



# ΔΕΣΜΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Σεμινάριο «Τεχνολογίες Επικοινωνιών και Ανάλυσης Δεδομένων για Ευφυή Δίκτυα Ύδρευσης», 30/11/2020



Δίκτυα Αισθητήρων και Τεχνολογίες Επικοινωνιών στην Εποχή του IoT

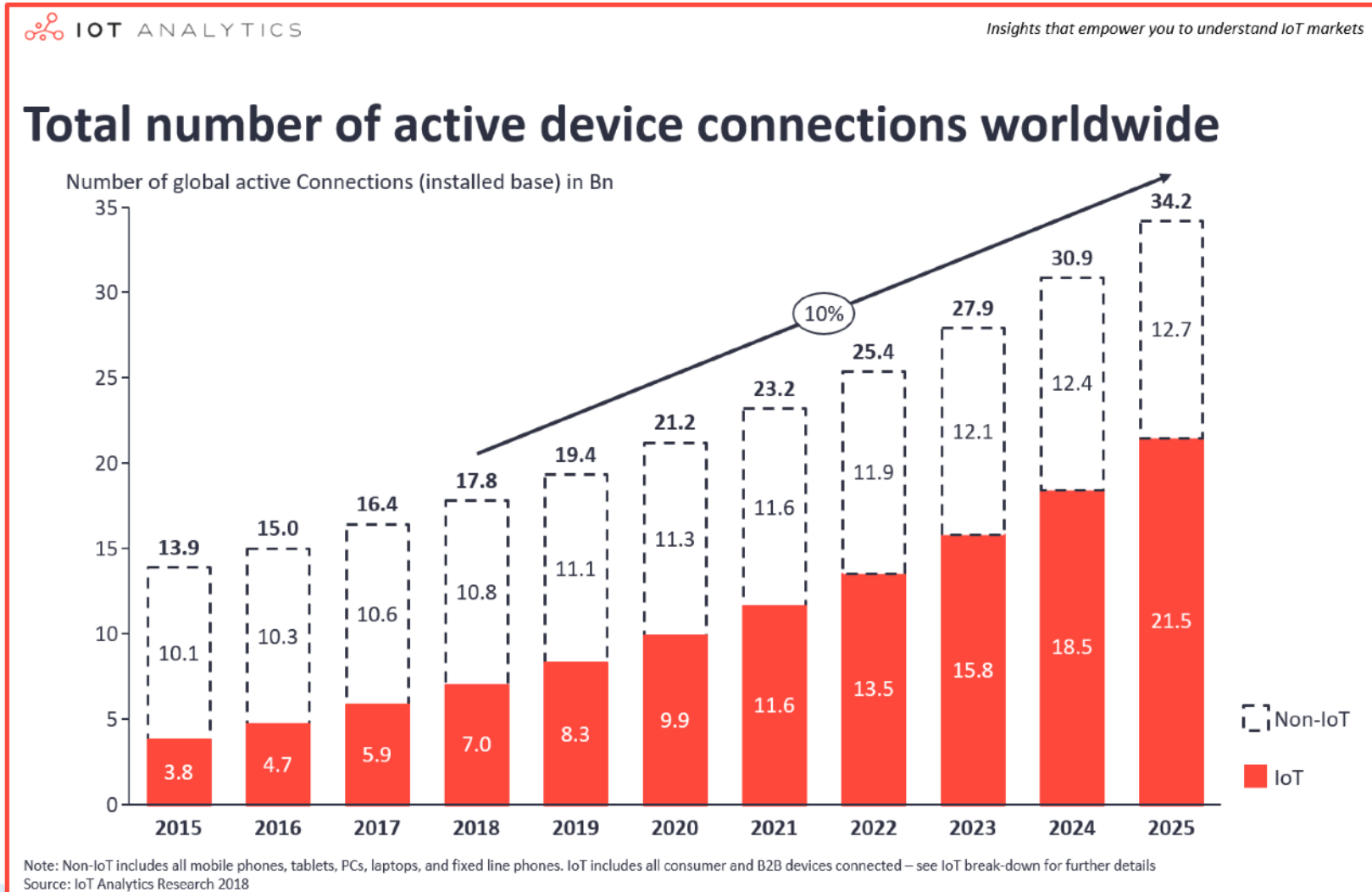


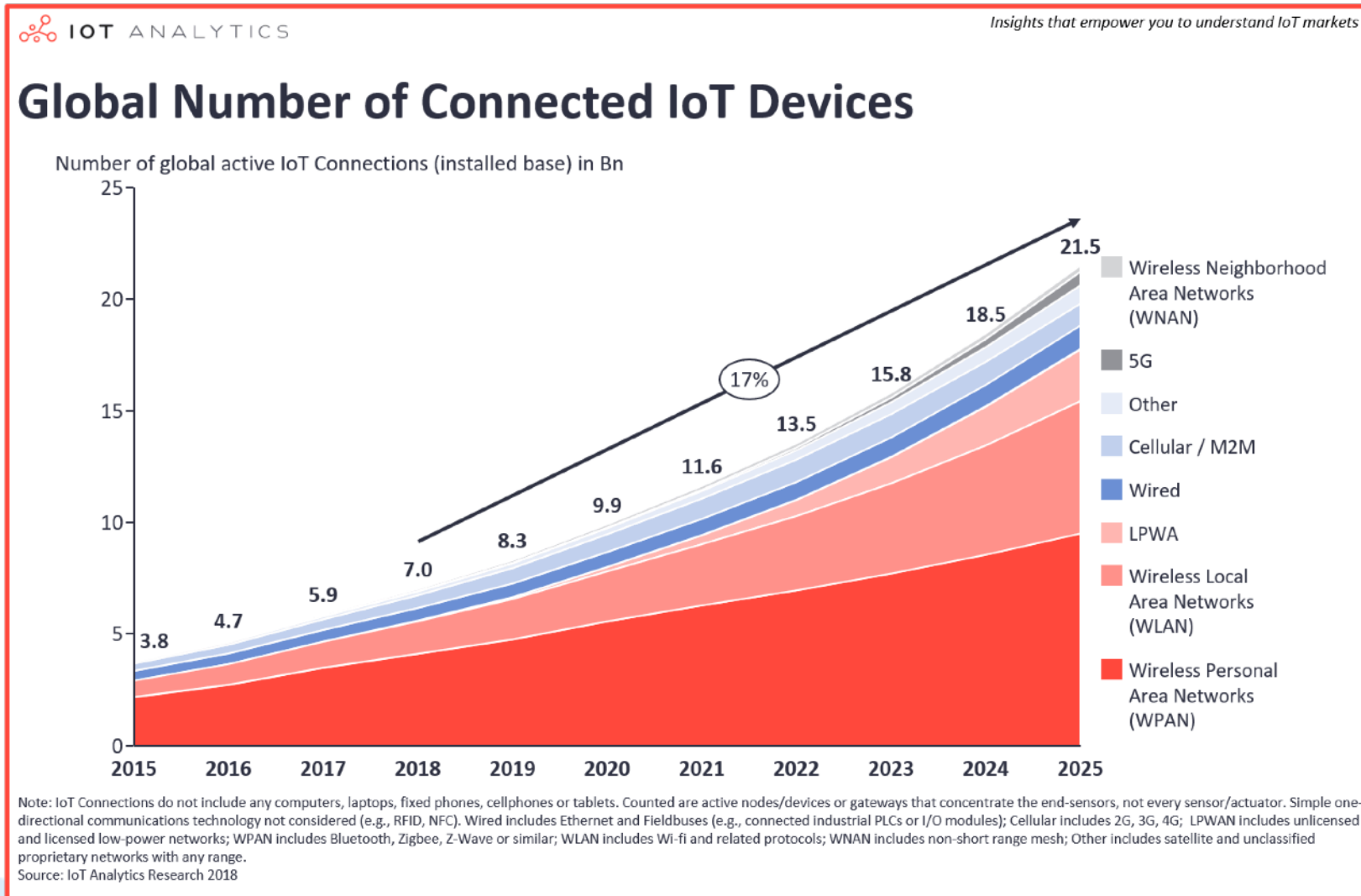
Στέφανος Παπαδάκης, Ειδικός Λειτουργικός Επιστήμονας, ΙΤΕ-ΙΠ

σημερινή κατάσταση

## Εισαγωγή

- Smart Home / Building / City / ... / everything
- Τι είναι “έξυπνο”;
- Πώς γίνεται οτιδήποτε έξυπνο;
  - Το πρώτο βήμα σήμερα είναι η διασύνδεση





# Τεχνολογίες Επικοινωνιών

- IEEE 802.15.4
  - ZigBee SE
  - Wi-SUN
  - 6LowPAN
  - Thread
- LoRaWAN
- Sigfox
- 4G/5G
  - NB-IoT
  - Cat-M1
- WiFi (IEEE 802.11)
- Wireless M-BUS

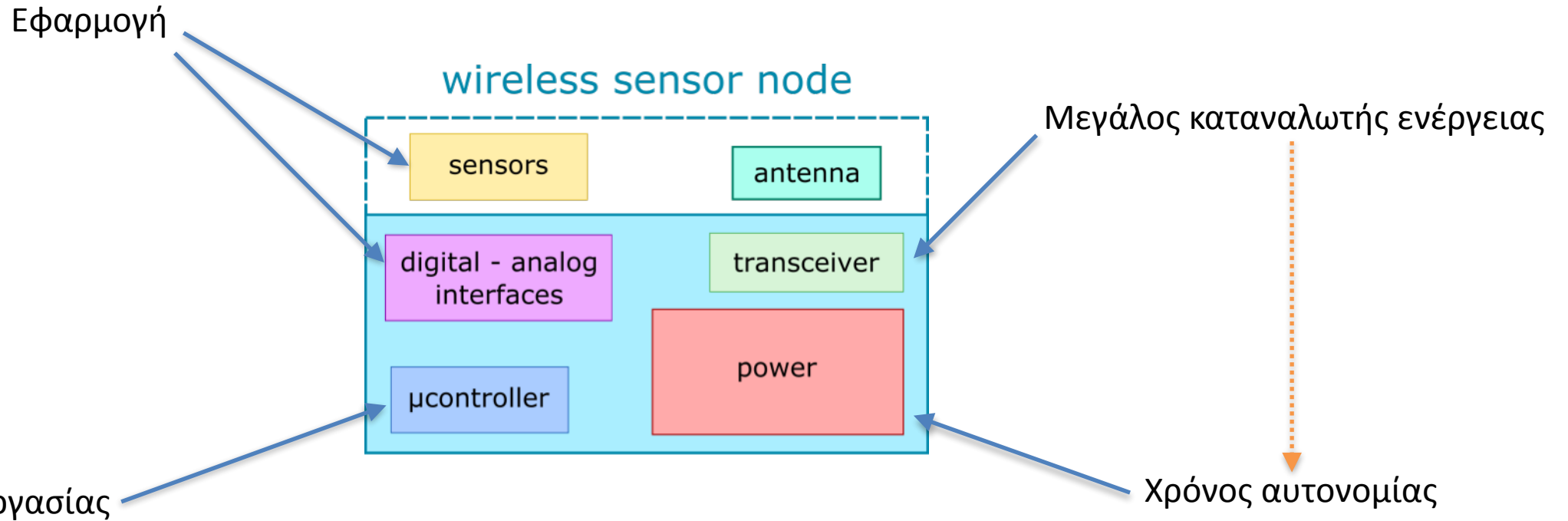
πώς διαλέγω;  
**Επιλογές**

# Στόχος ή Στόχοι;

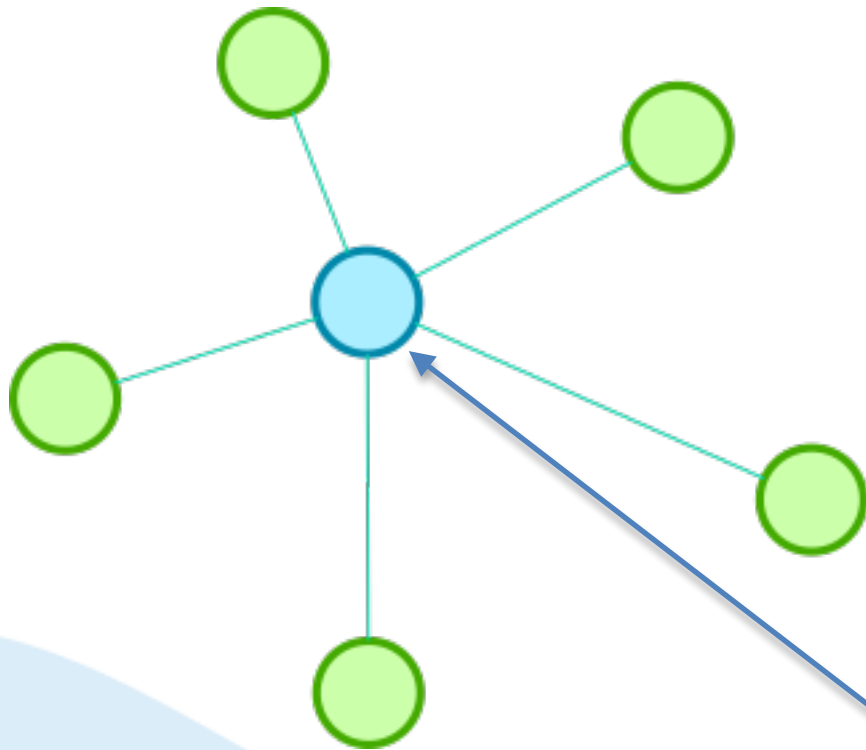
- AMR - Automatic Meter Reading
  - Μέτρηση κατανάλωσης
- Μόνο;
  - Μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών
  - Μέτρηση περιβαλλοντικών παραγόντων
  - Ειδοποιήσεις για κακή χρήση, παρεμβάσεις, προβλήματα
  - Εντοπισμός
- Ενεργοποιητές;
  - Απομακρυσμένος έλεγχος
- WSN - Wireless Sensor Network



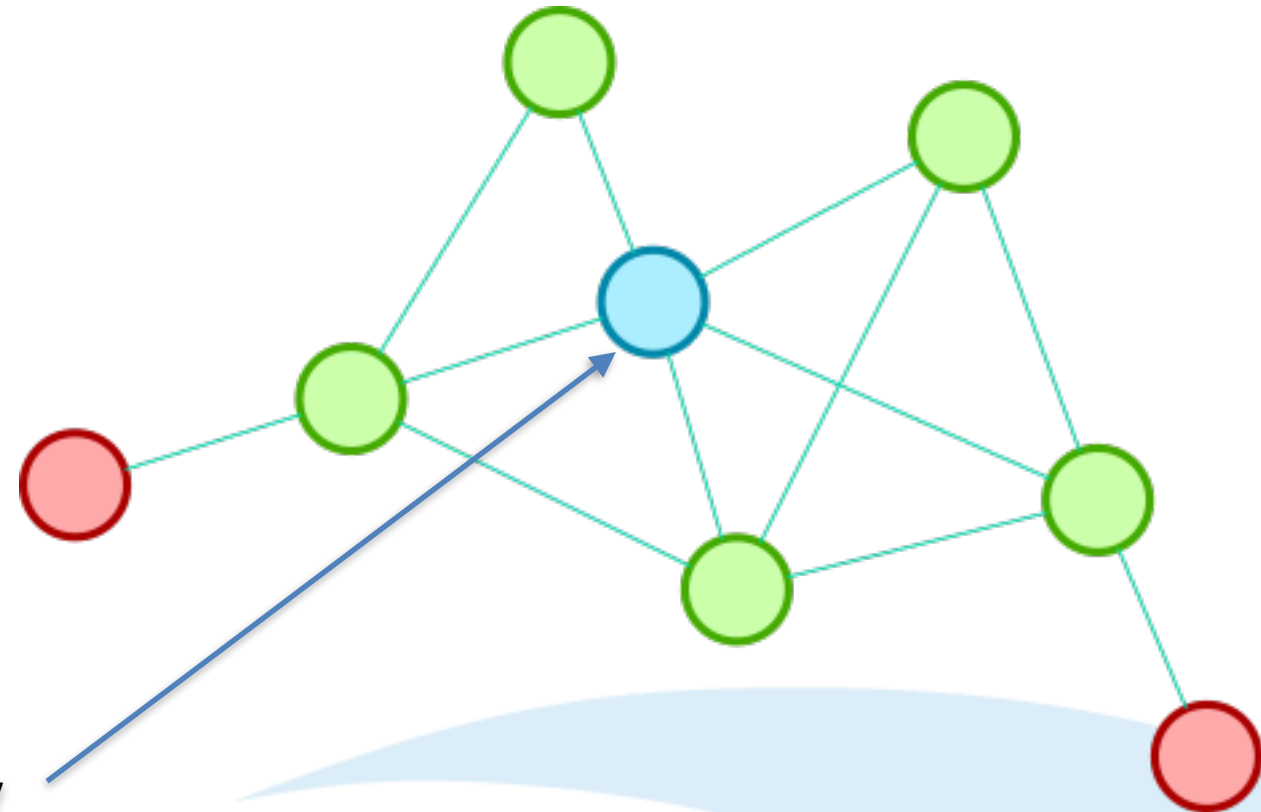
# Ασύρματος Κόμβος Αισθητήρων



## Star Topology



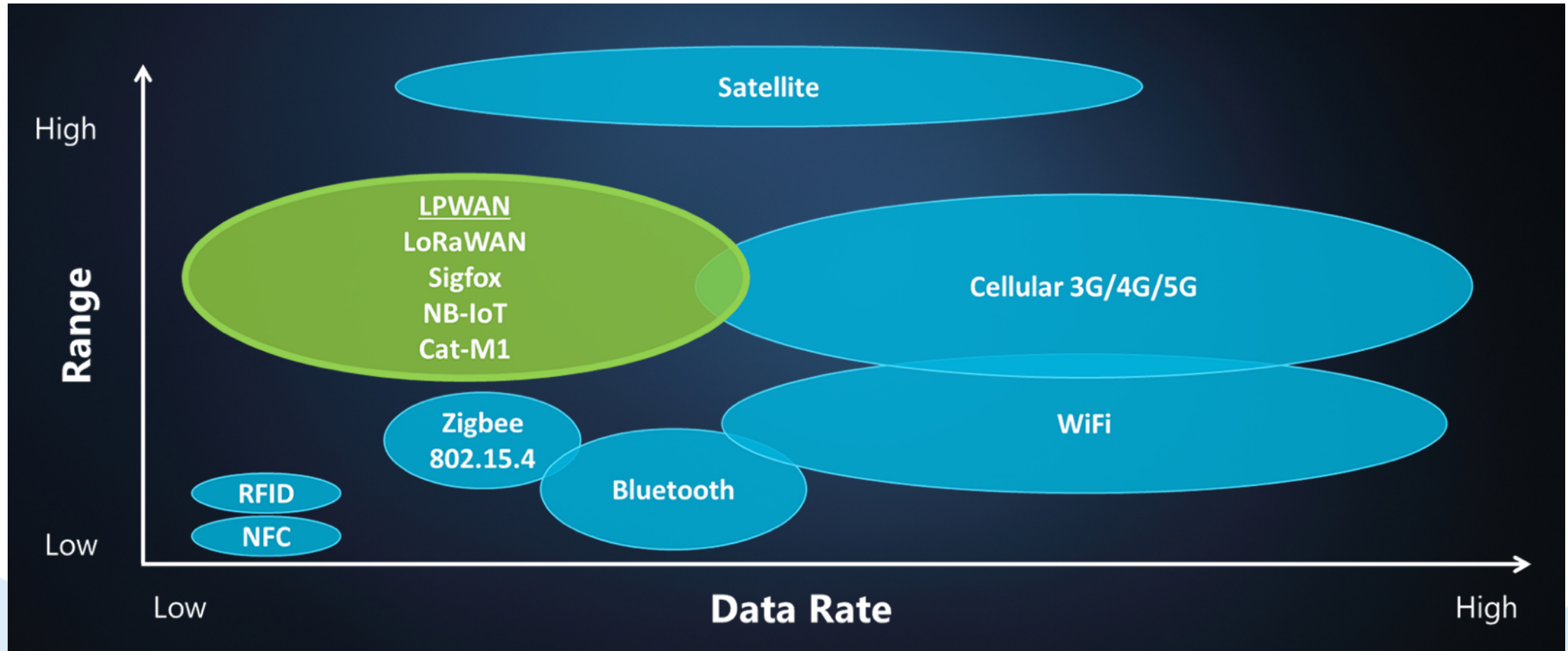
## Mesh Topology

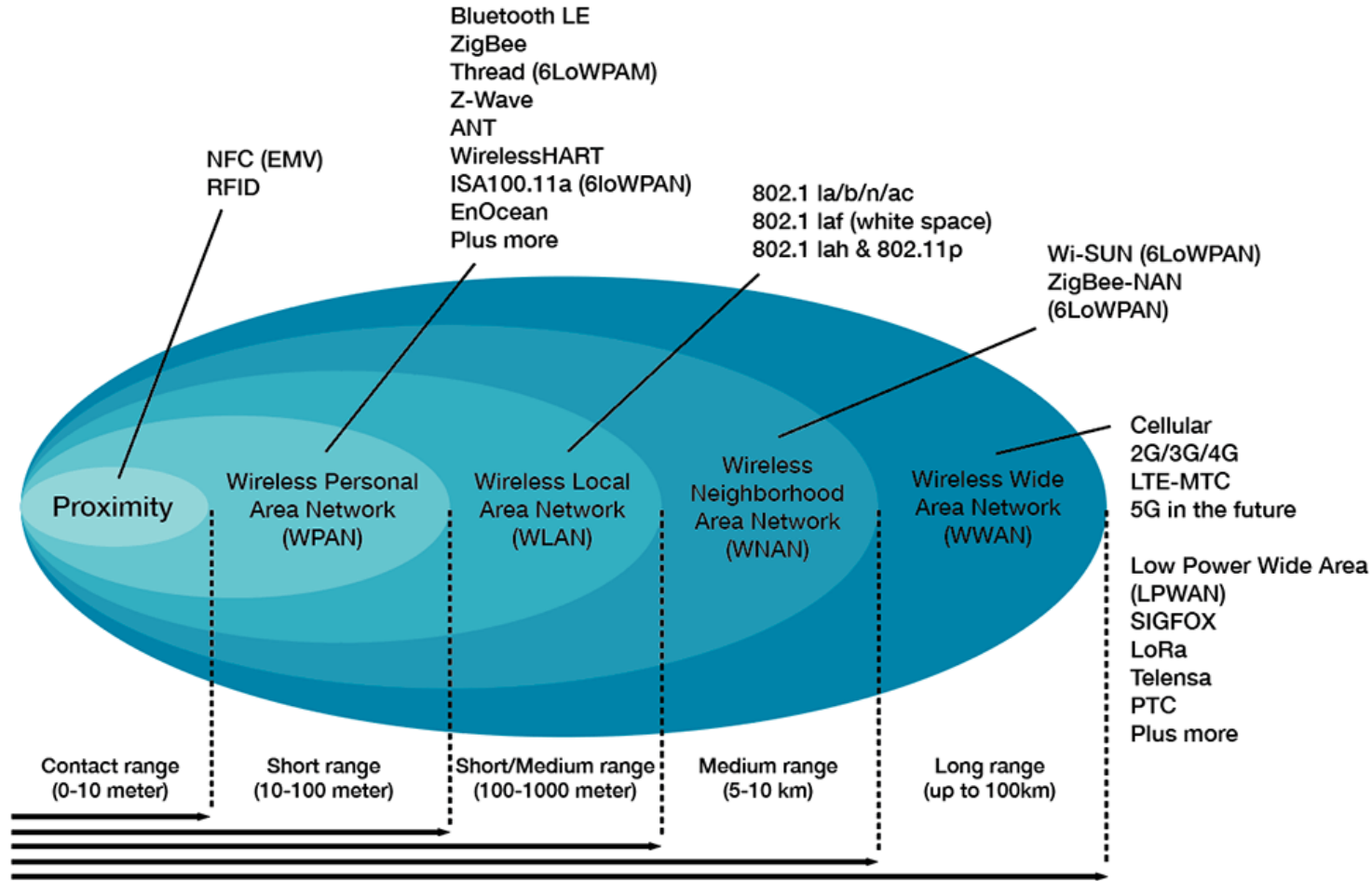


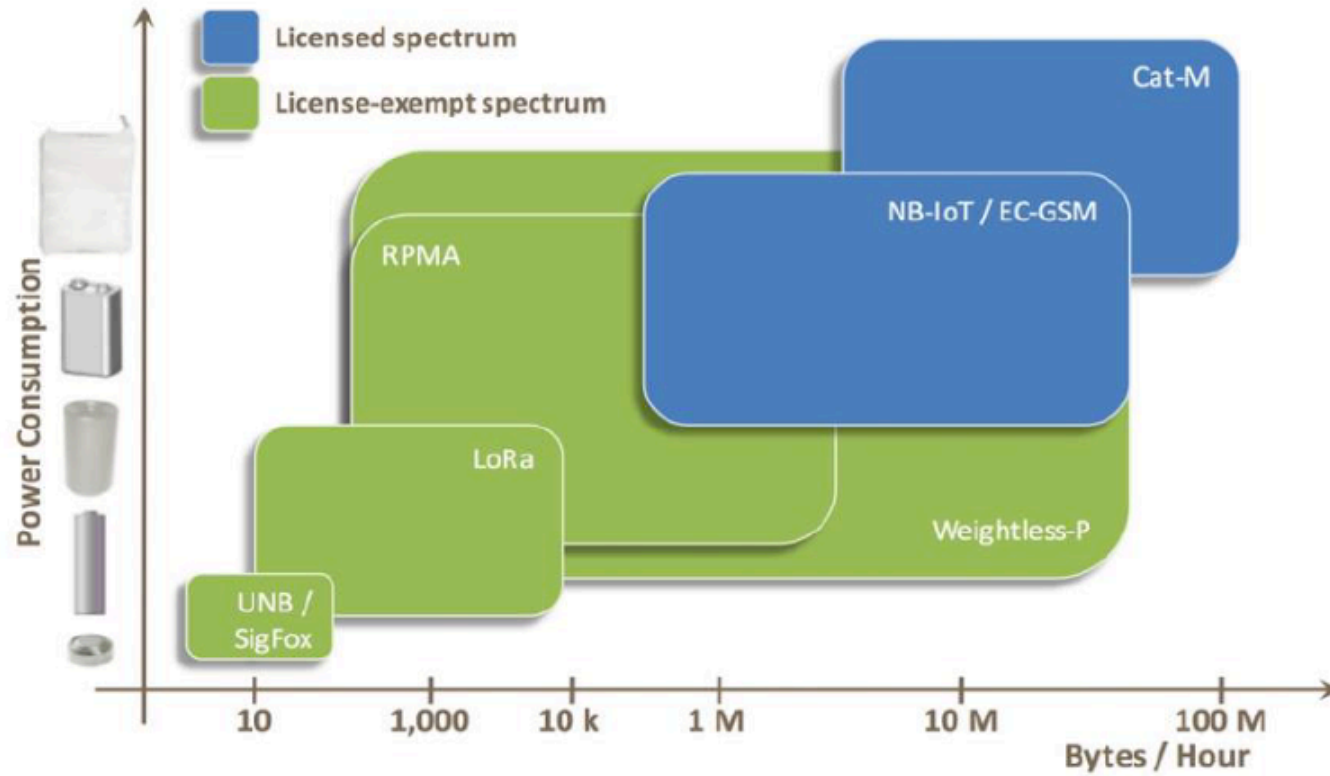
Gateway  
(to Internet)

# Σημεία Σύγκρισης

- Τοπολογία
- Ενέργεια
- Κόστος κόμβου
- Κόστος δικτύου
- Συντήρηση
- Δυνατότητες
- Κάλυψη
- Ταχύτητα
- Χωρητικότητα
- Συσκευές







	LoRa	Sigfox	NWave	On-Ramp	Telensa	IEEE 802.15.4g
<b>Range (km)</b>	3-8 urban 15-20 suburban 15-45 flat	3-10 urban 30-50 suburban	10	4	Up to 8	Up to 1
<b>Frequency Band</b>	Sub-GHz	Sub-GHz	Sub-GHz	2.4 GHz	Sub-GHz	Sub-GHz
<b>Modulation</b>	Spread Spectrum	Ultra NarrowBand	Ultra NarrowBand	Spread Spectrum	Ultra NarrowBand	FSK
<b>Data rate (Kbps)</b>	0.3-22	0.1-0.6	0.1	19 per MHz	up to 0.5	50-200
<b>OTA upgrades</b>	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes

**Table 2.1:** Popular LPWAN protocols and their characteristics

## Σύγκριση V

	LoRaWAN			DASH7	NB-IoT
	Class A	Class B	Class C		
Frequency Band	433/ 868/ 780/ 915 MHz ISM			433/ 868/ 915 MHz ISM/SRD	Cellular Band
Channel width	500 - 125 kHz			25 or 200 kHz	180 kHz
Spectrum	unlicensed				licensed
Modulation	Chirp spread spectrum (CSS)			GFSK	DL:QPSK UL: QPSK (multi-tone) $\pi/4$ -QPSK, $\pi/2$ -BPSK (Single-tone)
Access Method	Aloha	Slotted Aloha	Aloha	CSMA/CA	DL: OFDMA UL: SCFDMA
Data Rate (DL/UL)	EU: 0.3 - 50 kbps US: 0.9 - 100 kbps			9.6, 55.555 or 166.67 kbps	~50 kbps ( DL/ UL multi-tone) ~20 kbps ( UL single-tone)
Duplex	Half			Half	Half
Topology	Star			Star, tree, Node-to-Node	Star
Payload Size	51 - 222 bytes			256 bytes (Max)	UL: 125 bytes DL: 85 bytes
Mobility support	High & Simple			High & Simple	High & Complex
Mobility latency	low (Almost Zero)			low (305 ms) [48]	High (1.6 - 10 s)
Transmission Time	Depend on Spreading Factors Payload size = 10-50 bytes SF= 7, 8, 9, 10, 11 ==>T<1 s SF=12 ==>T= 1 - 2 s			Advertising: 1 s Request <50 ms Responses: 1 s	Depend on block size ex. 696 bits = 2.56 s and number of repetitions
Receiving Time	2 s if ON	According to slot time	Always unless Transmitting		Low Using Paging Method
Transmission Power	+14 - +27 dBm			+10 (433 MHz), +27 (868/915 MHz) dBm	20/23 dBm
DL Latency	High	Medium	Low	Low	Medium
Support Real-Time applications	No	No	Yes	No	No
Device per Access point	UL >1 M DL <100 k			NA (connectionless communication)	~55 k
Collision	High	Medium	Medium	Low	Low
Range (theoretical values)	2 - 5 Km (urban) 15 Km (rural)			1 Km (node to gateway) 2 Km (using subcontroller)	Several Km depends on the number of repetition 10-15 Km (Rural)
Link budget	up to 157 dB			up to 140 dB	154 dB
Receiver Sensitivity	-124 - (-134) dBm			-97 - (-110) dBm	-141 dBm
Multi-hop support	No			Yes (only 2 hops)	No
Addressing	UL: Broadcast DL: Unicast			Unicast Broadcast Multicast Anycast	UL: Unicast DL: Unicast and Broadcast
Device Addressing	Fixed (As MAC)	Unique 64-bit address		Unique 64-bit address	As LTE
	Dynamic (AS IP)	Unique 32-bit address		Unique 16-bit address	
Standard	LoRa Alliance			DASH7 Alliance	3gpp (release 2015)
Battery life				~10 years	



## Annual Unit Shipments of LPWA Modules (in thousands)

	2017	2018	2019	2020	2021	CAGR
<b>Sigfox</b>	8,424	14,538	27,951	52,821	85,042	219.5%
<b>LoRa</b>	32,316	57,298	98,162	161,561	249,724	92.3%
<b>LTE Cat-M1</b>	1,978	8,571	20,284	28,801	52,288	--
<b>NB-IoT</b>	16,166	34,062	84,885	161,628	222,902	--
<b>Other</b>	4,022	6,201	8,714	7,069	8,402	14.7%
<b>Totals</b>	<b>62,905</b>	<b>120,667</b>	<b>239,996</b>	<b>411,881</b>	<b>622,358</b>	<b>95.0%</b>

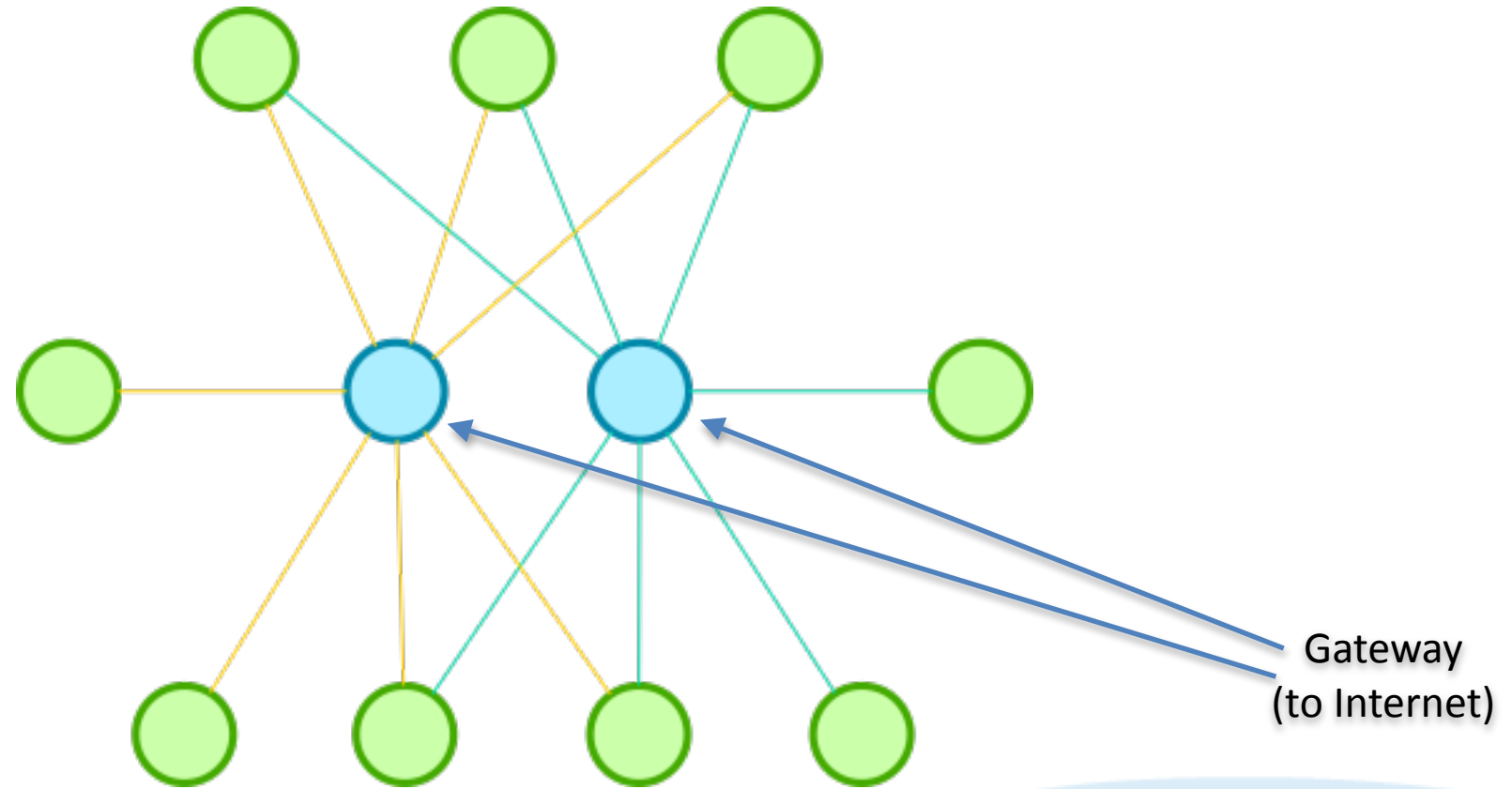
Source: IHS Markit

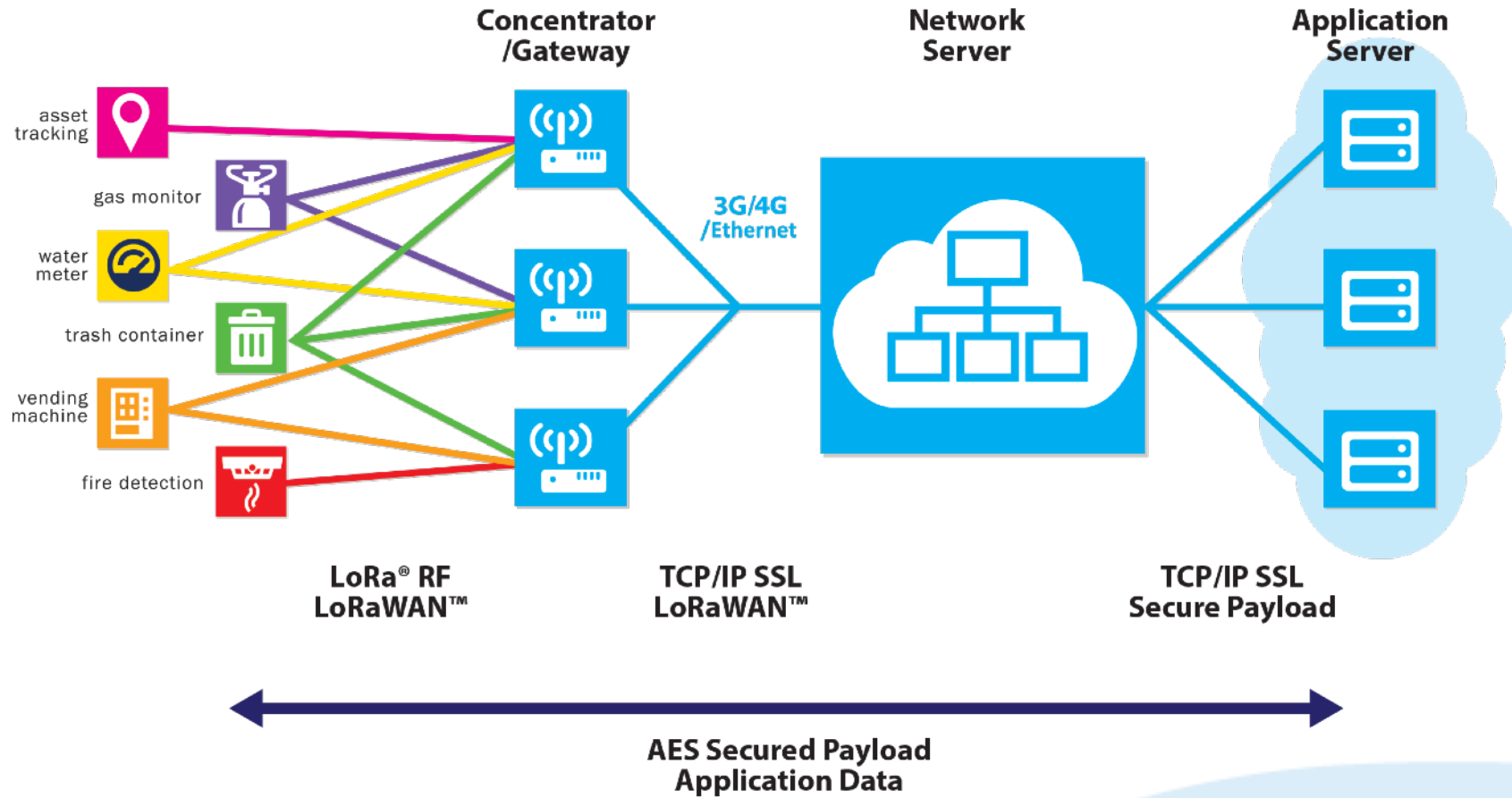
Τι ξεχωρίζει;

## Συμπέρασμα

- Τοπολογία αστέρα (star of stars)
- Αμφίδρομη επικοινωνία
- Υψηλή πυκνότητα δικτύου (1000άδες συσκευές)
- Μικρή κατανάλωση ενέργειας (χρόνια με μπαταρία)
- Μεγάλη ακτίνα κάλυψης (15 km με οπτική επαφή)
- Μεγάλη αντοχή στο θόρυβο (-20dB SNR)
- Μεγάλη αξιοπιστία (redundant GWs)
- Ασφάλεια από άκρο σε άκρο (κρυπτογραφία AES 128)
- Σύγχρονο (First LoRaWAN specification - June 2015)
- Μεγάλη εγκατεστημένη βάση συσκευών

## Star of Stars Topology





- ✓ Εφεδρεία
  - ✓ Αλληλοεπικάλυψη με τοπολογία star of stars
- ✓ Μεγάλη κάλυψη
  - ✓ 2 - 5 km σε αστικό περιβάλλον, 10+ km σε περιαστικό
- ✓ Μεγάλη χωρητικότητα
  - ✓ υποστήριξη τεράστιου αριθμού συσκευών
- ✓ Μεγάλη αυτονομία
  - ✓ 10 χρόνια+ με μπαταρία
- ✓ Ιδιόκτητη υποδομή
  - ✓ μηδενικό κόστος επικοινωνίας
- ✓ Αντοχή στις παρεμβολές
  - ✓ συνύπαρξη με άλλες τεχνολογίες
- ✓ Πολλαπλές χρήσεις
  - ✓ δυνατότητα παροχής υπηρεσίας
- ✓ Εξασφαλισμένο μέλλον
  - ✓ πολύ μεγάλος αριθμός εμπορικά διαθέσιμων

