

Analiza procesu eksploatacji systemu kontroli dostępu w wybranym obiekcie

Streszczenie. System Kontroli Dostępu (SKD) umożliwia identyfikację osób lub pojazdów uprawnionych do przekroczenia granicy rozległego obszaru X. W artykule przedstawiono statystykę eksploatacyjną ruchu na przykładzie pojedynczej bramki w systemie KD oraz obliczone średnie wartości czasu obsługi pojedynczego zgłoszenia.

Abstract. Access Control System (ACS) enables to identify people or vehicles which are permitted to cross the border of a vast X area. The article presents the operational traffic statistics based on an example of a single gate in the Access Control System (ACS) and the calculated average values of service for one-time application. (**Analysis of exploitation access control system for the selected object**)

Słowa kluczowe: eksploatacja, system kontroli dostępu, systemy masowej obsługi, strumień wejść.

Keywords: exploitation, access control systems, mass service systems, input stream.

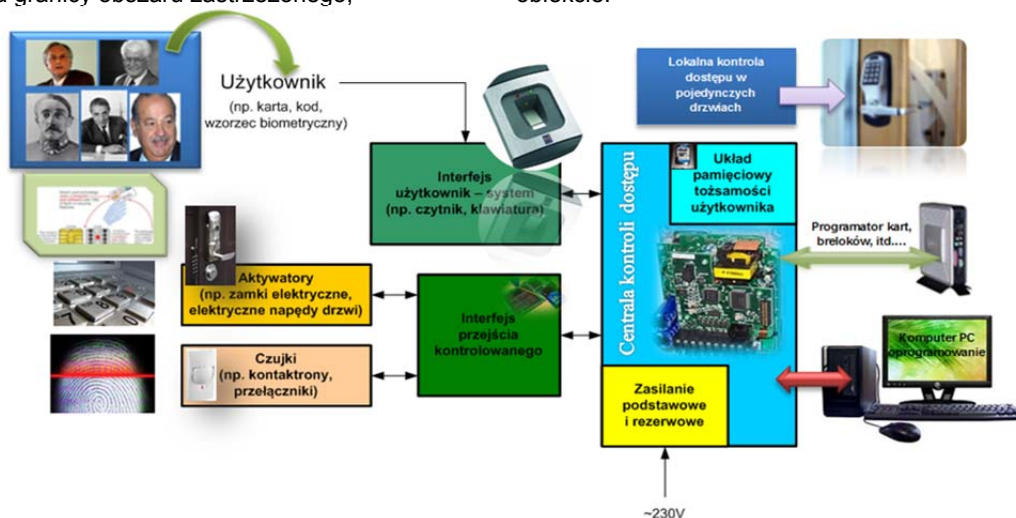
Wstęp

System Kontroli Dostępu (SKD) to zespół urządzeń elektronicznych, elektromechanicznych i elektrycznych oraz nadzorującego oprogramowania komputerowego pracujące w/w elementów, który ma za zadanie:

- identyfikację osób albo pojazdów uprawnionych do przekroczenia granicy obszaru zastrzeżonego;

- niedopuszczenie do przejścia przez osoby albo pojazdy nieuprawnione granicy zastrzeżonego obszaru;
- wytworzenie sygnału alarmowego informującego o próbie przejścia nieuprawnionego podmiotu.

Na rysunku 1 przedstawiono uproszczony schemat systemu KD wykorzystywany w rozległym obszarowo obiekcie.



Rys. 1. Schemat poglądowy systemu kontroli dostępu

Uprawniony użytkownik chcąc wejść na teren obiektu musi przejść przez jedno z przejść kontrolowanych. Kontrolowane przejście związane jest z potwierdzeniem swojej tożsamości, która jest wykorzystana do identyfikacji w systemie KD. Tożsamość w systemie może być kontrolowana z wykorzystaniem: karty zbliżeniowej (coś co mam), z podaniem osobistego kodu (coś co wiem) lub z odczytem cechy biometrycznej. Interfejs użytkownik - system zainstalowany na wejściu do ochranianego obiektu przesyła odczytaną informację do centrali systemu, gdzie zostaje ona porównana wykorzystując np. bazę danych biometrycznych, numery kodów PIN, itd. z wcześniej zapamiętanymi danymi użytkownika. Jeśli w/w dane się potwierdzą, to poprzez interfejs przejścia kontrolowanego następuje uruchomienie aktywatorów przejścia tj. otwarcie zamka elektrycznego lub zwolnienie blokady – rysunek 1.

Jeśli informacja nie potwierdza się z danymi zapisanymi w bazie, to występuje odmowa – zakaz przejścia. System KD może posiadać także czujki, które określają stan techniczny używanych w systemie blokad wejściowych. Czujki te określają otwarcie i

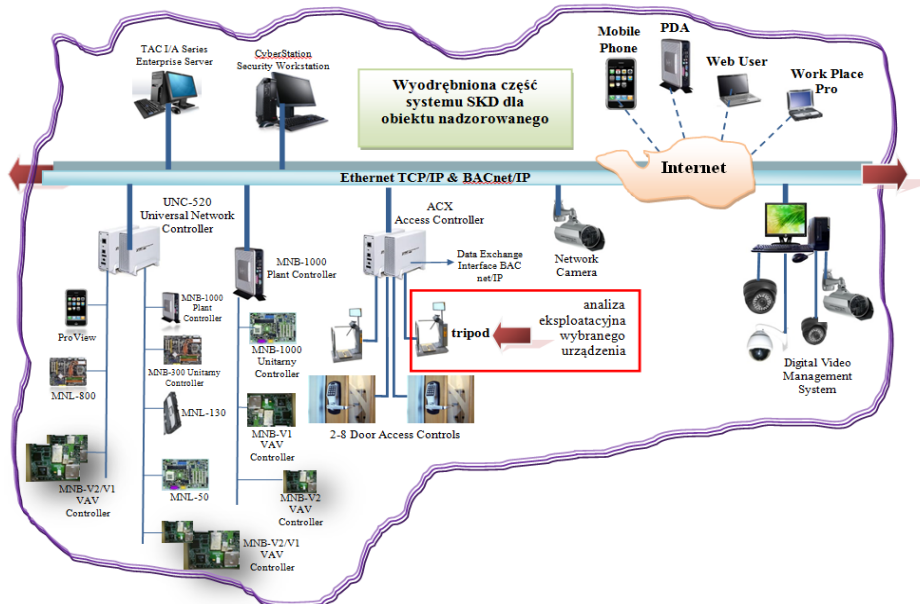
zamknięcie blokady w ściśle określonym przedziale czasowym – tj. np. otwarcie i powrót blokady do stanu wejściowego po przejściu uprawnionej osoby lub niedozwolony (np. siłowy) sposób otwarcia blokad. W systemie KD może występować także moduł komunikacji z innymi systemami bezpieczeństwa i centrum zarządzania eksploatacją tych systemów. Przejścia kontrolowane systemu KD są wyposażone w następujące urządzenia:

- czytnik, interfejs użytkownik – system;
- czujki kontaktu użytkownika z interfejsem;
- przycisk otwarcia aktywatorów (np. zamków rygli);
- przycisk ewakuacyjnego otwarcia drzwi (SSP);
- element ryglujący (np. rygiel, zwora, zamek, itd.);
- samozamykacz przejścia kontrolowanego – rysunek 1.

Współcześnie w obiektach nadzorowanych, gdzie zastosowano system KD, stosuje się technikę weryfikacji użytkownika, która wykorzystuje biometrię. Technika ta pozwala na precyzyjną identyfikację osób poprzez wykorzystanie ich niepowtarzalnych cech. Początkowo (ze względu na wysokie koszty) instalowano czytniki biometryczne tylko w systemach przeznaczonych dla obiektów specjalnego znaczenia np. kancelarie tajne. Szybki

rozwój technologii mikroprocesorowych oraz programowalnych układów elektronicznych spowodował, że cena czytników biometrycznych spadła, natomiast precyzja i niezawodność działania wzrosła. Do nadzoru procesów ruchu osobowego i transportowego w rozległych obszarach i obiektach stosuje się rozproszone systemy KD - rysunek 2 [4,6,16]. Integracja systemów bezpieczeństwa z systemami KD umożliwia wprowadzenie nowych funkcjonalności - np. nadzór nad

przemierzającym się obiektem w strefie, możliwość blokowania określonych pomieszczeń, tworzenie interaktywnej dokumentacji pobytu użytkowników w danym obiekcie, zdalny nadzór, archiwizacja, podgląd i diagnozowanie systemu z wykorzystaniem sieci TCP/IP, zliczanie liczby obiektów na wejściu i wyjściu, blokowanie wejść do stref w przypadku naruszenia np. obwodowej ochrony obiektu, itd. [1,3,7,17].



Rys. 2. Wyodrębniony zintegrowany system KD

System KD przedstawiony na rysunku 2 zbudowany jest w oparciu o zintegrowaną platformę sprzętową i programową. Nadzorowane przejścia są sterowane za pomocą dedykowanych kontrolerów ACX. Kontrolery zostały włączone do lokalnej sieci LAN przez co możliwa jest zdalna kontrola i zarządzanie wszystkimi urządzeniami systemu. Kontrolery ACX komunikują się z serwerem w technologii sieci strukturalnej TCP/IP – rysunek 2. Połączenia pomiędzy kontrolerami systemowymi, modułami kontroli dostępu oraz czytnikami wykonuje się za pomocą magistrali FBT [14,15]. Kontrolery zasilane są z zasilaczy buforowych podłączonych do rozdzielni niskiego napięcia nn, odpowiedniej do miejsca instalacji. Zasilanie czytników wejścia/wyjścia odbywa się z zasilacza buforowego (możliwość uzyskania 36 h autonomii systemu na wypadek awarii zasilania głównego). Elementy wykonawcze systemu są zasilane z dedykowanych zasilaczy podłączonych do rozdzielni nn, odpowiedniej do miejsca instalacji [7,4]. System KD wyposażono w czytniki kart CKZ o częstotliwości pracy RF równej 13,56 MHz. Zasięg odczytu od 20 do 100 mm przy zewnętrznej temperaturze pracy od -35°C do $+45^{\circ}\text{C}$. Maksymalna odległość czytnika od kontrolera systemowego zależy od jego typu i rodzaju sygnału transmisji - np. Wegandd - 150 m, RS 232 - 15 m, RS 485 - 1200 m [2,5,17,18].

Wszystkie linie wejścia, wyjścia, zasilające oraz informatyczne czytnika posiadają trzy stopnie zabezpieczenia. Są to następujące zabezpieczenia: przyłączenie zbyt dużego napięcia zasilającego, podłączenia napięcia o niewłaściwej polaryzacji oraz zabezpieczenia przeciwzakłóceniuowe - na każdej linii znajdują się dedykowane filtry EMC [18]. Ethernetowe sterowniki SKD przeznaczone są do instalacji od jednego do ośmiu czytników. Szybkość komunikacji z ACX

ograniczona jest do 100 Mbps przy szyfrowaniu i autentykacji. Wykorzystuje się wtedy wewnętrzny protokół Internet Protocol Security IPsec oraz Internet Key Exchange (IKE). Wewnętrzna pamięć czytnika może pomieścić do 480 tys. rekordów osobowych. Decyzja o dostępie lub odmowie podejmowana jest wtedy bez oczekiwania na weryfikację przez zdalny serwer systemu – rysunek 2. Urządzenie posiada wewnętrzny procesor do wejść czytnikowych, CPU oraz wewnętrzną podręczną pamięć 32 MB Flash [3,5].

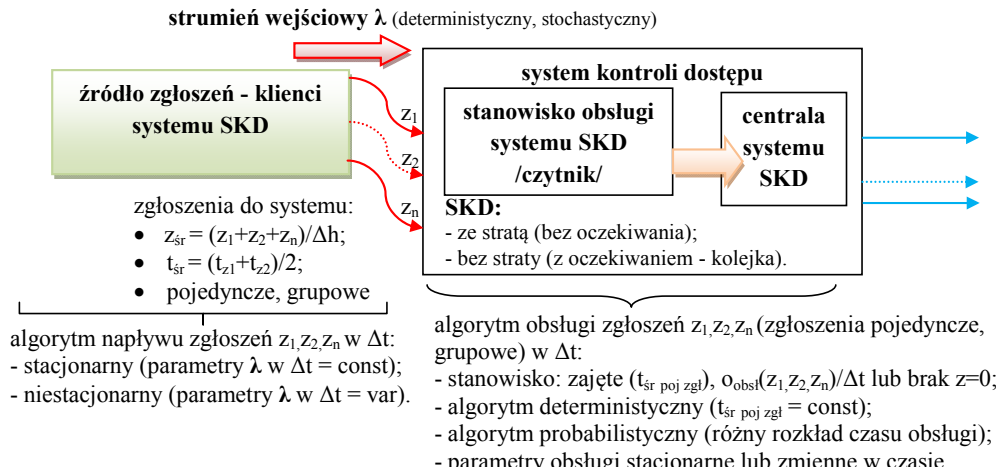
Zastosowanie teorii SMO do analizy procesu eksploatacji SKD

Jednym z ważnych pojęć, które charakteryzuje wszystkie użytkowane systemy KD jest tzw. „ruch użytkowników systemu” - rysunek 3. Pojęcie to można zdefiniować jako liczbę napływających zadań do obsługi przez system KD (wejścia /wyjścia/ odmowy) w danej ściśle określonej jednostce czasu Δt według wcześniej przyjętej w systemie procedury (algorytmu) obsługiwanego napływających zadań. Algorytm szeregowania napływających zadań do systemu, to tzw. dyscyplina obsługi. Dyscyplina obsługi SKD określa reguły wyboru napływających zgłoszeń z kolejki $z_1+z_2+\dots+z_n$ do obsługi na stanowisku systemu – rysunek 3. Można wyodrębnić następującą dyscyplinę obsługi użytkowników systemu, którą można zastosować w systemach KD [8,9]:

- **FIFO** - (first in, first out) - kolejność wg przybycia, regulamin naturalny;
- **LIFO** - (last in, first out) - ostatnie zgłoszenie obsługiwane jako pierwsze;
- **SIRO** - (service in random order) - wybór "na chybił trafił", niezależnie od czasu przybycia;
- priorytetowe szeregowanie (zgłoszenie wyższych priorytetów, wybierane w pierwszej kolejności niezależnie od liczby zadań oczekujących niższych priorytetów):
 - priorytet absolutny - rugowanie zadań niższego priorytetu oczekujących w kolejce;

- priorytet względny - zadanie wyższego priorytetu oczekuje na zakończenie obsługi niższego priorytetu w kolejce;
- priorytet dynamiczny jest funkcją stanu kolejki lub wcześniej przyjętego algorytmu pracy (obsługi) stanowisk systemu KD;

- pojemność poczekalni systemu KD - liczba miejsc w kolejce oczekujących na obsłużenie (ilość tripodów/bramek wejściowych) [8,10,11].
- w systemie z oczekiwaniem i ograniczoną pojemnością kolejki, zgłoszenie opuszcza system KD, wtedy i tylko wtedy może być obsługiwane następane zgłoszenie – rysunek 3;



Rys. 3. Algorytm szeregowania zadań w systemie

- liczba równoległych stanowisk obsługi systemu - obsługiwane równoległe, kolejka wspólna – wg. zgłoszeń napływających do systemu KD;
- stanowiska powiązane – zależne w rozpatrywanym systemie KD nie występują;
- zgłoszenia są obsługiwane przez szereg niezależnych stanowisk systemu KD - zgłoszenie może być obsługiwane wielokrotnie na tym samym stanowisku w przypadku odmowy wejścia do obiektu (np. błędna identyfikacja karty).

W celu oznaczenia użytkowanych systemów KD według SMO można skorzystać z notacji zaproponowanej przez Kendalla [8,9,10]. Wtedy systemy KD można opisać przez szereg symboli (1)

$$(1) \quad R/O//I/P/N$$

gdzie: R – rozkład zmiennej losowej z , tj. czasu między kolejnymi zgłoszeniami w systemie, O – rozkład czasu obsługi o , I – liczba równoległych stanowisk obsługi systemu, P – pojemność poczekalni systemu – rysunek 4, N - wymiar źródła zgłoszeń (jeżeli P i N w notacji oznaczenia systemów KD są pomijane to oznacza to, że te wielkości są nieskończenie duże, tj. występuje duża liczba użytkowników systemu KD oraz pojemność poczekalni jest nieograniczona).

Do pełnego opisu systemu KD z wykorzystaniem SMO należy określić następujące dane:

– rozkłady zmiennych losowych zgłoszeń – $z_1 + z_2 + \dots + z_n$ i obsługi – $o_1 + o_2 + \dots + o_n$ – rysunek 5;

– określić wielkości: I – liczba stanowisk, N – wymiar źródła zgłoszeń, P – pojemność poczekalni oraz czy zmienne wejściowe $z_1 + \dots + z_n$ i wyjściowe $o_1 + \dots + o_n$ są zależne czy nie [8,12,13].

W notacji Kendalla oznaczeniom R, O można przyporządkować następujące rozkłady:

- D – rozkład regularny (deterministyczny) o stałych przedziałach czasu zgłoszenia i obsługi w systemie – rozkład nie wykorzystywany ze względu na różne natężenie ruchu;
- M – rozkład wykładniczy o funkcji gęstości prawdopodobieństwa opisanej zależnością 2.

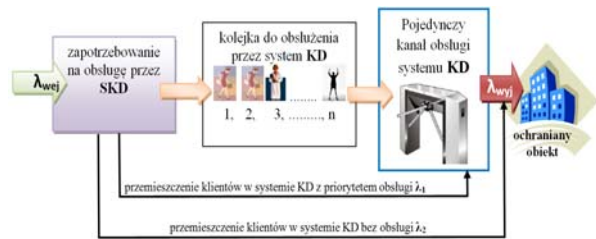
$$(2) \quad f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda t} & \text{dla } t \geq 0 \\ 0 & \text{dla } t < 0 \end{cases} \quad \text{gdzie } \lambda > 0$$

E_k – rozkład Erlanga rzędu k , funkcja gęstości prawdopodobieństwa opisana zależnością 3.

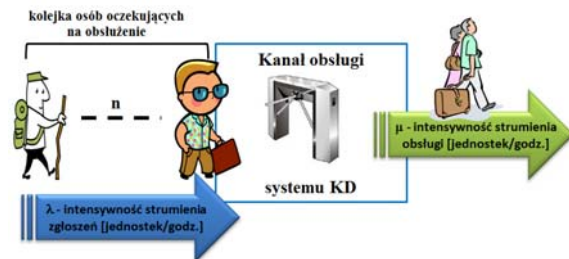
$$(3) \quad f(x) = \begin{cases} \frac{1}{(k-1)!} (\lambda t)^{k-1} e^{-\lambda t} & \text{dla } t \geq 0 \\ 0 & \text{dla } t < 0 \end{cases}$$

gdzie: $\lambda > 0$, $a, k = 0, 1, 2, \dots$

- G – dowolny (general) rozkład funkcji prawdopodobieństwa dla liczby zgłoszeń i obsługi;
- G_I – rozkład funkcji prawdopodobieństwa dowolny ze zmiennymi losowymi niezależnymi od siebie (general independent), np. system KD typu $M/E_3/4$, rozkład funkcji prawdopodobieństwa wejścia wykładniczy, czas obsługi klienta w systemie według rozkładu Erlanga trzeciego rzędu, cztery równoległe stanowiska obsługi np. tripod.



Rys. 4. Zastosowanie teorii SMO do systemów KD

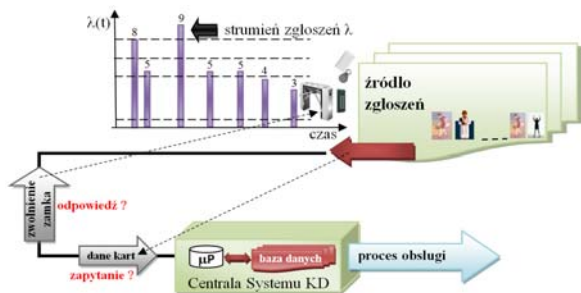


Rys. 5. Jednokanałowy system obsługi w systemie

Założenia wstępne do analizy eksploatacyjnej SKD z wykorzystaniem teorii SMO

Zastosowanie teorii SMO do obliczenia wybranych wskaźników eksploatacyjnych systemu KD wymaga wprowadzenia określonych założeń:

- system KD posiada ograniczone zasoby związane z obsługą użytkowników, tj. ograniczenia związane z liczbą czytników i tripodów na bramkach wejściowych i wyjściowych do ochraniajanego obiektu;
- system KD nie reaguje na zdarzenie(a) w postaci przybywających zgłoszeń - żądań dostępu do zasobów systemu podczas obsługi pojedynczego zgłoszenia w czytniku (system zajęty identyfikacją pojedynczej karty zbliżeniowej);
- w odpowiedzi na wymuszenie (zgłoszenie wejścia) system KD przydziela zgłoszeniu wybrane zasoby, umożliwiając ich konsumpcję tj. porównanie danych karty identyfikacyjnej z np. bazą danych umieszczonych w pamięci centrali lub czytniku;
- porównanie danych - identyfikacja w centrali SKD odbywa się przez pewien skończony czas, który można nazwać czasem obsługi zgłoszenia - rys. 6;
- zasoby systemu KD są zdolne do świadczenia usługi wtedy i tylko wtedy gdy w systemie (tj. bazie danych) znajdują się dane użytkowników systemu;
- zgłoszenie i identyfikacja w systemie może natrafić na proces obsługi innego zgłoszenia, wtedy generowany jest sygnał odmowy wejścia (centrala);
- w czytniku kart możliwy jest brak pamięci buforowej gdzie zgłoszenie na identyfikację oczekuje w kolejce na dostęp do mikroprocesora centralnego systemu KD i rozpoczęcie obsługi;



Rys. 6. Przetwarzanie danych w systemie SKD

- rozkłady zmiennych losowych zgłoszeń w systemie, $Z_1+Z_2+\dots+Z_n$ oraz obsługi $O_1+O_2+\dots+O_n$ są niezależne, tj. zgłoszenia oraz obsługa realizowana jest w miarę napływu użytkowników do SKD;
- pojemność P poczekalni systemu KD jest nieograniczona, liczba stanowisk obsługi $l = 1$;
- N – wymiar liczby zgłoszeń w systemie jest skończony, tj. występuje ograniczona ilość użytkowników systemu (wejście na ochraniający obszar);
- strumień zgłoszeń jest strumieniem prostym, tzn. jest stacjonarny (dla dowolnej grupy ze skończonej liczby, nie zachodzących na siebie przedziałów czasu, prawdopodobieństwo pojawienia się w nich odpowiednio k_1, k_2, \dots, k_n zgłoszeń zależy tylko od wymienionych liczb i od długości przedziałów czasu), nie zależy od ich położenia na osi czasu – tzn. prawdopodobieństwo pojawienia się k zgłoszeń w przedziale czasu $(t, t+\tau)$ nie zależy od t , a jedynie jest funkcją zmiennych k oraz τ ;
- strumień pojedynczy - niemożliwość pojawienia się dwóch bądź więcej liczby zgłoszeń w systemie, w tej samej chwili t [8,10]. Przyjęty rozkład dyskretny, zwany rozkładem Poissona, ma wszystkie własności strumienia prostego - odstęp między zgłoszeniami kolejnych użytkowników jest zmienną losową niezależną o jednakowym rozkładzie prawdopodobieństwa. Wtedy prawdopodobieństwo pojawienia się k zgłoszeń w danym przedziale czasu t określa się z zależności (4)

$$(4) \quad p_k(t) = \frac{\lambda t^k e^{-\lambda t}}{k!} \quad \text{dla } k = 1, 2, 3, \dots$$

gdzie: λ - parametr strumienia zgłoszeń równy średniej liczbie zgłoszeń napływających do systemu w ciągu danej jednostki czasu – np. jednej godziny.

- czas obsługi T_0 zgłoszenia w systemie nie jest stały, podlega statystycznym wahaniom jednak charakterystyki obsługi w rozpatrywanym systemie KD stosunkowo mało zależą od rozkładu czasów obsługi, praktycznie zależą tylko od wartości średniej tego czasu \bar{t}^0 . Wtedy zmienna losowa T_0 podlega rozkładowi wykładniczego, o funkcji gęstości rozkładu określonej wyrażeniem (5)

$$(5) \quad g(t) = \mu e^{-\mu t} \quad \text{dla } t \geq 0$$

gdzie: parametr rozkładu $\mu = 1/\bar{t}^0$, \bar{t}^0 - jest średnim czasem obsługi zgłoszenia.

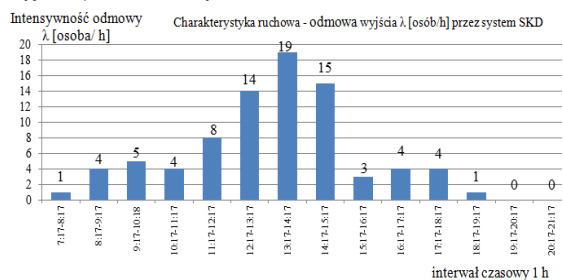
- czasy obsługi poszczególnych zgłoszeń w kolejce systemu KD są niezależne, nie zależą od procesu obsługi i aktualnej długości kolejki w poczekalni;
- proces przybywania użytkowników do kolejki jest procesem przypadkowym, markowskim. Zależy tylko od jego położenia w chwili $t = t_0$, (system zajęty lub wolny). Stan techniczny systemu KD nie zależy od tego w jaki sposób proces ten przebiegał w przeszłości (ilości wejść, wyjść, braku zgody na wejście/wyjście – tj. odmów w systemie KD) - proces bez pamięci.

Statystyka eksploatacyjna ruchu na pojedynczej bramce w systemie kontroli dostępu

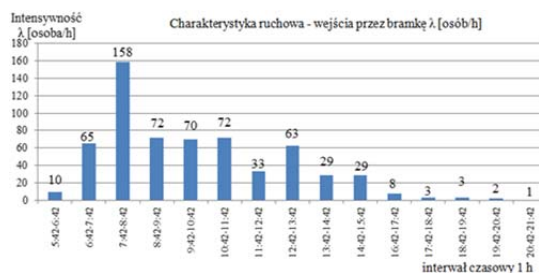
W celu określenia eksploatacyjnych parametrów z zastosowaniem SMO przedstawiono analizę ruchu użytkowników systemu KD na pojedynczej bramce. Wykresy 7 – 14 przedstawiają charakterystyki ruchowe – wejścia, wyjścia, odmowy dla systemu KD przez określenie intensywności ruchu osób wchodzących lub wychodzących w odniesieniu do jednej godziny czasu pracy systemu KD, $\Delta t = 1$ h. Wykresy 7- 10 przedstawiają intensywność λ ruchu oraz intensywność λ odmowy dla wejścia i wyjścia na ochraniający obszar w dzień powszedni. Wykresy 11 - 14 przedstawiają intensywność λ ruchu oraz intensywność λ odmowy dla tej samej bramki.



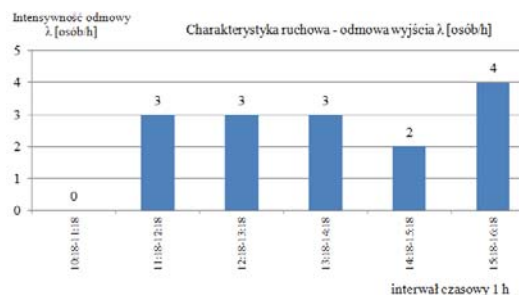
Rys. 7. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień powszedni, wyjścia przez bramkę



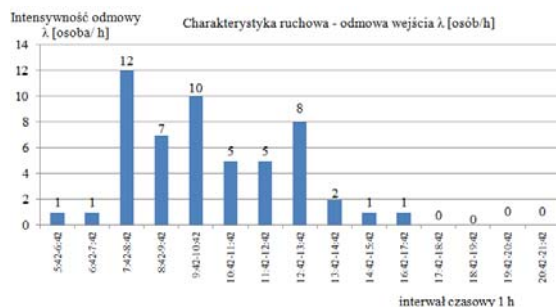
Rys. 8. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień powszedni, odmowa wyjścia



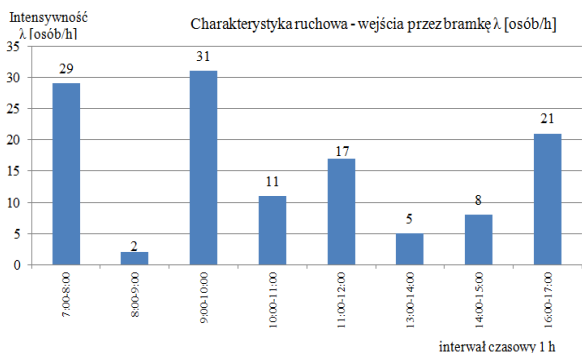
Rys. 9. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień powszedni, wejścia przez bramkę



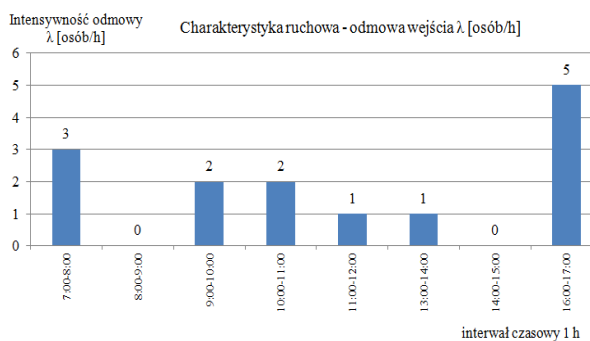
Rys. 14. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień świąteczny - odmowa wejścia



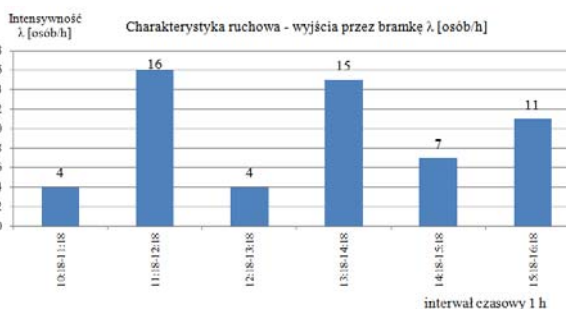
Rys. 10. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień powszedni, odmowa wejścia



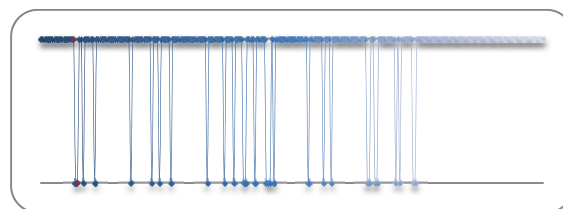
Rys. 11. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień świąteczny - wejścia przez bramkę



Rys. 12. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień świąteczny - odmowa wejścia



Rys. 13. Charakterystyka ruchowa bramki w dzień świąteczny - wyjścia przez bramkę



Rys. 15. Charakterystyka ruchu na bramce w godz. 14⁰⁰ - 16⁰⁰; oznaczenie 1 - pozwolenie na wyjście, 0 - brak pozwolenia na wyjście (ruch w dzień powszedni)

Na wykresie 15 przedstawiono wybraną charakterystykę ruchu na bramce typu tripod w godz. 14⁰⁰ - 16⁰⁰ w dzień powszedni przy największym natężeniu ruchu użytkowników systemu. Oznaczenia na wykresie: 1 - pozwolenie na wyjście generowane przez system KD; 0 - brak pozwolenia na wyjście generowane przez system KD - błąd rozpoznania karty w czytniku systemu lub próba nieuprawnionego wejścia do ochranianego obiektu – rysunek 2.

Określenie średniej wartości czasu obsługi pojedynczego zgłoszenia w systemie KD

Pomiary związane z określeniem średniej wartości czasu obsługi pojedynczego zapotrzebowania na usługę w systemie KD zostały wykonane na pojedynczej bramce w dniu powszednim. Pomiar wykonano w czasie zwiększonego natężenia ruchu w systemie, tj. od godz. 9⁰⁰ do 12³⁰. Pomiar czasu obsługi w systemie - start (moment przyłożenia karty identyfikacyjnej do czytnika), stop (moment wyjścia z kanału obsługi - bramki). Ogólnie czas obsługi podczas wykonywania pomiarów zależał od:

1. wieku osoby obsługiwanej w systemie - do 40 lat i powyżej (czas reakcji, tj. wyjęcie, przyłożenie karty do czytnika, obrót blokad tripodu);
2. próby identyfikacji karty umieszczonej w ochronnym opakowaniu (tłumienie sygnału radiowego czytnika, próba kilkukrotnego przyłożenia karty do czytnika);
3. pierwsze podejście osoby do nowego kanału obsługi systemu - identyfikacja poszczególnych elementów - czytnik, wskaźnik zajętości, itd.;
4. wykonywanie w tym samym czasie innych czynności nie związanych z identyfikacją;
5. natężenia ruchu w systemie, tj. kolejka oczekujących na obsługę w pojedynczej bramce, duża liczba klientów to ogólne zniecierpliwienie wśród oczekujących – częsty błąd – nieodpowiedni sposób przyłożenia karty względem czytnika,
6. słaba widoczność wskaźnika obsługi bramki - zajętości systemu szczególnie w dni słoneczne.

Wyniki pomiarów i określenia średniego czasu obsługi dla jednej bramki przedstawiono na rys. 16.

Średnia wartość czasu obsługi klienta w systemie KD wyniosła 3,1834 [s]. Liczność próbki do określenia średniego czasu obsługi w kanale wynosiła 207 klientów. Pojedyncze duże odchylenia od wartości średniej (rysunek 16) to zdarzenia eksploatacyjne wymienione w punktach 1 - 6.



Rys. 16. Wyniki pomiarów i określenia średniego czasu obsługi dla pojedynczej bramki systemu KD

Zakładając że średni czas obsługi klienta dla pojedynczej bramki systemu SKD wynosi 3,1834 [s] to oznacza że w ciągu jednej godziny może być obsłużonych $\Gamma = 1130$ klientów. Z pomiarów współczynnik ilości obsłużonych klientów Γ w ciągu jednej godziny może zawierać się w przedziale, który wynika z rysunek 16, a wynika z maksymalnego i minimalnego czasu obsługi. Najbardziej niekorzystny przypadek związany z czasem obsługi klienta, który zgłosił się do systemu KD wynosił $t_{max} = 10,84$ [s], natomiast minimalny czas obsługi podczas wykonywania pomiarów wynosił $t_{min} = 1,175$ [s]. Jeżeli przyjmujemy do obliczeń natężenia ruchu w systemie KD czas jednej godziny, czyli $t_{obs} = 3\ 600$ [s], to współczynnik ilości obsłużonych klientów Γ w ciągu jednej godziny wynosi

$$\Gamma = [332, 3063]$$

Podsumowanie

W artykule zaprezentowano zagadnienia związane z eksploatacją systemu kontroli dostępu. Omówiono zasadę działania i konfigurację systemu KD przeznaczonego do ochrony rozległego obiektu X. Przedstawiono podstawowe założenia teoretyczne do zastosowania teorii systemów masowej obsługi w analizie eksploatacyjnej SKD. Zdefiniowano pojęcia związane „ruchem użytkowników w systemie” oraz „dyscypliną obsługi” w systemie KD. W wyniku przeprowadzonych badań na pojedynczej bramce wejściowej systemu KD określono intensywność wejść i wyjść oraz odmów przypadające na jednostkę czasu. Charakterystyki ruchowe /przepustowości/ systemu KD to badania związane także z określeniem średniej wartości czasu obsługi pojedynczego zgłoszenia. W wyniku badań określono także szczególne przypadki eksploatacyjne, które wpływają na średni czas obsługi w jednokanałowym systemie KD.

Badania, które zostały wykonane w systemie KD użytowanym w rozległym obiekcie X, umożliwiły wyznaczenie wskaźników eksploatacyjnych, np. średniego czasu obsługi klienta dla pojedynczej bramki systemu KD $t = 3,1834$ [s], maksymalnej i minimalnej liczby użytkowników w ciągu jednej godziny określonej na podstawie pomiarów

$$\Gamma = [332, 3063]$$

Współczynnik ilości obsłużonych klientów Γ dla średniego czasu obsługi klienta $t_{\text{red}} = 3,1834$ [s] (rysunek 16) wynosi dla przedziału czasowego $\Delta t = 1$ [h] $\Gamma = 1130$ klientów/h. Oznacza to że pojedynczy tripod systemu KD może obsłużyć w ciągu jednej godziny 1130 klientów. Znając liczbę zatrudnionych osób w rozległym obiekcie X można obliczyć ilość tripodów niezbędnych do obsługi ruchu w systemie KD. Pełna informacja o parametrach eksploatacyjnych systemu KD z wykorzystaniem SMO umożliwia optymalizację systemów jedno i wielokanałowych np. charakterystyk ruchowych w systemie.

LITERATURA

- [1] Będkowski L., Dąbrowski T.: Podstawy eksploatacji, cz. II Podstawy niezawodności eksploatacyjnej, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2006.
- [2] Dyduch J., Paś J., Rosiński A.: Podstawy eksploatacji transportowych systemów elektronicznych. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2011.
- [3] Laskowski D., Łubkowski P., Pawlak E., Stańczyk P.: Anthropotechnical systems reliability. In the monograph „Safety and Reliability: Methodology and Applications - Proceedings of the European Safety and Reliability Conference ESREL 2014”, editors: Nowakowski T., Młyńczak M., Jodejko-Pietruczuk A. & Werbińska-Wojciechowska S. The publisher: CRC Press/Balkema, 2015.
- [4] Rosiński A., Dąbrowski T.: Modelling reliability of uninterruptible power supply units. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, Vol.15, No. 4, 2013, str. 409-413.
- [5] Rosiński A.: Rationalisation of the maintenance process of transport telematics system comprising two types of periodic inspections. Opublikowany w „Proceedings of the Twenty-Third International Conference on Systems Engineering” pod redakcją Henry Selvaraj, Dawid Zydek, Grzegorz Chmaj, wydana jako monograficzna seria wydawnicza – „Advances in intelligent systems and computing”, Vol. 1089, wydawca: Springer, 2015.
- [6] Siergiejczyk M., Paś J., Rosiński A.: Application of closed circuit television for highway telematics. Monograph „Telematics in the transport environment”, book series: Communications in Computer and Information Science, Volume: 329, pages: 159-165, 2012.
- [7] Siergiejczyk M., Rosiński A.: Analysis of power supply maintenance in transport telematics system. „Solid State Phenomena” vol. 210 (2014), str. 14-19.
- [8] Oniszczuk W.: Metody modelowania. Politechnika Białostocka, Białystok 1995.
- [9] Majchrzak E.: Badania operacyjne. Teoria i zastosowania. Wydawnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
- [10] Kałuski J.: Teoria gier. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
- [11] Żółtowski B., Niziński S.: Modelowanie procesów eksploatacji maszyn. Wydawnictwo Markar, Bydgoszcz – Sulejówkę 2002.
- [12] Janicki A., Izydorczyk A.: Komputerowe metody w modelowaniu stochastycznym, Warszawa WNT, 2001
- [13] Jędrzejczyk Z.: Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. Warszawa PWN 2002.
- [14] Perlicki K.: Simple analysis of the impact of packet loss and delay on voice transmission quality. Journal of Telecommunications and Information Technology, pp. 53-56, February, 2002.
- [15] Perlicki K. : Impact of an alien wavelength on wavelength division multiplexing transmission quality. Photonics Letters of Poland, Vol. 4, No. 3, pp. 118-120, 2012.
- [16] Wiśnios M., Dąbrowski T.: Review of Selected Techniques and Measures Affecting the Reliability of Face Image Acquisition Systems, Journal of KONBiN. Volume 29, Issue 1, Pages 49-58, 2014.
- [17] Duer S., Zajkowski K., Duer R., Paś J. 2013. Designing of an effective structure of system for the maintenance of a technical object with the using information from an artificial neural network. Neural Computing and Applications, Vol. 23, Issue 3-4, p. 913-925.
- [18] Paś J., Duer S.: Determination of the impact indicators of electromagnetic interferences on computer information systems. Neural Computing & Applications, Volume: 23, Issue: 7-8, Special Issue: SI, pp. 2143-2157. DOI:10.1007/s00521-012-1165-1, 2013.
- [19] Stawowy M.: Model for information quality determination of teleinformation systems of transport. In: “Proceedings of the European Safety and Reliability Conference ESREL 2014”, editors: Nowakowski T., Młyńczak M., Jodejko-Pietruczuk A. & Werbińska-Wojciechowska S., pp. 1909–1914. CRC Press/Balkema (2015)

Autor:

dr inż. Jacek Paś, Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, ul. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, E-mail: jpas@wat.edu.pl