

LORA

a jiná “cvrlikající” havěť

drsnik@hladik.cz

V1.2 10.10.2016

Pojmy a zkratky

- IOT
- IOE
- M2M
- PAN
- LPWAN

Problémy a požadavky

Intelligence

výkonné i úsporné jednočipy za hubičku, very deep sleep - hurá!

Napájení

LiOn, LiPol - mohlo by být líp - pořád ještě příliš rychlé pomalé vybíjení, mráz!

Primární články

- Lithium Thionyl Chlorid (17Ah D monočlánek, -55 - +85°C, 3,6V, <1%/rok) - dost dobrý ale \$\$

Komunikace

...

Komunikace v “Internetu” věcí

- Na IP stack zapomeňte - moc málo místa
- I ty dráty jsou někdy moc drahé
- Rádiové kmitočty taky něco stojí - GL pásmo výhodou
- Bezpečnost?
 - drahá ale potřebná!
 - žere nám energii

Takže rádio!

Mnoho vlků - IOT smrt?

Protokolů přehršel

- Protichůdné požadavky
 - low power
 - high speed
 - long range
- “Politické” vlivy - očekává se velký trh
 - ale po strašně malých dukátech!
 - mnoho “hráčů”, do kterého investovat?

Favorité dostihu

- NB-LTE
- LTE-M
- SigFox
- LORA
- GPRS - umře či ne, či kdy?
- Mnoho dalších

(Zigbee, Symphony, IQRF, Waviot, Ingenu, Nwave...)

Proč Lora?

- Low speed - 300 bps - 100 kbps (na co nám to stačí?)
- Low power - 10 - 100 mW
- dosah 2 - >20 km (kopec-kopec i mnohem víc!)
- Long Life - 10 let (sakra dlouho pro levné baterky)
- GL - general licence - ISM (Industrial, Science, Medical) pásma.
- Kvalitní návrh (odolnost, efektivita, bezpečnost...)
- Má šanci v dostihu (?)
- Komunitní verze sítě!!! - The Things Network

LORA technologie

Výrobce čipů a držitel patentů - firma Semtech (+ China licenced?)

Homologace ve všech zemích FCC etc...

- PHY - proprietární “Chirp” protokol (+GFSK pro vyšší rychlosti)
- LINK (MAC) - open - referenční stack GITHUB
- LORAWAN - komerční ThinkPark (ČRA), Lorlot
 - <https://pripoj.me> - soutěž 10/2016 - popis XML/protokolu!
- TTN - The Things Network komunitní síť
 - <https://www.thethingsnetwork.org/>

Frekvence

GL ISM

433/868/915 MHz

Chipy univerzální

Antenní obvody jednopásmové (nebo VF Switch)

Přísná omezení výkonu/doby vysílání ITU/ČTU (opravdu to umí ohlídat!)

Nejrozšířenější v EU - 868 MHz

433 MHz - zajímavé pro HAM/HAB (High Altitude Ballooning)

868 MHz ISM Band

863 - 870 MHz

Složitě rozděleno - různá pravidla

Omezení výkonu, doby vysílání,

14dBm/27dBm, 1%/0,1%, LBT (ALOHA)

Uplink

LoRa 0.3--100 kbps (ADR - řízeno z GW dle síly signálu)

Link budget = +14dBm (Tx) – -140dBm (GW citlivost) = 154dB

10--200 bytes/message payload

Message duration ~ 40ms – 1.2s

Spotřeba na zprávu

$E_{tx} = 1.2s \times 50mA = 17\mu Ah$ pro nejpomalejší

$E_{tx} = 40ms \times 50mA = 0.6\mu Ah$ pro nejrychlejší

Downlink

LoRa 0.3--100 kbps

Link budget = +27dBm (Tx) – -135dBm (node sensitivity) = 162dB

Message duration = 40ms – 1.2s with average latency of 2s

Spotřeba na zprávu RX

$$E_{rx} = 3s \times 11mA = 9\mu Ah \text{ at full sensitivity}$$

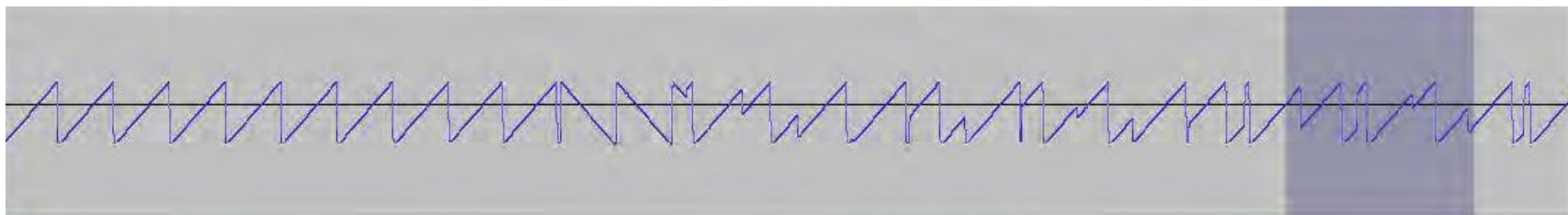
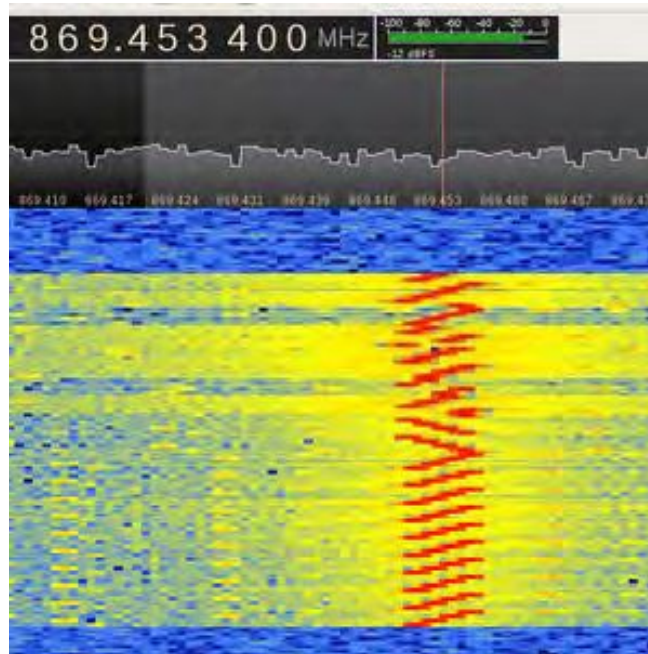
Modulace

GFSK pro nejrychlejší kanály

LORA “Chirp” - patented

-19dB SnR

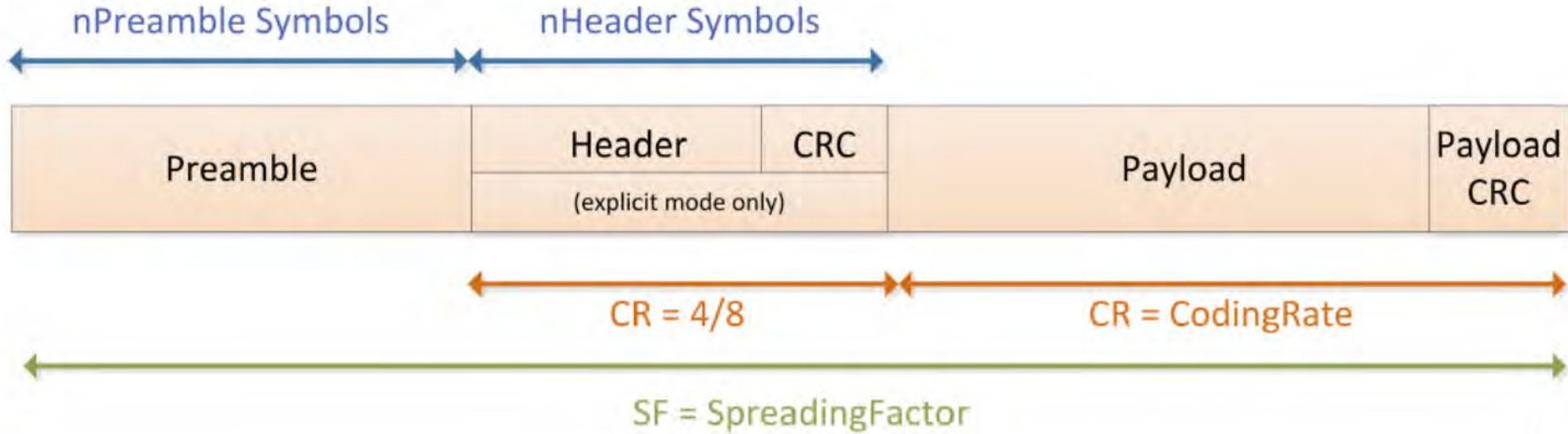
UP/DOWN - reverse - GW neruší čidlo



Lora modulace - finty

- FEC
- ADR
- Spreading factor - SF12 - nejpomalejší ale až o 15dB odolnější
- až +25dB oproti FSK
- Proměnná coding rate
- reverzní zdvih UP-DOWN (100dB blocking)
- necitlivost na rozladění (Doppler, nestabilní XO)

Lora packet



Link layer - LORAWAN

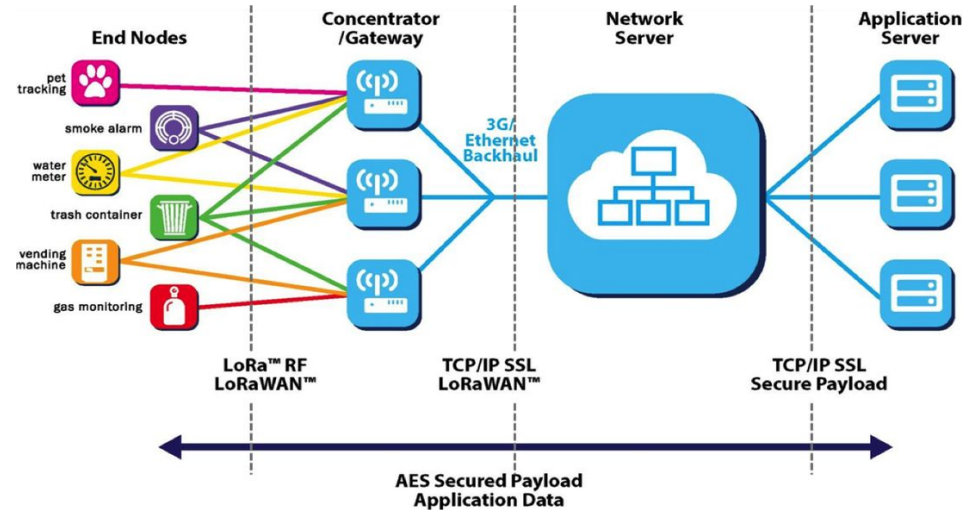
Semtech referenční implementace na GITHUB.

Free! (Eclipse Public License?)

Poměrně “živá” - změny za pochodu

Architektura - Hvězda ve dvou úrovních

Duplicitní GW - Downlink vybírá server



Uplink/Downlink

Třídy dle režimu provozu

A (« all »)

Battery powered sensors, or actuators with no latency constraint Most energy efficient communication class. Must be supported by all devices

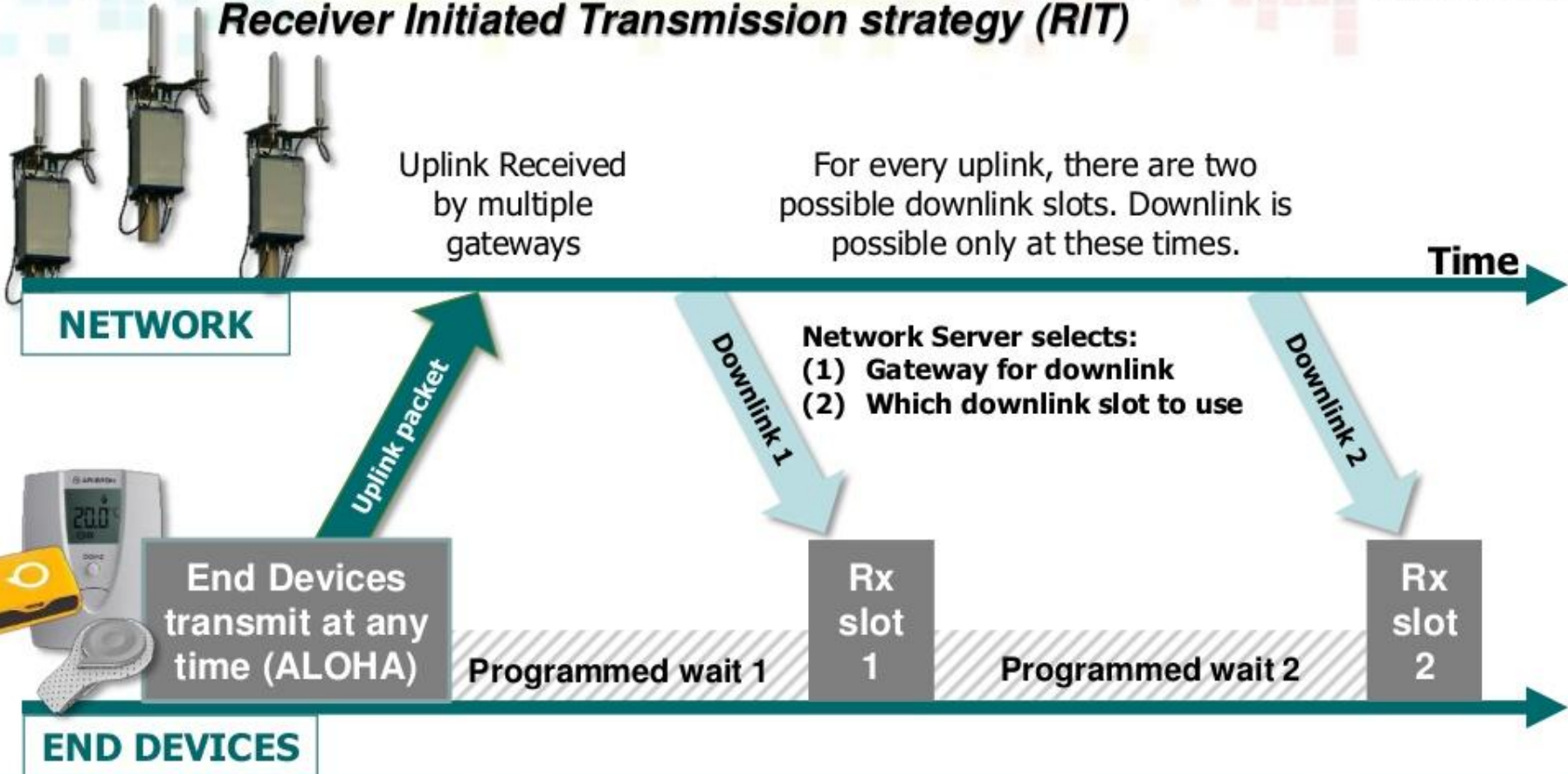
B (« beacon »)

Battery powered actuators Energy efficient communication class for latency controlled downlink. Based on slotted communication synchronized with a network beacon.

C (« continuous »)

Mains powered actuators Devices which can afford to listen continuously. No latency for downlink communication.

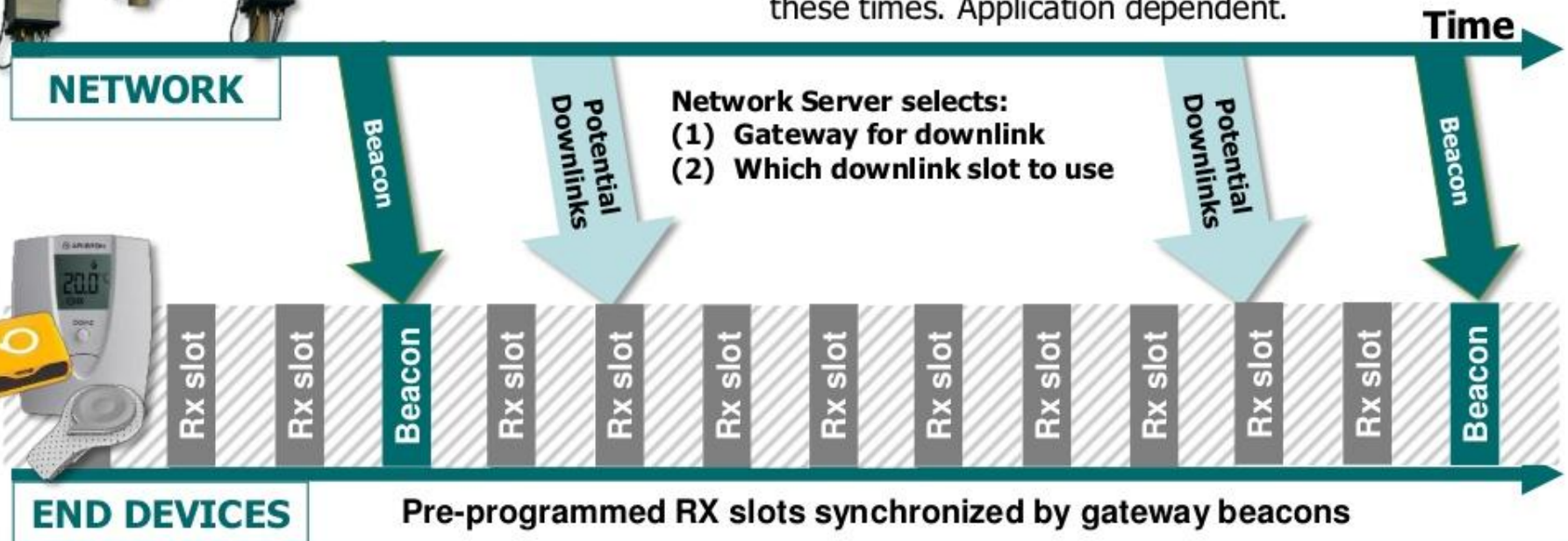
Class A- Bidirectional communication; *Receiver Initiated Transmission strategy (RIT)*



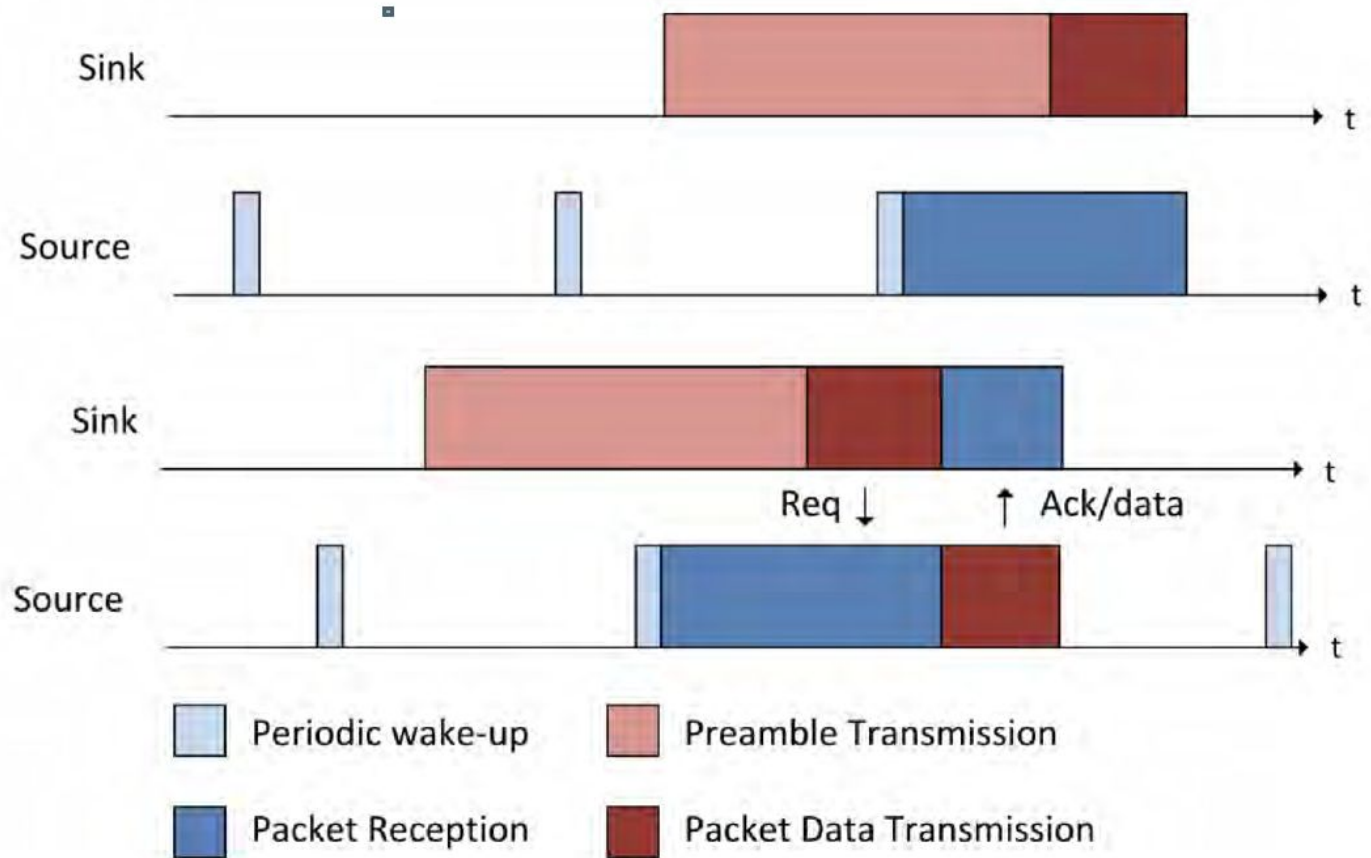
Class B- Bidirectional communication; *Coordinated Sampled Listening (CSL)*



There are pre-programmed downlink slots. Downlink is possible at any of these times. Application dependent.



Long preamble used for energy reduction



Zabezpečení

AES128 CTR

OTAA - Over The Air Activation

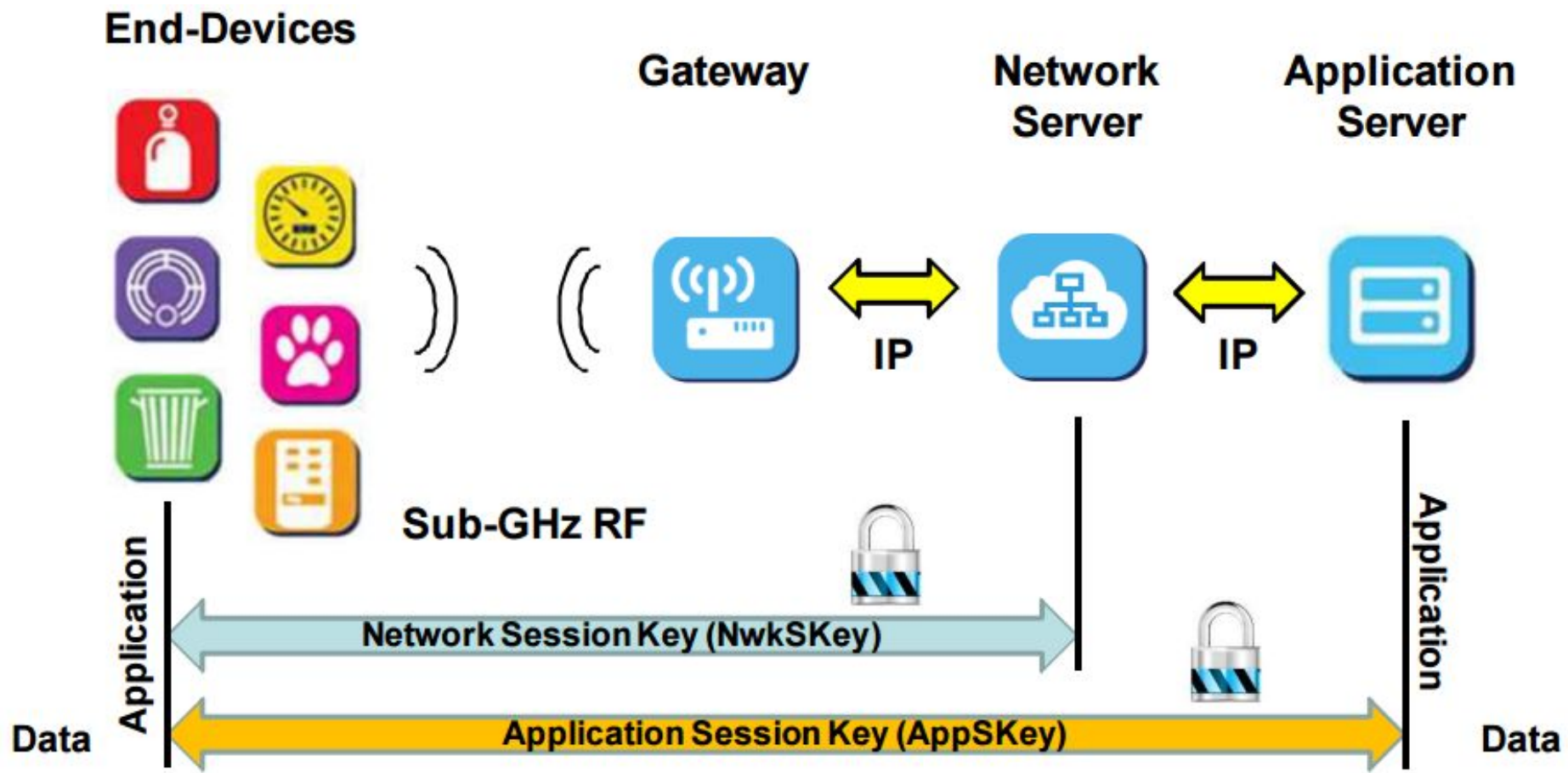
APPKey - klíč pro přenos konfigurae a provozních klíčů

ABP - Activation by Personalisation

Klíče

NWsKey - provider

APPsKey - aplikace



LoraWan existující sítě

Komerční

ThingPark (Actility) CZ ČRA

Loriot

Komunitní

The Things Network

ČRA (ThingPark)

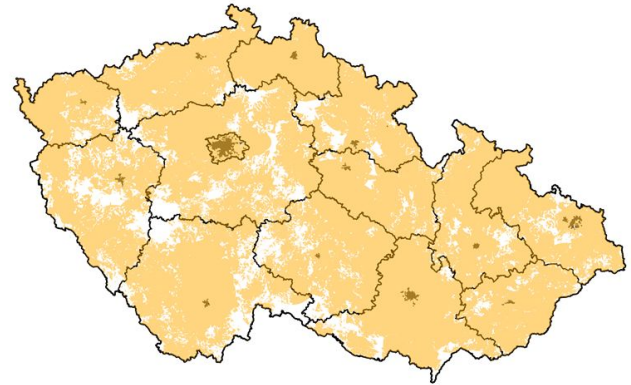
testovací provoz cca 50 bodů (Praha + 13 krajských)

Praha dobře pokrytá

REST, XML rámec - obsahuje i informace o kvalitě signálu 3 GW

Ostrý provoz - 2017?

Cena ~10 Kč/čidlo/měsíc (kusová?)



The Things Network

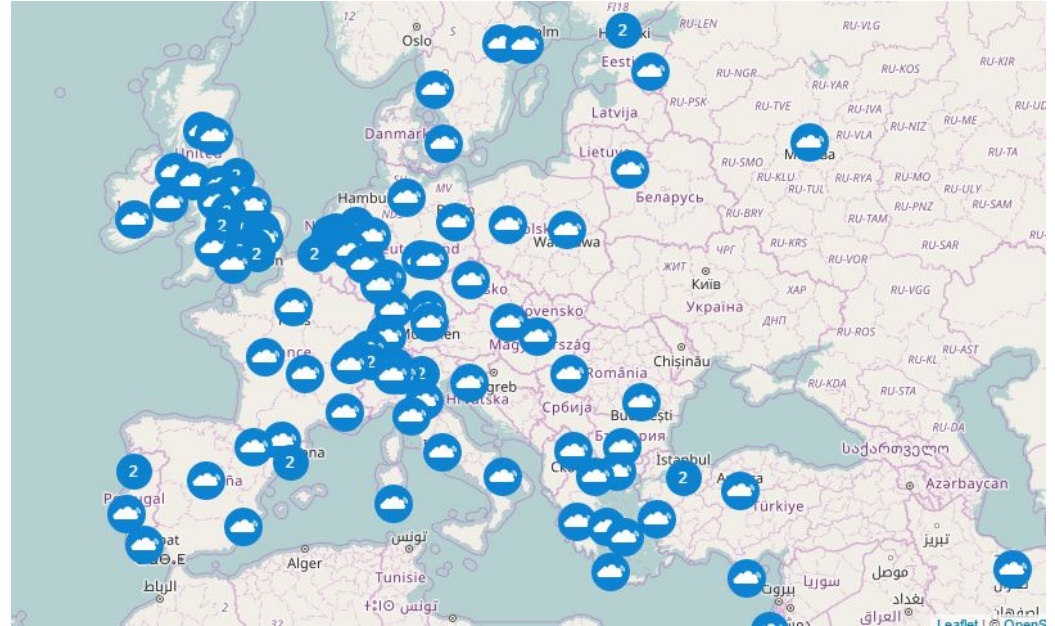
Komunitní síť

Založena v Holandsku

Moderní protokoly MQTT

Velmi aktivní vývoj HW i SW

V ČR první 2 GW



Hardware

Semtech IO

pro čidla - vysílá vždy jen na jednom kanálu s jedním profilem.

SX1272 - 860-1000 MHz

SX1276 - 137 - 960 MHz

umí i jiné protokoly OOK,GMSK

pro GW - SDR - až 8 kanálu libovolné parametry

SX1301 multi-channel modem and SX1257/SX1255 RF transceivers

SDR - 49x Lora demodulator

Desky, moduly, GW....

Tabulka s prehledem

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ruoXfJJzQsTXKSqAXIDR00Jz4pgGq8HtB5wUmTGBn7c/edit#gid=0>

Build the cheapest possible node yourself

<https://www.thethingsnetwork.org/labs/story/build-the-cheapest-possible-node-yourself>

CZ:

<https://www.arduinotech.cz/>