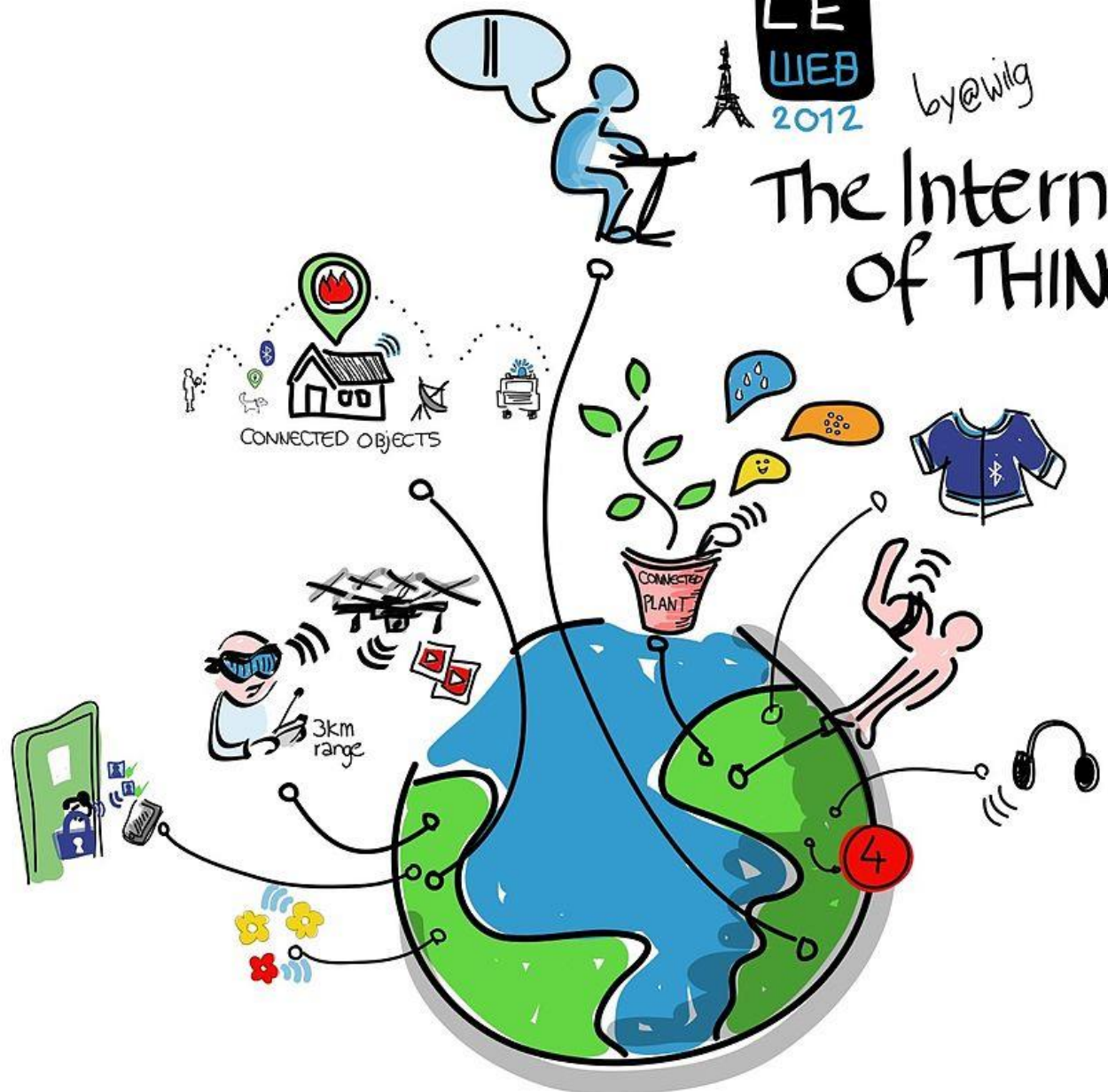




by@wig

The Internet of THINGS



CONNECT THE WORLD

Nykyinen ja esineiden internet toistensa vastakohtia:

→ tarvitaan uusia ja erilaisia laitteita & ratkaisuja

- Nykyinen internet:
 - vähemmän laitteita
 - paljon dataa per laite
 - suuret siirtonopeudet
 - monimutkaisempia laitteita, esim. Playstation
- Esineiden internet:
 - erittäin paljon laitteita
 - vähän dataa per laite
 - pienet siirtonopeudet
 - “pieniä” mutta yksinkertaisia laitteita, usein pelkkä anturi



IoT-laitteen perusominaisuuksia:

- langaton datayhteys
- pitkä kantama (siirtoetäisyys)
- pieni virrankulutus
- toimii vuosikausia yhdellä paristolla
- voi kerätä energiaa ympäristöstä



Taajuusalueet IoT-radioverkoissa:

→ kaksi perusvaihtoehtoa

- ISM-taajuudet:

- ISM = Industrial, Scientific, Medical
- Suomessa 2,4 GHz, 868 MHz ja 433 MHz
- 2,4 GHz: Bluetooth, WiFi, ZigBee, Zwave, ym. ym.
- enimmäkseen lyhyen kantaman yhteyksiä

- Lisensoidut taajuudet:

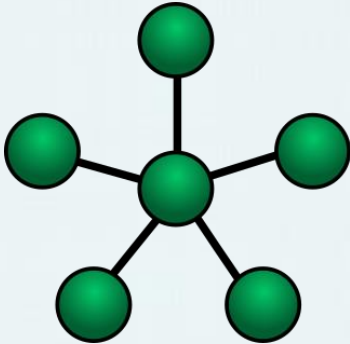
- yksinoikeus jollakin toimijalla (matkapuhelinoperaattori)
- kehitys kohti suurempia siirtonopeuksia
- NB-IoT: hyödyntää matkapuhelinverkkoa



Verkkotopologiat IoT-radioverkoissa:

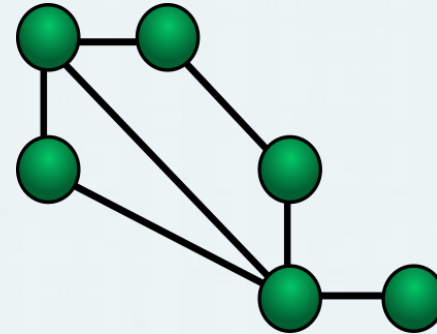
→ miten laitteet voivat olla yhteydessä keskenään

1. Tähtitopologia:



- kukin laite on yhteydessä vain keskuslaitteeseen (keskitin, gateway, tms.)
- muiden laitteiden välillä ei suoraa yhteyksiä
- esim. USB, WiFi, Bluetooth

1. Mesh-topologia:



- kukin laite voi välittää muiden laitteiden sanomia
- lisää laitteen tehonkulutusta
- laaja peittoalue lyhyen kantaman yhteyksillä



Mesh-topologiaa käyttäviä radioverkkoja:

1. Avoimia standardeja sekä valmistajakohtaisia ratkaisuja:

- avoimia standardeja: ZigBee, Z-Wave, Thread ym.
- Wirepas: alunperin Tampereen teknillisessä yliopistossa vuoden 2000 alussa kehitetty mesh-verkko, joka kaupallistettiin vuonna 2010
- moniin vanhempiin verkkoihin kuten WiFi ja Bluetooth on myöhemmin lisätty tuki mesh-topologialle



Erityisesti IoT-sovelluksiin suunniteltuja verkkoja:

1. Kaksi on ylitse muiden:



- molemmat verkot tarjoavat usean kymmenen kilometrin kantamaa vähäisellä tehonkulutuksella, mutta täysin vastattakaisilla periaatteilla
- SigFox: erittäin kapeakaistainen siirto
- LoRaWAN (**L**ong **R**ange **W**ide **A**rea **N**etwork): hyvin leveäkaistainen siirto *hajaspektritekniikkaa* (CSS, chirp spread spectrum) käyttäen



Miten kantamaa voi pidentää?

1. Konstit on monet, mutta niillä on yleensä haittavaikutuksia:

- enemmän lähetystehoja
- suunta-antenni
- herkempi vastaanotin
- taajuusalue
- kapeakaistainen lähete tai hajasperkritekniikka

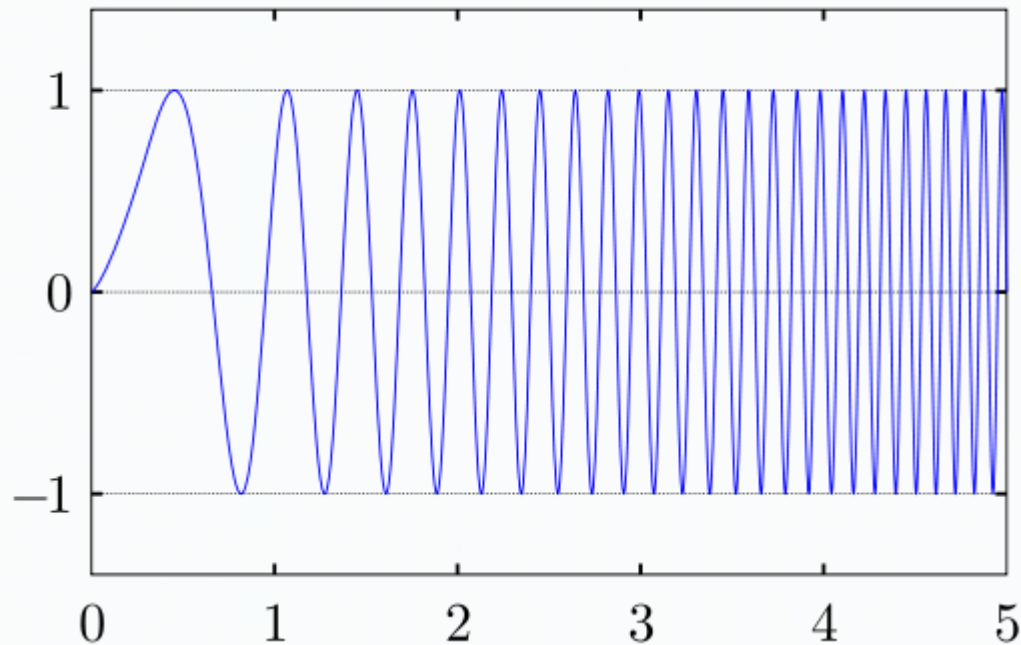


Hajaspektritekniikka

1. Kolme perusmenetelmää:

- **DSS:** Direct Sequence Spread Spectrum (suorasekvenssitekniikka), esim. satelliittinavigointijärjestelmät kuten GPS ja Galileo
- **FHSS:** Frequency Hopping Spread Spectrum (taajuushyppely), esim. Bluetooth
- **CSS:** Chirp Spread Spectrum

- chirp:
visertää, sirkuttaa





1. Verkon arkkitehtuuri:



SigFox-operaattori Suomessa: [ConnectedFinland](#)





1. Siirtoprotokollan ominaisuuksia:

- signaalin kaistanleveys 100 Hz (UNB, Ultra Narrow Band)
- päätelaitteesta verkkoon (uplink):

DBPSK-modulaatio, kaksitasoinen differentiaalinen vaiheensiirto, kantaallon vaihe kääntyy 180 astetta aina kun lähetetään bitti 1. Kun lähetetään bitti 0, vaihe ei muutu.

- verkosta päätelaitteeseen (downlink):

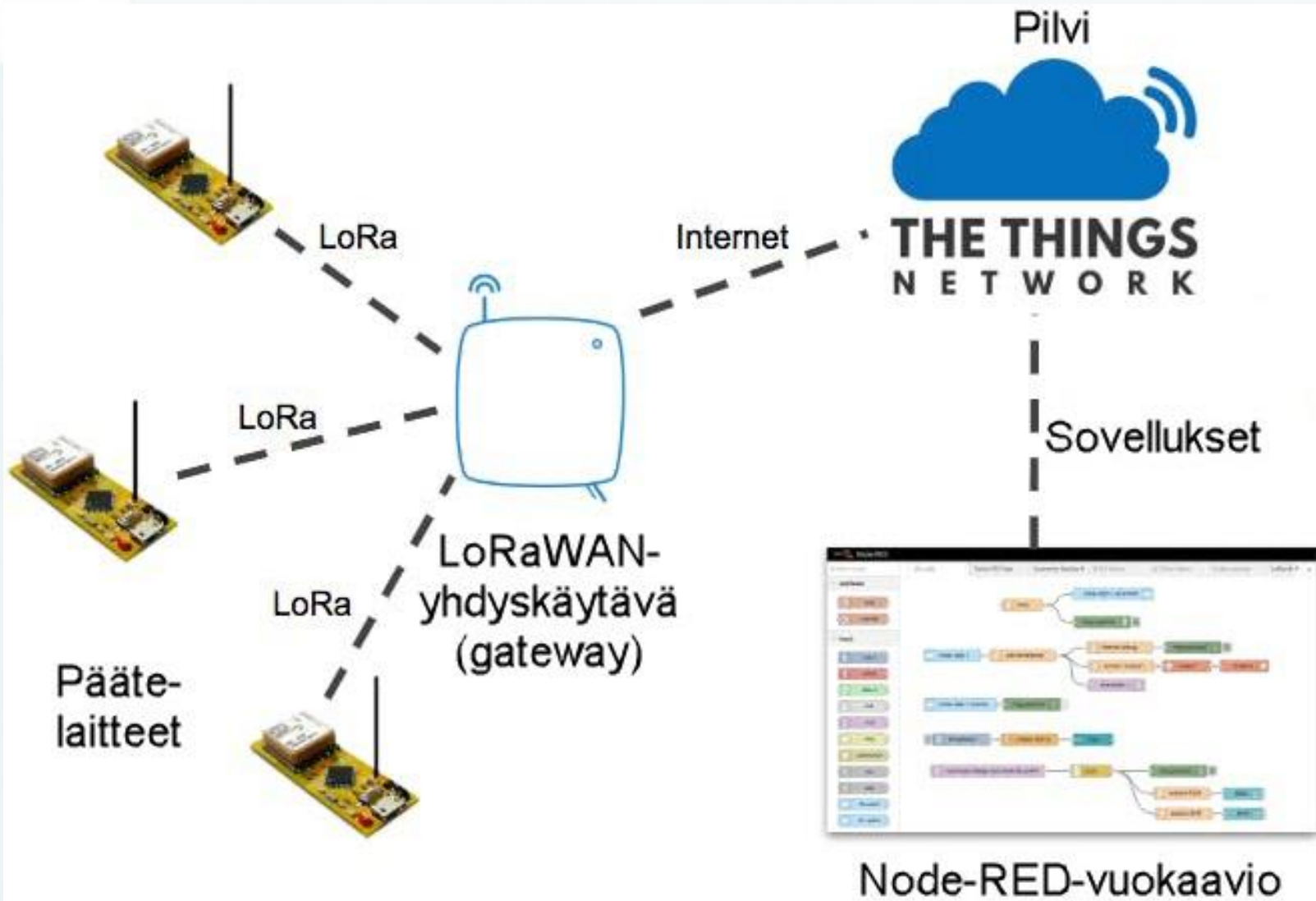
FSK-modulaatio, Frequency Shift Keying

Downlink-sanomia lähetetään vain päätelaitteen pyynnöstä



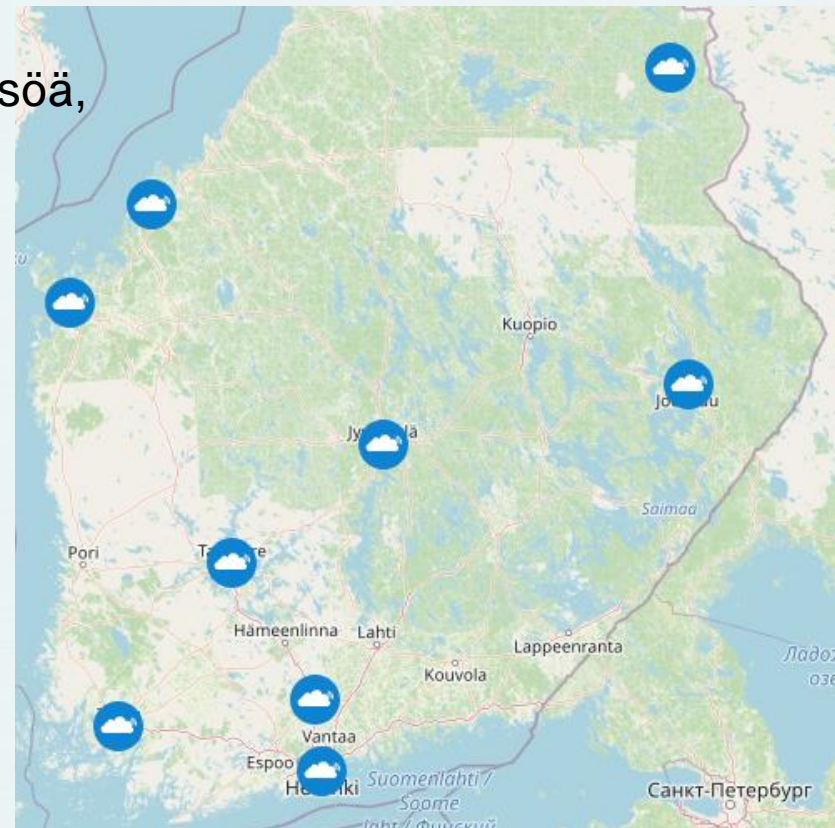
LoRaWAN™

1.





- Suomessa yksi julkinen verkko, jota operoi [Digita](#)
- [The Things Network](#) (TTN): joukko yksityisiä, *talkoovoimin* rakennettuja verkkoja
- - ylläpitäjinä lukuisat yhteisöt ympäri maailmaa 151 valtiossa
- - Suomessa noin yhdeksän TTN-yhteisöä, joilla kaikkiaan 62 yhdyskäytävää



That's all Folks!

