dokonać w oparciu o projekt budowlany uzgodniony z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych.
Projekt budowlany należy opracować w oparciu o wymagane przepisy, Polskie Normy oraz wiedzę techniczną - w przypadku braku uregulowań przepisowych. Wszelkie odstępstwa od wymagań przepisów należy uzyskać zgodnie z obowiązującymi procedurami przed złożeniem projektu do pozwolenia na budowę.
Projekty branżowe dla urządzeń i instalacji przeciwpożarowych powinny być uzgodnione z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych .
Spełnienie powyższych wymagań daje gwarancję prawidłowego zabezpieczenia przeciwpożarowego obiektów.
Projekt budowlany powinien zapewnić:

- odpowiednią klasę odporności pożarowej,
- podział obiektu na strefy pożarowe,
- odpowiednią klasę odporności ogniowej elementów budowlanych,
- szczegółowe wymagania dotyczące ewakuacji,
- wyposażenie obiektu w wymagane zabezpieczenia przeciwpożarowe,
- wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru,
- drogi pożarowe,
- wyposażenie w gaśnice oraz sprzęt specjalistyczny, szczególnie w obszarze łączności i oznakowanie obiektu znakami bezpieczeństwa.

Wymagania przeciwpożarowe dla tego obszaru zostały przedstawione w rozdziale 8 niniejszego opracowania.

Dla zapewnienia skutecznych działań ratowniczo – gaśniczych należy przyjąć standaryzację dodatkowego wyposażenia stacji i tuneli metra w sprzęt gaśniczy i ratowniczy do wykorzystania przez jednostki ratownicze PSP:

1. Wyposażenie hydrantów peronowych Ø 75 w następujący sprzęt pożarniczy :
   - węże tłoczne W 75 - 1 szt.
   - węże tłoczne W 52 - 4 szt.
   - rozdzielacz 75 - 1 szt.
   - prądownice wodne zamykane 52 - 2 szt.
   - prądownica wodna zamykana 75 - 1 szt.
   - pokrywa nasady 75 - 1 szt.
   - przełącznik 75/52 - 2 szt.
   - klucz do łączników - 2 szt.

   Powyższy sprzęt stanowi standard dla jednego hydrantu.
2. Wyposażenie szaf obsługujących tunele szlakowe :
   - węże tłoczne W 52 - 15 szt.
   - prądownica wodna zamykana 52 - 2 szt.
   - klucz do łączników - 2 szt.

   Każda stacja wyposażona w 2 szafy, zlokalizowane po jednej na końcach głowic- południowej i północnej w poziomie podtorza.
3. Wyposażenie w sprzęt ratowniczy i medyczny :
   - aparat oddechowy nadciśnieniowy - 3 szt.
     (w tym jeden typu mini dla dyżurnego stacji)
   - zestaw oświetleniowy - 2 kpl.
   - nosze sanitarne - 3 szt.
   - maski ucieczkowe - 10 szt.
   - defibrylator - 1 szt.
   - zestaw ratownictwa medycznego typu PSP - 1 szt.
   - apteczka sanitarna przenośna (pom. 110) - 1 szt.
   - wózek transportowy szynowy - 2 szt.

   Wózek transportowy szynowy powinien posiadać:
   - nośność min. 500 kg,
   - hamulec ręczny,
   - silnik elektryczny z możliwością podłączenia agregatu prądotwórczego.

   Może być wykonany jako składany.

Na poziomie peronu powinien być zlokalizowany punkt pierwszej pomocy w postaci szafy z wyposażeniem (patrz zał. nr 3) .

Do zamknięć pomieszczeń, szaf ze sprzętem ppoż. stosować klucz typu master.

4. Wyposażenie w sprzęt łączności :
   - radiotelefony przenośne - 3 szt.
   - tuba głośnomówiąca - 1 szt.
5. Wyposażenie w gaśnice :
   - zapewnić rezerwę gaśnic w ilości 10% zainstalowanego sprzętu na stacji.
6. Zasilanie dla służb ratowniczych w tunelu szlakowym.

   W czasie działań ratowniczych w tunelu mogą być wykorzystywane urządzenia i sprzęt zasilane energią elektryczną .

   W celu zapewnienia prowadzenia działań ratowniczych w tunelu należy :
   - przewidzieć gniazda wtykowe 230/ 380V,
   - pobór mocy rzędu 10 kW,
   - rozmieszczenie gniazd co 100 m,
   - zapewnić odporność przewodów zasilających na działanie ognia minimum 90 min.,
   - zapewnić gniazda wtyczkowe w wykonaniu wodoodpornym i odpornym na uszkodzenia mechaniczne.

W zakresie bezpiecznego prowadzenia działań ratowniczych oraz ewakuacji w tunelu należy zapewnić dodatkowe oznakowanie :

- chodników technologicznych spełniających rolę drogi ewakuacyjnej w przypadku konieczności wyjścia z wagonów pociągu. Oznakowanie krawędzi chodnika pasem o szerokości 5 cm na całej jego długości elementami świecącymi własnym światłem np. materiały fotoluminescencyjne (patrz rys nr 05),
- na obudowie tunelu umieścić po obydwu jego stronach tablice z naniesionymi odległościami do stacji (patrz rys. nr 09),
- oznakować w sposób wyraźny wejście do ewakuacyjnej klatki schodowej zlokalizowanej przy wentylatorni szlakowej (przykład patrz rys. nr 06),
- oznakować wszelkie przeszkody na drodze ewakuacyjnej mogące mieć wpływ na płynność strumienia ludzi,
- miejsca lokalizacji zaworów hydrantowych, gniazd elektrycznych dla PSP, wyjść ewakuacyjnych , znaków informacyjnych powinny być oświetlone.

Zapewnienie współdziałania zabezpieczeń przeciwpożarowych wg określonego scenariusza zdarzeń .

W celu określenia zasad współpracy urządzeń ochrony przeciwpożarowej dla stacji metra należy sporządzić program współdziałania urządzeń , uwzględniający algorytm ich działania w zasymulowanej sytuacji pożarowej. Pokazuje on zależność pomiędzy poszczególnymi urządzeniami systemu ochrony przeciwpożarowej na stacjach . Podstawą skuteczności systemu jest wczesne rozpoczęcie realizacji programu współdziałania. Zapewnia to pełna automatyzacja systemów zabezpieczeń - jako podstawowy element systemu jest sygnalizacja pożarowa.

Ze względu na możliwość powstania pożaru w dowolnym miejscu: w pociągu, na stacji, w tunelu szlakowym, na torach odstawczych, zasadą jest doprowadzenie pociągu do najbliższej stacji i przeprowadzenie tam akcji ratowniczo-gaśniczej.

W obiektach metra mogą wystąpić zdarzenia w następujących wariantach:

Wariant I - zdarzenia ma miejsce w tunelu metra , nie obejmuje swym zasięgiem jadącego składu pociągu, lub jego części, skład pociągu nie utracił zdolności do jazdy do najbliższej stacji metra,

Wariant II - zdarzenie ma miejsce w tunelu metra i obejmuje swoim zasięgiem jadący skład pociągu lub jego część, skład pociągu nie utracił zdolności jazdy do najbliższej stacji metra,

Wariant III - zdarzenie ma miejsce w tunelu i obejmuje swoim zasięgiem jadący skład pociągu, skład pociągu utracił zdolność jazdy do najbliższej stacji metra,

Wariant IV - zdarzenie ma miejsce na trenie stacji metra, obejmuje swym zasięgiem skład pociągu,

Wariant V - zdarzenie ma miejsce na trenie stacji i nie obejmuje swym zasięgiem składu pociągu.

Wykrycie zjawisk pożarowych przez czujki pożarowe wywołuje:

- sygnalizację alarmu I stopnia , przechodzący po określonym czasie (zgodnie z projektem) w alarm II stopnia,
- przyspieszenie zadziałania elementów sterowanych systemem sygnalizacji pożarowej na wypadek pożaru można uzyskać poprzez wywołanie alarmu II stopnia – uruchomienie ręcznego ostrzegacza pożaru.

Alarm I i II stopnia w poszczególnych strefach spowoduje zadziałania urządzeń przeciwpożarowych, które zostaną ustalone w drodze projektu w odniesieniu do ww. wariantów pożarowych.

Dla projektowanych obiektów metra należy przewidzieć pełną ochronę w system sygnalizacji pożarowej, jak również wyeliminować ręczne sterowanie systemem wentylacji pożarowej.

Scenariusz pożarowy (scenariusz rozwoju zdarzeń podczas pożaru) powinien zawierać szczegółowo zadziałanie instalacji i urządzeń przeciwpożarowych podczas alarmu I i II stopnia a w szczególności:

- szczegółową lokalizację alarmu pożarowego na centrali pożarowej,
- załączenie dźwiękowego systemu ostrzegawczego,
- włączenie wentylacji pożarowej, stosownie do miejsca pożaru,
- uruchomienie wszystkich elementów związanych z bezpieczną ewakuacją.

Wszystkie systemy związane z ochroną przeciwpożarową powinny być zintegrowane ze sobą jednym systemem zarządzającym.

Opracowanie procedur dla służb wewnętrznych na wypadek pożaru lub innego miejscowego zagrożenia oraz uzgodnienie ich z Komendantem Miejskim Państwowej Straży Pożarnej m.st.Warszawy.

Na podstawie art.4 ust.1 pkt.7 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2002 r. nr 147, poz. 1229) , właściciel budynku, obiektu budowlanego lub terenu, zapewniając ich ochronę przeciwpożarową , jest zobowiązany :

- przestrzegać przeciwpożarowych wymagań techniczno- budowlanych, instalacyjnych i technologicznych,
- wyposażyć budynek, obiekt budowlany lub teren w wymagane urządzenia przeciwpożarowe i gaśnice,
- zapewnić konserwację oraz naprawy urządzeń przeciwpożarowych gaśnic w sposób gwarantujący ich sprawne i niezawodne funkcjonowanie,
- zapewnić osobom przebywającym w budynku , obiekcie budowlanym lub na terenie , bezpieczeństwo i możliwość ewakuacji,
- przygotować budynek, obiekt budowlany lub teren do prowadzenia akcji ratowniczej,
- zapoznać pracowników z przepisami przeciwpożarowymi.

Dla skutecznie prowadzonych działań ratowniczo-gaśniczych niezbędne jest opracowanie wewnętrznych i zewnętrznych procedur na wypadek pożaru i innego miejscowego zagrożenia oraz w drodze szkolenia zapoznać z nimi wszystkich pracowników metra.

Procedury powinny być uzgodnione ze wszystkim podmiotami biorącymi udział w akcjach ratowniczo-gaśniczych, w tym z Komendantem Miejskim Państwowej Straży Pożarnej.

Procedury powinny obejmować całokształt zagadnień związanych z :

- organizacją, zakresami odpowiedzialności, osobami upoważnionymi i procedurami reagowania w sytuacjach awaryjnych oraz kontrolowaniem przebiegu awarii, włącznie z utrzymaniem komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej,
- systemami i procedurami zapewnienia pracownikom i pasażerom ewakuacji, ratowania i pomocy medycznej,
- procedurami porozumiewania się z władzami nadrzędnymi i innymi zainteresowanymi stronami,
- systemami i procedurami mobilizowania służb ratowniczych, sprzętu, urządzeń i pracowników,
- ustaleniami i procedurami dotyczącymi uzyskiwania pomocy zewnętrznej,
- ustaleniami co do szkolenia służb ratowniczych oraz testowaniem systemu bezpieczeństwa i procedur reagowania w sytuacjach awaryjnych,
- przywracaniem pracy obiektów metra po sytuacji zagrożenia.

Istotnym elementem realizacji opracowanych procedur oprócz wewnętrznych szkoleń jest prowadzenie stałych treningów z jednostkami PSP. Zasady treningów i zaangażowania innych służb miejskich powinny być uzgodnione z podmiotami w nich uczestniczących. Przynajmniej raz na dwa lata powinna być przeprowadzona próbna ewakuacji stacji metra.

Zapewnienie łączności umożliwiającej współdziałanie służb metra ze służbami zewnętrznymi , w tym jednostek ratowniczo-gaśniczych Państwowej Straży Pożarnej.

Jednym z podstawowych elementów skutecznych działań ratowniczo-gaśniczych jest łączność bezprzewodowa pomiędzy wszystkimi podmiotami prowadzącymi działania. Łączność ta powinna zapewniać możliwość porozumiewania się ratowników zarówno na miejscu prowadzenia działań, jak również ze stanowiskiem kierowania oraz innymi jednostkami Państwowej Straży Pożarnej.

Łączność ta powinna stanowić jeden system wspólny dla wszystkich podmiotów prowadzących działania na terenie obiektów metra np. system TETRA.

Zapewnienie sprawności technicznej urządzeń i instalacji będących na wyposażeniu obiektów metra zgodnie z wymaganiami przepisów i stosownej dokumentacji.

Zapewnienie sprawności technicznej urządzeń i instalacji będących na wyposażeniu obiektów metra jest podstawowym elementem gwarantującym skuteczną akcję ratowniczo-gaśniczą.

Zgodnie z wymaganiami przepisów :

- urządzenia przeciwpożarowe i gaśnice powinny być poddawane przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym zgodnie z zasadami określonymi w Polskich Normach, dotyczących urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic, w odnośnej dokumentacji techniczno-ruchowej oraz instrukcjach obsługi,
- przeglądy techniczne i czynności konserwacyjne powinny być przeprowadzane w okresach i w sposób zgodny z instrukcją ustaloną przez producenta , nie rzadziej jednak niż raz do roku.

Biorąc powyższe pod uwagę, stosowne zapisy z norm, instrukcji producenta , dokumentacji techniczno-ruchowej należy przenieść je do Instrukcji bezpieczeństwa pożarowego i stosować przy bieżących przeglądach i konserwacji.

Instalacje elektryczne, wentylacji bytowej podlegają kontroli w trybie i na zasadach określonych przepisami Prawa budowlanego.

Dokumentem potwierdzającym sprawność techniczną instalacji i urządzeń przeciwpożarowych są protokoły z badań i sprawdzeń podpisane przez osobę posiadającą wymagane uprawnienia.

Załącznik nr 1

OKREŚLENIE CZASU EWAKUACJI ZE STACJI METRA

1. Pojęcie ruchu strumienia ludzi.

Ruch ciała stanowi zmianę jego położenia względem przyjętego układu odniesienia, zachodząca z upływem czasu.

Ruch ludzi podczas ewakuacji będzie również zachodzącą w czasie zmianą ich położenia w układzie funkcjonalnym budynku. Ruch ten, zawsze będzie miał określony kierunek – z zagrożonego miejsca na zewnątrz budynku. Ruch ludzi podczas ewakuacji rozpatrywany jest nie jako ruch jednej osoby lecz jako szeregu osób (odcinka) , zwany jest strumieniem ludzi.

Strumień ludzi, jest to mas ludzka poruszająca w określonym kierunku po ograniczonej płaszczyźnie o długości l_{str} i szerokości b.

Ruch strumienia ludzkiego w budynku przebiega drogami ewakuacyjnymi (dla stacji metra- płaszczyzna peronu, schody stałe, schody ruchome, korytarze, hole, itp.).

Strumień ludzi na drodze ruchu stanowi określony odcinek długości i w określonym czasie będzie miał odpowiednie współrzędne jego początku i końca.

2. Parametry strumienia ruchu.

Do parametrów strumienia ruchu ludzi zaliczamy:

- zwartość (gęstość) strumienia ludzi D, która mówi ile osób znajduje się na odpowiedniej powierzchni lub na długości danego odcinka,

- prędkość strumienia ruchu v i jest funkcja zwartości D,

- intensywność strumienia ruchu q jest iloczynem prędkości i zwartości strumienia ruchu,

- przepustowość otworu drzwiowego, szerokości odcinka drogi ruchu Q przez którą przechodzi strumień ruchu określa się liczba osób, która przekracza w jednostce czasu zwężenie, otwór lub odcinek prostopadły do osi drogi.

<u>Zwartość strumienia ludzi.</u>

Zwartość strumienia jest gęstością masy ludzi. Rozmieszczenie ludzi w strumieniu jest przypadkowe i nierównomierne. Dla uproszczenia przyjmuje się średnią poruszających się osób na określonej powierzchni.

Zwartością lub gęstością strumienia ludzi wyraża się średnią liczbę osób poruszających się na określonej powierzchni.

Zwartość strumienia ludzi wyraża się wzorem:

$$D = \frac{P}{b \cdot l_{str}}$$

gdzie :

P – ustalona liczba osób,

D – zwartość strumienia,

l_{str} – długość strumienia,

b – szerokość strumienia.

Wzór ten stosuje się przy jednorodnej strukturze strumienia.

Przy dowolnej strukturze strumienia ludzi, zwartość strumienia ruchu wyraża się wzorem :

$$D = \frac{\sum f}{b \cdot l_{str}}$$

gdzie :

$$\sum f = P \cdot f$$

f – współczynnik powierzchni zajmowanej przez różne osoby

Wzór wyraża znaną liczbę ludzi o różnych cechach fizycznych i różnych ubraniach (np. dorośli, młodzież, dorośli z bagażem, matki z dzieckiem, itp.).

<u>Prędkość ruchu strumienia ludzi.</u>

Ruch strumieni ludzi podczas ewakuacji przebiega z pewna prędkością. Prędkość ruchu uwarunkowana jest szeregiem czynników. Stwierdzono na podstawie badań , że prędkość jest funkcją zwartości strumienia i rodzaju drogi. Obliczenia prędkości są trudne i niewygodne. Dla uniknięcia ich sporządzono odpowiednie tabele wyników obliczeń prędkości przy różnych zwartościach strumienia.

<u>Intensywność strumienia ruchu.</u>

Intensywnością strumienia ruchu nazywamy iloczyn zwartości i jego prędkości :

$$q = D \cdot v$$

Intensywność strumienia ruchu ludzi charakteryzuje jego kinetykę.

Podobnie, jak zwartość strumienia ruchu i jego intensywność przy określonej zwartości dla określonego rodzaju przejścia osiąga wartość q_{max} . Po jej przekroczeniu wzrasta zwartość strumienia do wartości wywołującej zahamowanie ruchu na tym odcinku drogi. Zjawisko to ma bardzo ważne znaczenie przy organizacji ruchu w warunkach zagrożenia. Zatrzymanie ruchu wywołuje jego spiętrzenie oraz powoduje dezorganizację ewakuacji.

<u>Przepustowość.</u>

Przepustowością Q określamy taką liczbę osób, która jest zdolna do przejścia przez poprzeczny odcinek drogi o szerokości b w oznaczonej jednostce czasu.

Określa się wzorem :

$$Q = D \cdot v \cdot b$$

lub jako iloczyn intensywności ruchu i szerokości drogi :

$$Q = q \cdot b$$

Stosując kryterium prawidłowości ruchu zorganizowanego zachowania ciągłości strumienia ruchu na granicy sąsiadujących ze sobą odcinków drogi (w pierwszym węźle):

$$Q_1 = Q_2$$

Otrzymujemy :

$$q_1 \cdot b_1 = q_2 \cdot b_2$$

Intensywność dla drugiego odcinka wyraża się następującą :

$$q_2 = \frac{q_1 \cdot b_1}{b_2}$$

Dla otrzymanej intensywności ruchu przeprowadza się porównanie z intensywnością q_{max} ujęta w tabeli dla ruchu po schodach w górę

$$q_2 <=> q_{max}$$

W przypadku gdy q_2 jest mniejsze lub równe q_{max} odczytujemy z tabeli odpowiednie wartości zwartości strumienia i jego prędkości w pierwszym węźle.

Korzystając z odczytanych parametrów i równania ruchu jednostajnego prostoliniowego obliczamy czas przejścia strumienia ruchu na poszczególnych odcinkach drogi ewakuacyjnej.

$$t_n = \frac{l_n}{v_n}$$

gdzie : n – suma odcinków strumieni ruchu

W przypadku gdy q_2 jest większe od q_{max} zachodzi zatrzymanie strumienia ruchu ludzi.

Obliczamy czas zatrzymania :

$$T_z = P \cdot f \left(\frac{1}{b_2 \cdot q_2} - \frac{1}{b_1 \cdot q_1} \right)$$

Dla poszczególnych węzłów kolejno określa się wszystkie parametry ruchu strumienia ewakuacyjnego dla początku i końca strumienia według powyższej metody.
Całkowity czas ewakuacji ludzi ze stacji metra jest sumą czasów ruchu strumienia na poszczególnych odcinkach i czasów zatrzymania występujących w węzłach

$$T_c = \Sigma T_n + \Sigma T_z$$

3. Metoda obliczeniowa dla schodów ruchomych stosowanych do ewakuacji.

W przypadku stosowania ruchomych schodów do ewakuacji ludzi stosujemy do analizy czasu trwania ewakuacji kryterium przepustowości poszczególnych odcinków dróg.

Dla określenia teoretycznego czasu ewakuacji ludzi schodami ruchomymi stosuje się dwie metody obliczeń:

1. dla schodów ruchomych - zatrzymanych
   obliczenia stosowane jak dla schodów stałych (metoda omówiona powyżej),

2. $$t_{ew} = \frac{P}{Q_{SR}}$$ oparciu o element charakteryzujący się
   y ruchome). Wówczas czas ewakuacji określa się

$$t_{ew} = \frac{P}{Q_{sr}}$$

gdzie:

P - całkowita liczba osób ewakuowanych danymi schodami
Q_{sr} - przepustowość schodów ruchomych

W przypadku zastosowania do ewakuacji jednocześnie schodów ruchomych i stałych zachodzi konieczność ujednolicenia metodyki obliczeniowej.
W tym celu na podstawie ilości osób opuszczających daną kondygnację schodami stałymi w danym czasie, określa się przepustowość dla schodów stałych.

Stosuje się w tym celu następujący wzór:

$$P = \frac{q \cdot b \cdot t}{f}$$

gdzie:

P - liczba osób opuszczających kondygnację
q - intensywność strumienia ewakuacyjnego
b - szerokość biegu schodów
t - czas trwania ruchu
f - współczynnik zajmowanej powierzchni przez jedną osobę

Przepustowość schodów stałych określa się ze wzoru:

$$Q = \frac{P}{t} = \frac{q \cdot b}{f}$$

Czas ewakuacji przy wykorzystaniu jednocześnie schodów ruchomych i stałych określa się ze wzoru:

$$t_{ew} = \frac{P}{\sum Q} = \frac{P}{Q_{SS} + Q_{SR}}$$

gdzie:

Qss - przepustowość schodów stałych
QSR - przepustowość schodów ruchomych
P - ogólna ilość osób ewakuowanych schodami

Całkowity czas trwania ewakuacji ze stacji metra powiększony jest o czas trwania ruchu na pozostałych odcinkach dróg ewakuacyjnych.

Założenia ewakuacyjne przyjęte do obliczeń teoretycznych:

1) czas ewakuacji ze stacji metra oraz poziomów handlowo-usługowych na otwarty teren lub do innej strefy pożarowej, nie może przekraczać 10 min, a przepustowość 1m szerokości poziomych i pionowych dróg ewakuacyjnych umożliwiać przejście minimum 60 osobom w czasie 1 min,

2) długość przejścia na peronach nie może przekraczać 70m (długość przejścia ewakuacyjnego od najdalszego miejsca na peronie do wyjścia ewakuacyjnego nie powinna przekraczać 40m zwiększonego o 50% ze względu na zastosowanie samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu oraz o 25% ze względu na wysokość pomieszczenia przekraczającą 5m, tj. łącznie 70 m) lub 90m (zwiększenie o kolejne 50% przy zastosowaniu stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych),

3) jednocześnie na stacji przebywa 3.450 osób .

   Zgodnie z wytycznymi EBA [ ] maksymalna ilość osób podlegających ewakuacji ze stacji metra, może być wyliczona w następujący sposób:
   Pmax = n • (P1 + P2) + P3
   n - ilość torów na peronie
   P1 - dopuszczalna ilość miejsc w najdłuższym pociągu zatrzymującym się na peronie
   P2 - dopuszczalna ilość stojących pasażerów w najdłuższym pociągu zatrzymującym się na peronie
   P3 - ilość osób czekających na peronie odpowiadająca 30% sumy składników P1 oraz P2

4) minimalne wymiary dróg ewakuacyjnych, przy których zachowana jest ciągłość ruchu ludzi należy ustalać przy założeniu:

- średnia prędkość poruszania się po schodach stałych i ruchomych zatrzymanych wynosi 0,25 m/s, a po drogach poziomych 1,01 m/s,

- średni strumień ludzi przemieszczających się po schodach stałych wynosi w przeliczeniu na 1m szerokości schodów 60 osób/min,

- 40 % osób przebywa na stacji z bagażami a 60% bez,

5) oprócz schodów stałych do celów ewakuacyjnych należy przewidzieć schody ruchome pod następującymi warunkami:

   - wykonane z materiałów niepalnych,
   - minimalna szerokość schodów 1,12 m,

4 . **Obliczenie parametrów ruchu strumienia ewakuacyjnego dla projektowanej stacji II linii metra - Nowy Świat.**

4.1. **Przyjęte założenia.**

Analiza warunków ewakuacji dla stacji „Nowy Świat" została przeprowadzona w oparciu o empiryczną metodę obliczeniową w warunkach zagrożenia.

Współczynnik zajmowanej powierzchni przez pojedynczą osobę przyjęto dla osób dorosłych z bagażem , są to warunki, które mogą wystąpić zwłaszcza w okresach przedświątecznych i jesienno - zimowych.

W analizie nie ujęto osób niepełnosprawnych z uwagi na brak możliwości samodzielnego poruszania się po schodach. Przeznaczone są dla nich specjalne wydzielone windy.

Podobnie jak w przypadku osób niepełnosprawnych nie wzięto przy obliczeniach pod uwagę osób z dziećmi w wózkach. Ten przypadek jest analogiczny z osobami niepełnosprawnymi.

Osoby z dziećmi przewożonymi na rękach odpowiadają w przybliżeniu osobie dorosłej z bagażem, a różnice są kompensowane przez dzieci, które również nie zostały potraktowane osobno.

<u>4.2. Liczba osób przebywających na terenie stacji metra</u>

Przyjęto maksymalną liczbę osób oczekujących na peronie przyjęto wg wytycznych EBA

$$P = 450 \text{ osób}$$

Przyjęto założenie, że na stacji przebywają jednocześnie dwa składy wagonów z maksymalną liczbą pasażerów

P = 1.500 osób * 2 pociągi = 3.000 osób

Sumarycznie na terenie stacji może przebywać jednocześnie maksymalnie

P =3.450 osób

(nie uwzględniając osób odwiedzających pasaże handlowe).

4.3. Warunki ewakuacji

Przyjęto następujące założenia:

- ewakuacja prowadzona jest w warunkach zagrożenia
- ewakuacja przebiega samoczynnie bez koordynacji ze strony służb ratowniczych i porządkowych
- ewakuacja odbywa się jednocześnie wszystkimi możliwymi drogami wyjścia
- powstają dwa zasadnicze strumienie ruchu ludzi rozchodzące się na peronie w przeciwnych kierunkach
- każdy strumień ewakuacyjny zawiera równą liczbę osób odpowiednią danemu wariantowi analizy
- współczynnik zajmowanej powierzchni przez jedną osobę przyjęto dla osób dorosłych z bagażem

$$f = 0{,}24\ (m^2)$$

f_{40} = 0,123 m^2 – 40% osób z bagażami
f_{60} = 0,24 m^2 - 60% osób bez bagażu

- dla określenia realnych czasów ewakuacji przyjęto następujący wariant:

I. Ewakuacja odbywa się schodami ruchomymi w stanie zatrzymanym

I. 1. dla liczby osób P = 3.450
I. 2. dla liczby osób P = 1.950
I. 3. dla liczby osób P = 3.450 (w tym: 40 % o współczynniku f_{40} i 60 % o współczynniku f_6o) *

II. Ewakuacja odbywa się schodami ruchomymi w stanie zatrzymanym i w ruchu.

I. 1. dla liczby osób P = 3.450
I. 2. dla liczby osób P = 1.950
I. 3. dla liczby osób P = 3.450 (w tym: 40 % o współczynniku f_{40} i 60 % o współczynniku f_6o) *

- długość schodów prowadzących z peronu na antresolę wynosi

$L_1 = 15$ m

$L_2 = 10$ m

- osoby obecne na antresoli ewakuują się w czasie krótszym niż główny

strumień ewakuacyjny wyjdzie na antresolę.
Ponadto z układu wyjść ze stacji wynika, że nie wystąpi łączenie strumieni ewakuacyjnych, gdyż osoby z poziomu antresoli wyjdą najbliżej położonymi schodami w tym czasie nie zajętymi przez główny strumień.

W założeniach nie uwzględnia się osób odwiedzających jedynie punkty handlowe.

Wyniki obliczeń przedstawiono w załączeniu.

5. **Wnioski.**

Powyższe wyniki odnoszą się jedynie do teoretycznie założonych warunków dla przypadku obecności maksymalnej liczby osób na peronie i kompletnie zapełnionych dwóch pociągów na stacji.
Należy podkreślić, że analiza powyższa objęła wariant podstawowy tzn. ruch strumienia ewakuacyjnego jedynie schodami ruchomymi.
W tym przypadku przeprowadzono obliczenia dla użycia w czasie ewakuacji:

- tylko schodów ruchomych zatrzymanych,
- tylko schodów ruchomych w ruchu,

Założenia przyjęte do obliczeń teoretycznych:

- przepustowość schodów ruchomych w ruchu przyjęto
  Q = 60 osób/ min.
- na stacji nie wystąpi zatrzymanie strumienia ewakuacyjnego
- osoby ewakuowane dzielą się na strumienie proporcjonalne według przepustowości danego kierunku ewakuacyjnego.

Alternatywna metoda określenia czasu trwania ewakuacji ze stacji metra przy wykorzystaniu wszystkich możliwych dróg, w tym schodów stałych oraz schodów ruchomych w ruchu, polega na określeniu liczby osób ewakuowanych schodami ruchomymi w czasie granicznym i pomniejszeniu ogólnej ilości osób ewakuowanych o tę liczbę. Dla pozostałej grupy osób stosuje się analogiczną metodę obliczeniową jak dla schodów stałych.

Za czas graniczny ewakuacji ludzi ze stacji metra przyjęto: $t_{gr} = 10$ minut

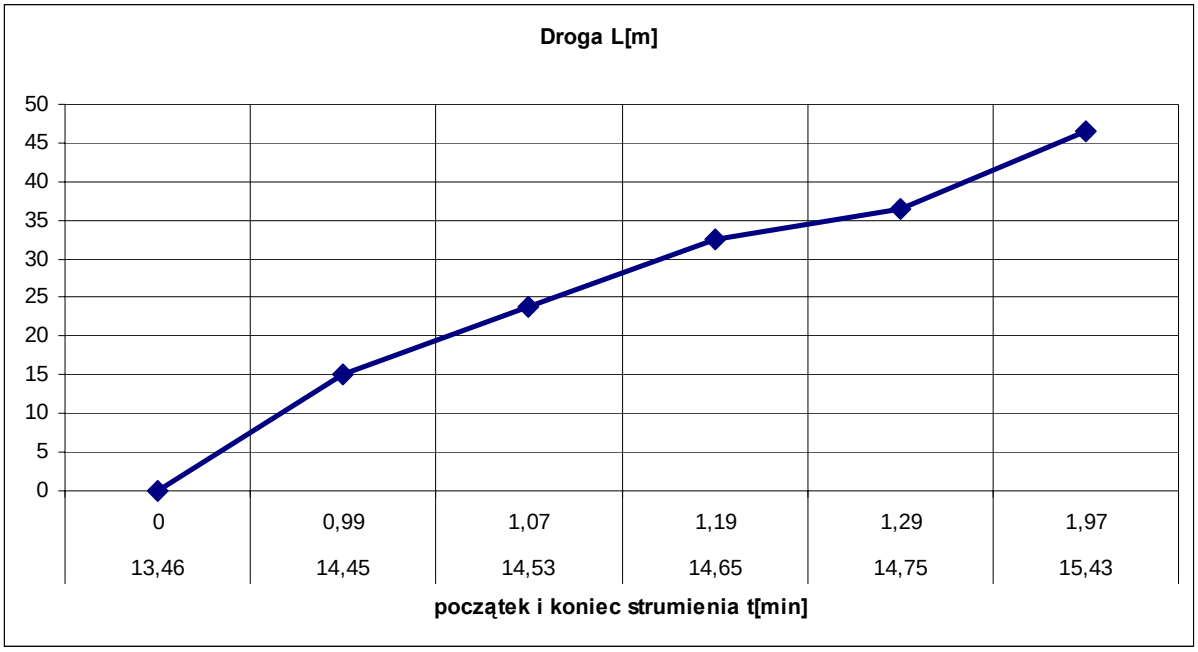
Zgodnie z wcześniej przyjętą przepustowością schodów ruchomych w ruchu, w tym czasie stację metra opuści zgodnie ze wzorem:

$P = Q * t_{gr}$

$P = 600$ osób

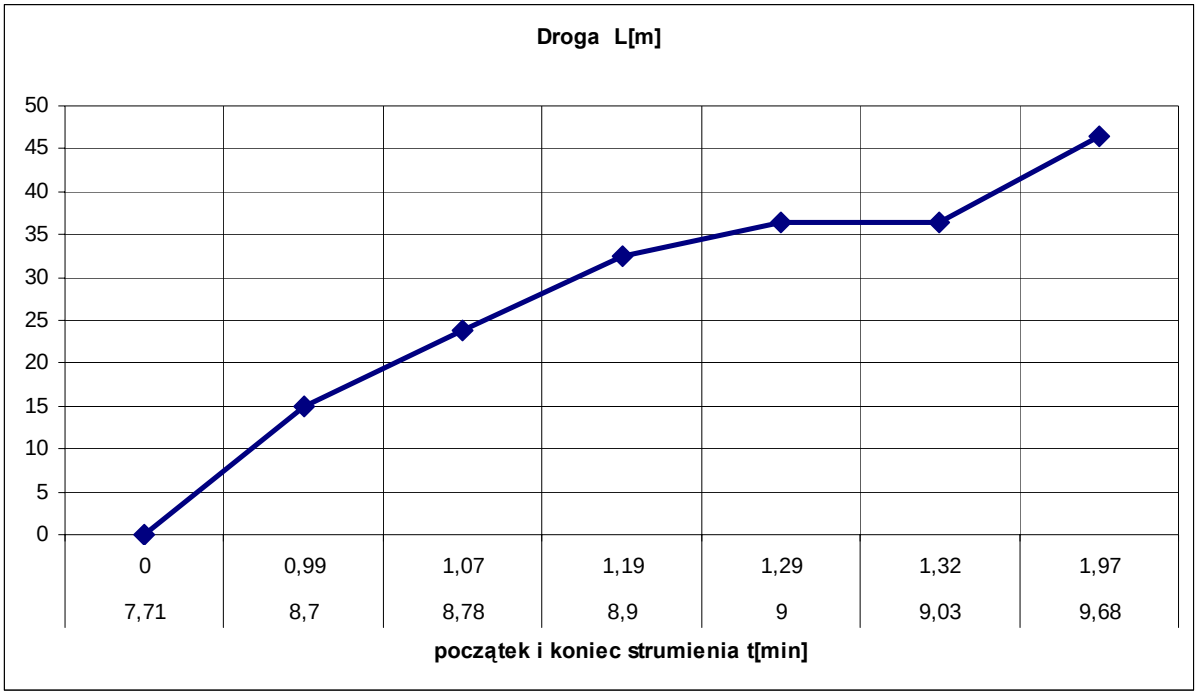
Wariant 1.1

czas ewakuacji		Droga L[m]
koniec strumienia t[min]	początek strumienia t[min]	
13,46	0	0
14,45	0,99	15
14,53	1,07	23,75
14,65	1,19	32,5
14,75	1,29	36,5
15,43	1,97	46,5



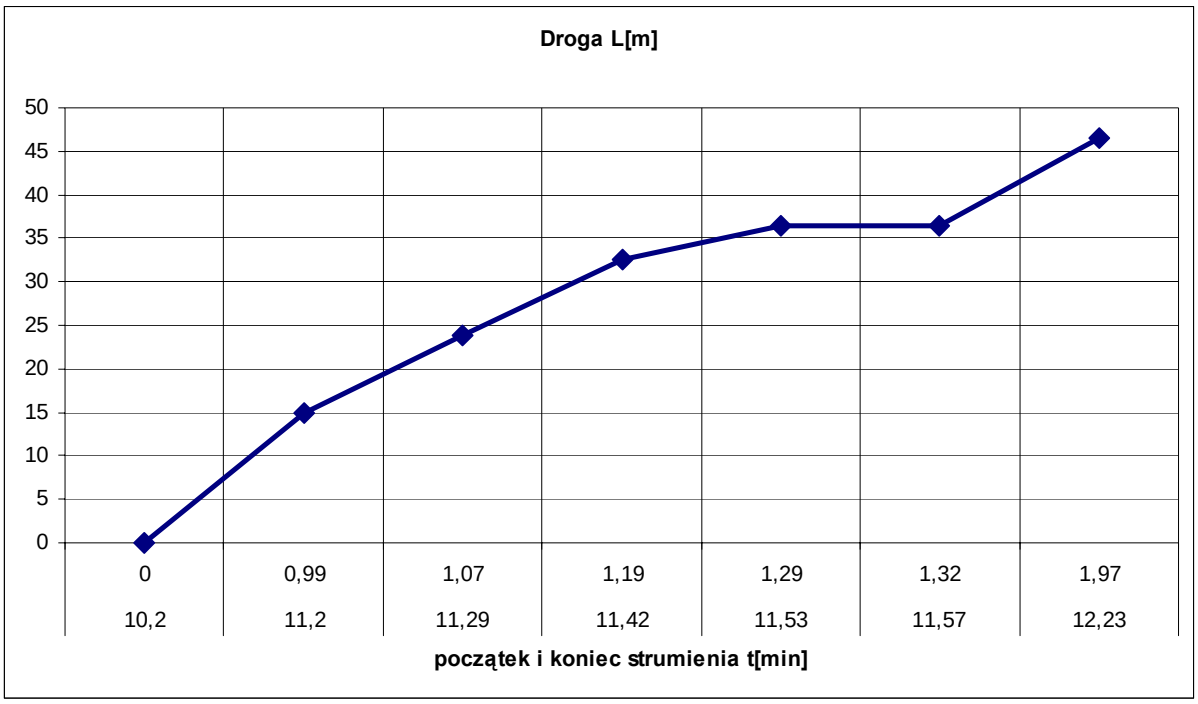
Wariant 1.2

czas ewakuacji		**Droga L[m]**
koniec strumienia t [min]	początek strumienia t [min]	
7,71	0	0
8,7	0,99	15
8,78	1,07	23,75
8,9	1,19	32,5
9	1,29	36,5
9,03	1,32	36,5
9,68	1,97	46,5



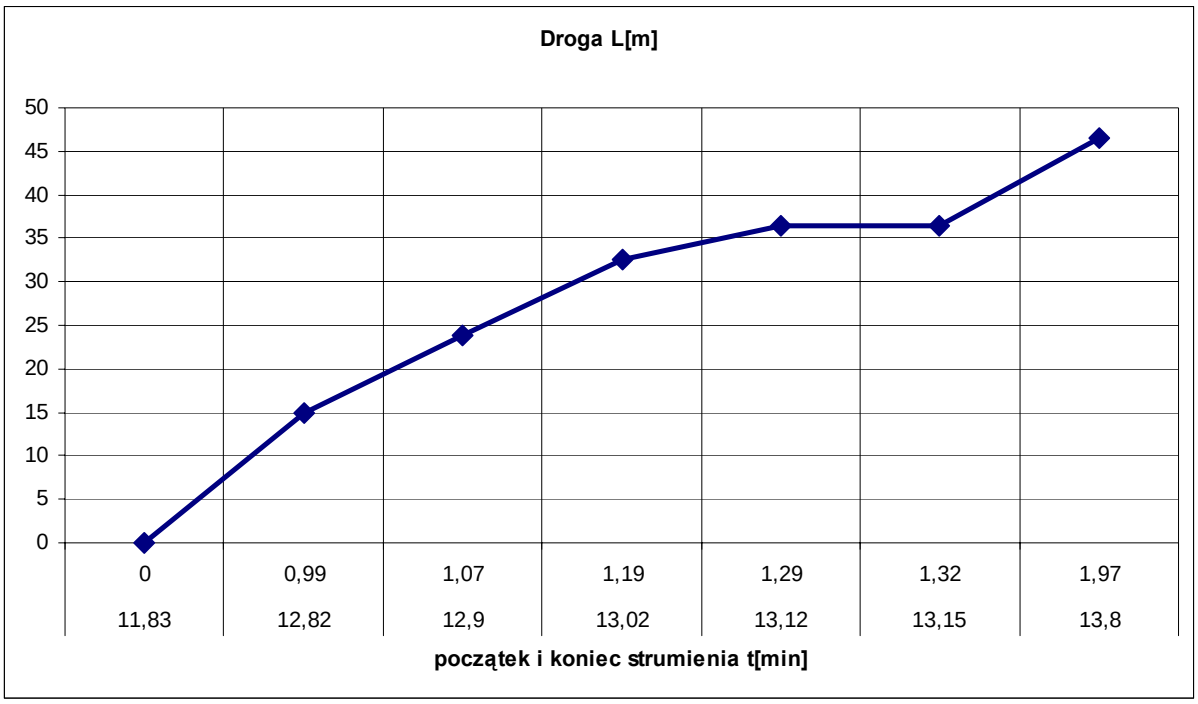
Wariant 1.3

czas ewakuacji		Droga L[m]
koniec strumienia t[min]	początek strumienia t[min]	
10,2	0	0
11,2	0,99	15
11,29	1,07	23,75
11,42	1,19	32,5
11,53	1,29	36,5
11,57	1,32	36,5
12,23	1,97	46,5



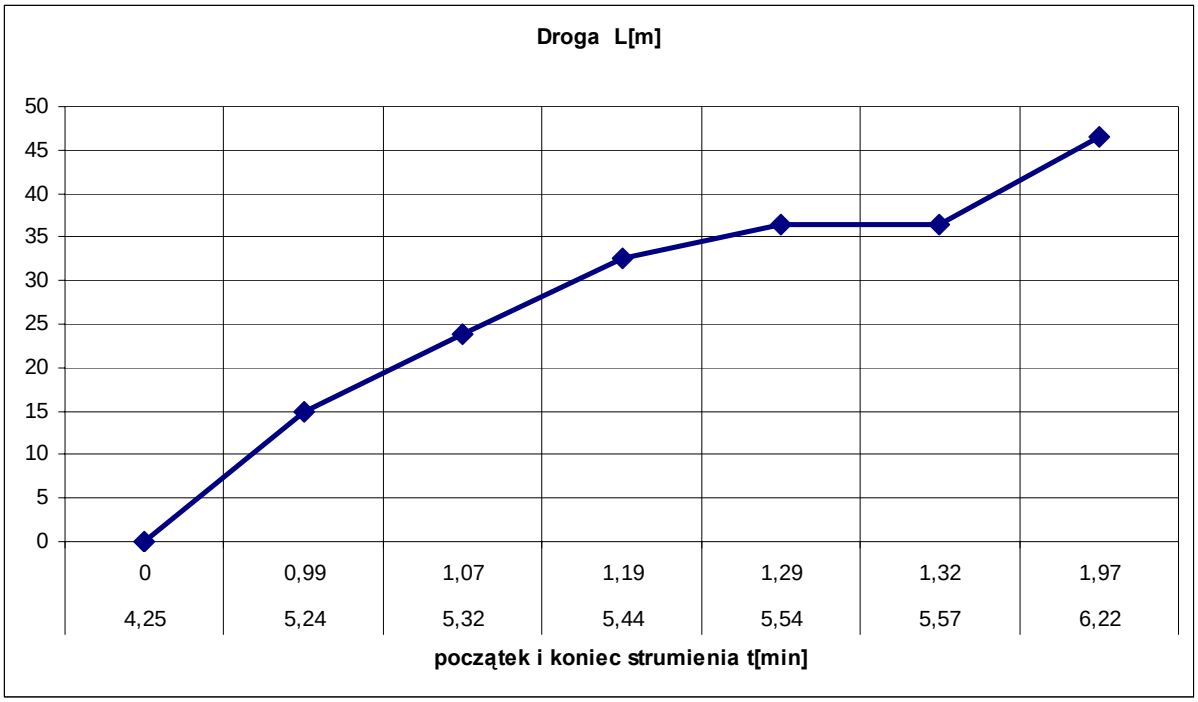
Wariant 2.1

czas ewakuacji		**Droga L[m]**
koniec strumienia t[min]	początek strumienia t[min]	
11,83	0	0
12,82	0,99	15
12,9	1,07	23,75
13,02	1,19	32,5
13,12	1,29	36,5
13,15	1,32	36,5
13,8	1,97	46,5



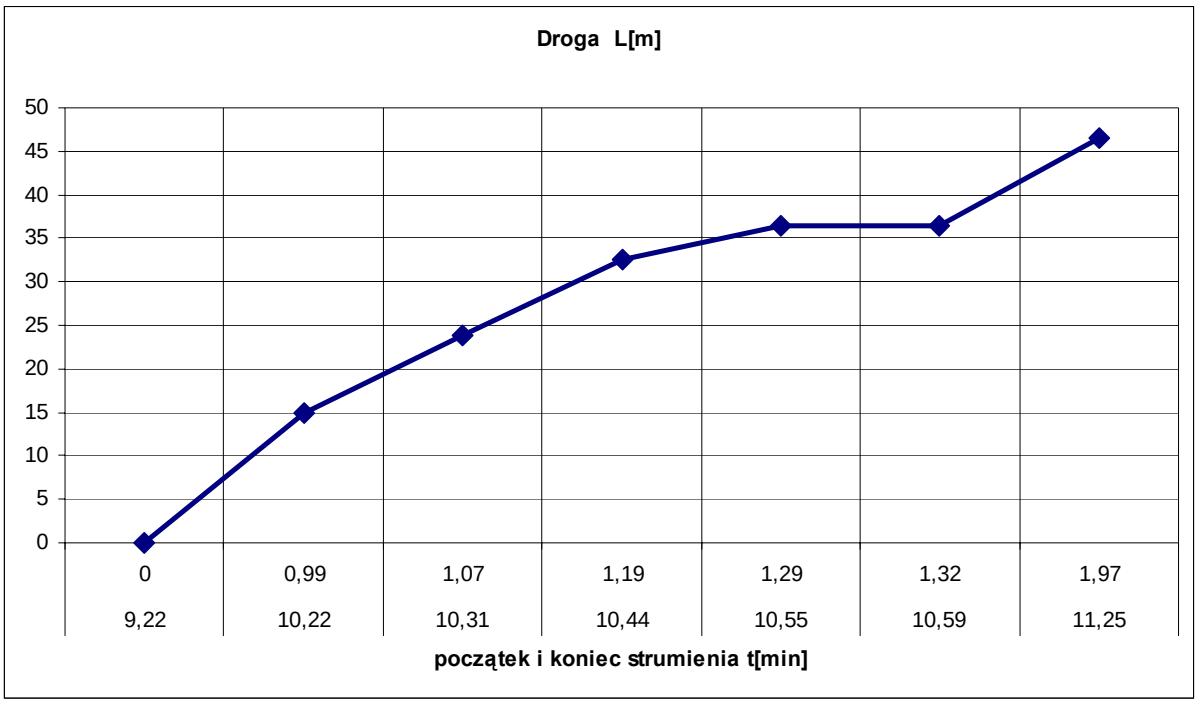
Wariant 2.2

czas ewakuacji		**Droga L[m]**
koniec strumienia t [min]	początek strumienia t [min]	
4,25	0	0
5,24	0,99	15
5,32	1,07	23,75
5,44	1,19	32,5
5,54	1,29	36,5
5,57	1,32	36,5
6,22	1,97	46,5



Wariant 2.3

czas ewakuacji		Droga L[m]
koniec strumienia t [min]	początek strumienia t [min]	
9,22	0	0
10,22	0,99	15
10,31	1,07	23,75
10,44	1,19	32,5
10,55	1,29	36,5
10,59	1,32	36,5
11,25	1,97	46,5



Załącznik nr 2

Integracja systemów bezpieczeństwa w metrze.

Duże i rozległe obiekty w tym metro, z punktu widzenia ochrony przeciwpożarowej charakteryzują się koniecznością stosowania praktycznie wszystkich dostępnych urządzeń przeciwpożarowych, wyszczególnionych w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 80, poz. 563 z dnia 11.05.2006 r.). zgodnie z którym, przez urządzenia przeciwpożarowe - rozumie się:

- (stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do wykrywania i zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków, a w szczególności: stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające,
- 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 i zawory hydrantowe,
- pompy w pompowniach przeciwpożarowych,
- przeciwpożarowe klapy odcinające,
- urządzenia oddymiające,
- urządzenia zabezpieczające przed wybuchem,
- oraz drzwi i bramy przeciwpożarowe, o ile są wyposażone w systemy sterowania.

Poszczególne systemy zabezpieczeń, aby mogły spełniać skutecznie swe indywidualne zadania, muszą realizować wspólny program obrony obiektu. Takim programem jest zawartość scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru (rozdz. 1 §5, pkt 11 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 czerwca 2003 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 121, poz. 1137)).

W oparciu o scenariusz opracowywana jest tablica sterowań (matrycy sterowań), zawierająca bardzo dużo elementów. W tablicy sterowań powinny być uwzględnione wzajemne powiązania i relacje między poszczególnymi urządzeniami i systemami, ich reakcje na fakt wykrycia, a także dalsze reakcje systemów w związku z możliwością rozwoju pożaru.

Do systemów i urządzeń stosowanych w ochronie przeciwpożarowej i objętych scenariuszami rozwoju zdarzeń zalicza się:

- system wykrywania pożaru,
- stałe urządzenia gaśnicze,
- dźwiękowe systemy ostrzegawcze,

- systemy oddymiania i odprowadzania ciepła,
- systemy doprowadzania powietrza,
- oświetlenie ewakuacyjne,
- automatyczne wydzielenia przeciwpożarowe,
- automatyczne kurtyny dymowe,
- drzwi ewakuacyjne

oraz urządzenia niededykowane:

- systemy łączności (intercomy, radiotelefony, centrala telefoniczna),
- windy osobowe i towarowe,
- rozdzielnie elektryczne,
- systemy kontroli dostępu,
- systemy telewizji przemysłowej,
- systemy wentylacji i klimatyzacji bytowej,
- systemu wykrywania toksycznych gazów itp.,
- depozytory kluczy.

Efektywna obsługa tak dużych i skomplikowanych instalacji jest możliwa tylko przy zastosowaniu jednolitej dla wszystkich systemów platformy, zapewniającej monitorowaną komunikację z integrowanymi systemami.

Podstawowym zadaniem w przypadku wystąpienia zagrożenia pożarem jest sprawna i skuteczna ewakuacja ludzi z zagrożonej strefy. Podstawowym rozwiązaniem, jest automatyczne uruchomienie Dźwiękowego Systemu Ostrzegawczego. Jeżeli jest to np. centrum handlowe to bardzo często najemcy wykorzystują własne systemy akustyczne do umilania pobytu swoim klientom muzyką. W takim przypadku nie tylko przydatna jest ale wręcz konieczna, integracja pomiędzy tymi systemami a systemem DSO. Komunikaty automatyczne, ale również te nadawane przez personel ochrony muszą dotrzeć do wszystkich punktów w danej strefie. Odbywa się to zwykle poprzez wyciszenie lub wyłączenie lokalnych systemów.

W bardziej skomplikowanych przypadkach rozwiązań ewakuacji, wprowadza się systemy dynamicznego oznakowania dróg ewakuacyjnych. W takich przypadkach musi wystąpić integracja z systemem DSO w taki sposób aby nie doszło do przekazywania sprzecznych informacji, jednocześnie aby wzmocnić przekaz poleceń. Proces ewakuacji nawet w przypadku wywołania alarmu automatycznie, z systemu SAP wymaga nadzoru ze strony personelu, który odpowiedzialny jest za bezpieczeństwo w danym obiekcie. Pracę tego personelu powinien wspierać m.in. system telewizji dozorowej zintegrowany z pozostałymi systemami. W wielu obiektach można znacznie sprawniej przeprowadzić ewakuację poprzedzając nadanie komunikatu poprzez DSO rozesłaniem siecią wewnętrzną (intercomy, łączność telefoniczna typy DEC, radiotelefony, pagery) komunikatu dla personelu obsługi. Integracja systemów łączności z systemami bezpieczeństwa pozwala na automatyczne zestawienie połączeń oraz wysłanie gotowych komunikatów poprzez wszystkie dostępne środki łączności jednocześnie.

System integrujący posiada nie tylko środki służące do przekazu informacji, ale też pomaga wypracować decyzję operatorowi, a następnie uruchomić odpowiednie systemy zabezpieczeń. Niezwykle ważną cechą jest możliwość samodzielnego uruchamiania różnych części systemu bezpieczeństwa zgodnie z ustalonym algorytmem. Nawet gdy operator systemu nie podejmie stosownych czynności (zasłabnięcie, nieuwaga, lekceważenie, sabotaż).
W pewnych przypadkach możliwości Centrali Sygnalizacji Pożaru (CSP) w zakresie sterowania są zbyt ograniczone i mogą dotyczyć jedynie małych i średnich obiektów. Jednocześnie CSP pozwala na realizację prostych procedur sterowniczych typu- zadziała czujka (grupa czujek) należy uruchomić system A sterowany dedykowanym sterownikiem (klapy odcinające, klapy wentylacji oddymiającej), specjalizowany system B (DSO, SUG).
Po uruchomieniu w/w systemów rola CSP się praktycznie kończy .
W bardzo dużych obiektach tak realizowane sterowanie nie zawsze będzie skuteczne. Często wymaga się dużej ilości sterowań (niektóre tablice sterowań zawierają po kilka tysięcy elementów) a także daleko większej elastyczności. System musi dokonywać wyborów z kilku wariantów. Dobrym przykładem jest zmienność tekstów komunikatów emitowanych przez DSO w zależności od rozwoju sytuacji.
Integracja poprzez łączenie urządzeń i systemów, powodując interakcje pomiędzy nimi stwarza nową jakość. Z synergią mamy do czynienia w sytuacji kiedy powstają dodatkowe efekty, nie do osiągnięcia w przypadku, gdy poszczególne systemy czy urządzenia pracują autonomicznie. Oszczędności w zintegrowanych systemach wynikają m.in. z rezygnacji z dublowania się funkcji występujących w kilku systemach i wykorzystania tylko jednej, z tego systemu, który zrealizuje ją najlepiej. Integracja jest pierwszym krokiem i jednocześnie niezbędnym do stworzenia systemu zarządzania obiektem. W ramach szeroko rozumianej integracji, niezbędnej w przypadku tworzenia zintegrowanego systemu zarządzania obiektem, jest integracja wszystkich systemów i urządzeń. Zarówno dedykowanych ochronie pożarowej, jak również pozostałych, niededykowanych. Zasadniczym problemem w procesie integracji, jest wymiana informacji w systemach heterogenicznych, pochodzących od różnych producentów, oparte na różnych standardach technicznych.

Zintegrowane źródła informacji o pożarze

Podstawą podjęcia wszelkich działań w ochronie pożarowej jest wykrycie zagrożenia. Im szybciej i dokładniej się to uda, tym większe są szanse na zminimalizowanie strat. Szybciej i dokładniej to znaczy, odebranie informacji i jak najszybciej zweryfikowanie jej tak, aby wyeliminować zakłócenia, błędne wskazania czujek lub błędy obsługi. Jednocześnie trzeba właściwie reagować na rzeczywiste zagrożenie. Nie można dopuścić, aby kilka (a nawet kilkadziesiąt) razy w roku, niepotrzebne uruchamianie alarmu w obiekcie, wzywanie do ewakuacji osób tam przebywających oraz automatyczne wzywanie jednostek straży pożarnej stawało się standardem. Projektując system bezpieczeństwa pożarowego należy uwzględnić różne źródła, z których powzięta zostanie informacja o zaistniałym zagrożeniu. Integracja systemów pozwala udoskonalić proces weryfikacji alarmu.

System alarmowania o pożarze – SSP

Podstawowym źródłem informacji o pojawiającym się zagrożeniu jest system wykrywania pożaru. Obecny stan techniki pozwala na wykrycie bardzo wczesnego stadium rozwoju pożaru. Systemy automatycznego wykrywania pożaru są bardzo skuteczne w obszarach, w których nie przebywają ludzie. Chodzi tu o obszary takie jak magazyny, pomieszczenia techniczne ale również pomieszczenia biurowe w okresie kiedy nie przebywają tam ludzie (noc, dni wolne). W obszarach, gdzie odbywa się nieustanny ruch, jak np. w ciągach komunikacyjnych, holach, salach widowiskowych, dworcach, czy pomieszczeniach w których odbywa się jakiś proces technologiczny, skuteczność systemu SAP jest niższa z powodu narażenia na fałszywe alarmy. W systemach o zaawansowanej technologii stosuje się nawet funkcje „DZIEŃ/NOC" pozwalające na zmianę czułości systemu w godzinach kiedy w obiekcie nie przebywają ludzie i ustają procesy zakłócające prace systemu. Funkcję DZIEŃ/NOC można uruchamiać w ramach zaprogramowanego w centralce CSP kalendarza. Jednak bardziej efektywnym rozwiązaniem jest zintegrowanie systemu SAP z systemem, który jednoznacznie przekaże informację o tym, że w obiekcie już nie przebywa personel. Do tego celu wykorzystuje się systemy antywłamaniowe, depozytory kluczy lub kontroli dostępu.

Personel ochrony obiektu

System wykrywania pożaru to jednak nie jedyne źródło informacji o zagrożeniu. Potencjalnym źródłem informacji, które można i należy brać pod uwagę planując ochronę przeciwpożarową jest personel ochrony. Przy założeniu, że personel ochrony odbywa regularne obchody, wyposażony jest w środki łączności oraz dobrze zna obiekt, w przypadku dostrzeżenia niebezpiecznej sytuacji przekaże w sposób kompetentny informacje o tym zdarzeniu. To źródło informacji w przypadku stwierdzenia źródła dymu (ognia) z pewnością przekaże informację o tym zdarzeniu z opóźnieniem w stosunku do systemu SAP. Jednak mogą istnieć sytuacje, w których nie ma zjawiska pożaru ale istnieje bezpośrednie zagrożenia i prewencyjnie należy wprowadzić niektóre procedury stosowane na wypadek pożaru. Przykładem może być sytuacja w której awarii uległy schody ruchome. W przypadku dostania się jakiegoś przedmiotu do napędu schodów następuje tarcie. Taka sytuacja grozi zapaleniem się urządzenia. Takiemu zjawisku towarzyszy intensywny zapach palącej się izolacji. Nie wystarczy zatrzymać urządzenia, wymagana jest jeszcze obserwacja czy nie doszło do samozapalenia oraz podjęcie kroków zapobiegających powstaniu paniki np. poprzez uruchomienie wentylacji która odprowadzi nieprzyjemny zapach.

Dla takiego przypadku projekt powinien przewidywać stworzenie możliwości szybkiego przekazania informacji do centralnego punktu, z którego zarządza się obiektem. W tym punkcie zintegrowany system powinien pozwolić uruchomić ręcznie sterowania urządzeń oraz podgląd w systemie telewizji dozorowej. Ewentualna rejestracja przebiegu wydarzeń oraz rozmów prowadzonych przez personel stanowić będzie dokumentację którą będzie można później analizować.

Osoby postronne

Zdecydowanie najmniej precyzyjnym, jednak od zawsze branym pod uwagę źródłem informacji są osoby przebywające w danej strefie. Każdy obiekt wyposażony w system SAP posiada rozmieszczone ROP (ręczne ostrzegacze pożarowe). Brak precyzji bierze się stad, że nie ma pewności kto i dlaczego uruchomił dany ROP. Należy przyjąć, że zaistniało zagrożenie pożarem lecz należy dokonać weryfikacji tego sygnału a więc skierować pracownika ochrony w miejsce lokalizacji uruchomionego ROPa, nawiązać ewentualny kontakt z osobą, która uruchomiła ROP oraz zlustrować obszar w pobliżu miejsca, gdzie uruchomiono ROP. Dopiero mając pewność co do powstałego zagrożenia oraz miejsca wystąpienia, można uruchomić odpowiednie procedury. W przypadku tradycyjnie projektowanych rozwiązań, jest to najgorszy przypadek z punktu widzenia czasu reakcji na ewentualne zagrożenie.

Rozwiązaniem problemu jest zintegrowanie istniejącego systemu telewizji dozorowej w taki sposób, aby w momencie uruchomienia przycisku ROP nastąpiła jego automatyczna lokalizacja i automatyczne wyeksponowanie obrazu z kamer, które mają w swoim polu widzenia uruchomiony ROP. Jeszcze lepsze efekty daje zintegrowanie dodatkowo systemu łączności wewnętrznej, bardzo często w obiektach intercomy wykorzystywane są do łączności z punktami parkingowymi, przy wejściach do obiektu itp. Umieszczenie punktu rozmownego w pobliżu przycisku ROP, zwłaszcza w miejscach publicznych takich jak korytarze, hole, pozwala w wyniku integracji systemu SAP-CCTV-INTERCOM na automatyczne zestawienie rozmowy z punktem ochrony.

Podstawowe cechy systemu integrującego.

System integrujący pozwala tworzyć procedury, w których zadziałanie elementu jednego systemu spowoduje zadziałanie elementów w innych systemach (np. zadziałanie przycisku ROP , automatycznie na monitorze pojawia się obraz z danej kamery CCTV).

Do tych cech należy zaliczyć :

a) wczesne rozpoznanie zagrożenia za pomocą danego systemu bezpieczeństwa-SAP
b) szybkie poinformowanie obsługi o nadejściu meldunku lub alarmu,
c) podanie propozycji czynności, które należy wykonać, z podaniem możliwych środków,
d) przeciwdziałania, stosownych do danego rodzaju zagrożenia. Oczywiście na etapie projektu jest wymagana bardzo szczegółowa analiza rozwoju poszczególnych zagrożeń,
e) uporządkowana obróbka zdarzeń,
f) odciążenie personelu od czynności rutynowych,
g) automatyczna dokumentacja,
h) uproszczenie obsługi często rozlicznych systemów technicznych i central alarmowych,
i) przedstawienie właściwego graficznego planu sytuacyjnego - ogólnego oraz szczegółowego - zawierającego lokalizację czujników, klap pożarowych, drogi ewakuacyjnej, itd.
j) automatyczne sterowanie urządzeniami zabezpieczającymi poprzez dany system bezpieczeństwa,
k) żądanie potwierdzania meldunków przez personel (takie potwierdzenia są wymagane w normie EN54-21 dotyczącej systemów transmisji alarmów), jak również podjęcia czynności

oraz dokumentowanie wszystkich działań z sekundową dokładnością (zarówno na papierze, jak i w plikach archiwum, które ponadto mogą być później analizowane).

Wymagania formalne dla systemu integrującego

System integrujący musi posiadać certyfikat zgodności wydane przez CNBOP w Józefowie..

Zakres integracji

System integrujący powinien być neutralny wobec wszystkich producentów sprzętu zabezpieczeniowego i automatyki, ze szczególnym uwzględnieniem automatyki pożarowej.

System integrujący powinien integrować systemy:

- System sygnalizacji pożaru (niezależnie od jakiego producenta pochodzi),
- Dźwiękowy system ostrzegawczy- z możliwością blokowania komunikatów automatycznych. Oczywiście najwyższy priorytet ma mikrofon strażaka przyłączony bezpośrednio do CDSO,
- Systemy sterowania oddzieleniami pożarowymi: drzwi, kurtyny, bramy,
- Dźwigi pożarowe,
- Systemy tryskaczowe (gdy będą zainstalowane),
- Stałe urządzenia gaśnicze gazowe- tylko przekaz stanu.
- System oddymiania stacji (klapy pożarowe, klapy wentylacji oddymiającej, wentylatory)

Ponadto powinien integrować:

a) Systemy łączności (zestawianie automatyczne połączeń, rozgłaszanie komunikatów),
b) sterowanie schodami ruchomymi,
c) system kontroli dostępu (automatyczne uwalnianie bramek),
d) systemem telewizji dozorowej (sterowanie ekspozycją obrazu i zapisu w funkcji zdarzeń kontrolowanych w systemie integrującym). Mimo iż nie należą do systemów p-poż, to jednak skutecznie pomagają weryfikować zdarzenia,
e) nadzorowanie i sterowanie bramkami przy wejściach do metra,
f) sterowanie zasuwami zamontowanymi na rurociągach wodnych,
g) system oświetlenia awaryjnego (ewakuacyjnego w szczególności)
h) system zasilania urządzeń przeciwpożarowych,
i) system nagłośnienia (public adress),
j) systemy informacyjne (tablice informacyjne itp.),
k) systemy wentylacji i klimatyzacji bytowej,

Przyłączanie integrowanych systemów.

Sposoby realizowania połączeń systemów :

a) Komunikacja cyfrowa między systemem integrującym a systemami i urządzeniami integrowanymi. Wymagany wspólnie uzgodniony protokół.

b) Wyjścia przekaźnikowe urządzeń i systemów integrowanych, przyłączane do wejść nadzorowanych systemu integrującego
c) Wyjścia przekaźnikowe systemu integrującego, przyłączone do wejść nadzorowanych sterowanych urządzeń i systemów integrowanych.

Wizualizacja stanu zintegrowanych systemów

Graficzne przedstawienie struktury zarządzanego systemu, lokalizacja krytycznych elementów.
Graficzna prezentacja obiektu z naniesionymi elementami systemów.
Prezentacja stanów wszystkich zintegrowanych systemów i poszczególnych elementów tych systemów w tzw. czasie rzeczywistym (ang. real time).
Kompatybilność ze wszystkimi popularnymi formatami przeglądarek internetowych.

Wizualizacja obiektów

Wymagana obsługa formatów graficznych wektorowych i bitmapowych.
import planów i schematów wytworzonych w innych programach jak np. AutoCAD.

Kontrolowanie i zapamiętywanie zdarzeń

Aby można było zrealizować scenariusz na wypadek pożaru, niezbędna jest gwarancja pełnej sprawności i dyspozycyjności poszczególnych urządzeń, ale także określonych służb. Poprzez stałą łączność ze wszystkimi elementami, kontrolowany powinien być stan poszczególnych urządzeń i natychmiastowe zgłaszanie wszystkich nieprawidłowości. Kontrolowanie polega na odbieraniu stanu całego systemu (tzw. ciągłym odpytywaniu). W takim przypadku to właśnie system, poprzez swoją wewnętrzną kontrolę wszystkich podzespołów, przekazuje informację lub dozorowanie konkretnego parametru. Kontrolowane powinny być wszystkie stany urządzeń oraz stan obiektu.
Powinny być przewidziane odpowiednie rejestry, umożliwiające zapis zdarzeń a także zapis reakcji operatora na zdarzenia.
Możliwość nadzorowania wielkości analogowych takich jak: wartość napięcia (np. na baterii akumulatorów), prądu (np. ładowania akumulatorów), temperatury, ciśnienia i innych.

Procedury działań

Wspomaganie realizacje scenariuszy pożarowych, poprzez przejrzyste procedury postępowania.
Możliwość realizacji procedury alarmowania i powiadamiania w sytuacjach awaryjnych poprzez łączność przewodową i bezprzewodową (telefon, intecom, fax, modem, sieć internetowa, GSM)

Sterowanie i testowanie

- możliwość projektowania interakcji pomiędzy różnymi systemami
- wykonanie testów uruchomieniowych i odbiorów,
- kontrolę realizacji matrycy sterowań,
- możliwość ręcznego sterowania zintegrowanymi systemami

- zapewnienie szybkiego ustawienia połączeń i przesyłanie informacji o zdarzeniach (integracja z systemem łączności).
- wszelkie polecenia wysterowania wydawane przez operatora (uprawnionego) mają wyższy priorytet niż polecenia generowane przez system integrujący.

Uwierzytelnianie

Do obsługi systemu obowiązuje bezwzględny wymóg logowania użytkownika. Hasła muszą być przechowywane w komputerze w postaci szyfrowanej. Użytkownik powinien mieć możliwość zmiany własnego hasła.

Dostęp do programu

Wymaga się rozbudowanego systemu poziomów dostępu dla poszczególnych grup użytkowników z możliwością zróżnicowania uprawnień dostępu do:

a) Raportów (historii),
b) Procedur alarmowych,
c) Planów sytuacyjnych,
d) Sytuacyjnych ustawień ogólnych,
e) Otwierania, opracowywania i zamykania zdarzeń alarmowych, zamykania zdarzeń niedopracowanych,
f) Przekazywanie zdarzeń do innych stacji obsługi ze zróżnicowaniem uprawnień: brak dostępu, tylko odczyt, edycja, wprowadzanie nowych danych, kasowanie,

Praca wielostanowiskowa

a) Możliwość przekierowania zdarzeń na inne stanowiska robocze.
b) Możliwość automatycznego kierowania zdarzeń alarmowych do odpowiednich stanowisk roboczych.
c) Możliwość przekazania zdarzenia przez operatora do aktywnego stanowiska.
d) Możliwość przyporządkowania zdarzeń do odpowiednich kategorii, z jednoczesnym przekierowaniem do odpowiedniego stanowiska roboczego.
e) Wyświetlane kategorie zdarzeń powinny być rozróżnialne np. poprzez różne kolory.

Określony sposób prezentacji zdarzenia alarmowego

a) zdarzenia powinny być wyświetlane w edytowanej postaci.
b) możliwość wyboru danych np.: liczba porządkowa, czas, data, nazwa zdarzenia, stan obecny, priorytet, kategoria, status, użytkownik.
c) możliwość ustalania kolejności wyświetlanych zdarzeń alarmowych
d) możliwość wskazania nieprawidłowości w działaniu poszczególnych elementów w trakcie zaistnienia zdarzenia
e) wyświetlany czas powinien być korelowany na bieżąco z innymi systemami.

Filtrowanie zdarzeń

Dla każdej kategorii zdarzeń powinna być możliwość filtrowania widoku zdarzeń na liście. Filtracja ma ułatwiać analizę zachodzących zdarzeń związanych z rodzajem alarmów, danym urządzeniem/systemem bądź osobą personelu obsługi.

Wyświetlanie zdarzeń alarmowych

Zdarzenia alarmowe powinny być wyświetlane na stosie alarmowym w formie telegramu. O kolejności powinien decydować priorytet nadawany danym rodzaj komunikatów. Oznacza to, że np. komunikat o alarmie pożarowym który nadejdzie później niż komunikat o awarii jakiegoś urządzenia, zostanie umieszczonym pozycję wyżej nad komunikatem o awarii. W momencie opracowywania danego komunikatu, na ekranie pomocniczym powinna być zaprezentowana informacja graficzna, obrazująca lokalizację miejsce zdarzenia.

Korelacja zdarzeń

Powinna być możliwość utworzenia korelacji zdarzeń w celu uzyskania zdarzenia wynikowego.

Archiwizacja dokumentacji

a) Możliwość wykonania backupu online
b) Możliwość odtworzenia systemu z backupu
c) posiadanie edytora formularzy
d) możliwość eksportu danych do innych programów np. Excel
e) druk dokumentów.

Sygnalizacja przerw w komunikacji

Wymagane jest sygnalizowanie przerw w komunikacji z każdym z integrowanych systemów, w formie odpowiedniej kategorii komunikatu alarmowego

Zachowanie się systemu po resecie

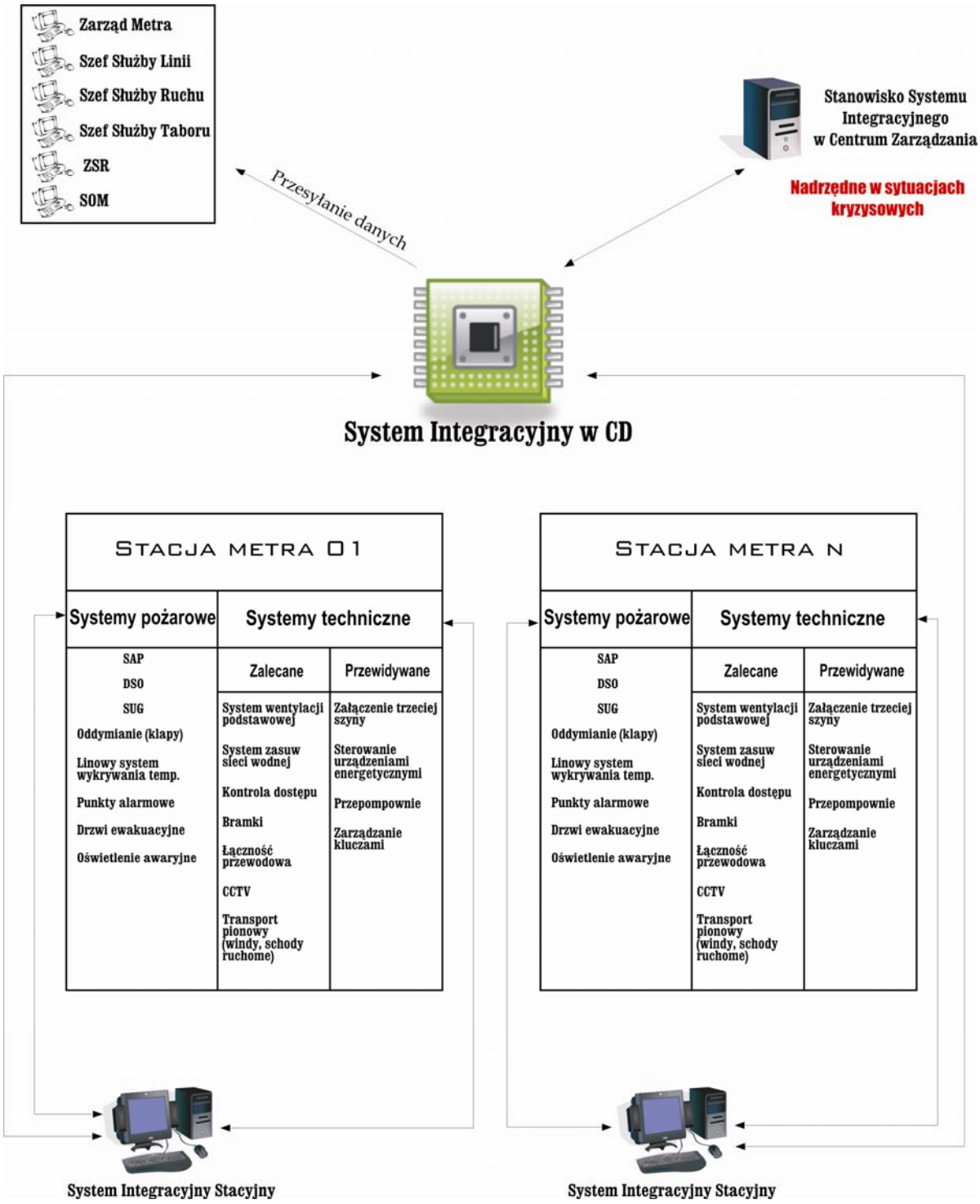
System integrujący musi automatycznie powrócić do stanu pracy w przypadku resetu związanego z awarią zasilania lub wymuszonym programowo. Składniki oprogramowania powinny się uruchamiać automatycznie.

Zgodność stanów urządzeń i systemów zintegrowanych z ich reprezentacją w systemie integracyjnym po awarii komunikacji

W wyniku ponownego uruchomienia oprogramowania systemu integrującego, status systemów bezpieczeństwa powinien zostać wczytany automatycznie.

Wymagane jest zapewnienie zgodności stanów prezentowanych przez system bezpieczeństwa oraz system integrujący :

a) Alarm pożarowy lub awaria w systemie bezpieczeństwa, następują podczas awarii komunikacji z systemem integrującym. W wyniku przywrócenia komunikacji zdarzenie powinno zostać wyświetlone w określonym czasie – max. 30 s
b) Alarm pożarowy lub awaria w systemie bezpieczeństwa a następnie awaria komunikacji system bezpieczeństwa – centrala sygnalizacyjna, powrót systemu bezpieczeństwa do stanu normalnego, przywrócenie komunikacji system bezpieczeństwa – system integrujący. Zdarzenie alarmowe, awaryjne powinno zaniknąć w systemie integrującym w ciągu 30 s
c) Liczniki zdarzeń alarmowych w systemie bezpieczeństwa oraz w systemie integrującym powinny być zgodne.
d) Zasilanie awaryjne zgodne z PN EN 54-4
e) Sygnalizacja jakiegokolwiek uszkodzenia powinna być dokonywana w czasie nie przekraczającym 100 s
f) Opóźnienie w wysłaniu polecenia wysterowania danego urządzenia nie powinno przekraczać 10 s



Rys.1 Schemat integracji systemów bezpieczeństwa z wykorzystaniem centralnego systemu zarządzającego dla II linii metra.

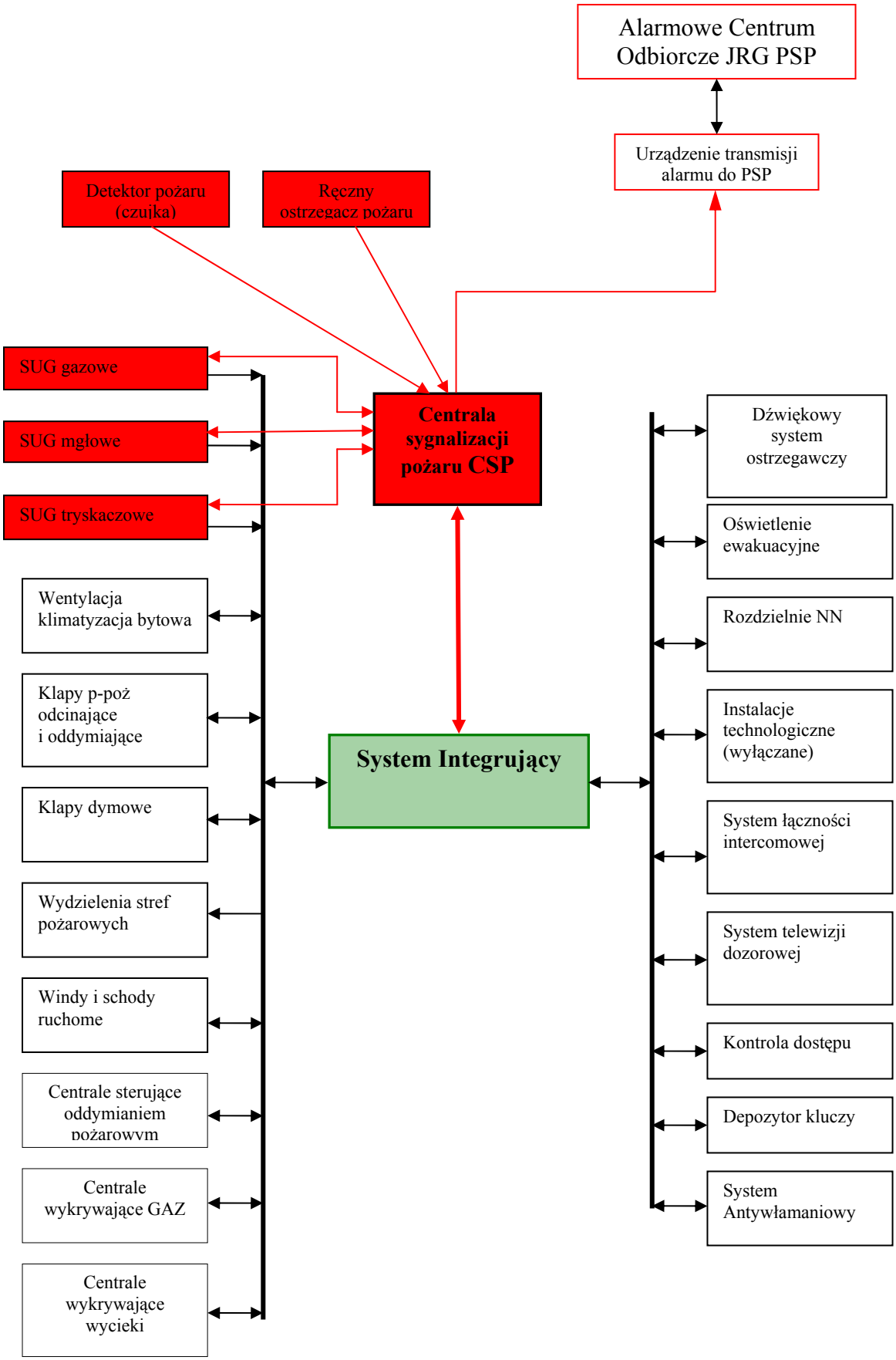
Dzięki strukturze "bazodanowej" i ciągłej rejestracji zdarzeń związanych ze stanem technicznym urządzeń oraz działaniem personelu obsługi, zastosowanie takiego systemu znacząco wpływa na optymalizację procesów zarządzania w kategoriach Facility Management.

W przypadku dużych i rozległych obiektów, o skomplikowanej strukturze zarządzania, system integrujący spełniający w/w wymagania, poza pełnieniem funkcji zarządzania, powinien być podstawowym wyposażeniem stanowiska zarządzania kryzysowego w Centralnej Dyspozytorni.

Zastosowanie systemu integrującego systemy bezpieczeństwa (i inne współdziałające) w obiektach metra, wymaga w fazie projektowej (opracowanie scenariusza zdarzeń), bardzo ścisłej współpracy, projektanta, rzeczoznawcy ds. spraw przeciwpożarowych, służb technicznych metra oraz wykonawców poszczególnych systemów.

Lokalizacja stanowisk zarządzania bezpieczeństwem

Zintegrowane systemy mogą pracować automatycznie, jednak ich przeznaczeniem jest wspieranie personelu odpowiedzialnego za bezpieczeństwo w obiekcie. Stanowisko zarządzania bezpieczeństwem wymaga odpowiednich warunków pracy personelu i urządzeń. Wymaga odpowiednio wykonanego i wyposażonego pomieszczenia, które może tym samym być przeznaczone na stanowisko zarządzania kryzysowego. Pomieszczenie musi stanowić wydzieloną strefę pożarową a w szczególnych przypadkach nawet dylatacyjną, pozwalając na przebywanie personelowi również podczas alarmów o charakterze terrorystycznym jak np. zamachy bombowe. Powinno posiadać własną drogę ewakuacyjną, wydzieloną wentylację i klimatyzację. Podstawą są również środki łączności, rezerwowe zasilanie w energię elektryczną itp. Oczywistą sprawą jest aby zadania personelu obsługi były jasno określone w planie ochrony obiektu. Personel natomiast musi posiadać odpowiednie kwalifikacje oraz wiedzę o obiekcie i obowiązujących procedurach.



Rys.2 Blokowy schemat integracji systemów bezpieczeństwa

Załącznik nr 3

WYPOSARZENIE PUNKTU PIERWSZEJ POMOCY

FUNKCJA: UDZIELENIE PIERWSZEJ POMOCY
· Przenośny Zestaw Pierwszej Pomocy w oddzielnej walizce lub w torbie 1 kpl
· Folie termiczne (koc przeciwwstrząsowy) 5 szt.
· Sól fizjologiczna 250ml 3 szt.
· Aparat do płukania oka 3 szt.
· Płyn AHD 2000 do dezynfekcji 250ml 2 szt.

FUNKCJA: ZESTAW DO TLENOTERAPII i RESUSCYTACJI
· Butla tlenowa stalowa 2,0 litra standard polski + dwie maseczki nr 5 i nr 3
· Worek samorozprężalny silikonowy - i maskami twarzowymi obrotowymi o 360 stopni całkowicie przezroczystymi, rozmiar nr 5 (duża) i nr 3 (mała)

III FUNKCJA: OZNACZENIE MIEJSCA ZDARZENIA
· Lampa ostrzegawcza (światło przerywane, ogniwo suche) 1 szt.
· Taśma ostrzegawczo-oddzielająca 100 mb
· Pachołki ostrzegawcze 3 szt.
· „Zestaw głośno mówiący” (tuba elektroakustyczna z syreną) 1 szt.
· Pałeczki świetlne 3 szt.
· Latarka 1 szt.
· Zestaw sorbentów (poduszki,rękawy,maty sorpcyjne) 1 szt.
· Oznakowanie szafy fosforyzujące „zielony krzyż”

FUNKCJA: TRANSPORT POSZKODOWANEGO
· Nosze (deska ortopedyczna z pasami + stabilizacja głowy) 1 kpl

UNIERUCHOMIENIE ZŁAMAŃ ORAZ PODEJRZEŃ ZŁAMAŃ I ZWICHNIĘĆ
· Kołnierze szyjne regulowane 4 – pozycyjnie 2 szt.
· Szyny Kramera do unieruchomienia kończyny dolnej 150x12 2 szt.
· Szyny Kramera do unieruchomienia kończyny górnej 90x10 2 szt.

FUNKCJA: INDYWIDUALNE ZABEZPIECZENIE OSÓB UDZIELAJĄCYCH PIERWSZEJ POMOCY
· Kask 1 szt.
· Kamizelka odblaskowa 4 szt.
· Ubranie ochronne odporne na rozdarcie 1 kpl
· Półmaska z pochłaniaczami 1 kpl
· Grube gumowe rękawice z szorstką wewnętrzną stroną 1 kpl
· Buty ochronne 1 kpl.
Przenośny Zestaw Pierwszej Pomocy (ZPP C) w oddzielnej walizce.