

Systemy zamknięć stosowane w obiektach logistycznych

Obiekty logistyczne
Systemy zamknięć
Konstrukcja zamków

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd systemów zamknięć stosowanych w obiektach logistycznych. Optymalny wybór tych systemów zamknięć do konkretnej aplikacji wymaga uwzględnienia wymogów normalizacyjnych oraz konstrukcji poszczególnych typów zamków. Dla różnych typów zamków przedstawiono rozwiązania zwiększające ich odporność na próby nieuprawnionego otwarcia.

LOCKING SYSTEMS USED IN LOGISTICAL FACILITIES

Abstract

The article presents an overview of locking systems used in logistics facilities. The optimal choice of locking systems for a particular application requires consideration of the requirements of standardization and construction of various types of locks. For different types of locks are presented solutions to increase their resistance to unauthorized attempts to open it.

1. WSTĘP

W obiektach logistycznych często znajdują się dobra, będące przedmiotem pożądanego przez przestępców. Dlatego też stosuje się różnorodne rozwiązania techniczne i organizacyjne mające choć częściowo utrudnić możliwość nieuprawnionego dostępu do poszczególnych miejsc obiektów logistycznych. Niezależnie od tego, czy zabezpieczamy obiekt systemem alarmowym, systemem kontroli dostępu czy ochroną fizyczną, we wszystkich tych przypadkach musimy stosować odpowiednie systemy zamknięć. Czym zabezpieczamy dobra o większej wartości tym bardziej systemy zamknięć muszą być złożone. Stopień złożoności systemów zamknięć jest określony w odpowiednich dokumentach normalizacyjnych, przy czym wybór konkretnych rozwiązań technicznych systemów zamknięć w większości przypadków leży w gestii użytkownika. Niestety trzeba stwierdzić, że względu na brak odpowiedniej wiedzy decydentów, znaczna część systemów zamknięć instalowana w obiektach publicznych nie spełnia swoich funkcji, gdyż są one zbyt narażone na nieuprawnione otwarcie.

2. KLASYFIKACJA I KONSTRUKCJA ZAMKÓW

2.1 Klasyfikacja zamków

Ze względu na zastosowanie i odporność na włamanie zamki dzielą się na następujące grupy:

- zamki ogólnego zastosowania;
- zamki specjalne zwane zamkami o wysokim stopniu zabezpieczenia (ZWSBP) lub zamkami o wysokiej skuteczności bezpiecznego przechowywani HSL (ang. High Security Lock);
- zamki specjalne przeznaczone do zastosowań w obiektach rządowych różnych państw, wojsku - w tym NATO i związane z ochroną dokumentów niejawnych;
- do obiektów o specjalnej ochronie np. zamki bazujące na wykorzystaniu cech biometrycznych oraz o nietypowych sposobach przesyłania informacji między klawiaturą a elementami wykonawczymi zespołu ryglującego np. drogą akustyczną.

W praktyce spotykamy się z w obiektach logistycznych z systemami zamknięć pochodzących z różnych okresów, gdyż czas życia typowego zamka wynosi około 10 lat. Według klasyfikacji obowiązującej do 2005 roku **zamki ogólnego zastosowania** dzieliło się na pięć kategorii:

- kategorię O – zamki przeznaczone do stosowania w drzwiach wewnątrz lokalowych o małym stopniu wymaganego zabezpieczenia np. zamek z klamczką w drzwiach toaletowych;
- kategorię T – zamki przeznaczone do stosowania wewnętrznych wejściowych ogólnego zastosowania;

¹Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, Polska 00-908 Warszawa; gen. S. Kaliskiego 2.Tel: +48 22 6839-626, E-mail: joanna.cwirko@wat.edu.pl

²Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, Instytut Systemów Elektronicznych, Polska; 00-908 Warszawa; gen. S. Kaliskiego 2.Tel: +48 22 6837-123, E-mail: robert.cwirko@wat.edu.pl

- kategorię A – zamki przeznaczone do zastosowania w drzwiach wzmocnionych wewnętrznych wejściowych do mieszkań;
- kategorię B – zamki przeznaczone do stosowania w drzwiach wzmocnionych wewnętrznych i zewnętrznych pomieszczeń użyteczności publicznej;
- kategorię C – zamki przeznaczone do stosowania w drzwiach o zwiększonej odporności na włamanie.

Każdej klasie zamka przypisana została liczba kombinacji różniących się zamknięć określana według zależności $z=m^n$, gdzie n – liczba zastawek, m – liczba stopni nacięć. Dla zamków z kluczem dwułopatkowym symetrycznym $z=m^{(m+1)/2}$.

Istotnym wyróżnikiem zamków w klasach A, B, C jest minimalny czas w jakim zamki te są odporne na niekonwencjonalne manipulacyjne badania niszczące przez co najmniej: dla klasy A – 1 minuta, dla klasy B - 3 minuty, dla klasy C – 6 minut. Zamki klasy „O” i „T” nie podlegały badaniom odporności na włamanie.

Należy zwrócić uwagę, że nadanie zamkowi ogólnego zastosowania najwyższej kategorii „C” miało miejsce, gdy zamek odpierał, w certyfikowanym laboratorium, symulowane próby nieuprawnionego otwarcia przynajmniej przez 6 minut. Świadczy to pośrednio o docenieniu wysokich umiejętnościach części włamywaczy. Czas odporności zamków na niekonwencjonalne manipulacje można zwiększyć z 6 aż do 20 minut przez zastosowanie dodatkowych elementów tzw. tarcz ochronnych utrudniających dostęp do newralgicznych części zamka. Jednakże koszt takiej tarczy ochronnej, w skrajnych przypadkach, może dochodzić do 50% kosztów zamka. Obecnie obowiązuje inna klasyfikacja zamków ogólnego zastosowania przedstawiona w normie PN-EN 12209 bazująca na 12 pozycyjnym kodzie klasyfikacyjnym [1]. Zła wiadomość to fakt, że kupując obecnie zamek ogólnego zastosowania trzeba udawać się do sklepu z kilkukartkową „ściąga”. Dobra wiadomość to przypisanie na pozycji 12 nowej klasyfikacji części informacji zawartych w klasyfikacji obowiązującej do 2005 roku.

I tak:

- na pozycji 1 umieszczono informacje o kategorii użytkownika zamka – mieszkania, biura, szkoły;
- na pozycji 2 dziesięć liter od A do S opisuje parametry dotyczące trwałości i obciążeń zastosowanych w zamku zapadek;
- na pozycji 3 podano na dziewięciu miejscach masę drzwi, do których ma być montowany zamek i zamykającą ich siłę;
- na pozycji 4 dwie klasy oznaczają przydatność lub brak przydatności zamka do montażu w drzwiach ognioodpornych i dymoszczelnych;
- pozycja 5 dotyczy bezpieczeństwa – twórcy normy chwilowo podali – brak wymagań;
- pozycja 6 – na ośmiu poziomach podano odporność zamka na korozję i temperaturę;
- pozycja 7 – na siedmiu poziomach podano klasy zabezpieczenia i odporności zamka na przewiercenie;
- pozycja 8 opisuje na szesnastu poziomach zakres stosowania zamka, między innymi – drzwi wpuszczane rozwierne, montaż nawierzchniowy do drzwi przesuwanych itp.;
- pozycja 9 opisuje na dziewięciu poziomach sposób uruchamiania zamka kluczem i ryglowania, między innymi – dla klas zamków z wkładką i zamków zastawkowych;
- pozycja 10 opisuje na czterech poziomach typ mechanizmu ryglowo-zatraskowego, między innymi gałka lub klamka, klamka bezsprężynowa obciążona itp.;
- pozycja 11 opisuje na dziewięciu poziomach identyfikację klucza przez podanie minimalnej liczby zastawek od braku wymagań do 8 zastawek;
- pozycja 12 opisuje na trzech poziomach A, B, C znaną z klasyfikacji obowiązującej do 2005 roku odporność czasową na włamanie – 1, 3, 6 minut.

Niewątpliwie nowa klasyfikacja zawiera o wiele więcej informacji o zamku, ale czy jest ona bardziej wygodna w większości praktycznych przypadków aplikacyjnych to jest rzecz dyskusyjna. Przykładowo – zamek Gerda ZX jest opisany według nowej klasyfikacji jako zamek wierzchni 3,C,1,0,0,C,7,E,A,0,H, klasa C.

Dla **zamków wysokiego bezpieczeństwa HSL**, nazywanych też nieraz zamkami skarbcowymi, według normy PN-EN 1300 kryterium podziału stanowi liczba kombinacji opisana za pomocą czterech kategorii A, B, C, D, gdzie D – to zamki o klasie najwyższej [2]. Przykładowo, minimalna ilość kodów użytkowych dla zamków HSL kategorii D wynosi 3 miliony.

Dla grupy **zamków stosowanych do zabezpieczenia dokumentów niejawnych**, najczęściej przyjmuje się klasyfikację wywodzącą się z amerykańskiej specyfikacji FF-L-2937 opracowanej przez Underwrites Laboratory – UL (zastosowania komercyjne) lub specyfikacjach General Services Administration – GSA (instytucje rządowe). Dla zastosowań komercyjnych wyróżnia się dwie grupy klasyfikacyjne 1 i 2, gdzie 1 – zamki o klasie najwyższej. Grupy te mają swoje podkategorie. Wcześniej stosowana klasyfikacja to podział zamków do zabezpieczenia dokumentów niejawnych na trzy kategorie A, B, C, gdzie A to zamki o klasie najwyższej. Oczywiście zamki stosowane w zabezpieczeniu dokumentów niejawnych są trudniejsze do otwarcia niż zamki ogólnego zastosowania, chociaż nie zawsze klasa zamka jest jedynym kryterium uwzględnianym przy konkretnej aplikacji. Przykładowo, w armii amerykańskiej większość szaf metalowych do przechowywania dokumentów niejawnych jest wyposażonych w mechaniczne zamki szyfrowe. Jednakże odpowiednie procedury określają, że w jednostce wyposażonej w takie szafy musi się znaleźć szablon papierowy, który należy przykleić w oznaczonych okolicach zamka szyfrowego. Na szablonie zaznaczone są liniami miejsca, gdzie należy dokonać cięć przy użyciu (też będącej na wyposażeniu jednostki) szlifierki z tarczą korundową. Po wykonaniu wymaganych cięć szafa jest otwarta. Ma to być przykładowa reakcja na sytuację, gdy wróg atakuje jednostkę a osoba znająca szyfr zamka jest niedostępna. Taka procedura pozwala na szybkie zniszczenie przechowywanych dokumentów.

Ostatnia grupa to zamki bazujące między innymi **na wykorzystaniu cech biometrycznych człowieka** takich jak wzór odcisku palca, kształt dłoni, obraz tęczówki lub siatkówki oka, analiza twarzy, analiza głosu, przebieg naczyń krwionośnych itp. Ze względu na różnorodność technik biometrycznych nie opracowano dotąd jednolitego systemu klasyfikacji tego rodzaju zamknięć. Do grupy tej mogą być zaliczone także przykładowo zamki akustyczne (rys. 1), gdzie klawiaturę przynosi z sobą osoba otwierająca zamek, a następnie po jego umocowaniu do drzwi (przeważnie za pomocą uchwytu magnetycznego) szyfrowana informacja jest przesyłana z klawiatury do wewnętrznej części zamka za pośrednictwem fali akustycznej (brak jest w drzwiach sejfów dziurki na klucz lub pokrętła zamka szyfrowego).



Rys. 1. Zamek akustyczny Pulsetronic firmy Sargent & Grenleaf

Ten typ zamków nie sprawdza się niestety we współpracy np. z częścią sejfów ogniotrwałych, gdzie przenikanie fali akustycznej jest utrudnione.

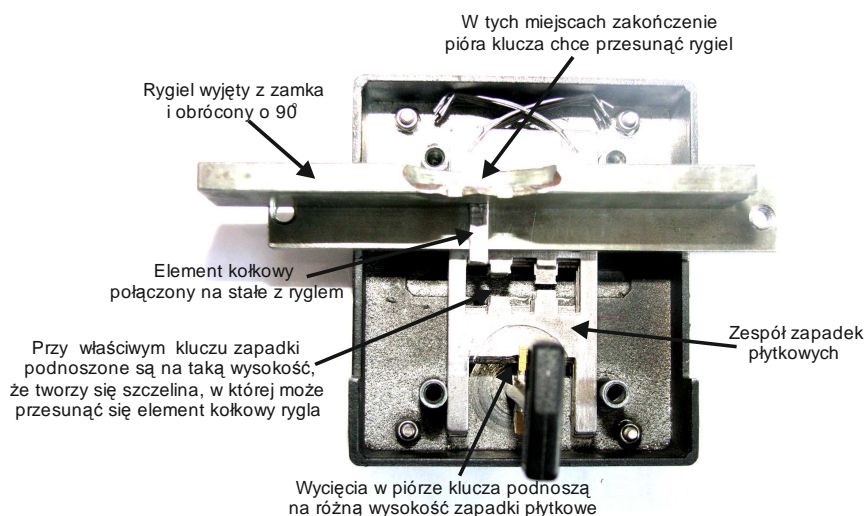
W większości norm opisujących urządzenia i sprzęt stosowany w systemach bezpieczeństwa, dla którego powinny być zastosowane odpowiednie systemy zamknięć nie definiuje wymaganej konstrukcji zastosowanych zamków, a tylko określa się klasę ich odporności na włamanie. Przykładowo w normie PN-EN 1143 „Pomieszczenia i urządzenia do przechowywania wartości ...” określa się, że dla drzwi skarbcowych do klasy odporności II, musi być zamontowany jeden zamek HSL klasy A, zaś dla klasy XIII drzwi muszą być wyposażone w dwa zamki HSL klasy D [3]. W praktyce, jeżeli normy wymagają zastosowania dwóch zamków HSL o danej klasie, to stosuje się zamki o różnej konstrukcji np. jeden zamek zapadkowy otwierany kluczem, drugi zamek szyfrowy mechaniczny.

2.2 Konstrukcja zamków

Ze względu na konstrukcję [4] można wyróżnić najważniejsze grupy zamków:

- zapadkowe,
- bębnekowe,
- szyfrowe (mechaniczne i elektroniczne),
- elektromechaniczne
- ich kombinacje.

W grupie **zamków zapadkowych** najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest stosowanie zapadek płytkowych (rys. 2).

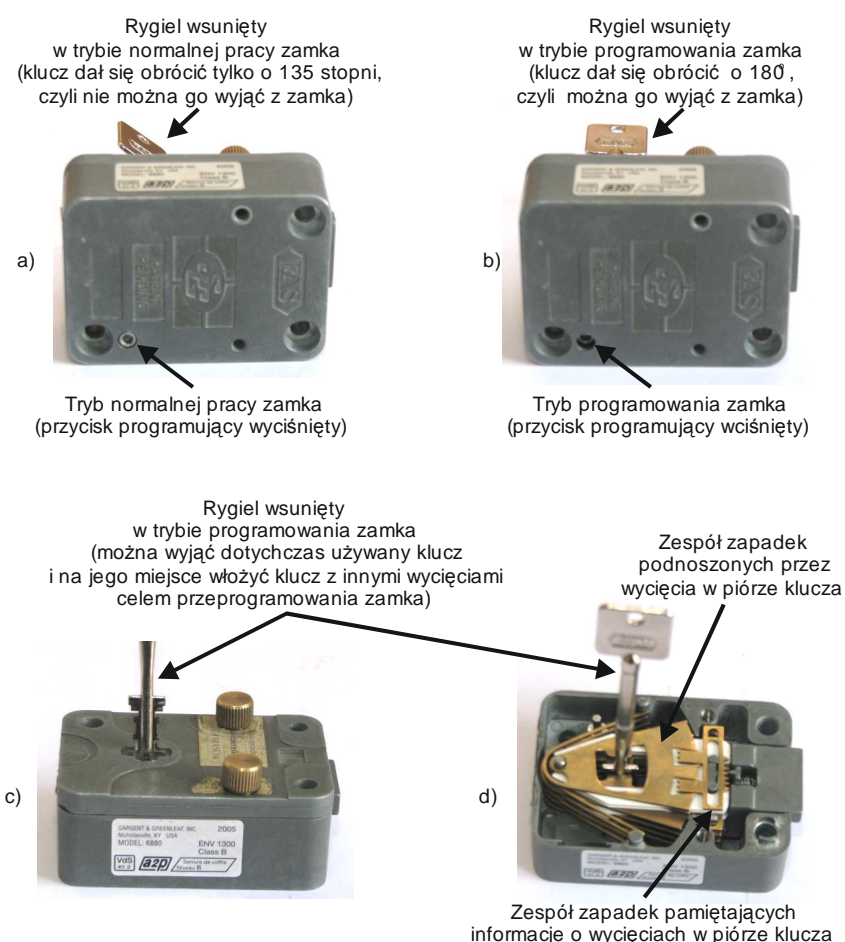


Rys. 2. Wnętrze zamka zapadkowego ROM-3 z rygłem wyjętym z zamka i przekręconym o 90°. Pokazano ustawienie zapadek przed przesunięciem rygla przy pierwszym obrocie klucza.

Każda zapadka stykająca się z wycięciami w grani klucza ma tak dobrany kształt, że przy maksymalnym podniesieniu wszystkich zapadek przez klucz, w zapadkach zostaje utworzona szczelina, w której może przesunąć się element kołkowy połączony na stałe z rygłem. Przesuwanie rygła wymuszane jest łopatką klucza. W większości zamków przesunięcie rygła na całą jego długość pracy (w cyklach otwierania lub zamykania zamka) może wymagać kilku obrotów klucza – najczęściej dwóch. Utrudnienia to otwarcia zamka przez manipulacje. W zamkach zapadkowych dodatkowym utrudnieniem dla nieupoważnionego otwarcia jest stosowanie kluczy dwułopatkowych z symetrycznym lub niesymetrycznym kształtem nacięć ich grani.

Złodzieje najczęściej próbują otworzyć zamek o takiej konstrukcji przy użyciu dwóch narzędzi. Pierwsze z nich, po umieszczeniu w zamku, wchodzi w kontakt z rygłem i pozwala na wywieranie na rygiel podobnej siły jaką wywierałby łopatką obracanego klucza. Rygiel nie daje się oczywiście przesunąć, gdyż nie podnoszone przez klucz zapadki nie utworzą szczeliny, w której mógłby przesunąć się element kołkowy rygła. Między poszczególnymi zapadkami istnieją luzy. Bez luzów technologicznych dwa elementy mechaniczne nie mogłyby się przemieszczać względem siebie. Do tego dochodzą luzy wynikające z precyzji wykonania zamka. Luzy te wykorzystuje złodziej i drugim narzędziem podnosi powoli pierwszą zapadkę jednocześnie próbując przesunąć rygiel narzędziem pierwszym. Kiedy zapadka podniesie się w położenie, gdzie element kołkowy rygła chciałby wejść w szczelinę, rygiel przesuwa się na taką odległość, kiedy dalszy przysuw będzie blokowany przez kolejną zapadkę. Przesuw ten jest niewielki np. 0,2 mm i wynika z luzów między zapadkami. Podnoszona zapadka jest blokowana przez kołek blokujący rygła i nie opadnie do położenia spoczynkowego wymuszanego przez sprężynę zapadki po ustąpieniu podnoszącej ją siły. Złodziej podnosi kolejne zapadki, aż do momentu, kiedy element kołkowy rygła przesunie się o odległość określoną jednym obrotem klucza.

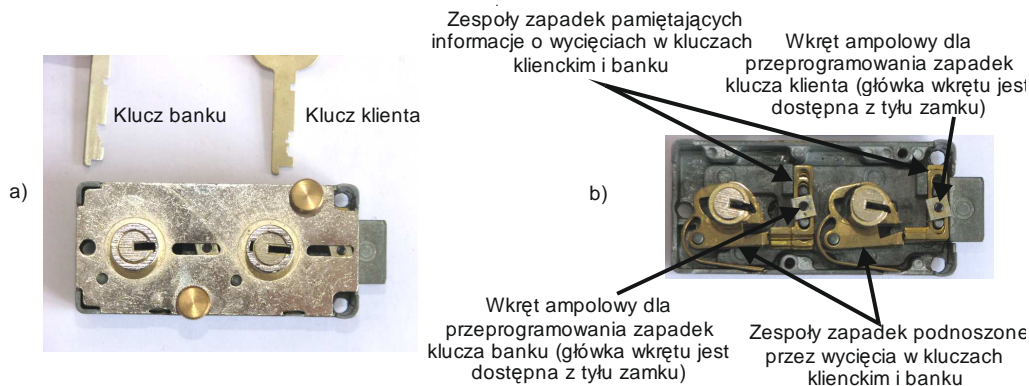
Opisana powyżej konstrukcja zamka zapadkowego jest najczęściej spotykana w zamkach ogólnego zastosowania. Zamki zapadkowe o bardziej skomplikowanej konstrukcji występują też w grupie zamków HSL. Pozwalają przykładowo na mechaniczne przeprogramowanie układu zapadek dla nowego klucza o innym następie nacięć na grani klucza, bez konieczności rozbierania zamka a tylko po naciśnięciu odpowiedniego przycisku (rys. 3).



Rys. 3. Zamek grupy HSL zapadkowy programowany typ 6870 firmy Sargent & Grenleaf: a) w trybie pracy normalnej (otwórz – zamknij) - po otwarciu zamka nie można wyjąć klucza dopóki zamek nie zostanie zamknięty, b) w trybie programowania zamka (przycisk programujący wciśnięty) klucz daje się obrócić o 180° i może być wyjęty po otwarciu zamka – na jego miejsce można włożyć inny klucz do przeprogramowania reakcji zapadek, c) tryb programowania – widok zamka od strony klucza, d) tryb programowania – widok wnętrza zamka

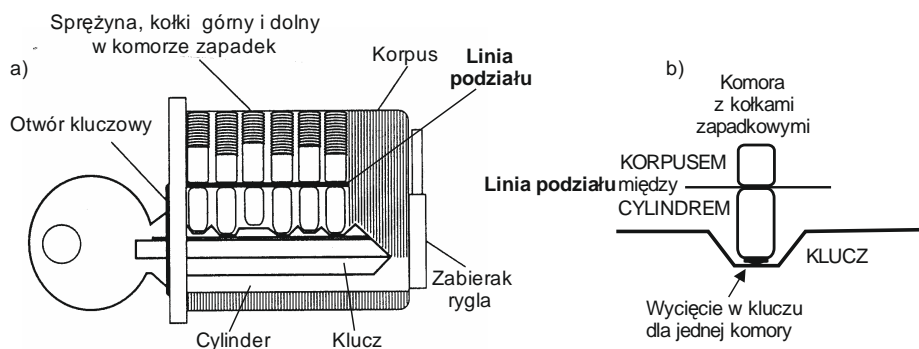
W skrytkach depozytowych stosuje się powszechnie zamki dwukluczowe z opcją przeprogramowania (rys. 4). Jeden z kluczy jest w posiadaniu osoby dzierżawiącej skrytkę, zaś drugi znajduje się w dyspozycji banku. Do otwarcia skrytki

konieczne jest użycie obydwu kluczy. Dla zamknięcia skrytki wymagany jest tylko klucz osoby dzierżawiącej skrytkę. W zamku znajdują się, dostępne po otwarciu skrytki, dwa wkręty ampolowe umieszczone naprzeciw mechanizmów danego klucza. Poluzowanie o dwa obroty danego wkrętu jest równoważne z naciśnięciem przycisku w zamku typu 6870 i pozwala na przeprogramowanie układu zapadek dla klucza klienta lub klucza banku.



Rys. 4. Zamek grupy HSL dwukluczowy, zapadkowy serii 4500 firmy Sargent & Grenleaf: a) zamek z zaznaczonymi miejscami do umieszczenia kluczy klienckiego i banku, b) widok wnętrza zamku

Jednymi z bardziej rozpowszechnionych typów zamków grup ogólnego zastosowania i HSL są zamki gdzie elementem przechowującym kod wymagany dla otwarcia lub zamknięcia zamka jest **wkładka bębnowa**. Przykładowy mechanizm wkładki bębnowej składa się z korpusu i obrotowego rdzenia (cylindra), którego obrót jest normalnie zablokowany przez zespół zastawek kołeczkowych (rys. 5).



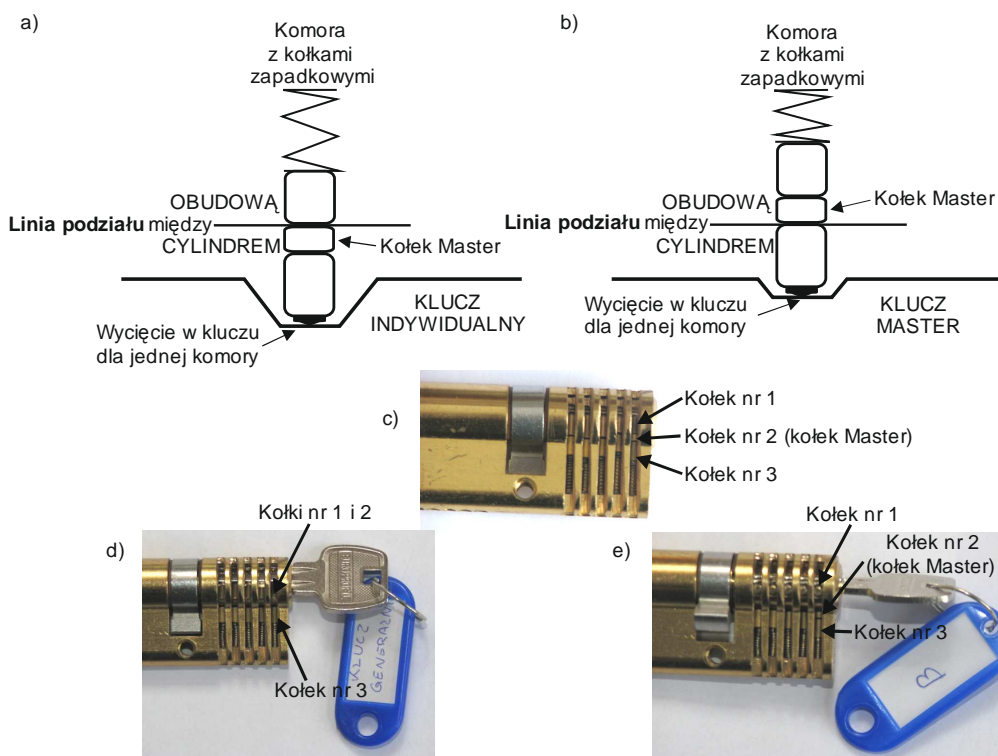
Rys. 5. Zamek bębnowy; a) przekrój, b) zasada tworzenia linii podziału umożliwiającej obrót cylindra zamka

Rozmieszczenia i wysokości podnoszenia zastawek kołeczkowych odpowiadają układowi nacięć klucza. Włożenie właściwego klucza w otwór rdzenia (cylindra) powoduje, że między dwoma kołeczkami każdej zastawki tworzy się linia podziału przebiegająca dokładnie pomiędzy rdzeniem i korpusem mechanizmu zamka bębnowego, co umożliwia obrót klucza i uruchomienie mechanizmu ryglowego. Techniczna realizacja zamka bębnowego miała miejsce na początkach XIX wieku w wyniku prac Linusa Yale (do dziś żargonowo używa się określenia zamki lub wkładki typu Yale), chociaż koncepcja działania takiego zamka była już znana w starożytnym Egipcie. Celem ochrony wkładki bębnowej przed nieuprawnionym otwarciem techniką przewiercania umieszcza się w korpusie wkładki pręty widiowe oraz wzmocnienia chroniące przed próbami złamania korpusu wkładki. Ze względu na charakterystyczną konstrukcję wkładek bębnowych klasyfikowane są one w sześciu klasach zabezpieczenia opisanych normą PN-EN 1303 [5].

Jeżeli w skład jednej zastawki wchodzi więcej niż dwa kołki, możliwe staje się utworzenie konfiguracji, w których między korpusem a obrotowym rdzeniem, mogą powstać dodatkowe linie podziału odpowiadające innym układom szyfrowym nacięć w kluczach (rys. 6).

Możliwość utworzenia dodatkowych linii podziału została wykorzystana do tworzenia systemów klucza centralnego (Master Key), gdzie odpowiedni dobór ilości i wysokości kołeczek zastawek powoduje, że zamek bębnowy, a dokładniej mechanizm wkładki bębnowej, może być odblokowany alternatywnie przez różne rodzaje kluczy przykładowo klucz indywidualny – przypisany tylko danej wkładce i klucz grupowy (Master) – potrafiący otworzyć określoną grupę wkładek.

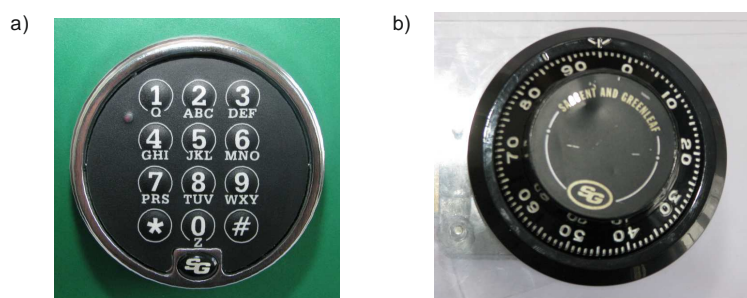
Ze względu na złożone algorytmy systemy klucza centralnego projektuje się przy użyciu odpowiednich programów komputerowych.



Rys. 6. System klucza centralnego - tworzenie dodatkowych linii podziału przez zwiększenie liczby kołeczków w kanale zastawki a) dla klucza indywidualnego, mogącego otwierać tylko jeden zamek, b) dla klucza Master mogącego otwierać wiele zamków, c) przykładowe rozmieszczenie trzech kołeczków zapadkowych systemu Master Key tylko w pierwszej komorze zamka bębnekowego (w pozostałych komorach umieszczono po dwa kołki zapadkowe), d) ustawienie kołków w pierwszej komorze dla klucza Master (otwierającego wiele zamków), e) ustawienie kołków w pierwszej komorze dla klucza indywidualnego (otwierającego tylko jeden zamek)

Oprócz systemów klucza centralnego opartych na rozwiązaniach mechanicznych coraz popularniejsze są systemy elektroniczne.

Z kolei **zamki szyfrowe** otwierane są przez nastawienie na obrotowej tarczy lub wprowadzenie z użyciem klawiatury odpowiedniej kombinacji cyfr lub liter, co powoduje odblokowanie urządzenia ryglującego. Zamki szyfrowe dzielimy na **zamki szyfrowe mechaniczne i elektroniczne**.

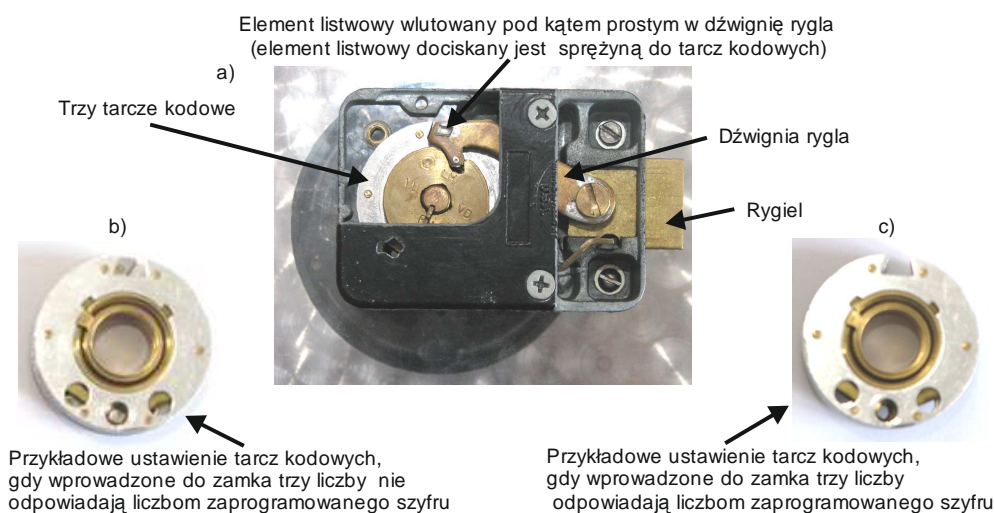


Rys. 7. Widok z przodu na zamki szyfrowe: a) elektroniczny typ 6120 firmy Sargent & Grenleaf, b) mechaniczny typ 6730 firmy Sargent & Grenleaf

Pomimo, że urządzenia elektroniczne wypierają na rynku rozwiązania mechaniczne to nie jest to jednoznaczne w odniesieniu do systemów zamknięć. Przykładowo zamek szyfrowy mechaniczny składa się z około 40 podzespołów, z których przykładowo uszkodzenie tylko jednego z 10 podzespołów blokuje jego pracę. W strukturze zamka szyfrowego elektronicznego mogą znajdować się setki przejść elektrycznych np. przelotek na płycie drukowanej, gdzie przerwa elektryczna spowoduje nieprawidłowe działanie zamka. Dlatego część „konserwatywnych” bankierów szwajcarskich preferuje zamki o konstrukcji mechanicznej pomimo, że zamki szyfrowe elektroniczne pozwalają na realizację większej ilości funkcji (możliwość wymuszenia konieczności wprowadzenia kilku kodów otwarcia, włączenie mechanizmu zwłoki czasowej itp.).

Dla zamków szyfrowych mechanicznych najczęściej spotyka się konstrukcje z trzema lub czterema tarczami kodowymi, gdzie 3 lub 4 liczbowy kod wprowadzany jest przez użytkownika przez naprzemienne pokręcanie tarczą

zamka szyfrowego określoną ilość razy dla każdego kierunku obrotu [6]. Na obwodzie tarczy znajduje się podziałka z naniesionymi wartościami liczb od 1 do 100 (rzadziej do 120), które ustawia się względem głównego znacznika (usytuowanego na godzinie 12). W cyklu przeprogramowania zamka na inną kombinację szyfru korzysta się z znacznika pomocniczego (usytuowanego na godzinie 11). Mechanizm identyfikacji kodów **zamków szyfrowych mechanicznych** ma przeważnie element listwowy wprowadzany w szczeliny w tarczach kodowych w położeniu odpowiedniego ustawienia tych tarcz dla zaprogramowanego kodu (rys. 8).



Rys. 8. Zamek szyfrowy mechaniczny typ 6730 f-my Sargent & Greenleaf a) widok zamka z tyłu – ponieważ wprowadzono prawidłowe liczby szyfru wycięcia w tarczach kodowych ustawiły się w jednej linii i mógł w nie wsunąć się element listwowy, b) ustawienie do zamka nieprawidłowych liczb kodu, c) wprowadzenie do zamka prawidłowych liczb kodu

Jeżeli element listwowy zostanie wprowadzony w szczeliny wszystkich krążków kodowych to dalsze obracanie tych krążków powoduje, że dźwignia rygla przesuwa się zgodnie z kierunkiem ich ruchu obrotowego, pociągając za sobą połączony z nią rygiel. W zamkach tego typu odporność na manipulacje zależy głównie od określonych tolerancji wymiarowych i rozwiązań konstrukcyjnych krążków kodowych i elementu listwowego. Zamki szyfrowe mechaniczne wysokiego bezpieczeństwa mogą być dodatkowo zabezpieczone przed prześwietleniem promieniami Roentgena przez zastąpienie metalowych krążków kodowych tworzywem sztucznym. Próby otwarcia zamka szyfrowego poprzez nasłuch akustyczny mogą być zminimalizowane, np. przez ograniczenie kontaktu elementu listwowego z krążkami kodowymi w czasie wprowadzania kolejnych liczb kodu lub wprowadzenie dodatkowych wycięć na krążkach kodowych tzw. fałszywek.

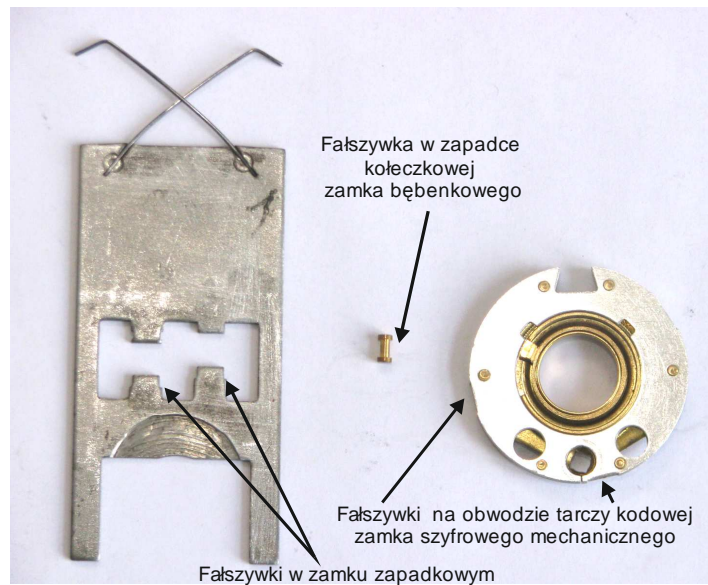
Zamki szyfrowe elektroniczne różnią się od zamków szyfrowych mechanicznych tym, że wprowadzanie kodu zamka następuje za pośrednictwem wydzielonego od reszty zamka modułu klawiatury (rys. 7a). Sygnał z klawiatury przesyłany jest do niedostępnej z zewnątrz części zamka na drodze elektrycznej. Po odebraniu sygnałów z klawiatury elektronika zamka steruje jego elektromechanicznym elementem wykonawczym (elektromagnesem lub silnikiem) powodującym przesunięcie rygla. Liczba możliwych do zrealizowania funkcji związanych z otwieraniem zamka jest w zamkach szyfrowych elektronicznych znacznie większa niż ma to miejsce w zamkach szyfrowych mechanicznych. Przykładowo do otwarcia zamka szyfrowego elektronicznego może być wymagane wprowadzenie kombinacji szyfrowych od trzech osób i dodatkowo realizacja funkcji zwłoki czasowej.

Kolejna grupa to konstrukcje **zamków elektromechanicznych**, które dzielą się na zamki elektromagnetyczne i elektromotoryczne. W **zamkach elektromagnetycznych (elektrozaczepach)** elementem wykonawczym jest elektromagnes zasilany napięciem stałym lub zmiennym. Rozróżnia się elektrozaczepy otwarte pod napięciem, zamknięte pod napięciem i z funkcją aretowania, co oznacza, że impuls prądowy odryglowuje elektrozaczep, który pozostaje w tym stanie aż do chwili otwarcia drzwi i zwolnienia blokującej zapadki. **Zamki elektromotoryczne** stanowią obecnie najbardziej zaawansowaną technologicznie grupę zamknięć elektromechanicznych. Jako element wykonawczy posiadają zamontowany najczęściej silniczek prądu stałego, który za pomocą specjalnej przekładni wsuwa rygiel do wnętrza zamka. Zamki elektromotoryczne sterowane są za pomocą oddzielnych sterowników elektronicznych, które wchodzi w skład kompletu z zamkiem. Komunikacja między sterownikiem i zamkiem jest przeważnie impulsowa i kodowana. Zamki elektromechaniczne współpracują często w systemach kontroli dostępu bazujących np. na kartach inteligentnych i różnorodnych czujnikach biometrycznych.

Zamki biometryczne charakteryzują się bardzo różnorodnymi konstrukcjami uzależnionymi od rozpoznawanych cech biometrycznych człowieka i zostaną przedstawione w osobnym artykule poświęconym systemom kontroli dostępu.

Konstruktorzy zamków zapadkowych, bębnekowych i szyfrowych mechanicznych znając techniki stosowane przez złodziei przy otwieraniu manipulacyjnym, modyfikują nierzalczyste części tych zamków wprowadzając tzw. fałszywki (rys. 9). W przypadku zamka zapadkowego w zespole zapadek wprowadza się różnorodne podcięcia, których celem jest umożliwienie przesunięcia się rygla na odległość porównywalną z luzami między zapadkami, ale przesunięcie to nie następuje w pozycji tworzenia się szczeliny dla elementu kołkowego rygla. W zamkach bębnekowych zmodyfikowany

kształt zapadki kołeczkowej uniemożliwia znalezienie linii podziału między korpusem i cylindrem zamka, przykładowo przy zastosowaniu przez złodzieja narzędzia o nazwie „elektropik”. Z kolei podcięcia na obwodzie tarcz kodowych zamka szyfrowego mechanicznego są źródłami dodatkowych drgań akustycznych, mylonymi przez włamywacza z drganiami akustycznymi wywoływanymi kontaktem wycięć w tarczach kodowych z elementem listwowym.



Rys. 9. Falszywki – przykładowe rozwiązania dla zamków zapadkowych, bębnowych i szyfrowych mechanicznych mających za zadanie utrudnić złodziejowi otwarcie tych zamków przez manipulacje

3. WNIOSKI

W artykule przedstawiono podstawowe typy systemów zamknięć stosowanych w zabezpieczeniach obiektów logistycznych. Podano klasyfikacje stosowane do określenia jakości zamka dla poszczególnych grup: zamków ogólnego zastosowania, zamków o wysokiej skuteczności bezpiecznego przechowywania HSL, zamków przeznaczonych do ochrony dokumentów niejawnych i zamków do obiektów o specjalnej ochronie. Przedstawiono zasady konstrukcji zamknięć mechanicznych dla systemów Master Key.

W artykule podano również wymagania normalizacyjne, które powinny być uwzględnione przy wyborze odpowiedniego systemu zamknięć. Opis konstrukcji poszczególnych typów zamków służy, między innymi, do wskazania ich słabych punktów czy wprowadzonych przez konstruktorów zabezpieczeń przed nieuprawnionym otwarciem i może być stosowany jako kolejne kryterium wyboru konkretnego rozwiązania. Dobór odpowiedniej kategorii systemów zamknięć powinien być poprzedzony głównie analizą wartości zabezpieczanego obiektu logistycznego i zastanych rozwiązań architektoniczno-budowlanych.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Strona internetowa Instytutu Mechaniki Precyzyjnej – www.imp.edu.pl
- [2] Polska Norma PN-EN 1300+A1:2011. Pomieszczenia i urządzenia do przechowywania wartości. Klasyfikacja zamków o wysokim stopniu zabezpieczenia z punktu widzenia odporności na nieuprawnione otwarcie.
- [3] Polska Norma PN-EN 1143-1+A1:2009/AC:2010. Pomieszczenia i urządzenia do przechowywania wartości – Wymagania, klasyfikacja, metody badań odporności na włamanie. Część 1. Szafy, szafy ATM, pomieszczenia i drzwi do pomieszczeń.
- [4] Rathjen J. E.: *Locksmithing*. TAB Books. ISBN 0-7-051644-8.
- [5] Polska Norma PN-EN 1303:2007/AC:2008. Okucia budowlane. Wkładki bębnowe do zamków. Wymagania i metody badań.
- [6] Blaze M.: *Safecracking for the Computer Scientist*. Department of Computer and Information Science. University of Pennsylvania. 2004.