

16. fejezet – Az IEEE802.11 evolúciója és keretszerkezete

A vezeték nélküli LAN hálózatok evolúciója

A vezetékes LAN hálózatokhoz hasonlóan a vezeték nélküli LAN hálózatok is sokat változtak. A változást a felhasználó szempontjából főleg a gyorsulás jelentette, de ez csak a felszín. A következő táblázat – mely a tananyagban a korábbiakban már szerepelt – jól szemlélteti a technológiák változását és ezen keresztül a frekvencia, a sebesség és távolság növekedését, azaz a fejlődést.

IEEE szabvány	Megjelenés ideje	Működési frekvencia (GHz)	Sebesség (jellemző) (Mbit/s)	Sebesség (maximális) (Mbit/s)	Hatótávolság beltéren (méter)	Hatótávolság kültéren (méter)	Moduláció
Eredeti 802.11	1997	2,4	0,9	2	~20	~100	Frekvencia-ugrás
802.11a	1999	5	23	54	~35	~120	OFDM
802.11b	1999	2,4	4,3	11	~38	~140	DSSS
802.11g	2003	2,4	19	54 (108 SuperG)	~38	~140	OFMD
802.11n	2009	2,4 / 5	74	300, 450, 600	~70	~250	MIMO, OFMD
802.11ac	2012	5	200	6.930	~50	~250	multi user MIMO, 256-QAM
802.11ax (WiFi 6)	2019	2,4 / 5	1.500	13.000	~70	~240	OFDM 1024-QAM

Az átviteli közeg mindegyik esetben a levegő, ezen keresztül kell a kereteket az adótól a vevőig eljuttatni. A táblázatból az is kiderül, hogy a 2.4GHz-es sáv – mivel borzasztóan telített a legkülönfélébb jelekkel – mellett és helyett az 5GHz-es sáv egyre nagyobb szerephez jut.

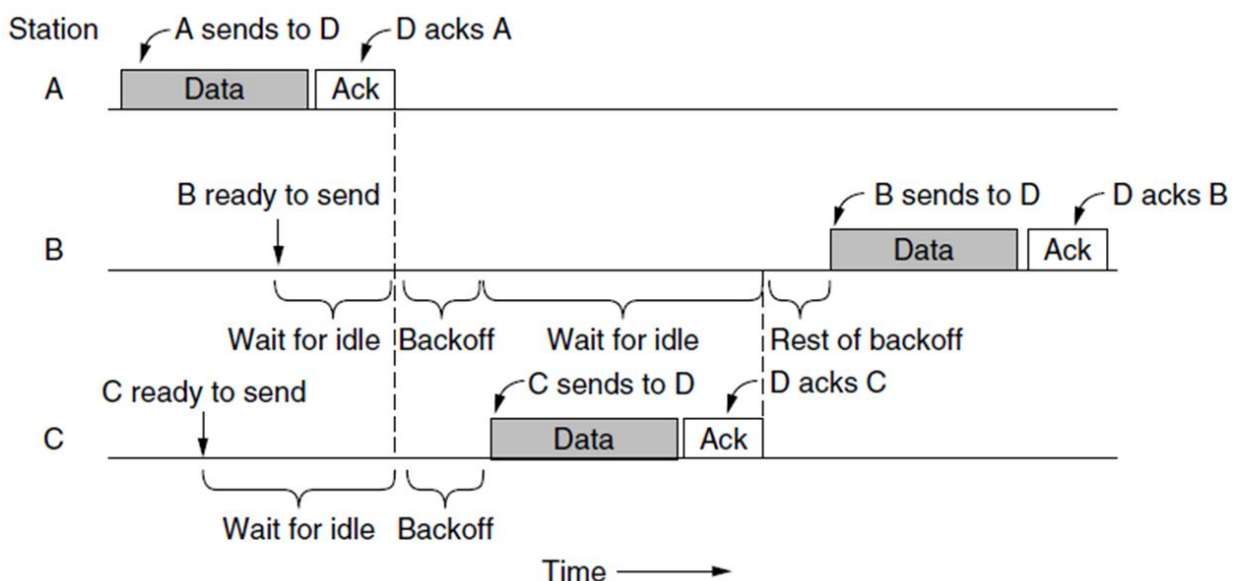
A WLAN hálózatok cella felépítésűek, és minden cellát egy bázisállomás, AP (Access Point) vezérel. Az AP-k jellemzően egy Ethernet gerinchálózathoz csatlakoznak, de gerinchálózat szintén lehet akár vezeték nélküli is. Kettő vagy több összekapcsolt WLAN hálózatot összefoglaló néven ESS-nek (Extended Service Set / Kiterjesztett Szolgáltatáskészlet) nevezzük.

Az adatkapcsolati réteg WLAN esetében is a MAC alrétegből és az LLC alrétegből áll. Előbbi a csatornakiosztásról, az adási sorrendről dönt biztosítva a címzést; utóbbi a megbízhatóságért felel, feladata, hogy elrejtse az egyes hálózatok sajátosságait a szolgáltatások egységesítésével.

Az IEEE802.3 (Ethernet) és az IEEE802.11 (WLAN) által használt MAC protokollok között lényeges különbségek vannak, melyek leginkább az átviteli közeg jellegzetességeiből

fakadnak. A rádiós átvitel, vagyis a WLAN esetében a Half-duplex átvitel az általános megoldás. Ez természetesen egy kényszerpálya, ugyanis (általában – azaz polgári használatban, megfizethető áron) lehetetlen egyazon frekvencián jelentős adóteljesítménnyel adni, és közben egy távoli, másik adó sok ezerszeresen, vagy akár milliószorosan gyengült jelét (például zajlöketét) észlelni. A csatorna szabad vagy foglalt állapotát tehát olyan egyszerű módon, ahogyan azt a vezeték nélküli hálózatok esetében megtehettük, itt nem áll módunkban megtenni. A Full-duplex átvitel elkülönített frekvenciákon valósítható meg, azaz legalább két frekvenciasáv (egyik az adáshoz, másik a vételhez) egyidejű használatával, ami nyilván lényegesen drágább berendezéseket jelent. Az IEEE802.11 az ütközésekkel kapcsolatban más stratégiát kell hogy kövessen. Ehhez egy a CSMA/CD-hez hasonló protokollt, a CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance / CSMA Ütközésselkerüléssel) protokollt használja. A CSMA/CA protokoll annyiban hasonlít a CSMA/CD-hez, hogy adás előtt először is belehallgat a csatornába, és a kettes exponenciális eljárás szerint jár el ütközések esetében.

A CSMA/CA egyik működési módját, időbeli lefutását modellezhetjük egy olyan ábrával, amelyben 3 állomás (A, B, C) szándékozik kereteket küldeni egy negyedik állomásnak (D). Az „A” állomás a szabad csatornában azonnal megkezdte az adást. A „B” és „C” viszont a csatorna szabaddá válása után nem azonnal kezdik meg az adást (hiszen akkor ütköznének, amit természetesen el akarnak kerülni), hanem elkezdik a visszalépéses várakozást. A „C” a véletlenszerűen választott lehetséges visszalépési idők közül egy rövidebbet kapott, így ő lesz a második, aki adást kezdhet. A „B” a „C” adása alatt tovább várakozik a szabad csatornára, azaz arra, hogy „C” befejezze az adást és megkapja a nyugtát. Ez után „B” letölti az előzőleg véletlenszerűen választott visszalépési idejéből hátra lévő részt (amit „C”-vel együtt kezdett, de mivel „C” ideje előbb letelt, „C” elkezdhetett adni – amint „B” észlelte a csatorna foglaltságát megszakította a várakozást), majd elkezd adását.



Ezt a működési módot, ahol minden állomás, központi irányítás nélkül a többi állomástól függetlenül jár el DCF-nek (Distributed Coordination Function / Elosztott Koordinációs Funkció) nevezzük.

Egy másik nyilvánvaló különbség a vezetékes és a vezeték nélküli rendszerek között, hogy a vezetékes rendszerek esetében (a maximált kábelhossz miatt) minden állomás kellő időben képes bármely másik állomás jelének az érzékelésére. Az egyes adók teljesítménye és leárnyékoltsága is eltérő lehet, vagyis a gyakorlatban az a jellemző, hogy nincs minden állomás az összes többi állomás hatókörében, azaz technikailag nem is értesülhet az, hogy egy adó biztonsággal meg képes győződni a csatorna foglaltságáról. Ebből az következik, hogy az előző példa egy ritka, vagy idealizált esetet írt le.

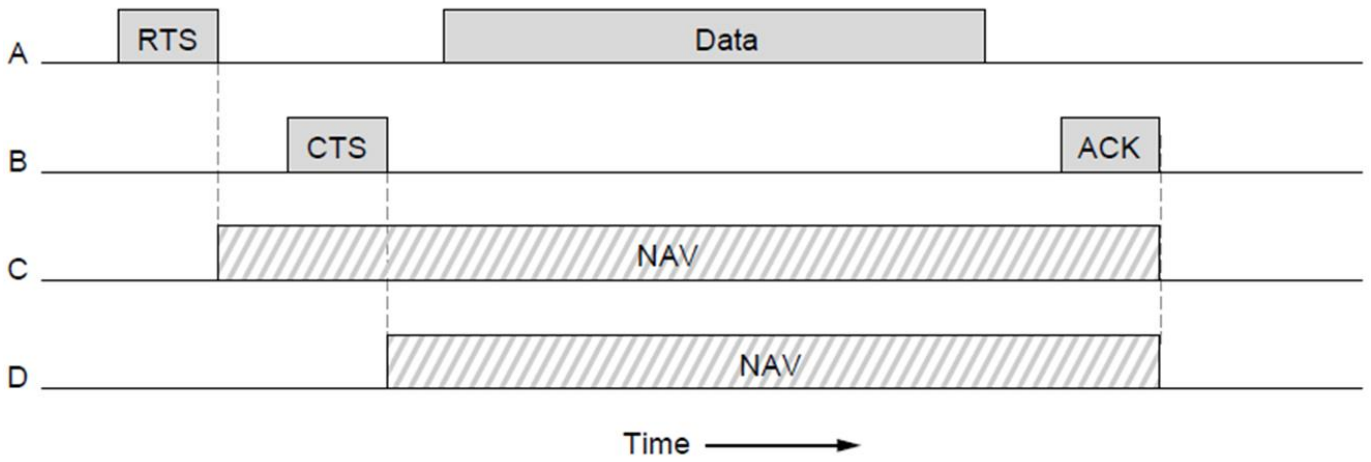
A gyakorlatban az a modell működik, amikor az adó és a vevő egyaránt tájékoztatja a környezetében lévő többi állomást a tervezett adatcseréről, a következő két rövid, 30 bájttal hosszúságú kerettel.

- RTS (Request to Send): Az adni kívánó állomás által küldött vezérlő keret, ami tartalmazza a forrást, a célt, és a következő tranzakció időtartamát. Az adó állomás így kér engedélyt egy adatkeret elküldésére.
- CTS (Clear to Send): A célállomás pozitív válasza.

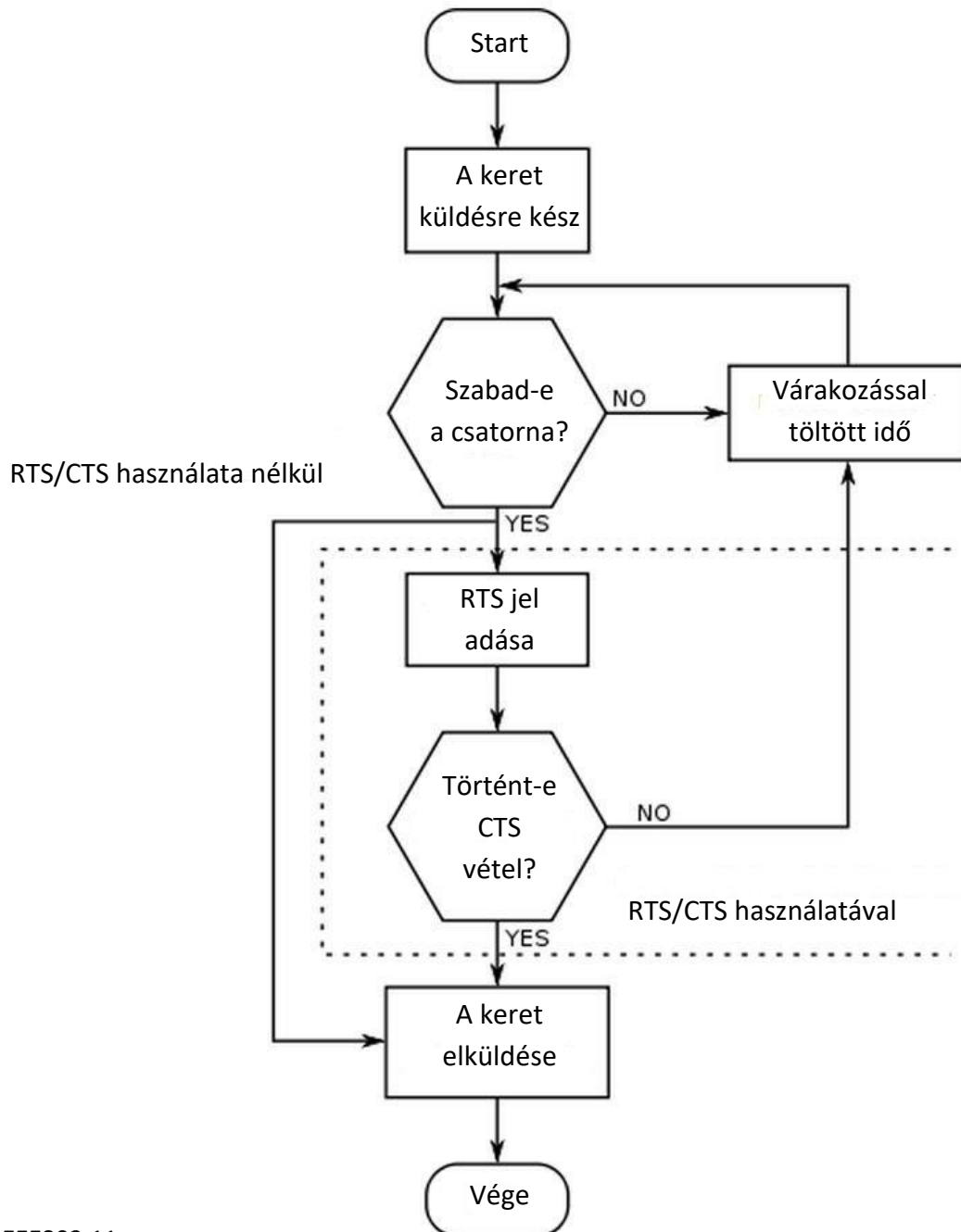
Ilyen módon, az úgynevezett „rejtett terminál probléma” is megoldható, ami alapvetően már nem csak az adó, hanem a vevő a hatókörén belül is megoldást nyújt az ütközések elkerülésére. Alapja egy általánosan használt protokoll a MACA (Multiple Access with Collision Avoidance / Többszörös hozzáférés Ütközések Elkerülésével).

A CSMA/CA másik működési módja a MACAW (MACA for Wireless), mely a következő megoldást kínálja. Amennyiben például az „A” állomás elküldi az RTS-t a és a „B” állomás visszaküldi a CTS-t, akkor ezután az „A” állomás elküldi a keretet, és elindít egy ACK (Acknowledgement / Nyugtázás) időzítőt. Amennyiben a „B” állomás rendben megkapja az adatokat akkor egy ACK kerettel válaszol az „A” állomásnak. Ne felejtjük el, hogy az „A” állomás elindított egy időzítőt, aminek lejártá előtt kell az ACK keretnek megérkeznie. Amennyiben az időzítő az ACK keret beérkezése előtt lejár, akkor az átvitelt a rendszer sikertelennek értékeli, és az elejéről kezdi az eljárást.

Azok az állomások, amelyek az „A” állomás hatókörében vannak veszik az RTS-t, és legalább annyi ideig elállnak saját adatküldési szándékuktól, ameddig „A” és „B” üzenetváltása véget nem ér. Ennek érdekében minden érintett állomás frissíti, azaz foglaltra állítja magának a VCS (Virtual Carrier Sense / Virtuális Csatorna Érzékelés) indikátorát, amit NAV-nak (Network Allocation Vector / Hálózatkiosztási Vektor) nevezünk. Azok az állomások, amelyek „B” hatókörében vannak az RTS-t nem, de a CTS-t veszik, és hasonlóképpen járnak el. Mindkét esetben az érintett állomások a NAV segítségével határozzák meg azt az időt, ameddig „A” és „B” üzenetváltása véget nem ér.



A CSMA/CA protokoll működési mechanizmusai a következő folyamatra segítségével vezethetők le (az ACK nem szerepel a folyamatábrában).

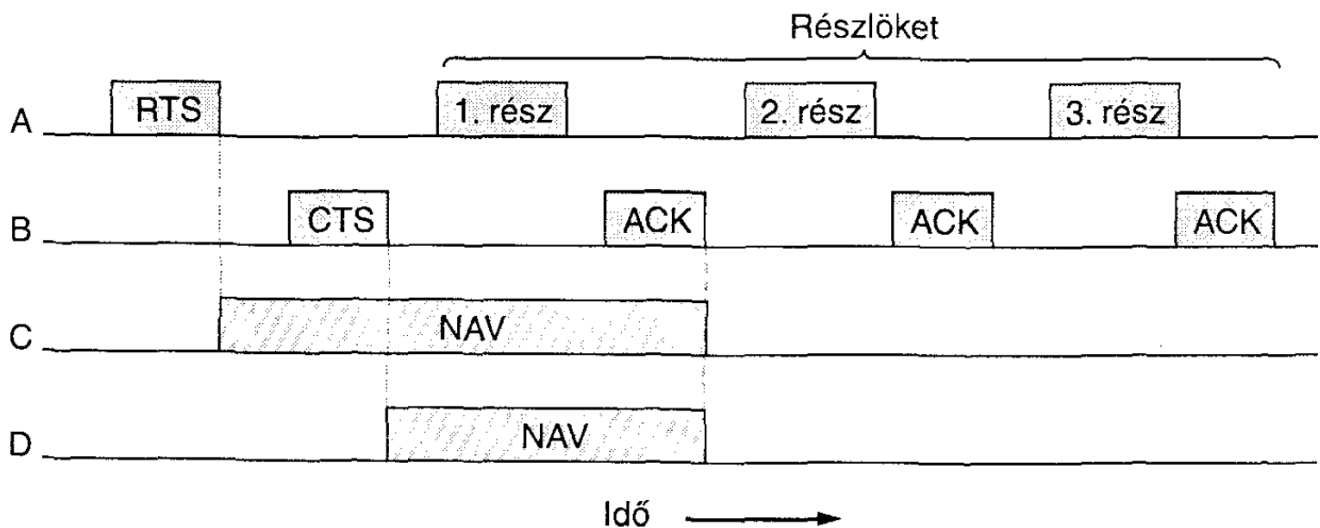


Megbízhatósági kérdések

A vezeték nélküli hálózatok esetében, tekintettel az eddig elhangzottakra, és a már sokszor hivatkozott paraméterre, a közeg megbízhatóságára, az stratégia, ami az átvitel sikerességét, azaz megbízhatóságát igyekszik garantálni, eltér az eddig megismert stratégiáktól.

A megbízhatóság növelésének egyik eszköze a sebesség csökkentése, ami egyben a lassabban kódolható, de zajos csatorna esetében is használható modulációs eljárás választásával együtt történik. A sebesség dinamikus megközelítésben értendő, a rendszer az elveszett keret dinamikájának megfelelően képes lassítani, ha sok keret veszik el, illetve képes gyorsítani, ha csökken az elveszett keretek száma.

A megbízhatóság növelésének másik eszköze a keretméret speciális módszerrel történő csökkentése, a keretek darabolása (természetesen CRC használatával, és egyedi nyugtázással) mivel ezzel szintén tovább csökkenthető az ütközések száma. Ez az eljárás így a részletek (Fragment Burst) sorozatát használja az adatátvitelkor.



A vezeték nélküli hálózatok esetében fontos szempont az energiagazdálkodás is, hiszen az állandó készenlét, a csatorna figyelése az esetek egy jelentős részében feleslegesen köt le erőforrásokat és feleslegesen használ energiát.

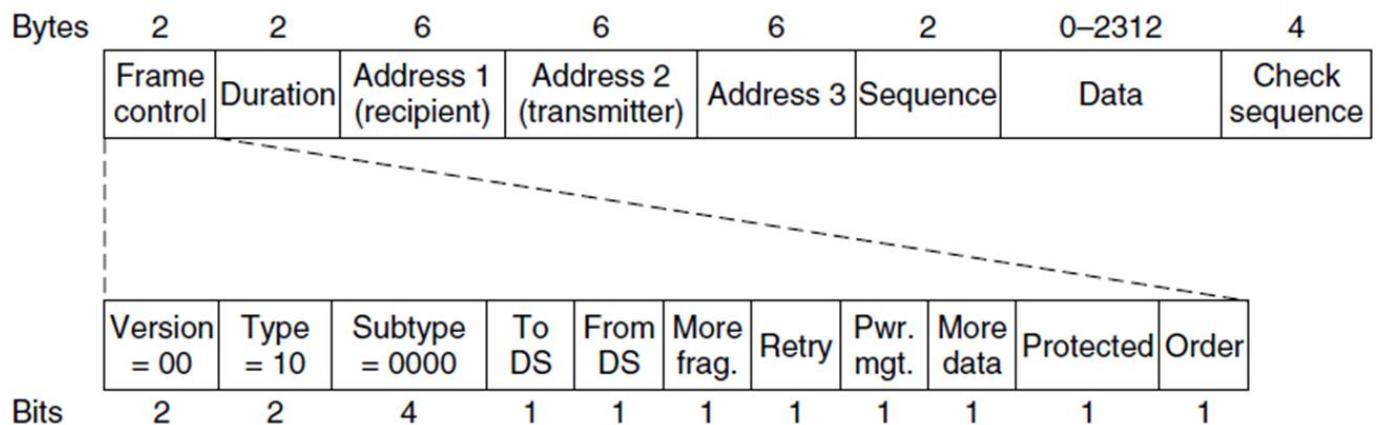
A hozzáférési pont (AP) periodikusan üzenetszórással tájékoztathatja az állomásokat egyrészt saját jelenlétéről, illetve pár hasznos paraméterről (pl. pontos idő, illetve a következő tájékoztató időpontja). Ez az üzenet az úgynevezett jelzőfénykeret (Beacon Frame). Az állomások amikor saját forgalmat nem bonyolítanak a két jelzőfény közti időtartamban energiatakarékos módba (Power Save Mode) léphetnek, amiről az AP-t az állomások értesítik is. Amennyiben az AP kereteket kell hogy küldjön egy olyan állomásnak annak energiatakarékos módja időtartama alatt, akkor az AP nem kezdheti el azonnal az adást, hanem a következő jelzőfénykeretig (azaz az ébresztésig, pontosabban ébredésig) pufferelnie kell a küldendő kereteket.

Az IEEE802.11 keretszerkezete

Ellentétben az Ethernet keretszerkezetével, a vezeték nélküli hálózatok esetében eleve három keretosztályt kell megkülönböztetni.

- adatkeret, vezérlőkeret, menedzsmentkeret

Részletesen csak az adatkeret felépítését vizsgáljuk meg.



- Az első mező „Keretvezérlés” 11 almezőből áll.
 1. A „Protokoll verzió”, amelynek kétbites értéke jelen verzió szerint 00. Ez a két bit azt a célt szolgálja, hogy a későbbi verziók zökkenőmentesen illeszkedhessenek a meglévő rendszerekhez.
 2. A „Típus” két bitje és
 3. az „Altípus” négy bitje együttesen hat biten azonosítja a három keretosztályt, valamint az azon belüli vezérlő jeleket (pl. RTS, CTS, ACK).
 4. A „DS-hez” és
 5. a „DS-től” az adatok irányát jelzik az állomás és az AP között.
[DS: Distribution System /Elosztó Rendszer]
 6. A „Több Darab” egy bitje azt jelzi, hogy tördelt keretről van-e szó.
 7. Az „Újra küldés” egy bitje azt jelzi, hogy egy már korábban küldött keret újraküldéséről van-e szó.
 8. Az „Energiagazdálkodás” egy bitje azt jelzi, hogy a küldő a küldés után energiatakarékos üzemmódba fog-e lépni.
 9. A „Több adat” egy bitje azt jelzi, hogy az adó ezen keret elküldése után szándékozik-e további keretet (a jelzés mindig csak a következő keretre vonatkozik) küldeni.
 10. A „Védett” egy bitje azt jelzi, hogy a keret törzse biztonsági okokból titkosítva van-e.
 11. A „Sorrend” egy bitje azt jelzi, hogy a felsőbb rétegek szempontjából a feldolgozási sorrend normális, vagy változást szenvedett.

- Az adatkeret második mezője, az „Időtartam” mikroszekundumokban azt az időtartamot jelzi, ameddig a keret, és a hozzá tartozó nyugta a csatornát foglalni fogja.
- Az adatkeret harmadik és negyedik mezője az adó és a vevő címét tartalmazza az IEEE802.3-al megegyező módon. Ezek egyike jellemzően az AP címe.
- Az adatkeret ötödik mezője, a „3. Cím” a valós távoli állomás címe.
- Az adatkeret hatodik mezője, a „Sorszám”, mely keret sorszámát tartalmazza. A két bájtból, vagyis a 16 bitből az első négy bit a keretet, a többi 12 bit pedig a keretrészt azonosítja.
- Ez után következik az „Adat” mező, mely a maximum 2312 bájt adatot tartalmazza. Ezen adatsor első néhány bájtja az LLC (Logical Link Control / Logikai Kapcsolatvezérlés) információit tartalmazza, például a felsőbb rétegbeli protokoll azonosítóját.
- Az utolsó mező az „Ellenőrző összeg”, mely ez esetben is a 32 bites CRC.

A menedzsment keretek felépítése megegyezik az adatkeret felépítésével, de kiegészítésképpen további információkat is tartalmaznak, például a jelzőfénykeret paramétereit.

A vezérlőkeretek viszont rövidebbek az adatkereteknél, hiszen csak egy címmezőt használnak, és nem tartalmaznak klasszikus értelemben vett felhasználói adatokat. Az általuk hordozott legfontosabb információ az „Altípus” mezőben megjelenő saját identitásuk, például RTS, CTS, ACK.

Bővebb információ a keret szerkezetéről, és a keretben hordozott információkról: http://www.willhackforsushi.com/papers/80211_Pocket_Reference_Guide.pdf