Wykład 11

Ochrona + Bezpieczeństwo cz. I

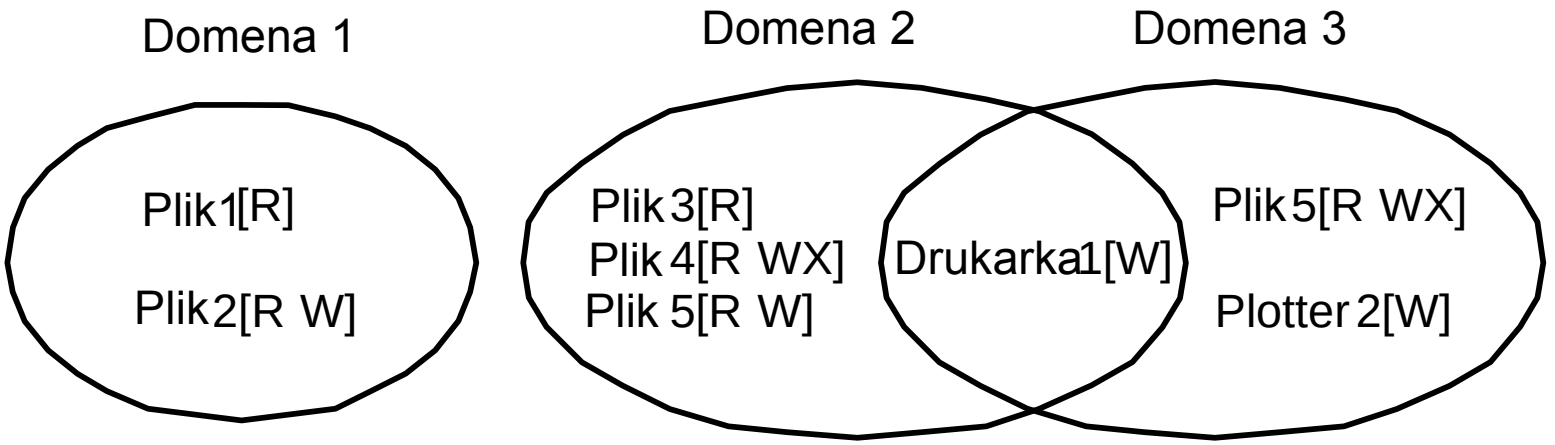
Ochrona (ang. protection)

- Pojęcie ochrony dotyczy mechanizmu kontrolującego dostęp programów, procesów, i użytkowników do zasobów systemu operacyjnego.
  - Typowe zasoby to pliki i urządzenia
- Cel ochrony: zapewnienie że każdy komponent systemu używa zasobów zgodnie z zadeklarowaną ***polityką*** (ang. policy).
- Ochrona powinna dostarczać ***mechanizmy*** do wymuszania *polityki*.
  - Mechanizm określa jak coś ma być realizowane (np. bity rwx dostępu do pliku dla właściciela, grupy i całego świata w Uniksie).
  - Polityka określa co ma być realizowane (np. studenci nie mogą zmienić pliku wyniki_egzaminu.txt).
  - Mechanizm powinien być na tyle elastyczny, aby politykę można było zmienić bez konieczności zmiany mechanizmu.
- Obowiązuje ***zasada wiedzy koniecznej:*** Proces powinien mieć dostęp tylko do tych zasobów, do których jest uprawniony, oraz których potrzebuje w danej chwili do zakończenia zadania.

Bezpieczeństwo

- System jest bezpieczny, gdy zasoby są używane tak jak jest to (przez system) zamierzone ***bez względu na okoliczności.***
- System może zapewniać wspaniały mechanizm ochrony gwarantujący, że użytkownik który jest studentem nigdy nie otrzyma praw zapisu do do pliku wyniki_egzaminu.txt, ale
  - Student może się zalogować do systemu jako prof. Kowalski.
  - Student może poprzez złośliwe działanie (np. utwórz 10000 procesów, przydziel 10GB pamięci, inne ...) zakłócić normalną pracę systemu – atak typu *denial of service*.
  - Student może wystartować z dyskietki własny system operacyjny i uzyskać dostęp do wszystkich plików na dysku twardym
  - Student może wymontować dysk z komputera, wstawić do innego systemu, a następnie powtórzyć czynności z poprzedniego kroku.
  - Student mający znajomości w CIA może zarejestrować z odległości 200m wszystkie znaki wpisywane na klawiaturze.

Domeny ochrony



- Obiekty sprzętowe (procesor, obszary pamięci, drukarki, dyski, ...) oraz programowe (pliki, programy, semafory).
- Domena jest zbiorem obiektów, przy czym dla każdego obiektu jest zdefiniowany zbiór uprawnień.
- Domeny nie muszą być rozłączne (Plik5).
- Związek domeny z procesem może być statyczny albo dynamiczny (przełączenie domen).
- Domeną może być:
  - użytkownik.
  - grupa użytkowników - zwiększa wydajność
  - proces

Macierz dostępu (ang. access matrix)

Domena	Obiekt: Plik1	Plik2	Plik3	Plik4	Plik5	Drukarka1	Plotter2
1	Read	Read W rite					
2			Read	Read Write Execute	Read W rite	Write	
3					Read Write Execute	Write	W rite

- Model domenowy może być przedstawiony przy pomocy macierzy zwanej macierzą dostępu (ang. access matrix).
- Mechanizm macierzy dostępów pozwala na realizację polityki.
- System operacyjny musi ten mechanizm poprawnie zaimplementować, tzn. zapewnić że proces wykonywujący się w ramach domeny Di ma dostęp tylko do tych zasobów, które są występują w wierszu i, zgodnie z zawartymi tam uprawnieniami.

Przełączanie domen – obiekty jak domeny

Domena \ Obiekt	Plik1	Plik2	Plik3	Plik4	Plik5	Drukarka1	Plotter2	Domena1	Domena2	Domena3
1	Read	Read Write								switch
2			Read	Read Write Execute	Read Write	Write				
3					Read Write Execute	Write	Write		switch	

- Założenie, że każda domena jest obiektem (występuje jako kolumna macierzy dostępu) wraz z dodatkowym uprawnieniem switch (mającym sens tylko dla obiektów reprezentujących domeny) pozwala na przełączanie domen.
- W powyższym przykładzie z Domeny 1 możemy się przełączyć do Domeny 2, a z Domeny 3 do Domeny 2

Dodatkowe uprawnienia w macierzy

- switch – patrz poprzedni slajd.
- control, podobnie jak switch dotyczy wyłącznie obiektów będących domenami. Proces wykonujący się w Domenie która ma uprawnienie control dla Domeny i domeny, może usunąć dowolne uprawnienia z wiersza związanego z Domeną i.
- owner (właściciel): możliwość zmieniania uprawnień w dowolnej kolumnie związanej z danym obiektem.
- copy: możliwość przekazania swoich uprawnień innej domenie (np. gdyby Domena2 miała uprawnienie copy do obiektu Plik5, to mogłaby przekazać dowolne ze swoich uprawnień innej domenie.
- transfer: podobnie jak copy, ale usuwa uprawnienia z domeny źródłowej.

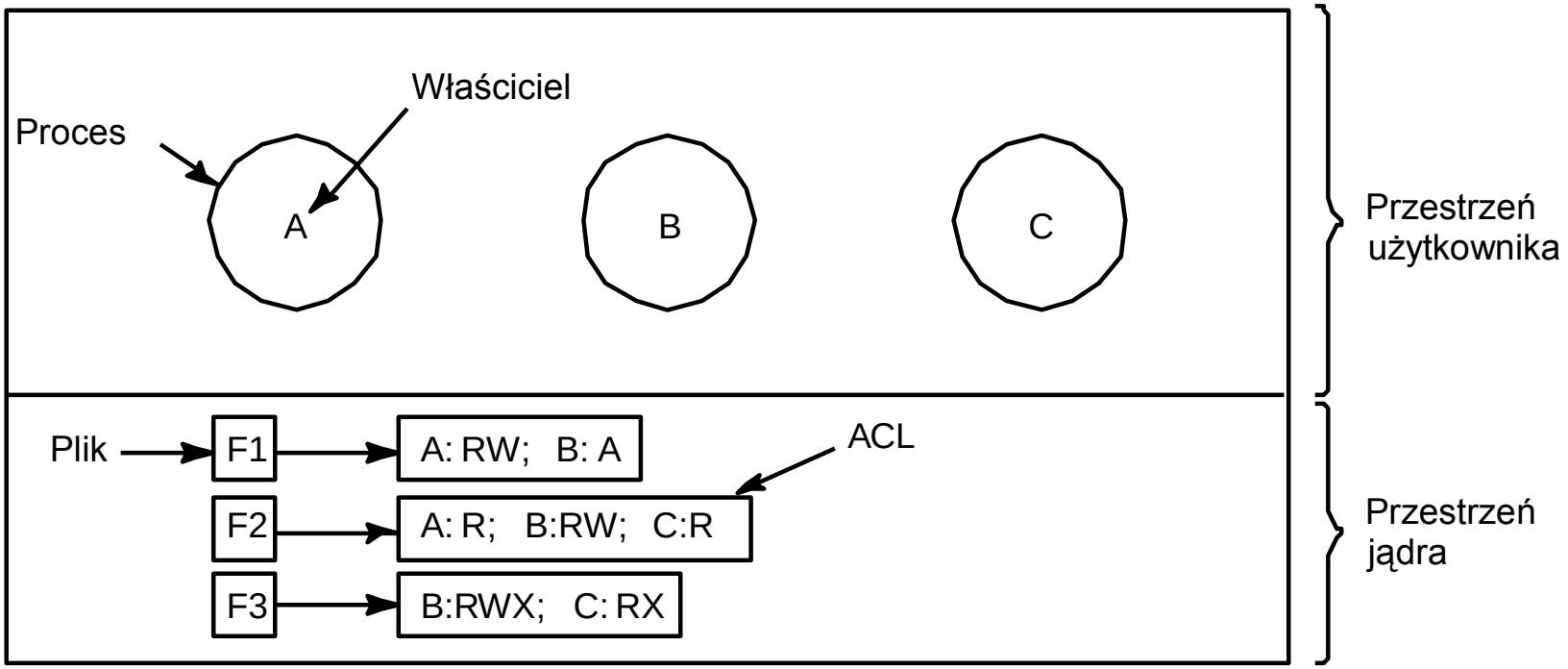
Implementacja macierzy dostępu

- Najprostszym rozwiązaniem byłaby tablica, przechowująca trójki postaci:

<Domena,Obiekt,Zbiór_uprawnień>

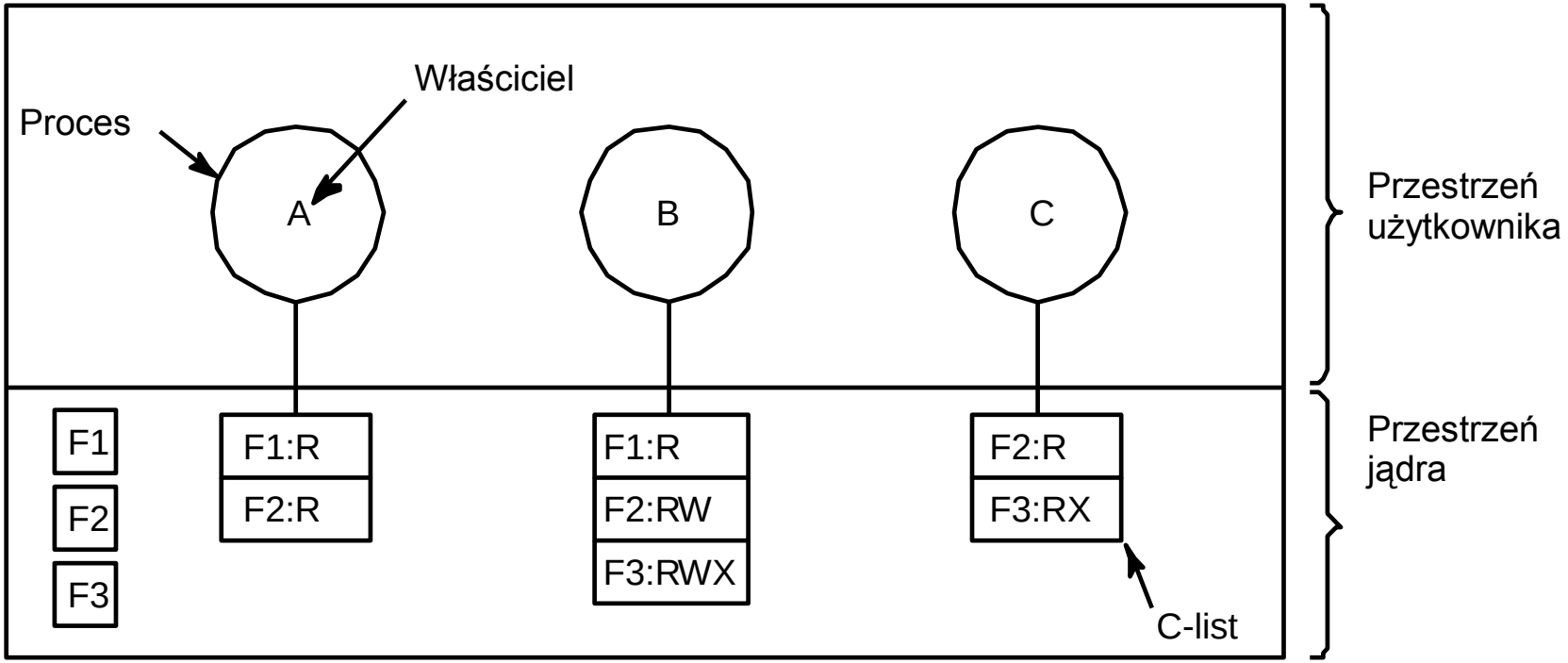
- Niestety rozmiar takiej tablicy byłby olbrzymi
  - Wyobraźmy sobie system, w którym mamy 100 użytkowników i 10000 plików, tablica miałaby wtedy milion pozycji.
- W praktyce stosuje się trzy inne inne rozwiązania:
  - przechowuj kolumny macierzy dostępu wraz z obiektem (tzw. listy dostępów).
  - przechowuj wiersze macierzy dostępu wraz z domeną (listy uprawnień)
  - mechanizm klucza-zamka (rozwiązanie mieszane)

Listy dostępów dla obiektu (ang. access control list - ACL)



- Lista dostępu przechowuje pary <Domena, Zbiór_uprawnień>.
  - Pomijamy domeny, które nie mają żadnych uprawnień.
- Wady: a) trudno jest określić zbiór praw dla konkretnej domeny b) każda próba dostępu wymaga przeszukania listy
- Często do listy dostępu dodaje sie domyślny zbiór uprawnień.
  - np *:R (każdy może czytać)

Listy uprawnień dla domeny (ang. capability lists)



- Proces podejmujący próbę dostępu musi wykazać się, że ma uprawnienie.
  - Lista uprawnień również musi być obiektem podlegającym ochronie. Np. przestrzeń adresowa procesu może mieć odrębny segment niedostępny z poziomu użytkownika.
  - Proces ma wskaźnik do listy uprawnień, ale nie może jej modyfikować.

Porównanie list dostępów z listami uprawnień

- Listy dostępów odpowiadają potrzebom użytkowników. Użytkownik tworzy obiekt, a określa uprawnienia dla tego obiektu.
- List uprawnień nadają się szczególnie do implementacji piaskownic (ang. sandbox) np. dla kodu mobilnego (applety) któremu nie możemy zaufać.
- Większość systemów stosuje kombinację tych dwóch technik.
  - Na przykład w Uniksie przy otwieraniu pliku (open) sprawdzana jest lista dostępów związana z danym plikiem.
  - Po pomyślnym otwarciu proces otrzymuje deskryptor (uchwyt) pliku - liczba 32bitowa. Deskryptor jest indeksem do tablicy otwartych plików danego procesu. W tablicy jest przechowywane m.in. tryb otwarcia pliku (odczyt/zapis). Proces nie ma bezpośredniego dostępu do tej tablicy.
  - Operacje read/write wymagają podania deskryptoru pliku. Nie są już sprawdzane uprawnienia związane z obiektem.
  - Tablica otwartych plików pełni więc funkcję listy uprawnień.
  - Po zamknięciu pliku (close) pliki odpowiadający deskryptorowi jest usuwany z tablicy. (Wycofanie uprawnień).

Mechanizm klucza i zamka (ang. lock-key scheme)

- Każdy obiekt posiada wykaz jednoznacznych wzorców binarnych – ***zamków*** (locks)

- Każda domena posiada wykaz jednoznacznych wzorców binarnych – ***kluczy*** (keys)

- Proces działający w danej domenie może mieć dostęp do obiektu, jeżeli jeden z kluczy tej domeny pasuje do któregoś zamka obiektu.

Wycofanie (ang. revocation) praw dostępu

- Czasami musimy usunąć pewne prawa dostępu z domeny.
  - Wycofanie natychmiastowe albo opóźnione
  - Wycofanie ogólne (dla wszystkich domen) albo selektywne (dla wybranych)
  - Wycofanie całkowite (tracone wszystkie prawa dostępu) albo częściowe
  - Wycofanie permanentne albo tymczasowe.
- W przypadku mechanizmów list dostępów oraz zamka-klucza nie ma problemów z implementacją.
- W przypadku list uprawnień problem jest bardziej skomplikowany, ponieważ uprawnienia dostępu do jednego obiektu są rozproszone po wielu listach.
  - Wskaźniki zwrotne (back-pointers): każdy obiekt posiada listę wskaźników do wszystkich list uprawnień związanych z danym obiektem.
  - Powtórna akwizycja: co jakiś czas listu uprawnień są automatycznie kasowane. W takim przypadku proces musi ponownie spróbować uzyskać uprawnienie (i może go nie uzyskać jeżeli zostanie cofnięte).
  - Każde uprawnienie nie wskazuje bezpośrednio na obiekt, ale na pozycję w globalnej tablicy, która z kolei wskazuje na obiekt.

Mechanizmy ochrony w systemie Uniks - dostęp do plików

- Superużytkownik (ang. root, superuser) może wszystko
- Każdy plik ma właściciela w postaci użytkownik.grupa.
- Użytkownik może należeć do wielu grup.
- Każdy plik i katalog ma określone uprawnienia do odczytu [r], zapisu [w] oraz wykonania. Uprawnienia są określane osobno dla właściciela grupy oraz pozostałych użytkowników. Np.

```
-rwxr-xr-x   1 wkwedlo users    plik5
```

- Dla katalogu odczyt jest równoznaczny z przeglądaniem katalogu (ls), zapis z usunięciem albo dodaniem nowej pozycji lub zmianą nazwy a wykonanie z uczynieniem katalogu katalogiem bieżącym.
  - Aby usunąć plik trzeba mieć uprawnienia do pisania w katalogu w którym plik się znajduje.

Bit suid w Uniksie

- Pytanie: W czyim imieniu wykonuje się proces załadowany z pewnego programu ? Czy w imieniu właściciela programu, czy w imieniu tego użytkownika który uruchomił program ?
- Odpowiedź domyślnie z uprawnieniami użytkownika który uruchomił program. Ale rozpatrzmy program passwd (właściciel root) uruchomiony przez użytkownika wkwedlo w celu zmiany hasła. Oczywiście modyfikacje pliku haseł mogą być wykonane tylko przez superużytkownika.
- W Uniksie ten problem rozwiązano przez wprowadzenie dodatkowej flagi suid. Plik mający tą flagę wykonuje się z uprawnieniami właściciela.
- Programy których właścicielem jest root i z bitem suid są potencjalnie ***olbrzymim*** źródłem problemów związanych z bezpieczeństwem.
  - Co się stanie gdy w wyniku (być może złośliwego) podania przez użytkownika wkwedlo hasla o długości 0 znaków program passwd w wyniku błędu w kodzie skasuje plik z hasłami ?
- Bit suid stosuje się także do katalogów

Naruszenia bezpieczeństwa

- Całkowite bezpieczeństwo jest niemożliwe do osiągnięcia - ale należy projektować mechanizmy sprawiające, aby naruszenia były jak najrzadsze.
- Ogólnie można podzielić na przypadkowe bądź celowe, złośliwe (ang. *malicious*) - obrona przed złośliwymi jest dużo trudniejsza.
- Najważniejsze celowe naruszenia to:
  - Nieautoryzowany dostęp do danych lub kradzież informacji.
  - Nieautoryzowana modyfikacja danych.
  - Nieautoryzowane zniszczenie danych.
  - Uniemożliwienie normalnego korzystania z systemu (ang. denial of service, DOS).
- Niezbędne jest podjęcie niezbędnych środków na poziomie:
  - Fizycznym: kluczyki, kasa pancerna, ...
  - Ludzkim: może nie warto przyznawać konta osobie, która jest spędza cały wolny czas w kasynie i jest zadłużona.
  - Sieci: Komputery nie są izolowane, dane przesyłane są liniami nad którymi nie mamy kontroli: możliwość podsłuchu, ukrycia tożsamości, zmiany tożsamości
  - Systemu operacyjnego.
- Na dzisiejszym (i następnym) wykładzie dwa ostatnie punkty

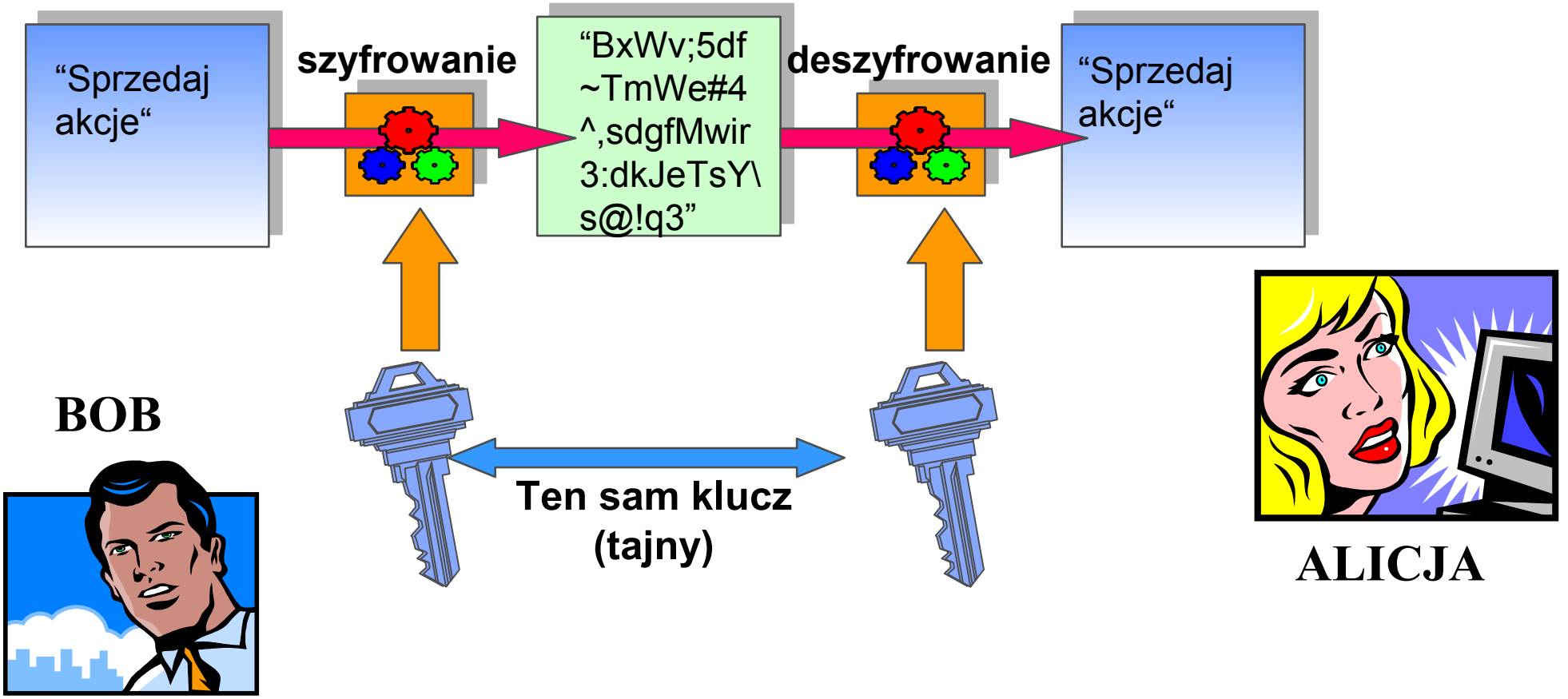
Uwierzytelnianie (ang. authentication) użytkowników

- Jak sprawdzić, czy identyfikator użytkownika jest autentyczny ? Istniejące podejścia oparte są na sprawdzeniu wiedzy (hasła), pomiarach biometrycznych (linie papilarne, wzór siatkówki), czy stanu posiadania (np. karty chipowe).
- Hasła są najpopularniejsza, ale sprawiają wiele problemów.
  - Ludzie wybierają jako hasła słowa łatwe do odgadnięcia (np. swoje imię).
  - Użytkownik może zapisać trudne hasło na kartce i pozostawić w łatwo dostępnym miejscu.
  - Hasła są narażone na ujawnienie w wyniku monitoringu (np. spoglądanie zza ramienia, przechwyt pakietów w sieci (o ile nie są szyforwane)).
- Problem: W jaki sposób nie przechowywać hasła w sposób jawny, ale jednocześnie umożliwić uwierzytelnienie ? Odp: Wykorzystując szyfrowanie w postaci jednokierunkowej funkcji skrótu *f*, np.

f(“Wojtek”) =”aqw36vbuyolrw6yefgnmyulocdxnmueq98i7rtfmuo76w”

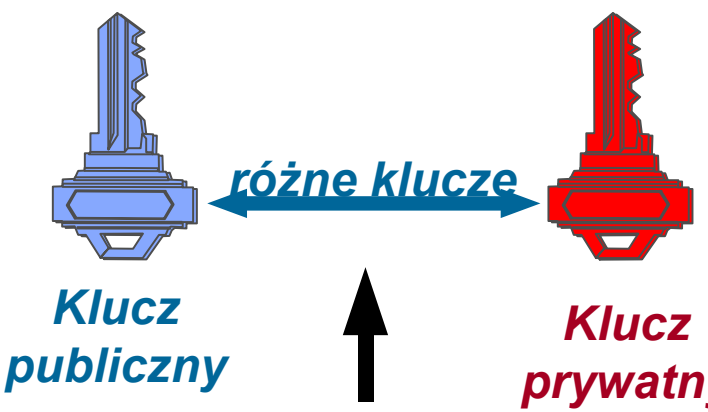
- Postać zaszyfrowana jest przechowywana w pliku z hasłami. Przy uwierzytelnianiu jest obliczana funkcja skrótu, a wynik porównywany z postacią zaszyfrowaną. Jeżeli funkcja skrótu jest na tyle bezpieczna, że (a) pomimo znajomości algorytmu i (b) znajomości postaci zakodowanej, nie da się analitycznie (bez przeszukania wyczerpującego) odgadnąć hasła, dostęp do postaci zaszyfrowanej niewiele daje.

Szyfrowanie symetryczne

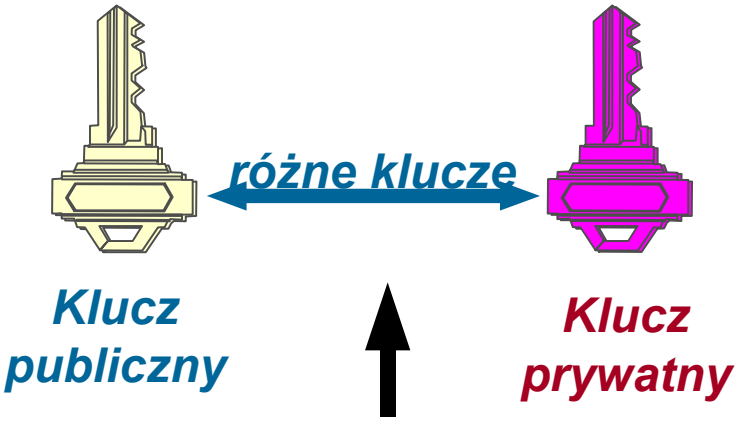


- Algorytmy: DES,3-DES, IDEA, Blowfish, ... (szybkie !!!)
- Wada: Jak uzgodnić tajny klucz (włamywacz może podsłuchiwać !!!)

Kryptografia asymetryczna



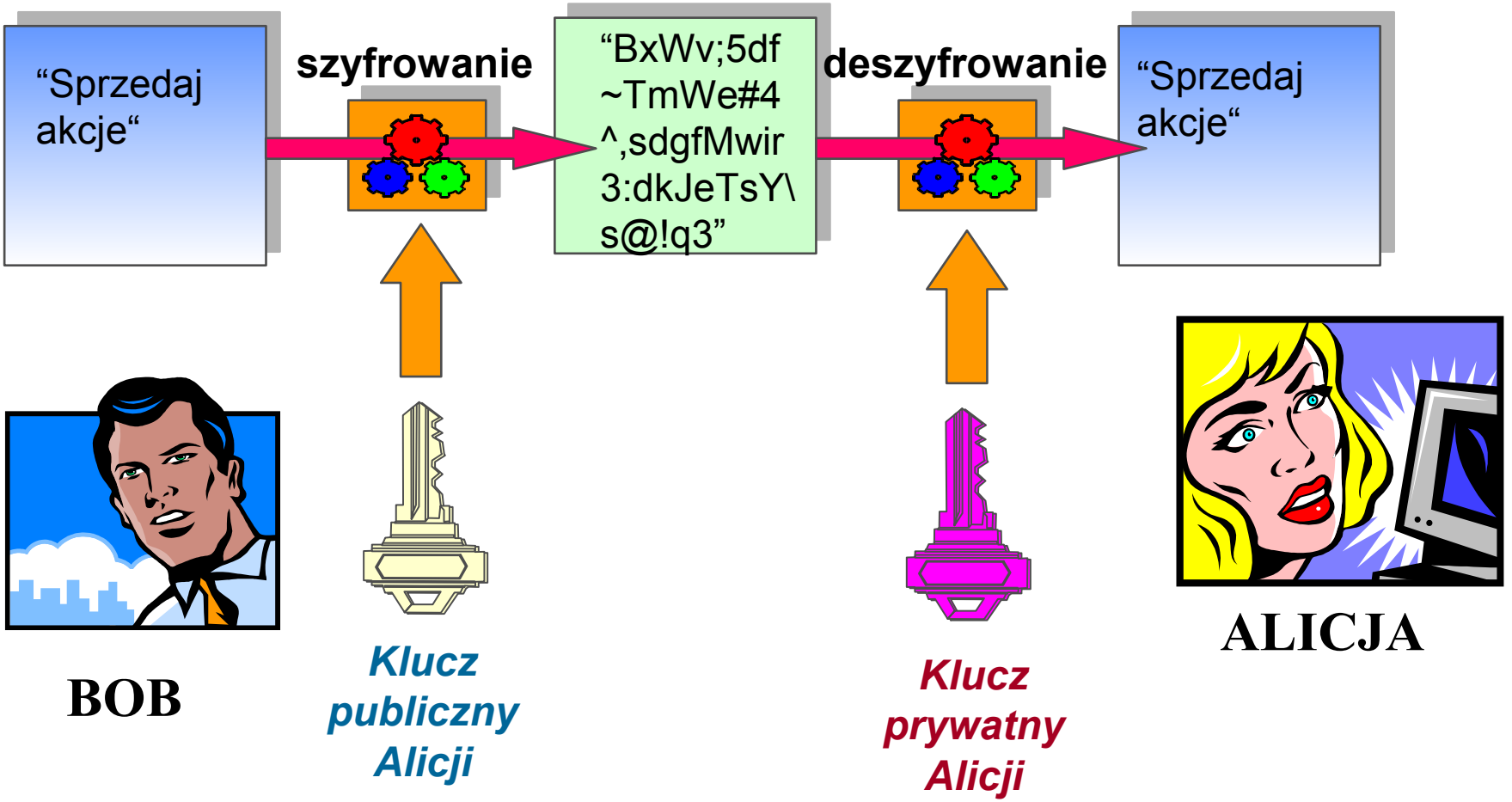
BOB



ALICJA

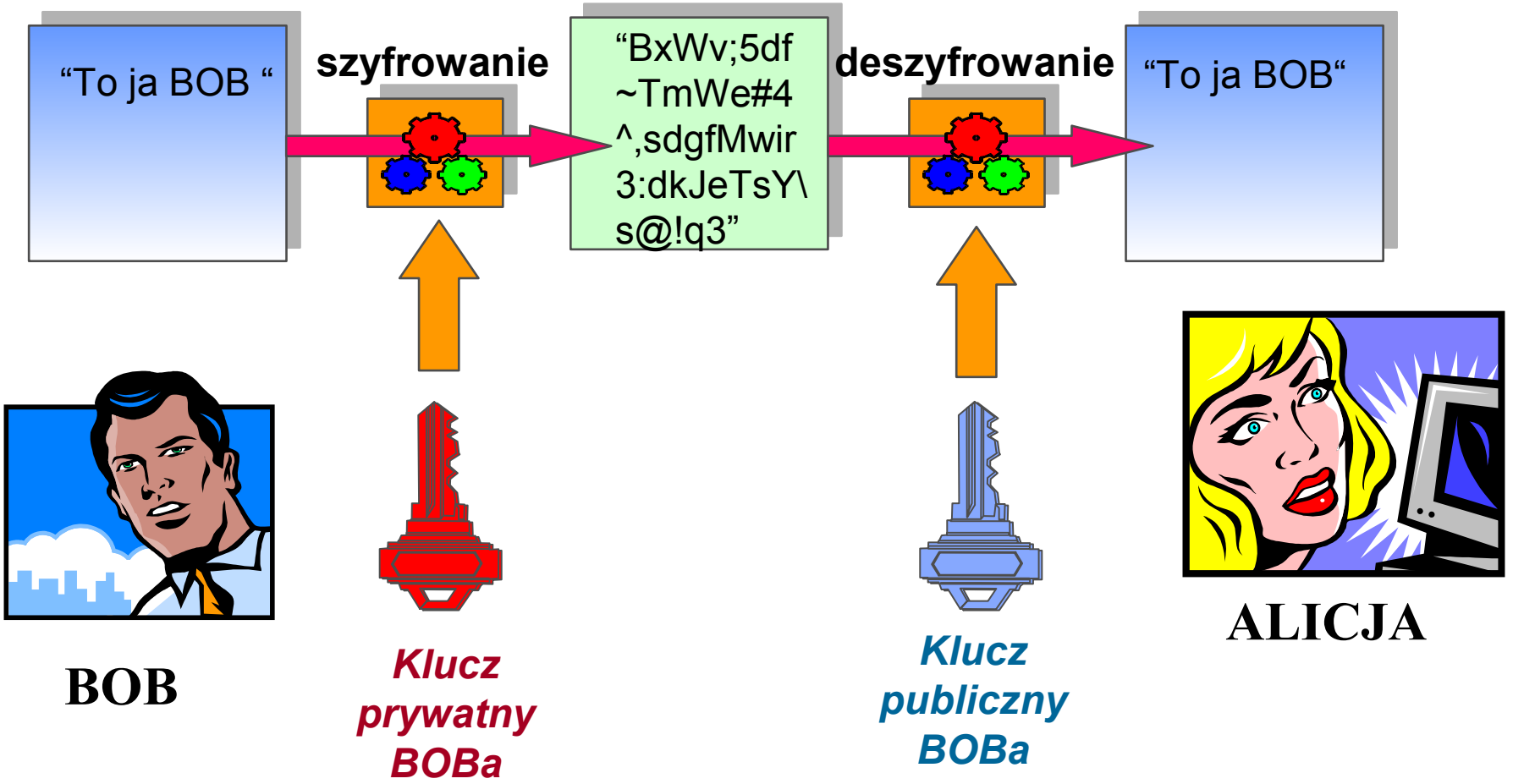
- Zarówno Bob jak i Alicja generują pary kluczy:
  - Klucz publiczny - dostępny dla wszystkich np. w książce telefonicznej
  - Klucz prywatny - tajny
- Algorytm działa w sposób następujący: Komunikat zaszyfrowany jednym kluczem z pary można odszyfrować wyłącznie drugim kluczem.

Kryptografia asymetryczna - przesyłanie tajnej wiadomości



- Tylko Alicja może odczytać wiadomość.
- Nie trzeba uzgadniać tajnego klucza !!!
- Alicja nie wie, czy nadawcą jest Bob

Kryptografia asymetryczna - podpis cyfrowy



- Każdy może odczytać wiadomość.
- Mamy gwarancję że napisał ją BOB.
- Dobre narzędzie do uwierzytelnienia np. program ssh.

Kryptografia asymetryczna

- Możemy łączyć dwie techniki np. BOB szyfruje wiadomość najpierw kluczem publicznym Alicji a potem swoim kluczem prywatnym. Alicja dekoduje używając najpierw klucza publicznego BOBa, a następnie swojego klucza prywatnego.
  - Alicja ma gwarancję, że komunikat wysłała BOB i jednocześnie treść jest tajna.
- Techniki asymetryczne są niezwykle wolne (1000 razy wolniejsze od technik symetrycznych) - problem w przypadku długich wiadomości, ruchu w sieci, ...
- W praktyce używa się rozwiązań hybrydowych, w którym techniki asymetryczne wykorzystuje się do wygenerowania i uzgodnienia klucza dla szyfru symetrycznego - ale dla użytkownika nie ma to znaczenia.
- Problem: Jak zagwarantować, że publiczny klucz Alicji umieszczony w książce telefonicznej jest naprawdę kluczem Alicji. Rozwiązania: certyfikaty. Klucz publiczny jest podpisany przez organizację której ufamy: VeriSign, PCSS, Microsoft (- to żart).
- W ten sposób powstaje PKI (Public Key Infrastructure) - e-banki, etc ....