SPRAWOZDANIE
BEZPIECZEŃSTWO SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

Osoba wykonująca	Grupa	Data
Michał J. Sidor	5.5/9	10.12.2018r.
Uczelnia	**Wydział**	**Kierunek**
Politechnika Lubelska	Elektrotechniki i Informatyki	Informatyka I. stopnia, stacjonarne
Temat		
LABORATORIUM NR 5. Kryptografia klucza publicznego oraz PKI		

5.3 Zadanie 3: Zastosowanie PKI do stron WWW

P1. Ponownie wpisz w przeglądarce adres: `https://PKILabServer.com:4433` Opisz i wyjaśnij swoje obserwacje. Co się stało i dlaczego?

Zobaczyliśmy informacje o certyfikatach - zawartość adresu została tym razem wyświetlona, ponieważ dodaliśmy do przeglądarki certyfikat go autoryzujący (ca.crt), przez co przeglądarka mogła go zidentyfikować jako “zaufany”. Nie zadziałały więc zabezpieczenia przeglądarki zapobiegające wyświetlaniu zawartości stron, które nie mają odpowiednich certyfikatów bezpieczeństwa.

P2. Wygeneruj i certyfikuj certyfikat dla serwera testowy.cs.pollub.pl. W sprawozdaniu zamieść użyte polecenia oraz zrzut ekranu prezentujący odpowiedź uruchomionego serwera w przeglądarce.

[12/17/2018 18:59] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **openssl genrsa -aes128 -out testowy.key 1024**

[12/17/2018 19:07] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **openssl req -new -key testowy.key -out testowy.csr -config openssl.cnf**

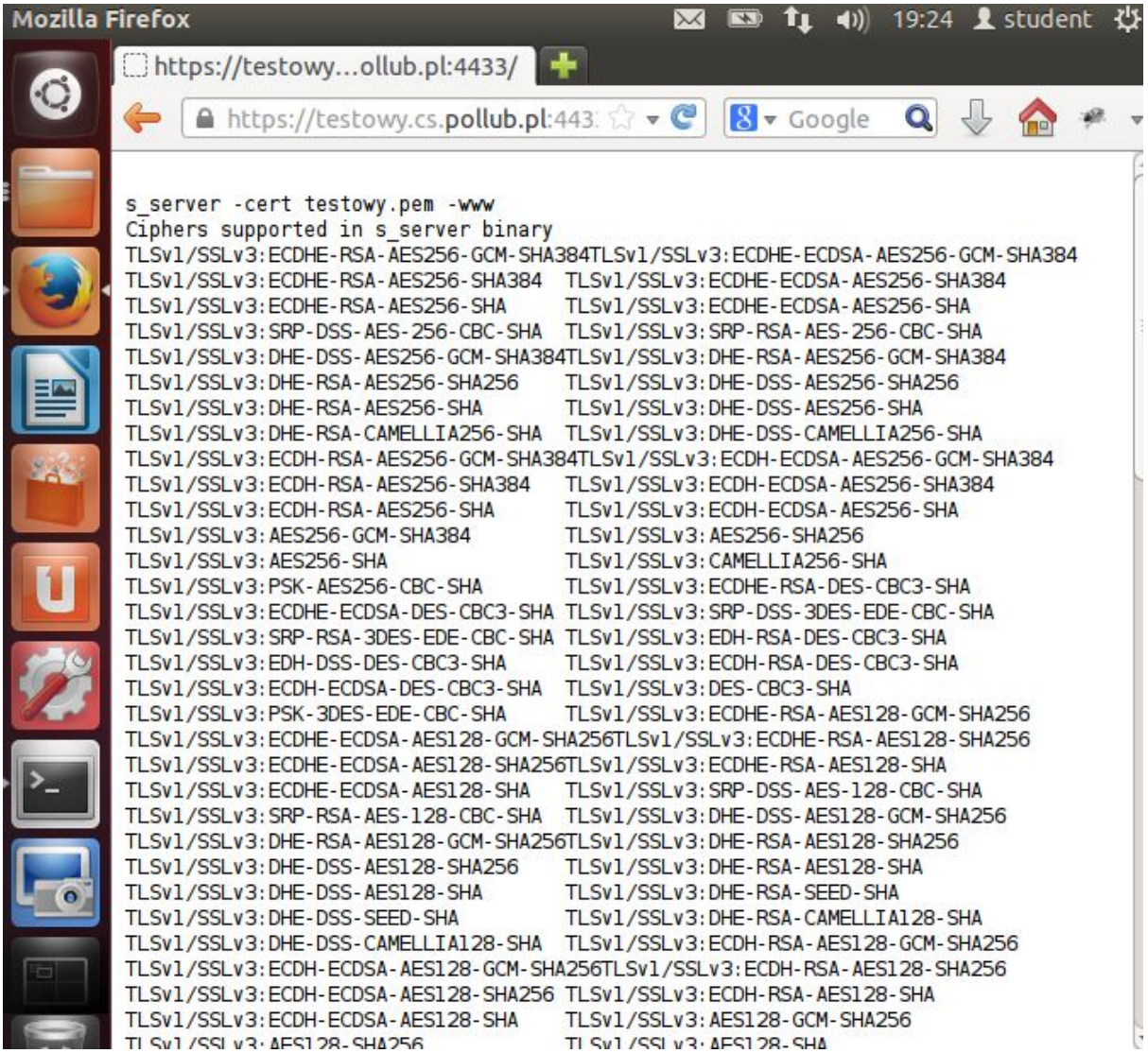
[12/17/2018 19:09] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **openssl ca -in testowy.csr -out testowy.crt -cert ca.crt -keyfile ca.key -config openssl.cnf**

[12/17/2018 19:14] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **sudo gedit /etc/hosts** - dodanie domeny testowy.cs.pollub.pl do pliku hosts

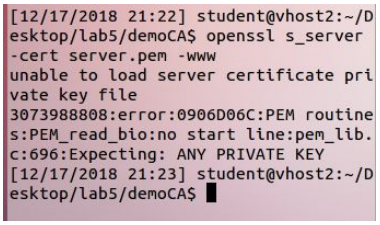
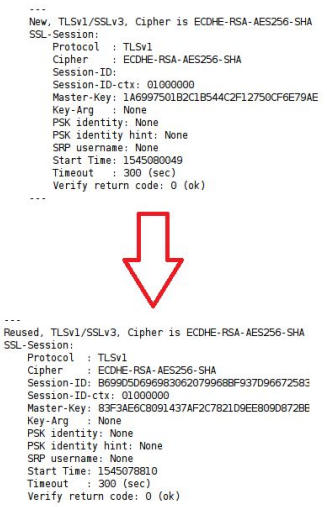
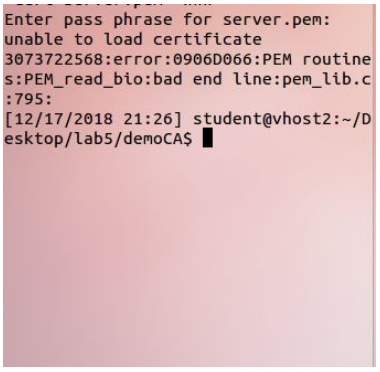
[12/17/2018 19:17] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **cp testowy.key testowy.pem**

[12/17/2018 19:17] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **cat testowy.crt >> testowy.pem**

[12/17/2018 19:20] student@ubuntu:~/Desktop/demoCA$ **openssl s_server -cert testowy.pem -www**



P3. Zmodyfikuj pojedynczy bit w pliku server.pem. Uruchom ponownie serwer i przeładuj zawartość udostępnianej przez niego strony. Określ z jakich elementów składa się plik certyfikatu (*.pem) i jak wpływa modyfikacja bitów w poszczególnych elementach tego˙ z pliku na działanie serwera. Wyniki zamieść w tabeli zawierającej trzy kolumny: element pliku pem, opis elementu, opis wpływu modyfikacji bitu w tym elemencie na działanie serwera.

element pliku pem	opis elementu	opis wpływu modyfikacji bitu w tym elemencie na działanie serwera
pierwsza część pliku - -----BEGIN RSA PRIVATE KEY----- … -----END RSA PRIVATE KEY-----	element zawiera klucz prywatny	 nie można odczytać klucza prywatnego, nie można uruchomić serwera
środkowa część pliku- Certificate:	element zawiera główny certyfikat wraz z danymi	 zmieniają się dane certyfikatu, serwer działa
ostatnia część pliku - -----BEGIN CERTIFICATE----- … -----END CERTIFICATE-----	element zawiera certyfikat pomocniczy (ca.crt)	 nie można odczytać certyfikatu, nie można uruchomić serwera

P4. Przywróć poprawną postać certyfikatu serwera, uruchom ponownie serwer a następnie wyświetl stronę WWW korzystając z adresu https://localhost:4433. Jaki jest efekt? Wyjaśnij co się stało.

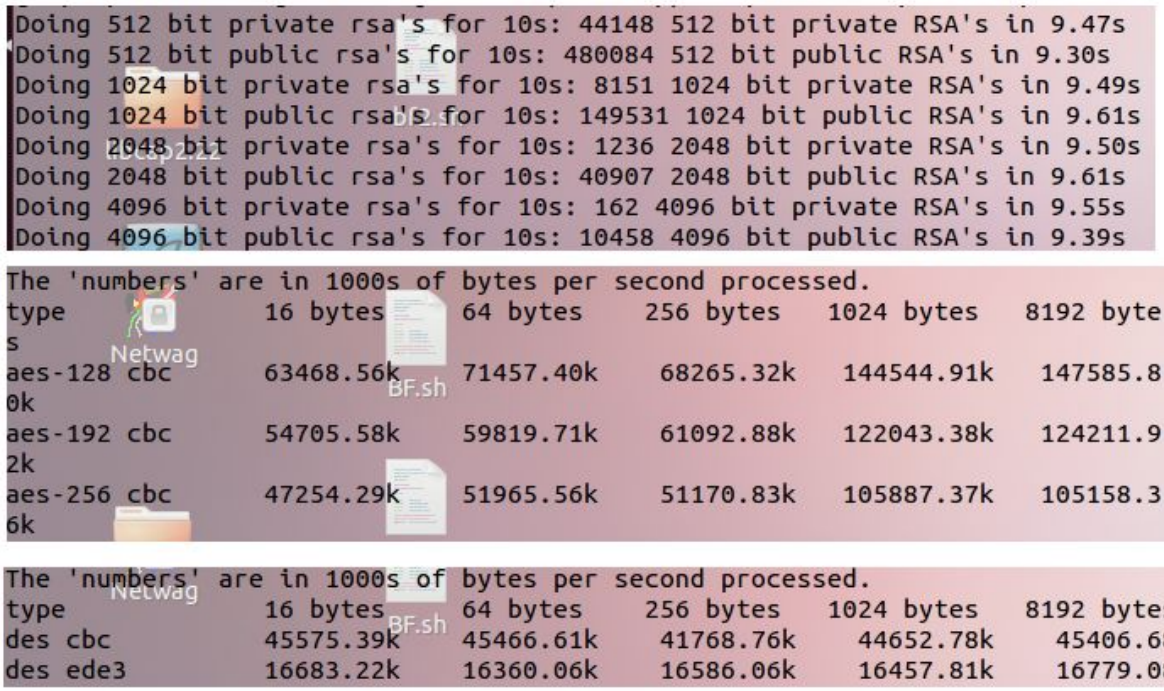
Wyświetla się taka sama zawartość jak przy “przejściu” na adres pkilabserver.com. Dzieje się tak dlatego, że adres, na który dodaliśmy przekierowanie w pliku hosts z domeny pkilabserver.com - 127.0.0.1 - to po prostu adres komputera lokalnego, czyli tzw. localhost (wpisanie adresu “localhost” jest automatycznie kojarzone z adresem IP 127.0.0.1).
Serwer jest hostowany przez nasz komputer, który jest równocześnie klientem, stąd - wymiana danych odbywa się w zakresie jednego urządzenia, a więc - w zakresie lokalnym. To dlatego używamy ręcznych ustawień usługi DNS (kojarzenie nazw domen z adresami IP) w taki sposób, aby “odwiedzenie” domeny pkilabserver.com przekierowało nas na hostowany przez nas serwer poprzez użycie adresu 127.0.0.1 - adresu localhost.

5.4 Zadanie 4: Porównanie wydajności: RSA versus AES

P5. Opracuj zestawienie uzyskanych wyników. W celu zminimalizowania błędów podaj wyniki średnie dla każdej operacji. Przedstaw je w postaci umożliwiającej porównanie wydajności np. obliczając ilość danych przetwarzanych w ciągu jednej sekundy. Jeśli któraś z operacji trwa zbyt krótko możesz zmierzyć czas jej wielokrotnego wykonania.

Średnie czasy (user+sys)	**DES-3**			**RSA**			**AES-128**		
	1024b	**2048b**	**4096b**	**1024b**	**2048b**	**4096b**	**1024b**	**2048b**	**4096b**
Szyfrowanie									
16B	0,0028	0,0032	0,0034	0,0028	0,0036	0,0040	0,0020	0,0024	0,0036
100kB	0,0034	0,0036	0,0040	0,0044	0,0046	0,0048	0,0028	0,0040	0,0044
5MB	0,0140	0,0260	0,0272	0,0176	0,0182	0,0204	0,0168	0,0176	0,0188
Średni czas/1MB	**61,2**	**70,1**	**74,3**	**61,8**	**78,9**	**87,4**	**44,2**	**52,4**	**78,7**
	67,2			**76**			**58,4**		
Deszyfrowanie									
16B	0,0024	0,0040	0,0042	0,0028	0,0040	0,0044	0,0020	0,0028	0,0028
100kB	0,0028	0,0048	0,0052	0,0032	0,0032	0,0048	0,0024	0,0028	0,0044
5MB	0,0188	0,0192	0,0196	0,0220	0,0196	0,0200	0,0176	0,0172	0,0180
Średni czas/1MB	**52,4**	**87,4**	**91,8**	**61,2**	**87,4**	**96,1**	**43,7**	**61,2**	**71,2**
	77,2			**81,6**			**58,7**		

P6. Użyj polecenia speed z OpenSSL'a do wykonania testu prędkości algorytmów



```
Doing 512 bit private rsa's for 10s: 44148 512 bit private RSA's in 9.47s
Doing 512 bit public rsa's for 10s: 480084 512 bit public RSA's in 9.30s
Doing 1024 bit private rsa's for 10s: 8151 1024 bit private RSA's in 9.49s
Doing 1024 bit public rsa's for 10s: 149531 1024 bit public RSA's in 9.61s
Doing 2048 bit private rsa's for 10s: 1236 2048 bit private RSA's in 9.50s
Doing 2048 bit public rsa's for 10s: 40907 2048 bit public RSA's in 9.61s
Doing 4096 bit private rsa's for 10s: 162 4096 bit private RSA's in 9.55s
Doing 4096 bit public rsa's for 10s: 10458 4096 bit public RSA's in 9.39s
The 'numbers' are in 1000s of bytes per second processed.
type             16 bytes     64 bytes    256 bytes   1024 bytes   8192 byte
s
aes-128 cbc      63468.56k    71457.40k    68265.32k   144544.91k   147585.8
0k
aes-192 cbc      54705.58k    59819.71k    61092.88k   122043.38k   124211.9
2k
aes-256 cbc      47254.29k    51965.56k    51170.83k   105887.37k   105158.3
6k
The 'numbers' are in 1000s of bytes per second processed.
type             16 bytes     64 bytes    256 bytes   1024 bytes   8192 bytes
des cbc          45575.39k    45466.61k    41768.76k    44652.78k    45406.68k
des ede3         16683.22k    16360.06k    16586.06k    16457.81k    16779.08k
```

Porównajmy ze sobą ilość danych przetworzonych w ciągu jednej sekundy w przypadku 1024 public RSA, AES-128 CBC i DES CBC. W przypadku RSA musimy uwzględnić, że wartości podane są w bitach (nie bajtach), stąd - należy podzielić je przez 8.

RSA: **19 449 935 bajtów/s.**
AES-128: **144 544 910 bajtów/s.**
DES: **44 652 780 bajtów/s.**

Zarówno wyniki zmierzone poleceniem time, jak i te zmierzone poleceniem openssl speed pokazują, że najszybszym i najwydajniejszym algorytmem spośród powyższych jest algorytm AES-128, drugim - DES, a najmniej wydajnym z nich - RSA. "Wolniejsze" działanie RSA możemy wyjaśnić tym, że - w przeciwieństwie do (symetrycznych) algorytmów AES i DES - jest to algorytm asymetryczny.

5.5 Zadanie 5: Utwórz podpis cyfrowy

Tworzenie pary kluczy:

```
[12/23/2018 21:07] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl genrsa -aes
128 -out zad5.key 1024
Generating RSA private key, 1024 bit long modulus
..................++++++
.........................++++++
e is 65537 (0x10001)
Enter pass phrase for zad5.key:
Verifying - Enter pass phrase for zad5.key:
```

```
[12/23/2018 21:10] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl rsa -in zad
5.key -out zad5.pem -outform PEM -pubout
Enter pass phrase for zad5.key:
writing RSA key
```

1. Podpisz skrót SHA256 pliku example.txt; zapisz podpis w pliku example.sha256.

```
[12/23/2018 21:10] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl dgst -sha51
2 -sign zad5.key -out example.sha512 example.txt
Enter pass phrase for zad5.key:
```

2. Zweryfikuj podpis umieszczony w pliku example.sha256.

```
[12/23/2018 21:12] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl dgst -sha51
2 -verify zad5.pem -signature example.sha512 example.txt
Verified OK
```

Zweryfikowano pomyślnie.

3. Zmodyfikuj zawartość pliku example.txt, a następnie ponownie zweryfikuj podpis cyfrowy.

```
[12/23/2018 21:14] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ sudo gedit example.
txt
[12/23/2018 21:14] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl dgst -sha51
2 -verify zad5.pem -signature example.sha512 example.txt
Verification Failure
```

Po zmianie zawartości pliku - weryfikacja nie powiodła się.

4. Przywróć oryginalną zawartość pliku example.txt, a następnie ponownie zweryfikuj podpis cyfrowy.

```
[12/23/2018 21:14] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ sudo gedit example.
txt
[12/23/2018 21:15] student@vhost2:~/Desktop/lab5/demoCA$ openssl dgst -sha51
2 -verify zad5.pem -signature example.sha512 example.txt
Verified OK
```

Po przywróceniu oryginalnej zawartości - weryfikacja zakończyła się sukcesem.

Z otrzymanych danych możemy wnioskować, że weryfikacja podpisów cyfrowych pozwala na sprawdzenie, czy otrzymana wiadomość (plik) jest identyczna do pierwotnej, dla której podpis został wygenerowany, co czyni podpisy cyfrowe użytecznym narzędziem w zapewnianiu bezpieczeństwa w danym systemie.