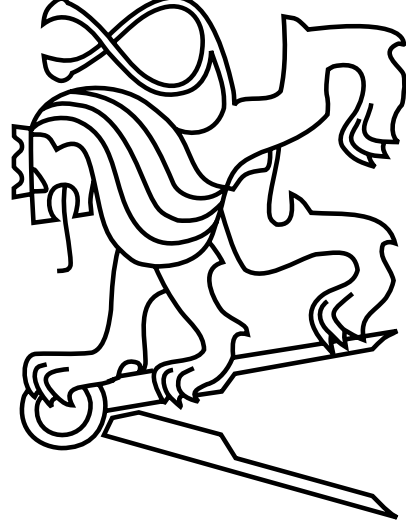


IEEE 802.11abcdef...



Petr Vála ([valap2@fel.cvut.cz](mailto:valap2@fel.cvut.cz))  
ČVUT, FEL, katedra počítačů



# IEEE 802

- **IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)**
  - Asi 250.000 inženýrů ze 150 zemí světa
  - Členství dobrovolné
  - Vzdělávací a publikační činnost
- **IEEE-SA (Standart Association)**
  - Více než 800 schválených norem
  - IEEE 802.
    - 2 (LLC)
    - 3 (Ethernet)
    - 5 (Token Ring)
    - 11 (Wi-Fi)
    - 15 (Wireless PAN – bluetooth, IrDA)

# IEEE 802.11

- Vznik 1997
- Později řada standardů a jejich doplňků
- Definuje WLAN (wireless)
- Využívá frekvenci 2.4 Ghz
- Rychlost 1Mbit/s nebo 2 Mbit/s

# IEEE 802.11a

- Schváleno 1999
- Pracuje v pásmu 5 Ghz
- Rychlost až 54 Mbit/s
- Až 8 nezávislých kanálů
- **Výhoda:** míň vytížené frekvenční pásmo
- **Nevýhoda:** pohlcování signálu překážkami

# IEEE 802.11b

- Schváleno 1999 (o něco dříve než 11a)
- Pracuje v pásmu 2.4 Ghz
- Rychlost až 11 Mbit/s
- Dynamická změna rychlostí dle rušení
  - 11, 5.5, 2, 1 Mbit/s
- Až 3 nezávislé kanály

# IEEE 802.11g

- Schváleno 2003
- Dnes platí za nejrozšířenější standard
- Zpětná kompatibilita s 802.11b
  - Za cenu snížení rychlosti až na třetinu ☹
- Pracuje v pásmu 2.4 Ghz
- Rychlost až 54 Mbit/s
- Dynamická změna rychlostí dle rušení
  - 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 a 6 Mbit/s
- Až 3 nezávislé kanály

# Srovnání

| <b>Protokol</b> | <b>Vydáno</b> | <b>Frekvence</b> | <b>Skutečná rychlost</b> | <b>Rychlost na fyzické vrstvě</b> | <b>Dosah (indoor)</b> | <b>Dosah (outdoor)</b> |
|-----------------|---------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 802.11          | 1997          | 2.4 GHz          | 0.9 Mbit/s               | 2 Mbit/s                          | ~20                   | ~100                   |
| 802.11a         | 1999          | 5 GHz            | 23 Mbit/s                | 54 Mbit/s                         | ~35                   | ~120                   |
| 802.11b         | 1999          | 2.4 GHz          | 4.3 Mbit/s               | 11 Mbit/s                         | ~38                   | ~140                   |
| 802.11g         | 2003          | 2.4 GHz          | 19 Mbit/s                | 54 Mbit/s                         | ~38                   | ~140                   |

# Co všechna ta ostatní písmena?

- Upravují a doplňují hlavní 3 standardy
- 802.11c(1998):
  - definuje bridge ve WLAN
- 802.11d(2001):
  - Používán v zemích, kde je 2.4 GHz nedostupný
  - Liší se podle lokalizace (každá země jinak)
  - AP vysílá ISO kód země, klienti se přizpůsobí



# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11e(2005):
  - Zaveden kvůli velkému časovému zpoždění (např. u VoIP)
  - Zavádí do linkové vrstvy podporu QoS
- 802.11f(2003):
  - Standardizace komunikace přístupových bodů mezi sebou pro všechny výrobce
  - Load balancing, roaming

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11h(2003):
  - Na žádost Evropských regulátorů
  - Řeší problémy s rušením na 5 GHz
    - Radary, satelitní spoje
- 802.11i(2004):
  - Security, WPA2 (AES)
  - Předtím pouze WEP, WPA (RC4)

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11j(2004):
  - Dodatek pro Japonsko
  - Dovoluje pracovat na frekvencích 4.9-5 GHz
- 802.11k(2006):
  - Detekce podmínek na kanálu
    - Šum, zahlcení, interference
  - Optimalizace nastavení klientů

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11m(2007):
  - Souhrn předchozích specifikací, opravy drobných chyb a rozšíření
- 802.11n(2009):
  - MIMO (multiple input, multiple output)
  - Více než 100Mbit/s

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11p(2009):
  - WLAN pro automobilové prostředí
  - Výměna dat mezi rychle jedoucími prostředky
- 802.11r(2008):
  - Rychlejší roaming a transakce mezi AP
  - Nyní prodlevy řádově stovky ms
  - Ucho je schopno vnímat prodlevu 50ms

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11s(2007):
  - Samoorganizující se WLAN
  - Každý AP je zároveň klient a naopak
- 802.11t(2008):
  - Souhrn testovacích metod a doporučených měření
  - Sada testů pro výrobce, providery a uživatele

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11u(2009):
  - Spolupráce se sítěmi mimo 802 (např. mobilní sítě)
  - Řešení autorizace nově přichozího uživatele
- 802.11v(2008):
  - Jednotné rozhraní pro správu
  - Monitoring, konfigurace, update

# Co všechna ta ostatní písmena?

- 802.11w(2008):
  - Chráněné servisní rámce
  - Nové zabezpečování (802.11r)
- 802.11y(2007):
  - Standard pro USA
  - Využívá pásmo 3650-3700MHz
- 802.11z(2008):
  - Vylepšený DLS (Direct Link Setup)



# Závěr

- Nejpoužívanější 802.11g
- Je dobré znát
  - 802.11a (5 Ghz)
  - 802.11b (starší 802.11g)
  - 802.11i (šifrování WPA2, AES)
  - 802.11n (MIMO (>100Mbit/s))

# Zdroje

- IEEE
  - <http://www.ieee.org>
- Wiki
  - <http://en.wikipedia.org>