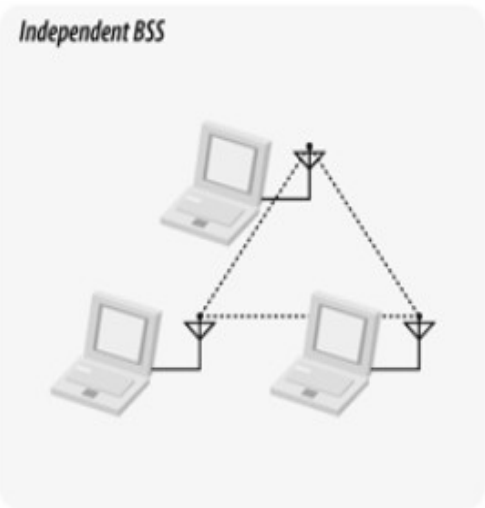
WiFi – podstawowe pojęcia

Bezprzewodowa sieć fizyczna...
- używa jako medium przestrzeni i fal elekromagnetycznych,
- „fale radiowe”, mikrofale, okolice 2.4GHz lub 5GHz,
- standardy IEEE 802.11, 802.11a/b/g/n/ac (z literką dotyczą warstwy fizycznej)
- WEP, WPA/WPA2, 802.11i – bezpieczeństwo (szyfrowanie, istotne z powodu...)

- Access point (AP), stacja (STA, klient wifi),
- BSS(Basic Service Set, 1x AP + stacje, dane za pośrednictwem AP) ,
- IBSS (Independent BSS, „ad-hoc”, bez AP),
- ESS (Extended Service Set, wiele BSS + system dystrybucji, jeden „nr sieci”),
- System dystrybucji (zazw. eth; most łączący wifi i eth ?),



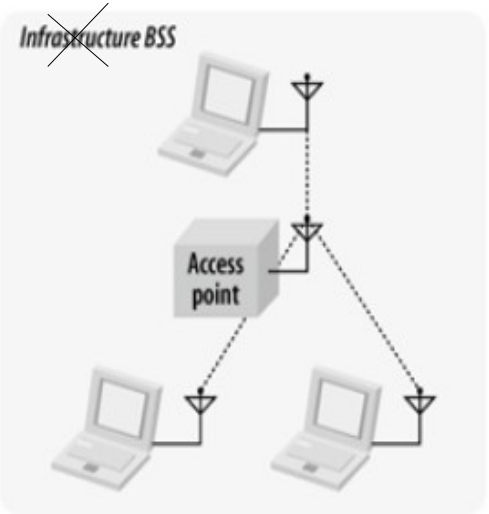
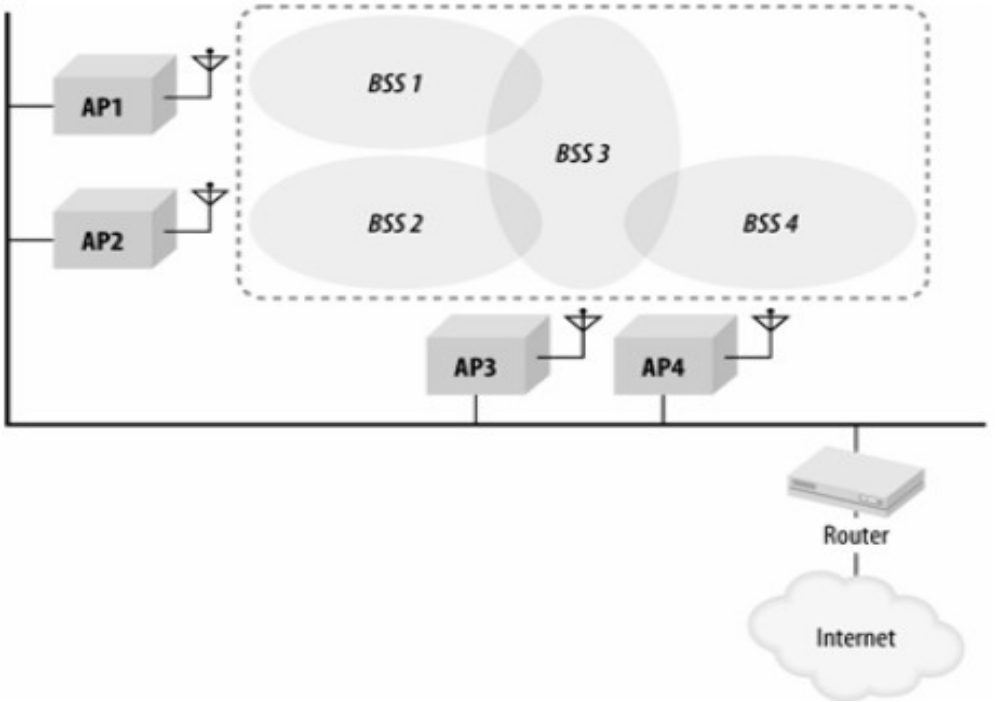


Figure 2-5. Extended service set

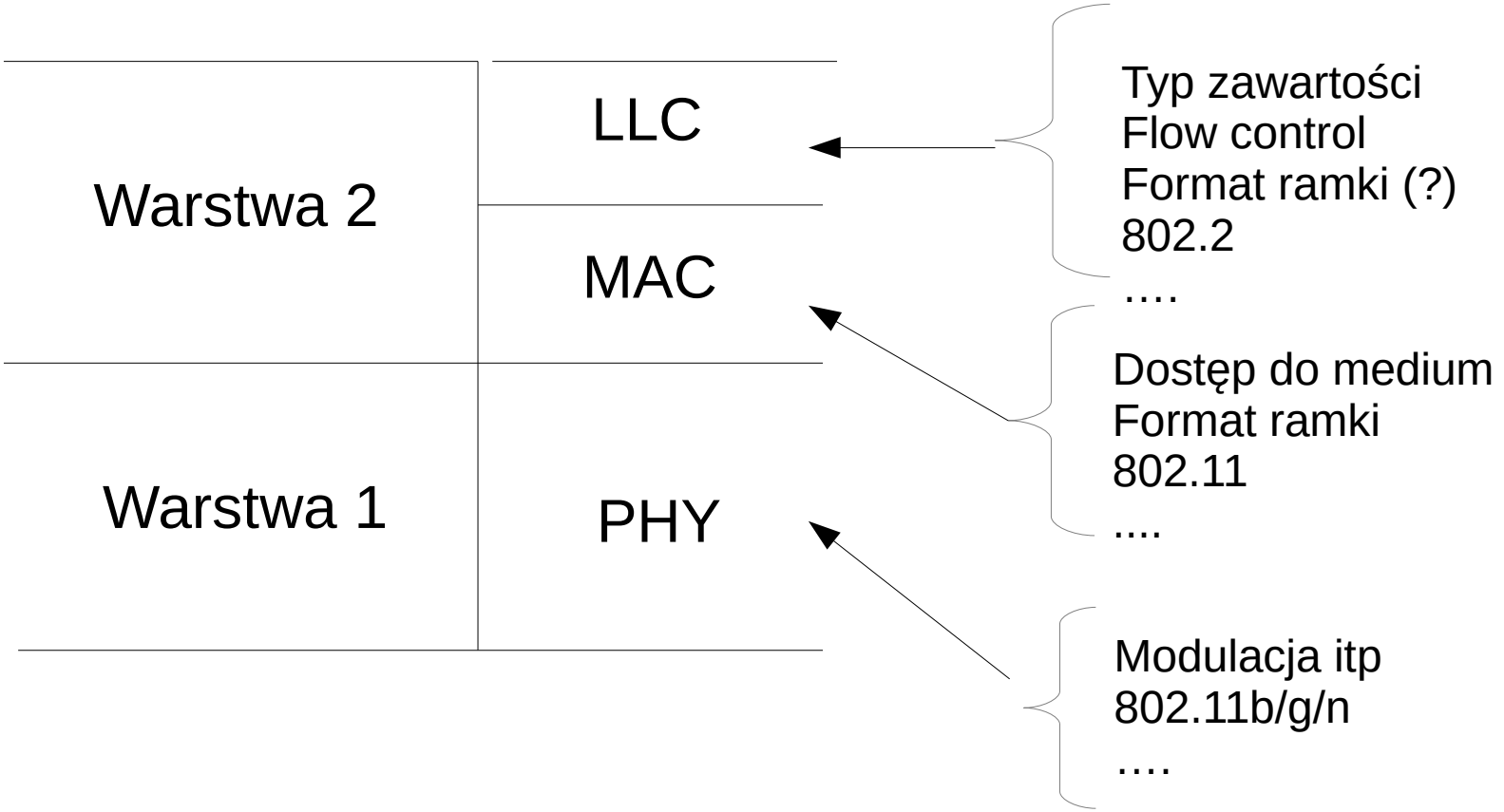


WiFi – podstawowe pojęcia c.d.

(E)SSID - nazwa sieci, ma ją każdy AP, w ESS powinny być identyczne, ramka beacon
BSSID – adr sprzętowy AP, stacje wifi także maja adr sprzetowy
Adr sprzętowy wifi: tak sam jak eth!! 6 bajtów... też możliwy multi/broad-casting...
Kanały wifi, których używa BSS... jest ich 13, w BSS używa się 1 kanału !!,
bliskie BSSy powinny używać innych kanałów !!! kanały nie są odseparowane...
Bezpieczeństwo: stare złe rozwiązanie WEP (4 klucze),
nowe dobre rozwiązanie WPA/WPA2=802.11i (wpa_supplicant)
Linux: interfejsy sieciowe wifi maja nazwy postaci: wlan0, …
Wyświetlanie widocznych AP: root# iwlist wlan0 scan
Podłączanie się do AP: root# iwconfig wlan0 essid „SSID/nazwa sieci”
Wyświetlanie kanałów: root# iwlist wlan0 chan

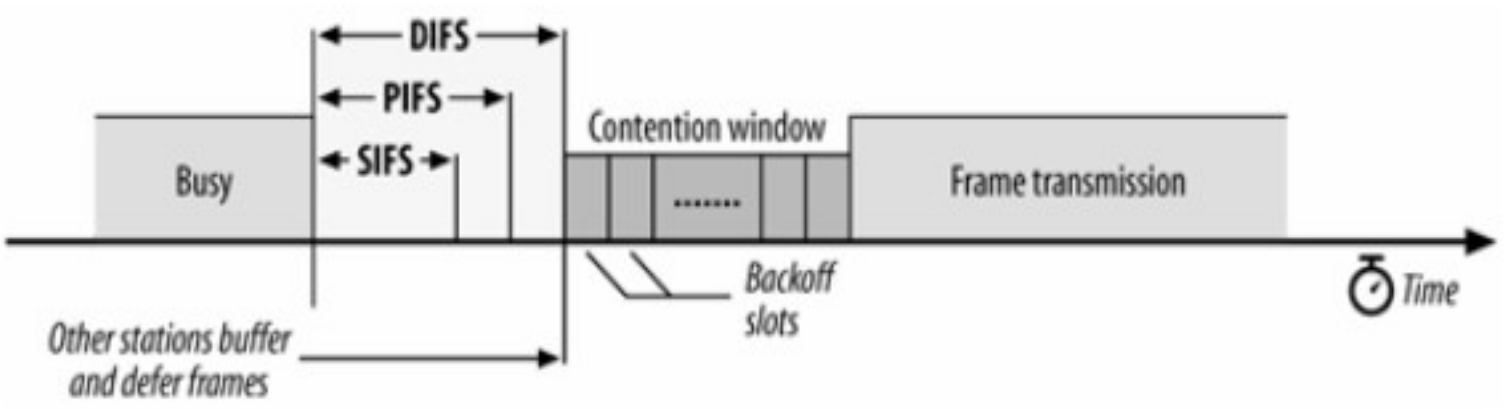
```
wlan0     13 channels in total; available frequencies :
          Channel 01 : 2.412 GHz
          Channel 02 : 2.417 GHz
          Channel 03 : 2.422 GHz
          Channel 04 : 2.427 GHz
          Channel 05 : 2.432 GHz
          Channel 06 : 2.437 GHz
          Channel 07 : 2.442 GHz
          Channel 08 : 2.447 GHz
          Channel 09 : 2.452 GHz
          Channel 10 : 2.457 GHz
          Channel 11 : 2.462 GHz
          Channel 12 : 2.467 GHz
          Channel 13 : 2.472 GHz
          Current Frequency:2.427 GHz (Channel 4)
```

Podział warstw 1 i 2 na podwarstwy...

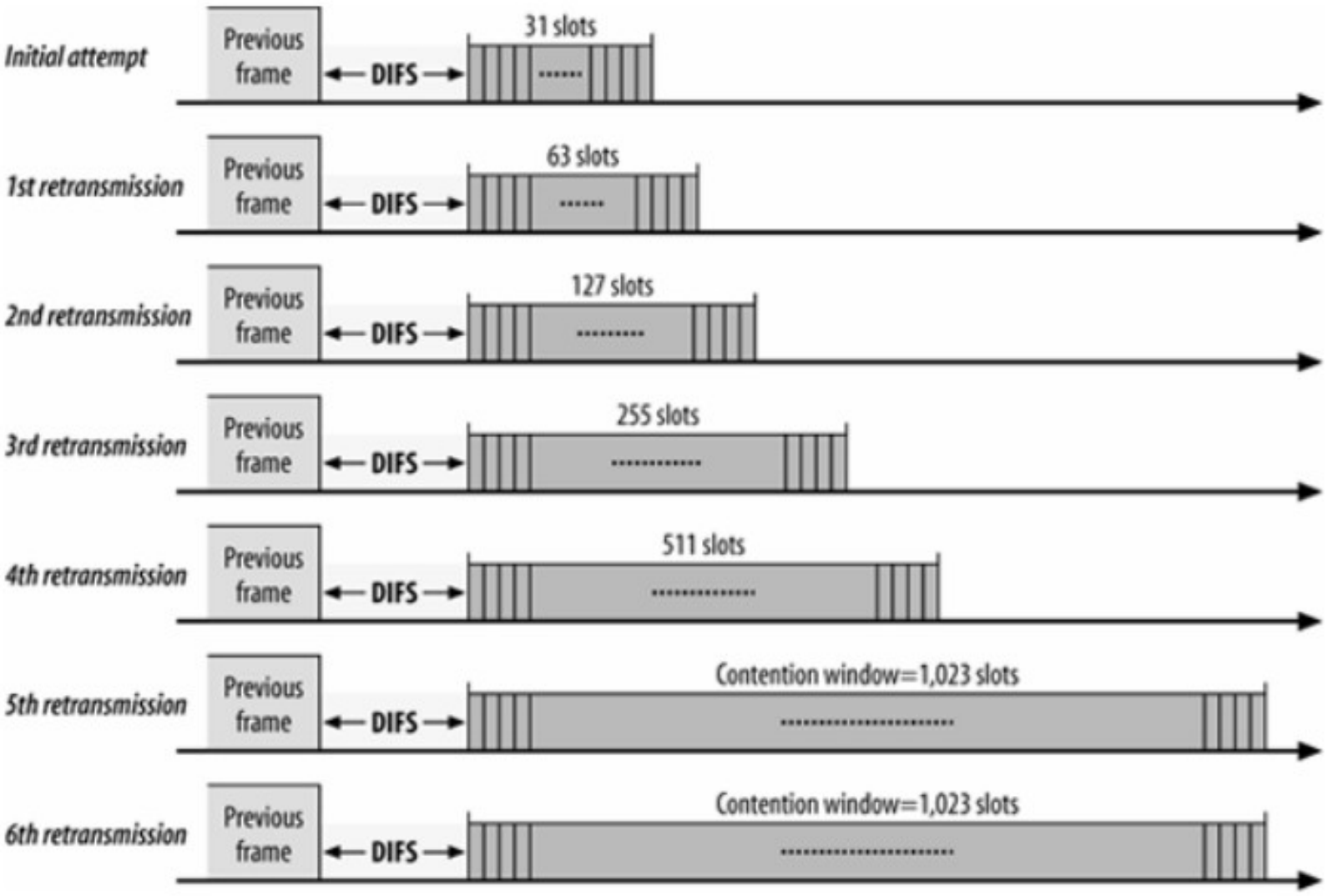


Wifi, warstwa 2, podwarstwa MAC

Dostęp do medium:
DCF = Distributed Coordination Function = CSMA/CA
PCF = Point -”- bez rywalizaji o dostęp, HCF = posiada elem QoS
CSMA/CA = Carrier Sense Multiple Access with Colision Avoidance
w eth było CSMA/CD ! w wifi NIE MA wykrywania kolizji w czasie nadawania !!
są pozytywne potwierdzenia ACK otrzymania ramki
jest okno Backoff losowej rywalizacji o dostęp do łącza (contention window),
stacje losowo wybierają slot z „contention window” i czekają odp czas,
okno zwiększa długość przy każdej nieudanej próbie wysłania ramki
są odstępy czasowe między ramkami o różnej długości: DIFS, SIFS, EIFS, ...
jeśli nośnik był wolny przez czas DIFS + czas w oknie rywalizacji
to można nadawać (jeśli był błąd to EIFS zamiast DIFS)
chodzi o to aby 1 stacja zaczęła nadawać z wielu próbujących...
są dodatkowe mechanizmy „rezerwowania” medium: NAV i RTS/CTS



Zmiana długości okna rywalizacji przy retransmisji (brak ack)



Wifi, warstwa 2, podwarstwa MAC, c.d.

Inne rozwiązania pozwalające uniknąć błędnych ramek (rezerwowanie medium):

prot RTS/CTS (Request To Send, Clear To Send), krótkie ramki do rezerw łącza

inaczej: do „uciszania” innych stacji, znane z łącza szeregowego rs232...

*Linux***:** próg RTS, chodzi o długość ramki, *iwconfig wlan0 rts;* jest też próg fragm!

wektor NAV: ramki mają pole Duration, w którym informują o czasie nadawania...

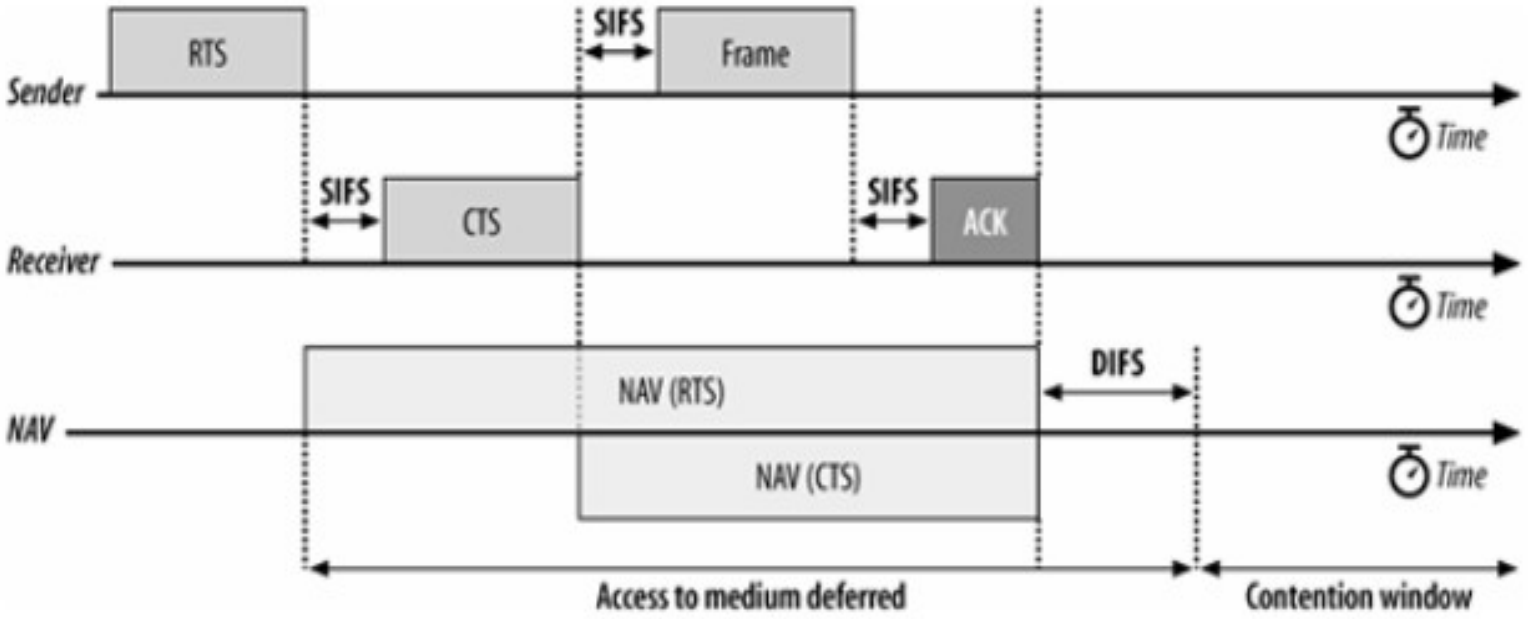
wszyst stacje które widzą taką ramkę modyfikują swój wektor NAV który mówi jak długo medium będzie zajęte przez inną stację...

komunikacja nie tylko stacja – AP, ale także stacja – stacja !!!

(chociaż dane są zawsze przesyłane za pośrednictwem AP)

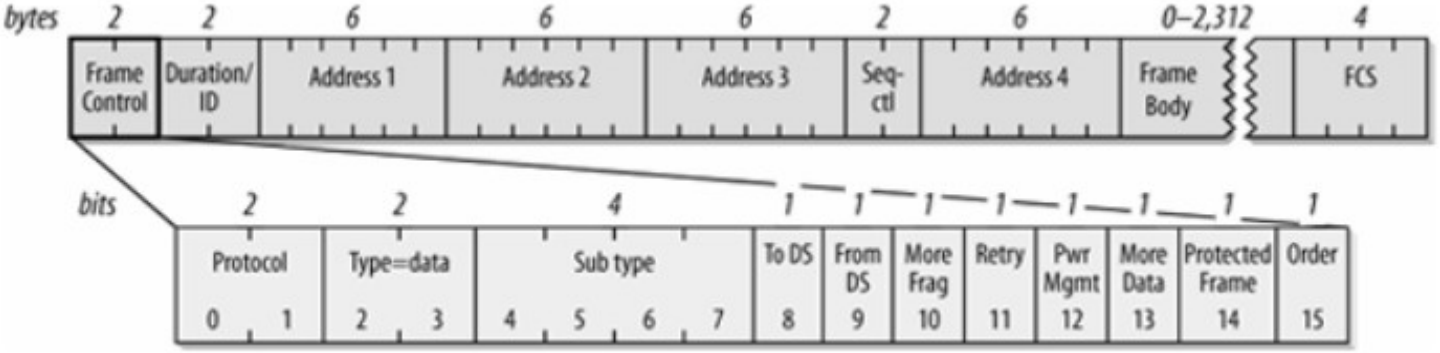
RTS/CTS rozwiązuje problem dalekich stacji:

1 stacja wysla rts, AP wysyla cts, 2 stacja widzi cts (choć nie widzi rts...)



Wifi, warstwa 2, podwarstwa MAC, c.d.

Format ramki wifi:



Co się znajduje w ramce ?

Typ i podtyp, b. dużo podtypów, typy ramek:

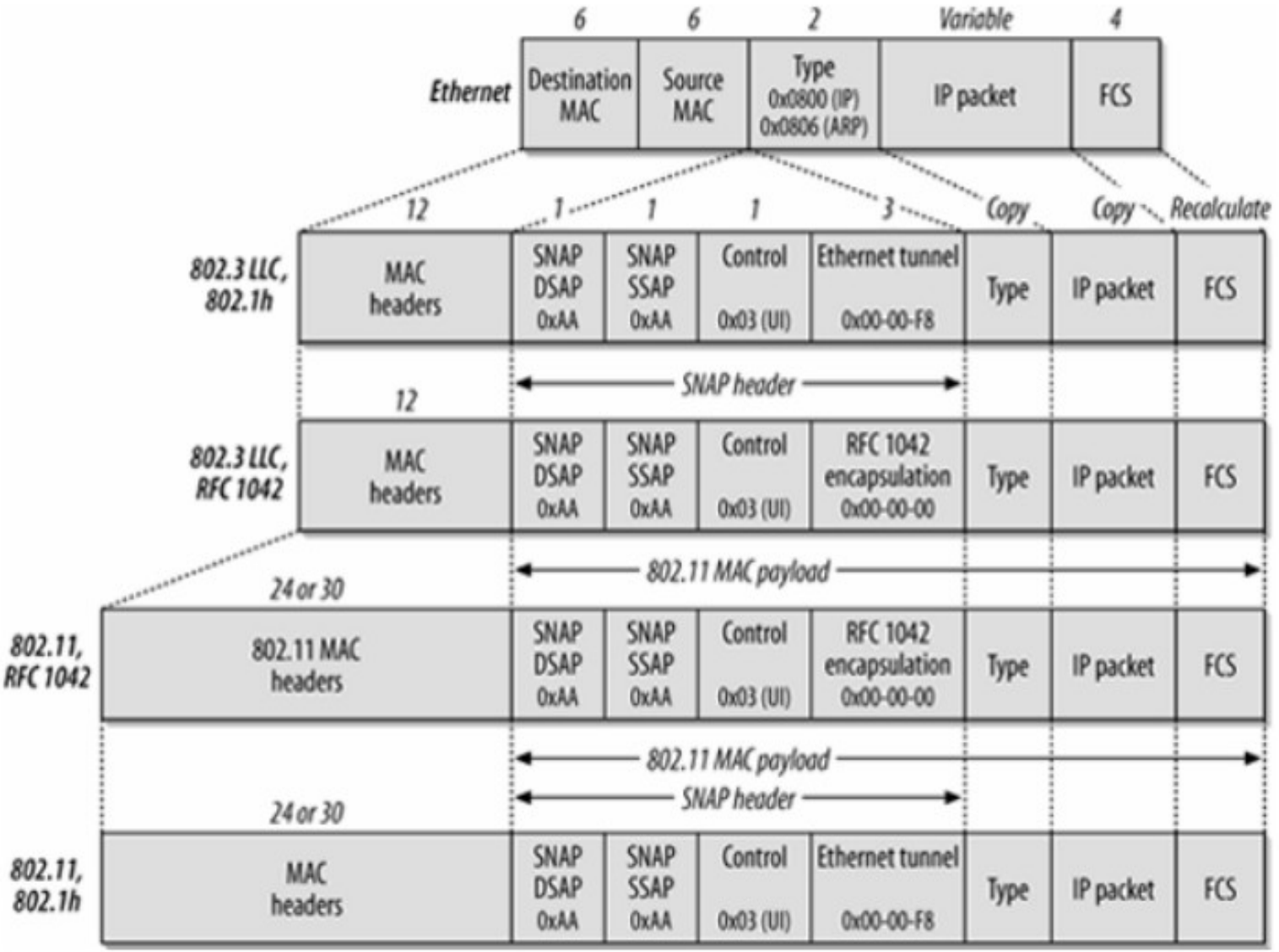
- mgmt (beacon, auth, assoc, ...)
- control (rts/cts, ack, ...),
- data (max dług danych= 2304, 2296 z powodu nagł LLC/802.2)

Adresy:

- dst, src, transmitter(?), bssid; interpret zależy od typu ramki !!
- dst może być w tym samym BSS lub innym w ramach ESS
- bssid jest po to aby odróżniać ramki naszego i cudzego BSS...
- ramka może przeskakiwać między: wifi –> eth –> wifi (zmienia się adr3)

Zmiana ramki przy przeskakiwaniu wifi → eth → wifi w ESS...

Figure 3-13. IP encapsulation in 802.11



Wifi, warstwa 1 = PHY

Uzyskaliśmy dostęp do mediu, jak przesłać ramkę ???

Table 17.4 IEEE 802.11 Physical Layer Standards

	802.11	802.11a	802.11b	802.11g
Available bandwidth	83.5 MHz	300 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz
Unlicensed frequency of operation	2.4–2.4835 GHz DSSS, FHSS	5.15–5.35 GHz OFDM 5.725–5.825 GHz OFDM	2.4–2.4835 GHz DSSS	2.4–2.4835 GHz DSSS, OFDM
Number of non-overlapping channels	3 (indoor/outdoor)	4 indoor 4 (indoor/outdoor) 4 outdoor	3 (indoor/outdoor)	3 (indoor/outdoor)
Data rate per channel	1, 2 Mbps	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 2, 5.5, 11 Mbps	1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Compatibility	802.11	Wi-Fi5	Wi-Fi	Wi-Fi at 11 Mbps and below

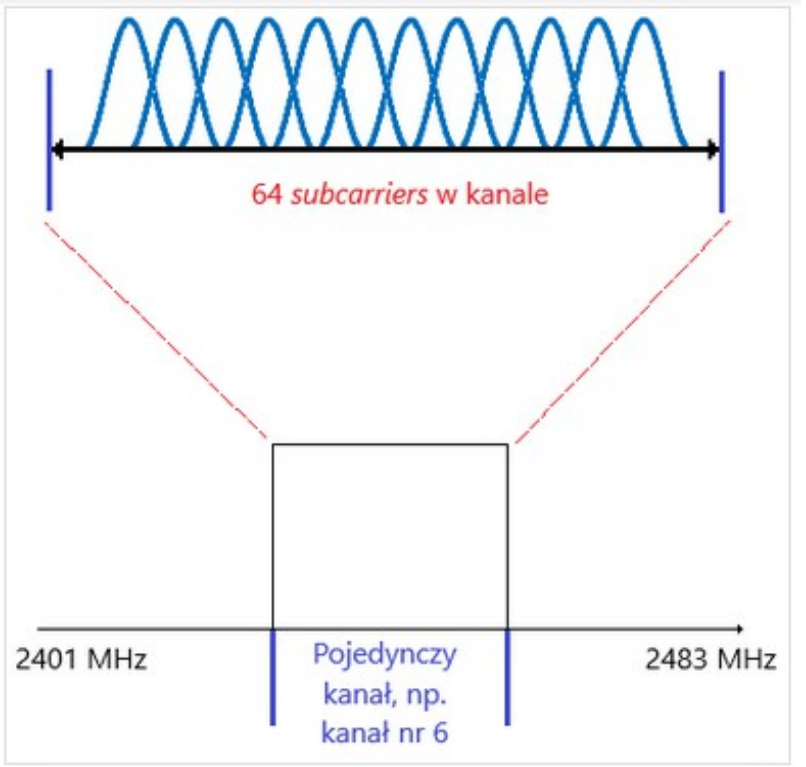
Wifi, warstwa 1 = PHY

„SS” = Spread Spectrum, rozpraszanie widma,
użycie szerokiego zakresu częstotliwości fal radiowych (vs 1 częstotliwość nośna...)
w celu 1. uniknięcia zakłóceń, 2. zwiększenia przepustowości

FHSS = Frequency Hopping SS
skakanie po częstotliwościach wg pewnego wzorca, nadal używane przez Bluetooth !!
DSSS = Direct Sequence SS
bit zamieniamy na ciąg 11 bitów, kod Barkera „0” = 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0, „1” negatyw
przesyłamy je równolegle 11 pod-kanałami (dlatego kanały DS są szerokie...)

OFDM = jak FDM (Frequency Division Multiplexing),
ale częstotliwości nośne są ortogonalne...
mogą być bliżej siebie! jest ich więcej !!
mamy więcej kanałów,
którymi możemy przeysłać dane...

OFDM →



Podział kanału na 64 *subcarriers*, każda o szerokości 312,5 KHz

Wifi, warstwa 1 = PHY, c.d.

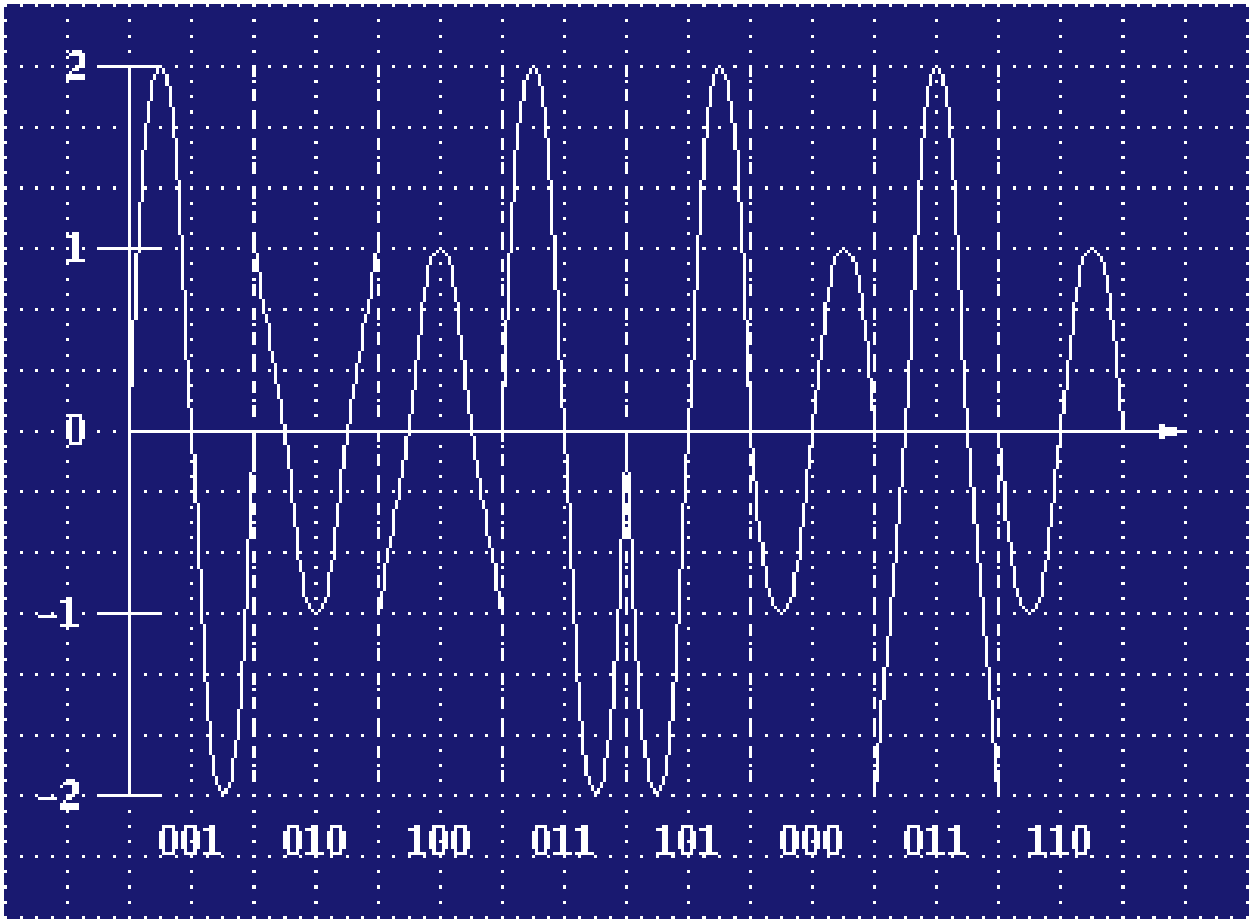
Jak przesłać ciąg danych (bitów) przez pod-kanał?

czyli modulowanie częstotliwości nośnej przez ciąg bitów...

są różne rozwiązania: AM (modulacja amplitodowa), FM (częstotliwościowa) PSK (fazowa), mieszane, np. QAM (amplitudowo/fazowa, patrz tzw „konstelacje”):

Bit value	Amplitude	Phase shift
000	1	None
001	2	None
010	1	1/4
011	2	1/4
100	1	1/2
101	2	1/2
110	1	3/4
111	2	3/4

8-QAM



Wifi, bezpieczeństwo

Zawsze na początku:

1. autentykacja (open, shared key/ tego nie używać)
2. asocjacja (powiązanie z jednym AP)

WEP (tego nie używać), Wired Equivalent Privacy

szyfr strumieniowy RC4, zbyt dużo danych się ujawnia w ramkach !!!

4 klucze, nr klucza jest w ramce !

WPA/WPA2, 802.11i (tego używać), Wifi Protected Access

„Personal” WPA/WPA2-PSK PreShared Key

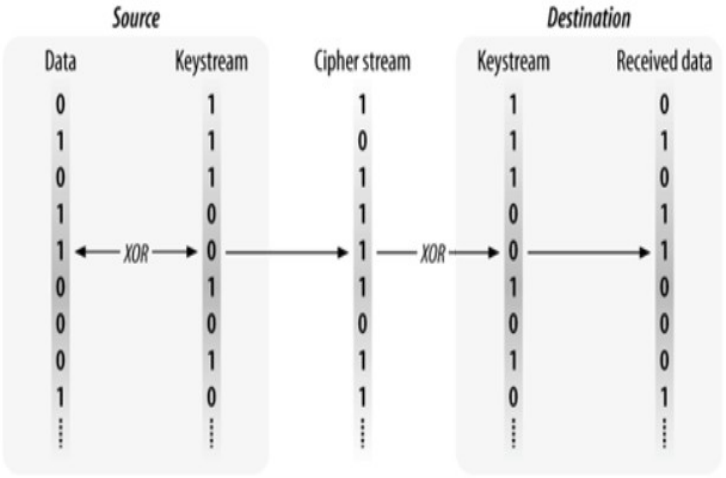
pojedynczy klucz używany przez AP i stacje

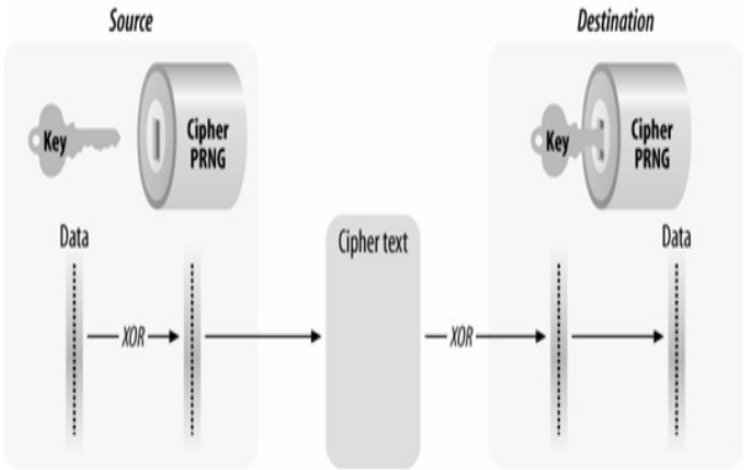
„Enterprise” używa się EAP (znanego też z PPP), 802.1X

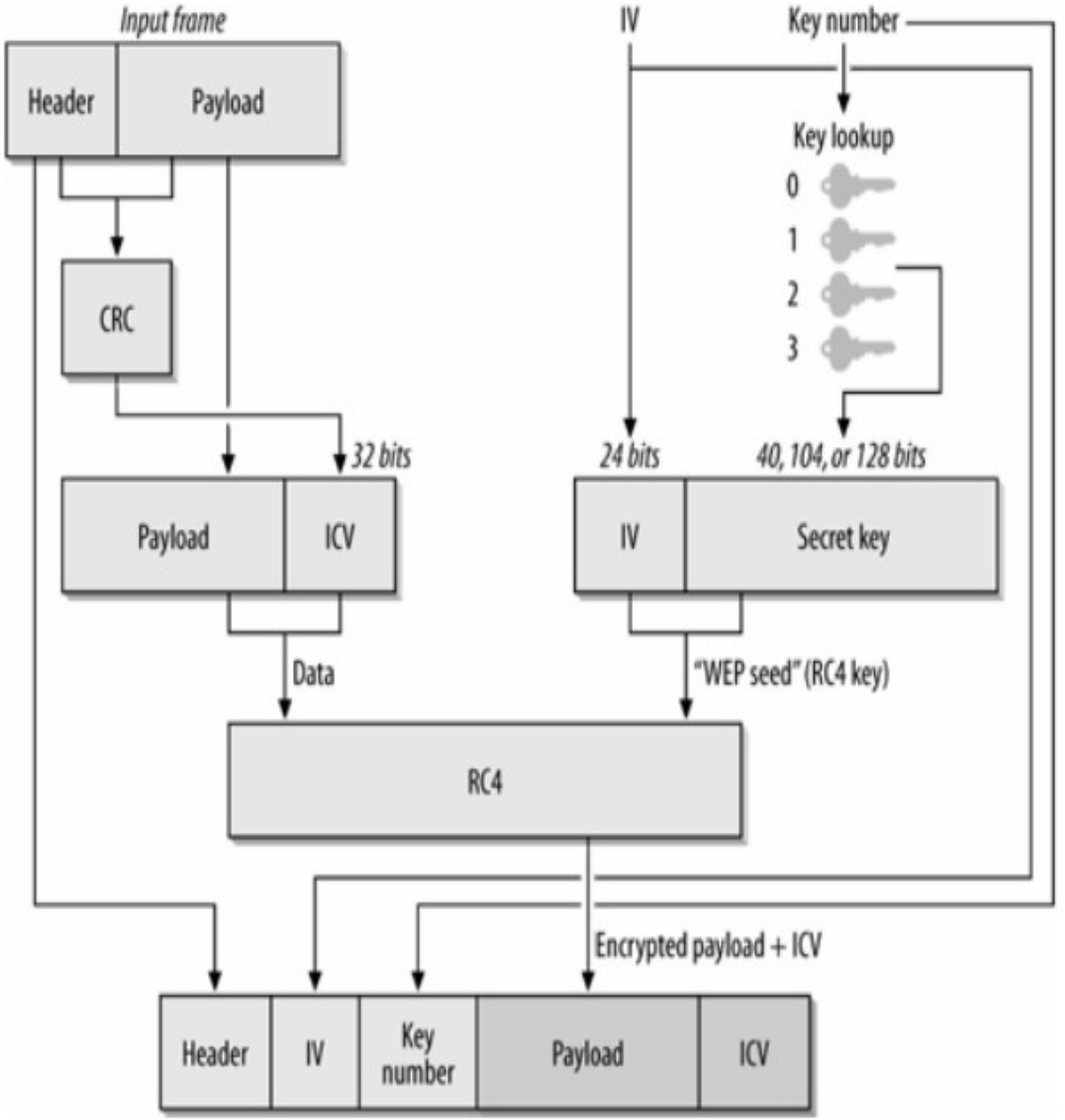
komunikaty EAP, negocjacja sposobu uwierzytelnienia użytkowników, wpuszczanie użytkowników do sieci wifi na podstawie danych z ser aut, 3 składniki:

1. suplikant (wpa_supplicant),
2. autentykator (AP),
3. serwer autentykacji (RADIUS)

Wifi, WEP


Source
Destination
Data
Keystream
Cipher stream
Keystream
Received data
XOR
XOR


Source
Destination
Key
Cipher PRNG
Key
Cipher PRNG
Data
Cipher text
Data
XOR
XOR


Input frame
Header
Payload
CRC
32 bits
Payload
ICV
Data
IV
Key number
Key lookup
0
1
2
3
24 bits
40, 104, or 128 bits
IV
Secret key
"WEP seed" (RC4 key)
RC4
Encrypted payload + ICV
Header
IV
Key number
Payload
ICV

Wifi w Linux-ie

Polecenia linuxowe:

ifconfig wlan0 up
iwconfig wlan0
iwconfig wlan0 mode managed/ad-hoc/monitor
Iwconfig wlan0 chan <nr kanału>
iwlist wlan0 X/ X=scan, chan, keys, ...
wpa_supplicant, wpa_passwd (łatwa obsługa wpa/personal)

Jeśli chodzi o implementacje w linuxie:

Wext, nl80211, moduły cfg80211 mac80211