



Alacsony fogyasztású IoT rádiós technológiák

Fehér Gábor - BME Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

4. Magyar Jövő Internet Konferencia és Okos Város Kiállítás
2017. november 8.

Miről is lesz szó?

- Miért éppen az LP[W|P]AN?
 - Low Power Wireless Personal Area Network
 - Low Power Wide Area Network
- Low Power **?** = alacsony fogyasztás, hosszú élettartam
- Tényleg 10 évig működik elemcsere nélkül?

Duty Cycle

- Szenzor fázisok

- Mérés
- Feldolgozás
- Adatküldés
- Alvás

**ms lefutás
mA fogyasztás**

**? lefutás
? fogyasztás**

**s - perc alvás
nA fogyasztás**

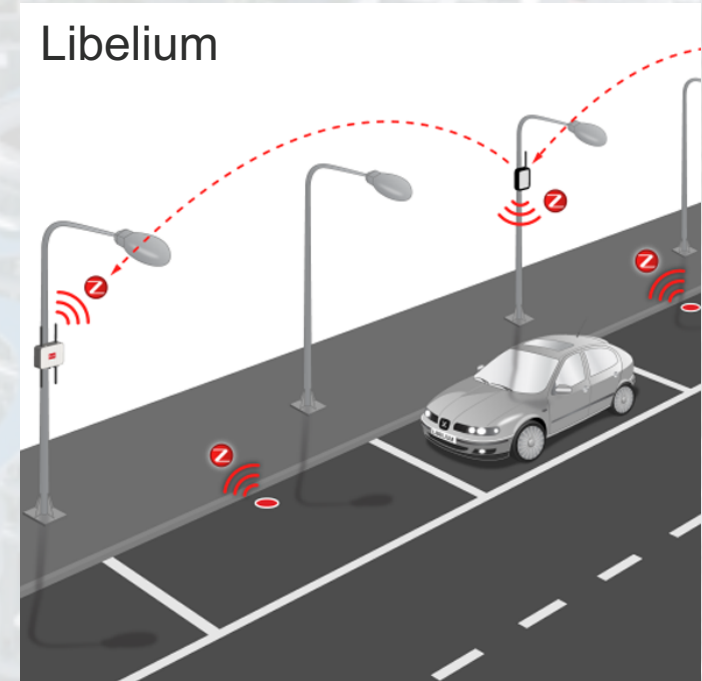


- Duty cycle

- Aktív és alvó állapot aránya
- 5 percenként mérés, 1 mérés 1 másodperc -> 0.33%
- Egy nap 10 parkolási esemény -> 0.01%

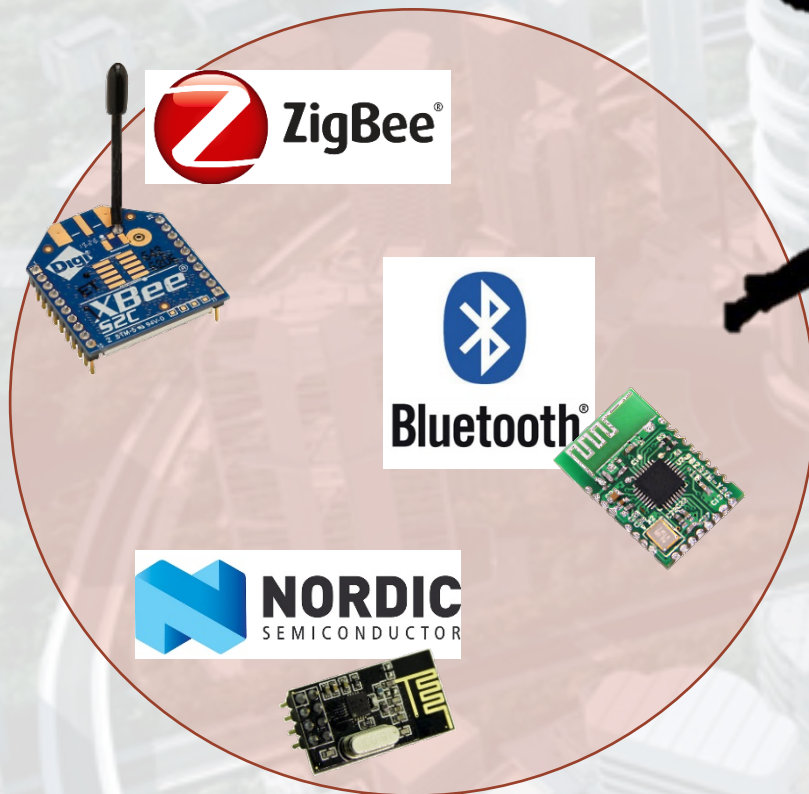
IoT kommunikáció az okos városokban

- Internet of Things
 - El kell érni az Internetet!
- Alacsony fogyasztás!
 - „Elemcsere” kerülendő
- Parkolás
 - Ritka üzenetváltás, esemény vezérelt, egyirányú
- Okos (állapot) mérők
 - Ritka üzenetváltás, ütemezett, egyirányú
- Okos otthon



IoT kommunikáció az okos városokban

- 2 ugrásos hálózat
 - 1. ugrás: Kis hatótávolságú, kis fogyasztású
 - 2. ugrás: Nagy hatótávolságú, fogyasztás nem gond



Low Power kommunikáció

- Low-Power Wireless Personal Area Network

- BLE (CC2541):

355 us x 6 airtime
18.3 mA rádió
20 byte üzenet,
min. 7.5 ms kapcsolat,
max 6 üzenet/kapcsolat



125 Kbit/s

45 MB/elem
82 év/elem*



- nRF24L01:

460 us airtime
12.3 mA rádió
32 byte üzenet

557 Kbit/s

497 MB/elem
460 év/elem*

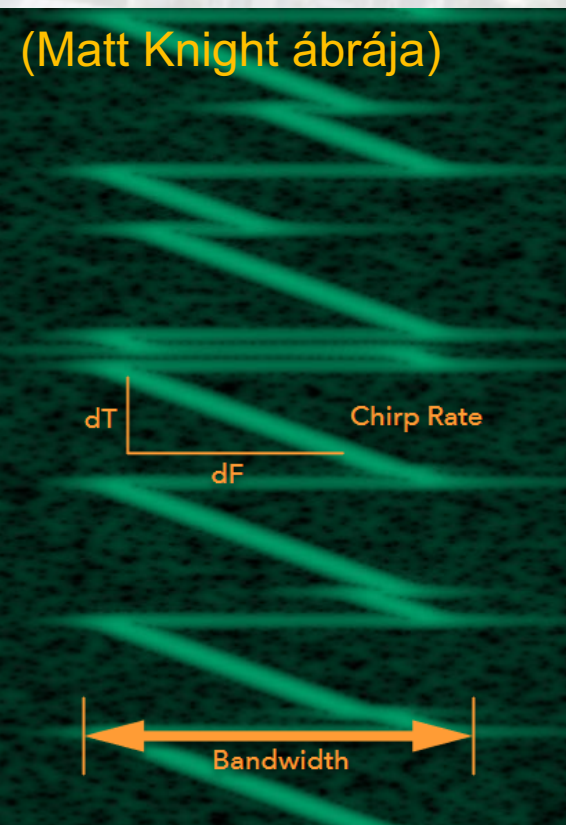
* 1 ms mérés, 10 mA aktív, 1 uA alvás, 10 byte adat, 5 perc ciklus, 200 mA telep

LPWAN – Low Power Wide Area Network

- Technológiai fejlődés, növekvő igények
- Adatátvitel nagy távolságra, kis teljesítménnyel
 - Kilométeres átvitelek
 - Nagy zaj/zavarás
- Internet (belépés) egyetlen ugrással!
- Továbbra kerülendő az elemcsere



- LoRa™ moduláció (Semtech cég, 2014)
 - Széles spektrumú technológia (Chirp Spread Spectrum)
 - BW - Bandwidth: 125 – 250 – 500 kHz
 - SF – Spreading Factor: 7-12
 - Hány bit egy szimbólum
 - CR – Coding Rate: 4/5 – 4/8
 - Hibajavítás
 - Különböző átvitelhez különböző beállítások
 - DataRate (DR): paraméter együttesek
 - Országonként is eltérő beállítások!
 - Korlátozások a használattal kapcsolatban
 - 1% adás aktivitás (bizonyos csatornák kivételek)

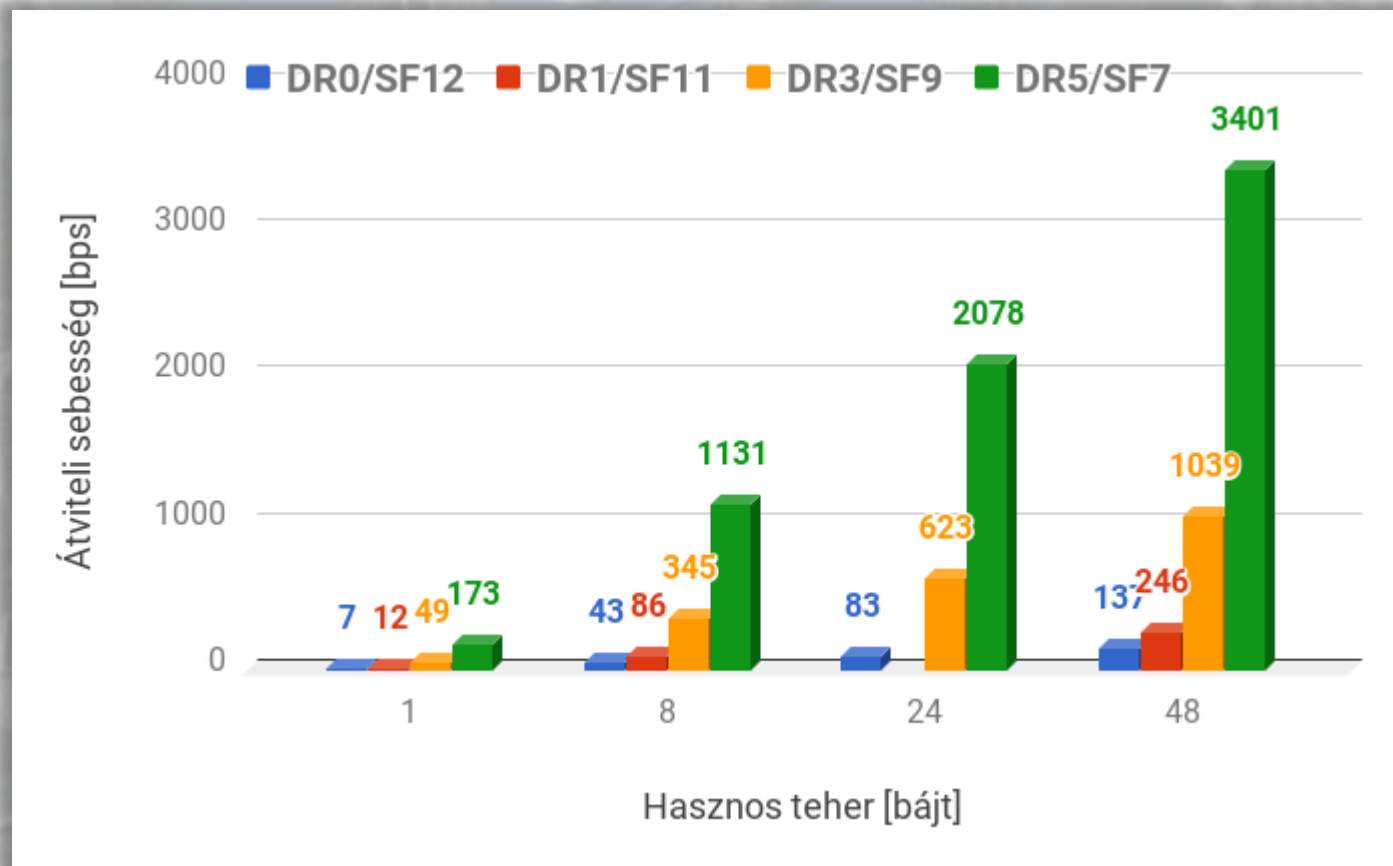


- LoRaWAN™ hálózatszervezés, 2015
 - LoRa eszközök kommunikációja a hálózaton
 - Csomópont, átjáró/koncentrátor, szerver
 - Adaptív adatküldés (DR választás)
- Eltérő alkalmazások, eltérő profilok
 - Class A
 - Adatküldő alkalmazások, lefelé csak válaszként vagy ACK
 - Alacsony fogyasztás
 - Class B
 - Ütemezett üzenetek, beavatkozók
 - Alacsony késleltetés
 - Class C
 - Folyamatos üzemmód
 - Azonnali küldés/vétel, nem energiatakarékos

LoRa átviteli sebesség

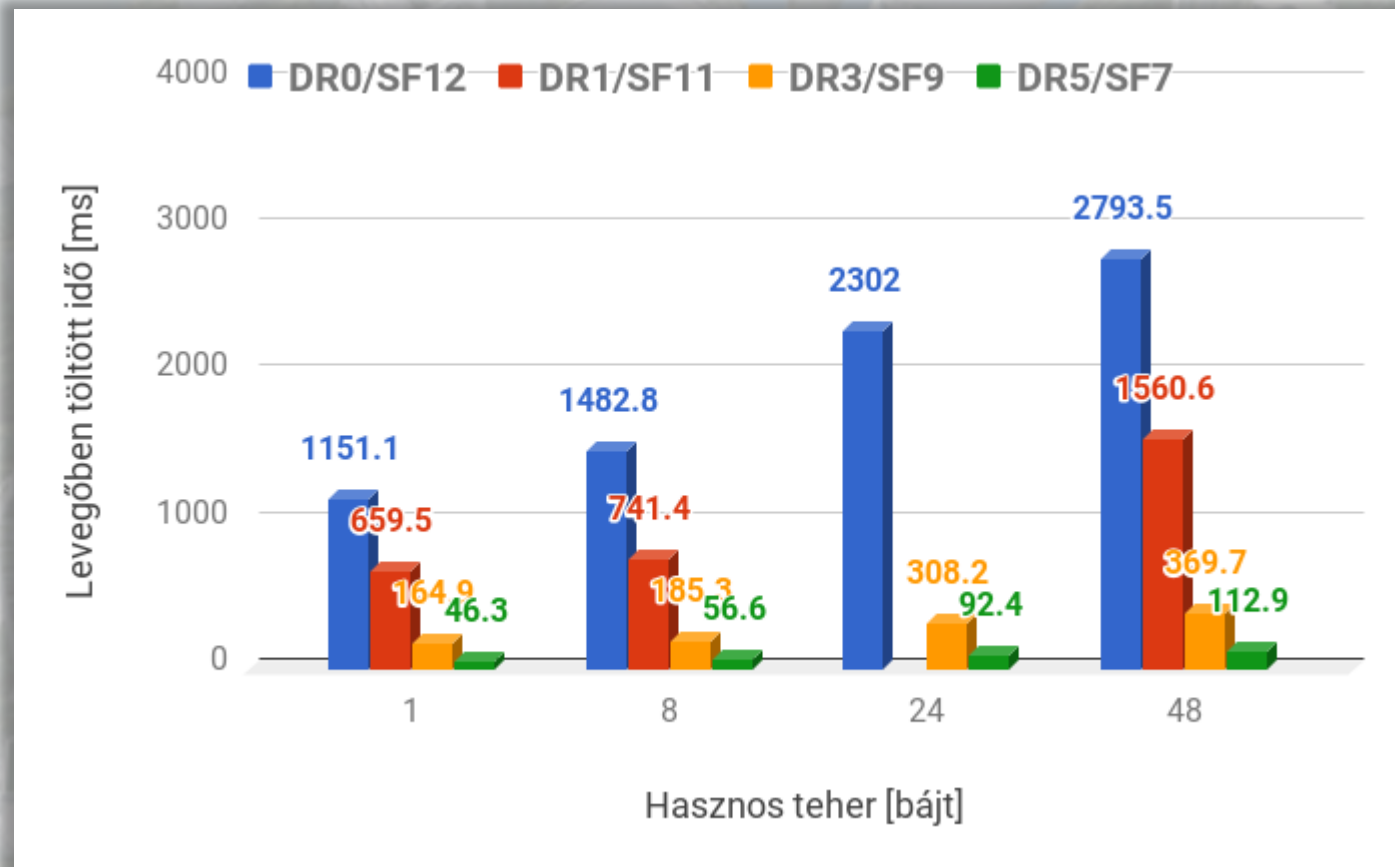
- Mérések az eszközök által (szerver és kliens is)
 - EU leglassabb átvitel (DR0): 1 bájt, 1151 ms
 - EU gyors átvitel (DR5): 48 bájt, 112.9 ms

De már „csak”
km távolság!



LoRa levegőben töltött idő

- Levegőben töltött idő



- Semtech Sx1276

- Kedvező körülmények

- DR5 (SF7, BW125, CR4/5), RFOP +7 dBm, 8 bájtos üzenet
- 56.6 ms airtime
- 20 mA rádió

6 év gombelemről*

- Kedvezőtlen körülmények

- DR0 (SF12, BW125, CR4/5), RFOP +20dBm, 8 bájtos üzenet
- 1482.8 ms airtime
- 120 mA rádió

14 nap gombelemről*

- 1 ms mérés, 10 mA aktív, 1 uA alvás, 10 byte adat, 5 perc ciklus, 200 mA telep
- Nincs visszafelé kommunikáció, nincs kulcscsere



- LoRaWAN esetében elkerülhetetlen a kriptográfia
 - AES titkosítás, nem elhanyagolható fogyasztás (ms)
 - Kulcscsere esetén van visszajövő üzenet is (akár DR0)
 - Bár a rádiós fogyasztás vétel esetében kedvezőbb
- MI történik, ha elvész az üzenet?
 - Üzenet vételének nyugtázása
 - Ütközések elkerülése

▪ Meddig él egy elemes IoT eszköz?

- Low Power Wireless Personal Area Network és Low Power Wide Area Network
- Low Power nem biztosan Low Energy
- Ütemezett vagy véletlen hozzáférés
- Energy harvesting

Köszönöm a figyelmet!

Fehér Gábor, feher@tmit.bme.hu