



Okos város mintaprojekt Smart Santander

Szenzorhálózatok és alkalmazásaik

VITMMA09 – Okos város MSc mellékspecializáció

Santander

- Tengerparti város Észak-Spanyolországban
 - 180.000 lakos, 35 km²
 - Kicsivel nagyobb mint a XI. kerület



Smart Santander

- EU FP7 (Framework Program 7) nemzetközi kutatási projekt
 - 2010. szeptember – 2013 szeptember
 - 8,67 millió EUR költségvetés, ebből 6 millió EUR támogatás



Partnerek

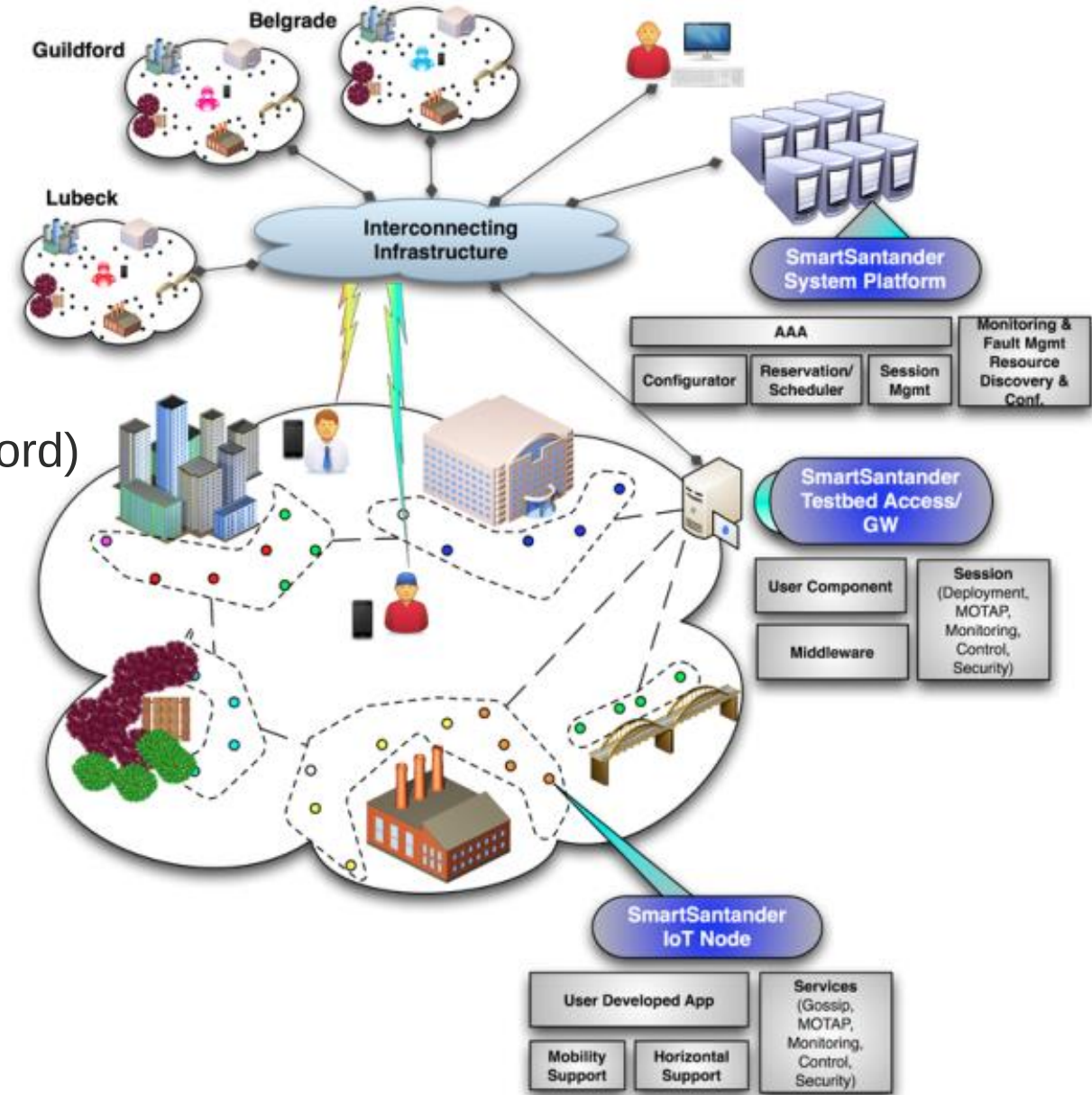


Telefonica I+D	Spain
Alcatel-Lucent Italy s.p.a.	Italy
Alcatel-Lucent Spain S.A.	Spain
Ericsson d.o.o.	Serbia
TTI Norte	Spain
Universidad de Cantabria	Spain
University of Surrey	United Kingdom
Universität zu Lübeck	Germany
Lancaster University	United Kingdom
Commissariat à l'Energie Atomique	France
Computer Technology Institute	Greece
Alexandra Instituttet A/S	Denmark
Santander Council	Spain
Sociedad para el Desarrollo de Cantabria	Spain
University of Melbourne	Australia



A projekt célja

- Nagyméretű okos város tesztrendszer
- Összesen 20.000 telepített szenzor
 - ebből 12.000 Santanderben
- 4 okos város (Santander, Lübeck, Belgrád, Guildford)



3 rétegű architektúra

▪ IoT csomópontok (szenzorok)

- Hőmérséklet, légszennyezés, zaj, fény, parkolás
- Akkuról működő egyéni szenzorok
- Egy részük az ismétlő csomópontokba integrálva

▪ Ismétlők

- Magasan a föld felett elhelyezve, lámpaoszlopokon, közlekedési lámpákban, információs panelekben
- Tápellátás biztosított

▪ Gateway csomópontok

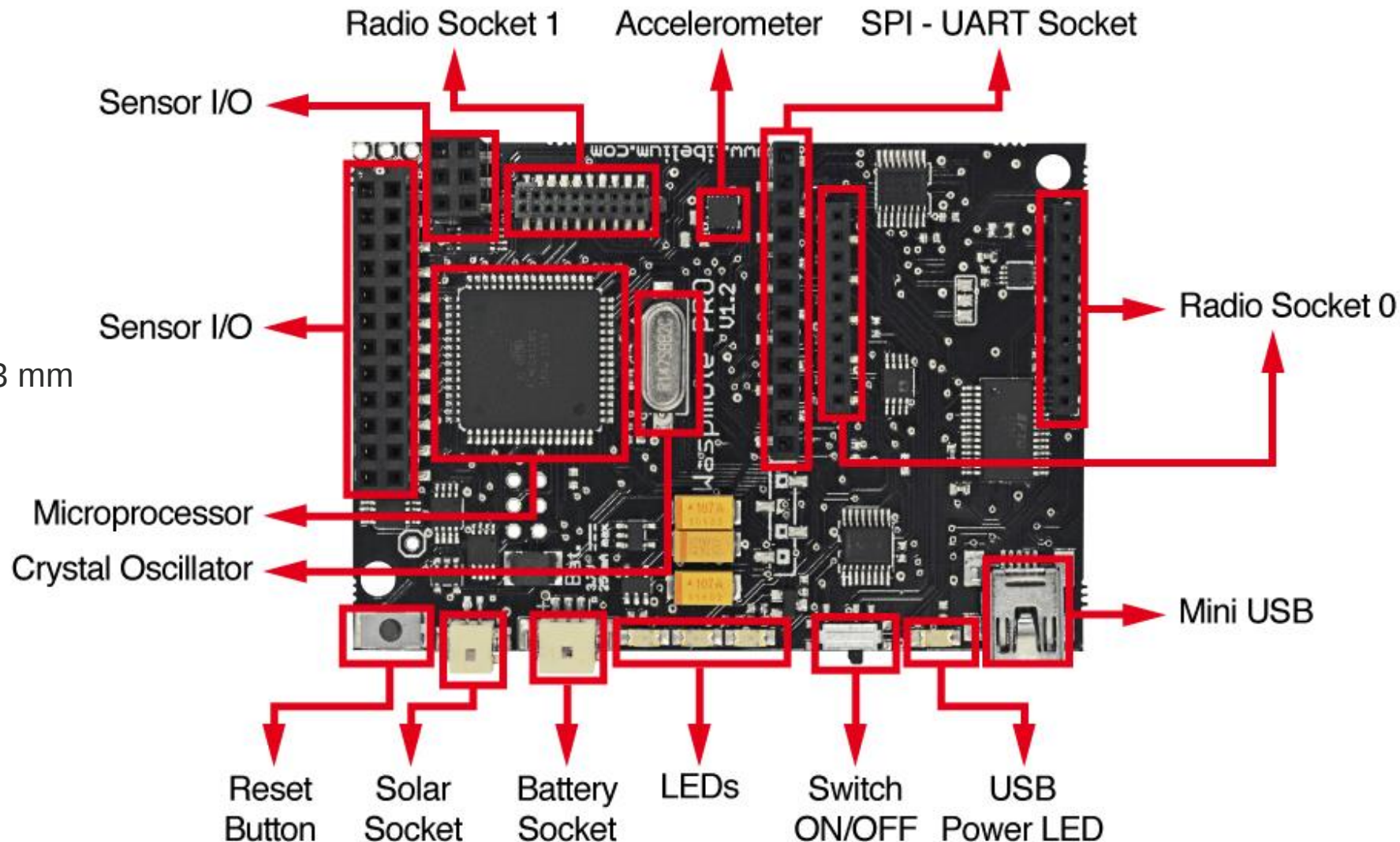
- Minden információt a gateway-hez küldenek a csomópontok
- Vagy tárolja, vagy továbbküldi valamilyen interfészen (WiFi, GPRS/UMTS, Ethernet)

Libelium Wasp mote

- Mikrokontroller: ATmega1281
- Frekvencia: 14MHz
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- FLASH: 128KB
- SD kártya: 2GB
- Súly: 20gr
- Méretek: 73.5 x 51 x 13 mm

Energiafogyasztás

- ON: 15mA
 - Sleep: 55uA
 - Deep Sleep: 55uA
 - Hibernate: 0.7uA
-
- Akku feszültség: 3.3V - 4.2V
 - USB töltés: 5V - 100mA
 - Napelemes töltés: 6-12V - 280mA



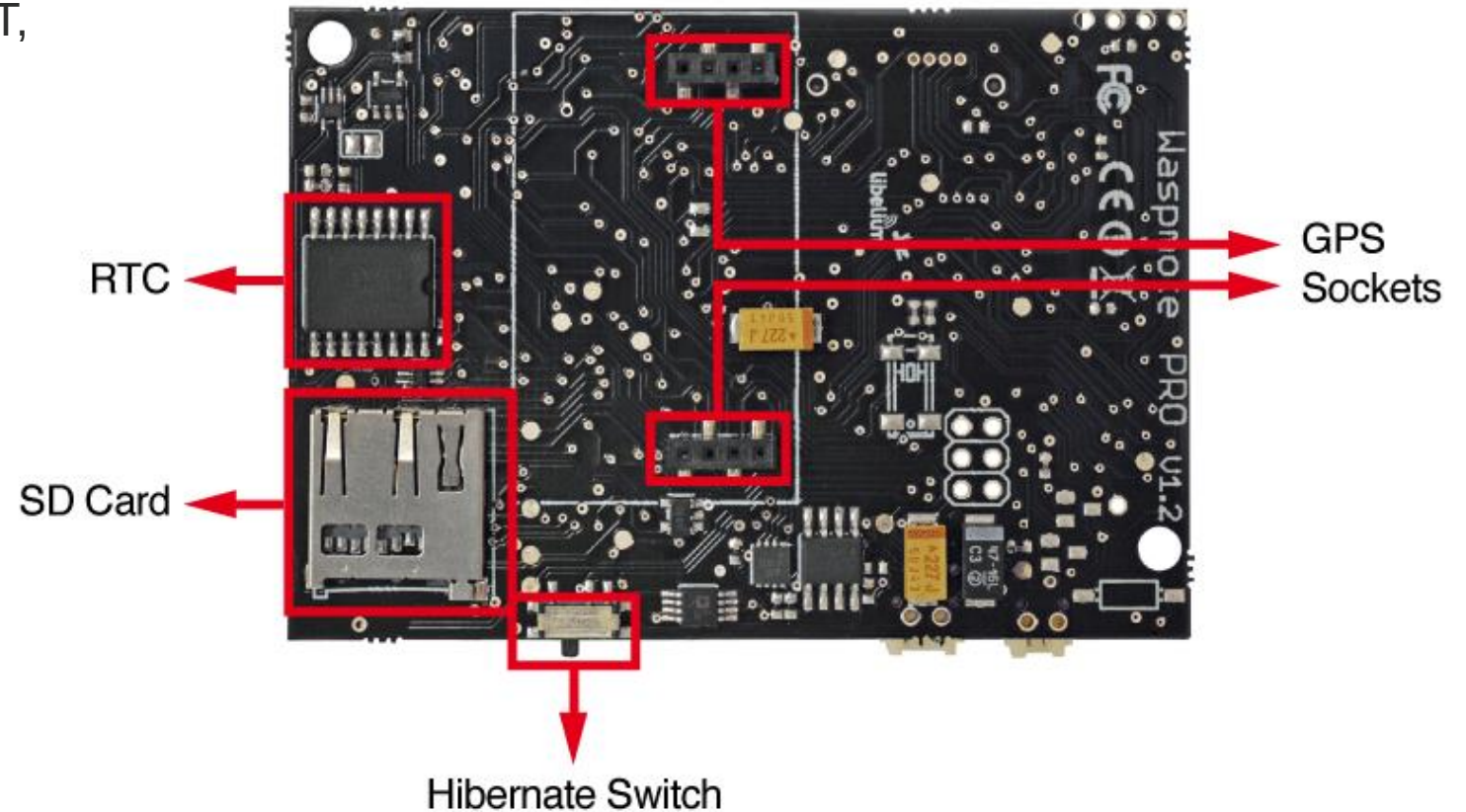
Libelium Wasp mote

Input / Output

- 7 analog input, 8 digitális I/O, 2 UART, 1 I2C, 1 SPI, 1 USB

Integrált szenzorok

- Hőmérséklet: (+/-): -40°C , +85°C.
Pontosság: 0.25°C.
- Accelerometer: ±2g/±4g/±8g
- Fényérzékelő



Csatlakoztatott szenzorok

Gas Sensor Board

- Szén-monoxid – CO
- CO₂, O₂, CH₄, H₂, NH₃, C₄H₁₀, CH₃CH₂OH, C₆H₅CH₃, H₂S, NO₂, O₃, VOC
- Hőmérséklet, páratartalom, légnyomás

Smart City Board

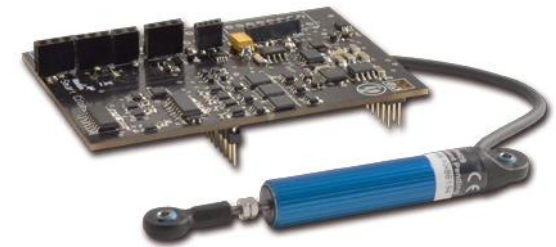
- Zaj szenzor (omni-directional mikrofon, 20Hz – 20 KHz)
- Ultrahangos távolságmérő

Parking Sensor Board

- Mágneses tér változásából érzékeli a felette parkoló autót

Agriculture Board

- Talaj nedvességmérő



Wasmote rádió

- **Libelium Wasmote Expansion Radio Board**

- Két XBee rádiós egység, mindkettő 2.4 GHz-en
 - Az egyiken IEEE 802.15.4 protokoll, tesztelésre
 - Bárki írhat és futtathat teszt alkalmazásokat, nem zavarja a működést
 - A másikon DigiMesh, a szenzor adatok begyűjtésére és a jelzésforgalomra
 - Átalakított 802.15.4, egyszerű útválasztó algoritmussal
 - A mote-ok flashelése is ezen az interfészen keresztül

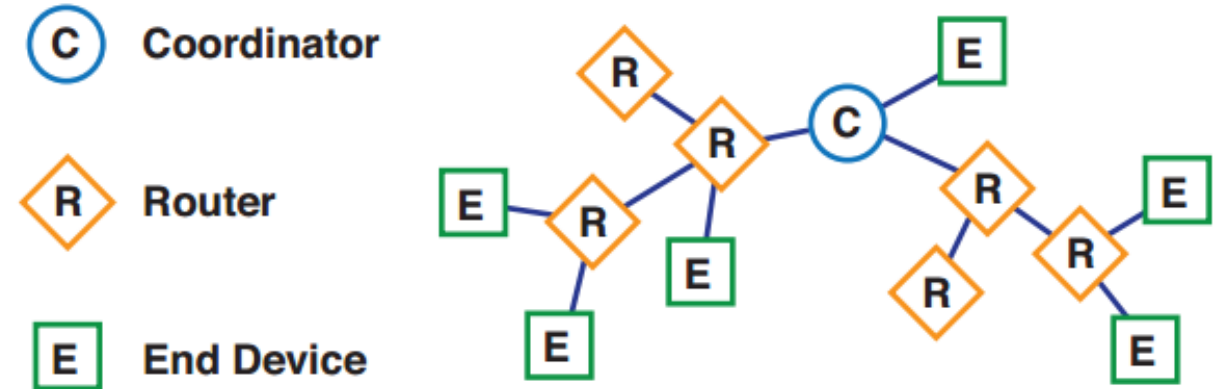


- A város 22 részre osztva, különböző frekvenciák az interferenciák elkerülése miatt

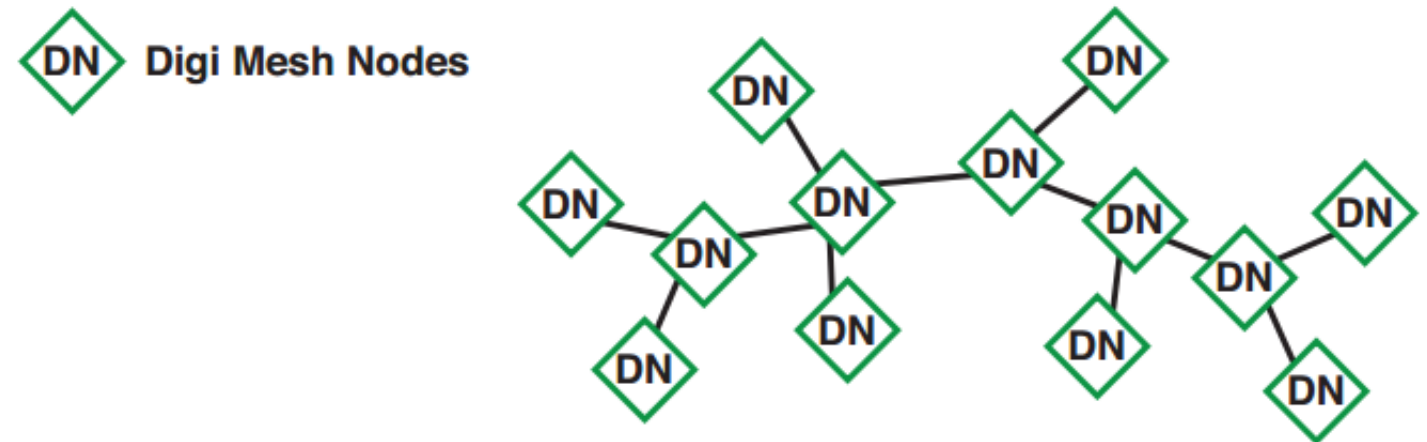


Zigbee vs. DigiMesh

- Zigbee



- DigiMesh

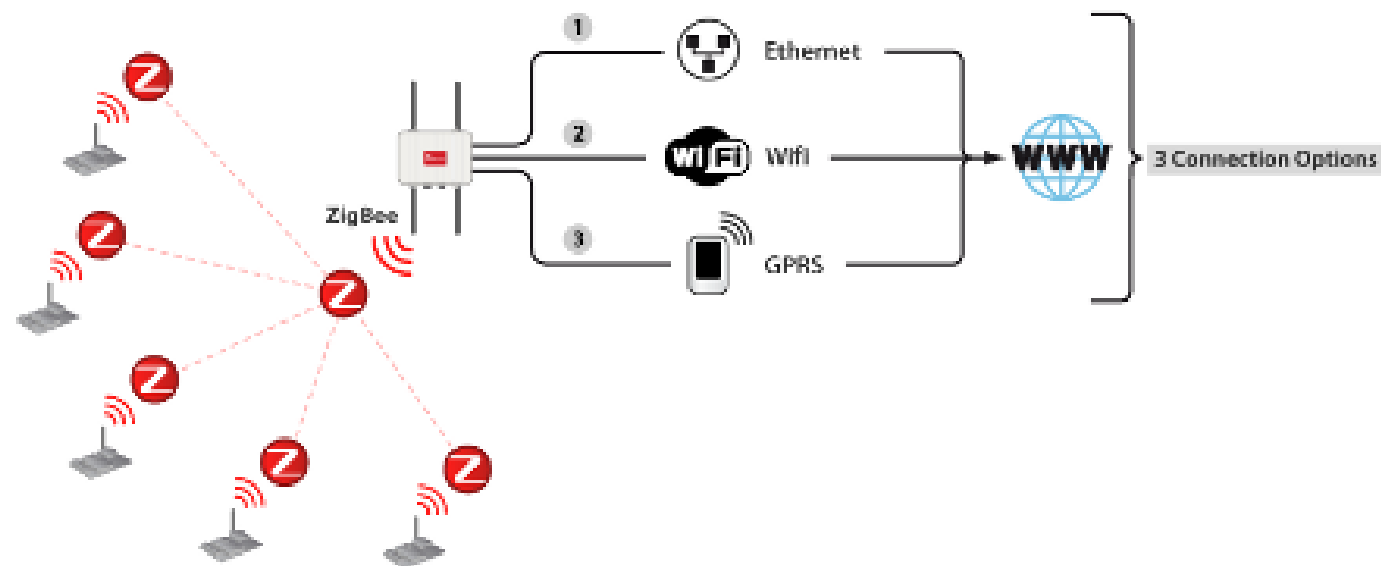


Ismétlők

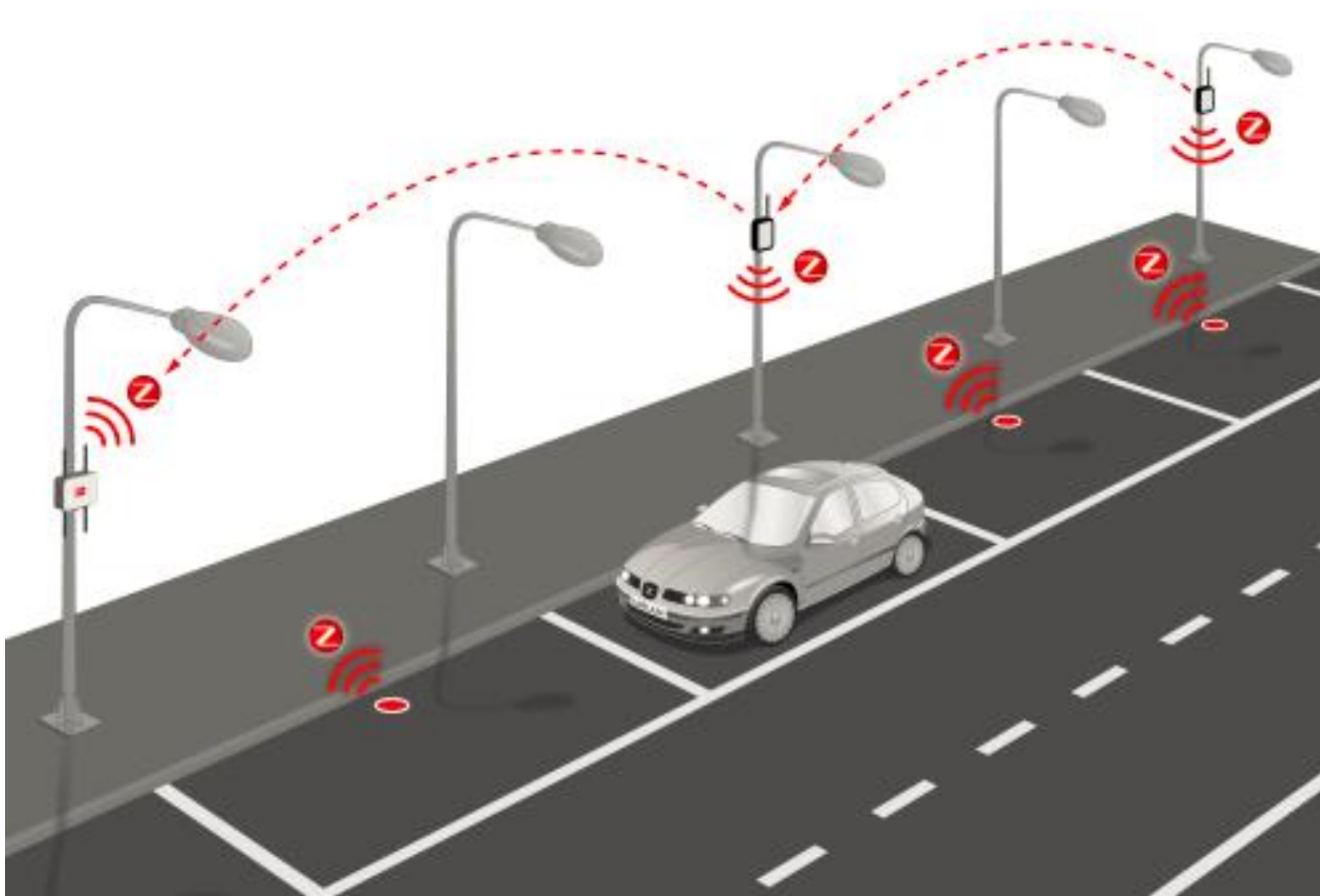


Meshlium gateway

- Processzor: 500MHz (x86)
- RAM: 256 MB (DDR)
- Disk: 8 GB
- Táp: 5W (18V), Power over Ethernet
- Doboz: alumínium, 210x175x50mm, 1,2 Kg
- OS: Linux Debian
- Hálózat: WiFi, Xbee, Bluetooth, 3G



Parkolás példa

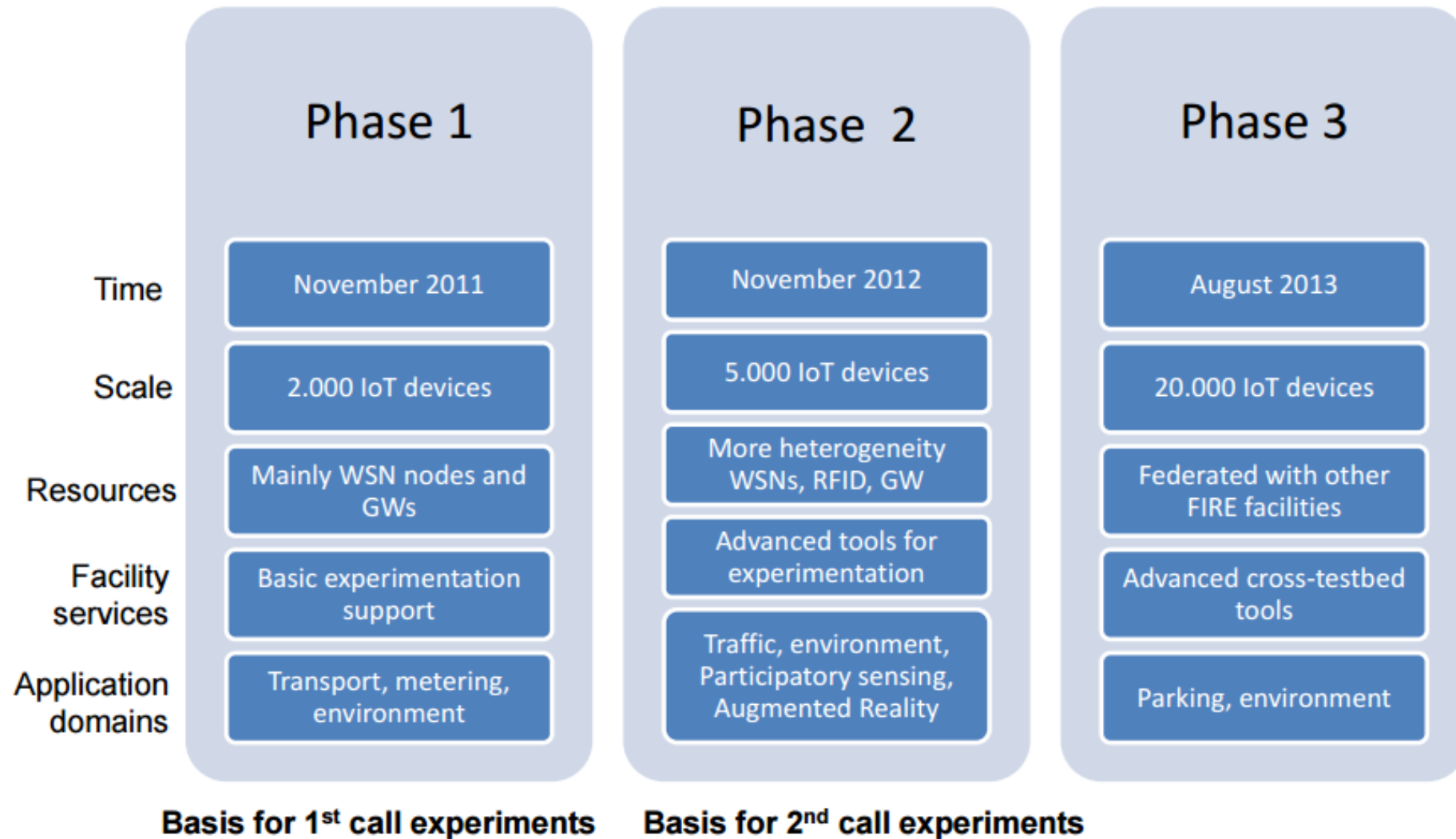


Parkolás példa



Smart Santander telepítés

- Telepítés 3 fázisban, aztán felhívás teszt alkalmazások írására



Első fázis

- Két use case: környezet monitorozás és kültéri parkolás
 - A parkoló szenzorokra nem lehet teszt kódot tölteni, az akku kímélése miatt

Node Type		Amount	Sensors	Radio I/F
Gateway		23	N/A	IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, Digimesh, GPRS/UMTS
Repeater	Temperature	74	Temperature, Acceleration	IEEE 802.15.4, Digimesh
	Light	553	Light, Temperature, Acceleration	
	Noise	58	Noise, Acceleration	
	Gases	13	Temperature, CO, Acceleration	
Parking Sensor		373	Occupancy	Digimesh
Total:		23 GW 1,071 Nodes	2,322 sensors	

Második fázis

- 6 új use case
 - **Forgalom monitorozás** (úttestbe épített szenzorok)
 - **Környezet monitorozás mobil eszközökkel**
 - Buszokon – IEEE 802.15.4, GPRS
 - Taxikban és rendőrautókban – csak GPRS
 - Nem lehet alkalmazásokat írni, futtatni ezeken
 - **Intelligens öntözés a parkokban**
 - **Navigálás parkolóhelyekre**
 - **Közösségi érzékelés** (participatory sensing)
 - **Kiterjesztett valóság** (augmented reality)
 - NFC tagek a városban
 - Jelenlét érzékelés és metaadatok

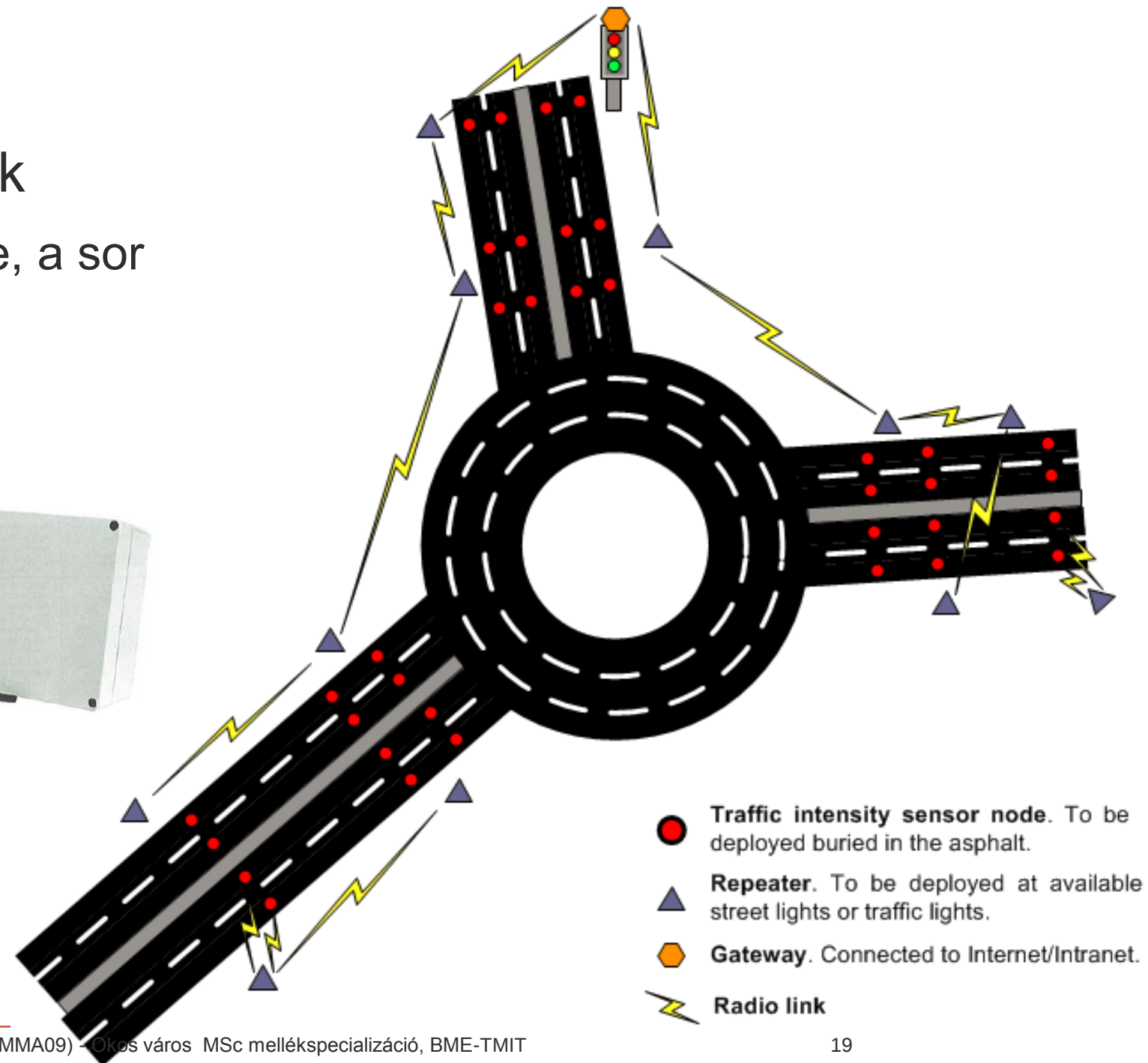


Második fázis

Node Type		Amount	Sensors	Radio I/F
Gateway	Irrigation	3	N/A	IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, Digimesh, GPRS/UMTS
	Traffic	2		IEEE 802.15.4, GPRS/UMTS
Repeater	Traffic	9	N/A	IEEE 802.15.4
	Weather	3	Temperature, Relative Humidity, Soil Moisture, Solar Radiation, Rainfall, Windspeed, Atmospheric Pressure, Acceleration	IEEE 802.15.4, Digimesh
	Irrigation	23	Temperature, Relative Humidity, Soil Moisture, Soil Temperature, Acceleration	IEEE 802.15.4, Digimesh
	Water Flow	2	Water Flow, Acceleration	IEEE 802.15.4, Digimesh
	Agriculture	19	Temperature, Relative Humidity, Acceleration	IEEE 802.15.4, Digimesh
Mobile node	Bus (w. CAN-BUS)	2	CO, Particles, NO ₂ , Ozone, Temperature, Relative Humidity, Speed, Course, Odometer, Location, CAN	IEEE 802.15.4, GPRS
	Bus	68	CO, Particles, NO ₂ , Ozone, Temperature, Relative Humidity, Speed, Course, Odometer, Location	IEEE 802.15.4, GPRS
	Car	80	CO, Particles, NO ₂ , Ozone, Temperature, Relative Humidity, Speed, Course, Odometer, Location	GPRS
Traffic Sensor		59	Road Occupancy, Vehicle Count, Vehicle Speed	IEEE 802.15.4
Augmented Reality Tag		2,500	Presence (+ metadata)	NFC
Participatory Sensing Smartphone		6,500	Multiple	IEEE 802.11, GPRS/UMTS
Augmented Reality Smartphone		~14,000	Presence (+ metadata)	IEEE 802.11, GPRS/UMTS
Total:		5 GW 115 Fixed Nodes 150 Mobile Nodes 2,500 Tags 10,000+ Smartphones	377 fixed sensors 1,500+ mobile sensors 20,000+ smartphone sensors	

Forgalom monitorozás

- Aszfaltba épített szenzorok
 - Járművek száma, sebessége, a sor hossza a lámpánál



- **Traffic intensity sensor node.** To be deployed buried in the asphalt.
- ▲ **Repeater.** To be deployed at available street lights or traffic lights.
- ⬡ **Gateway.** Connected to Internet/Intranet.
- ⚡ **Radio link**

Intelligens öntözőrendszer

Soil Moisture Tension



Soil Moisture Temperature



Harmadik fázis

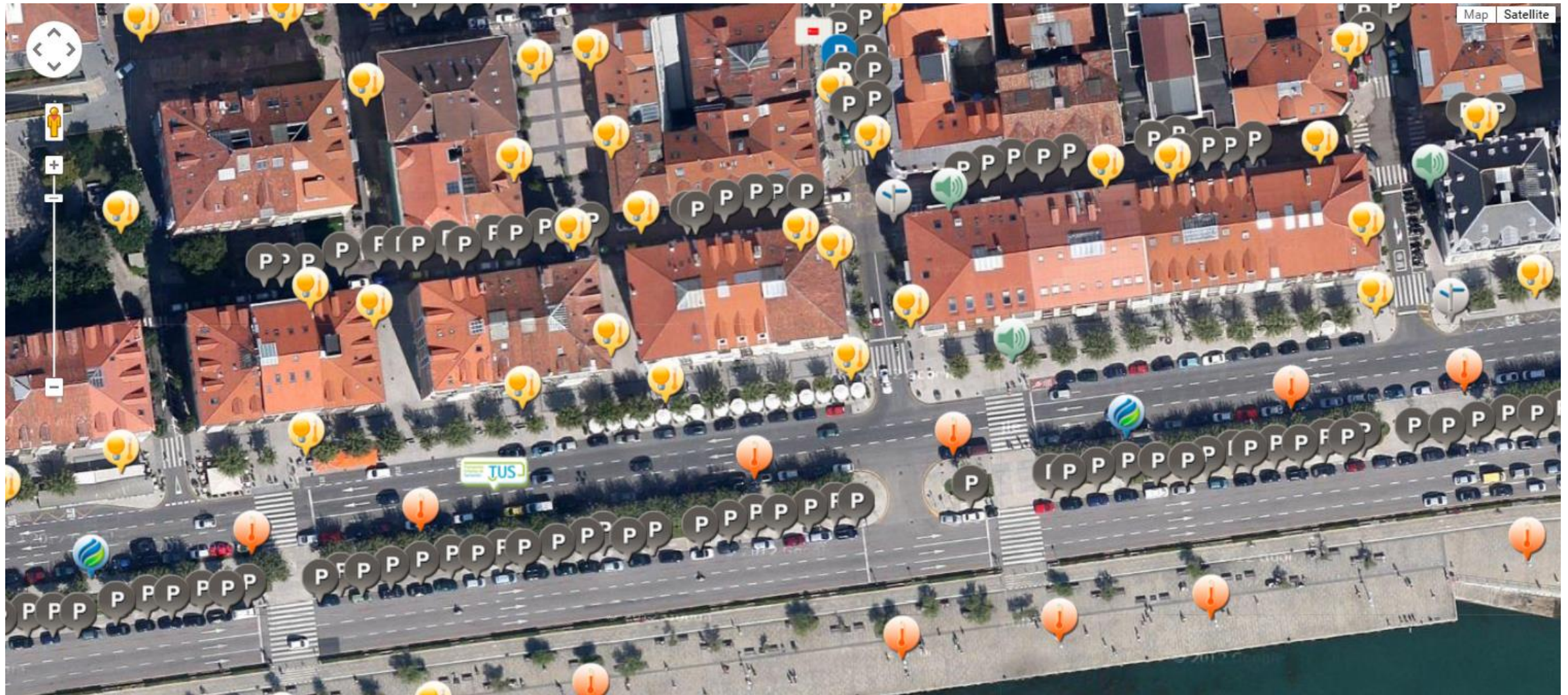
- Korábbi use case-ek megerősítése
 - Környezeti monitorozás mobil eszközökkel, és kültéri parkolás menedzsment

Node Type		Amount	Sensors	Radio I/F
Gateway		3	N/A	Proprietary, GPRS/UMTS
Repeater		37	N/A	Proprietary
Mobile node	Bus (w. CAN-BUS)	10	CO, Particles, NO ₂ , Ozone, Temperature, Relative Humidity, Speed, Course, Odometer, Location, CAN	IEEE 802.11, GPRS
	Bus	15	CO, Particles, NO ₂ , Ozone, Temperature, Relative Humidity, Speed, Course, Odometer, Location	IEEE 802.15.4, GPRS, IEEE 802.11
Parking Sensor		330	Occupancy	Proprietary
Parking Tag		30	Authorization	Proprietary
Total:		3 GW 330 Fixed Nodes 25 Mobile Nodes 30 Tags	330 fixed sensors 250+ mobile sensors	

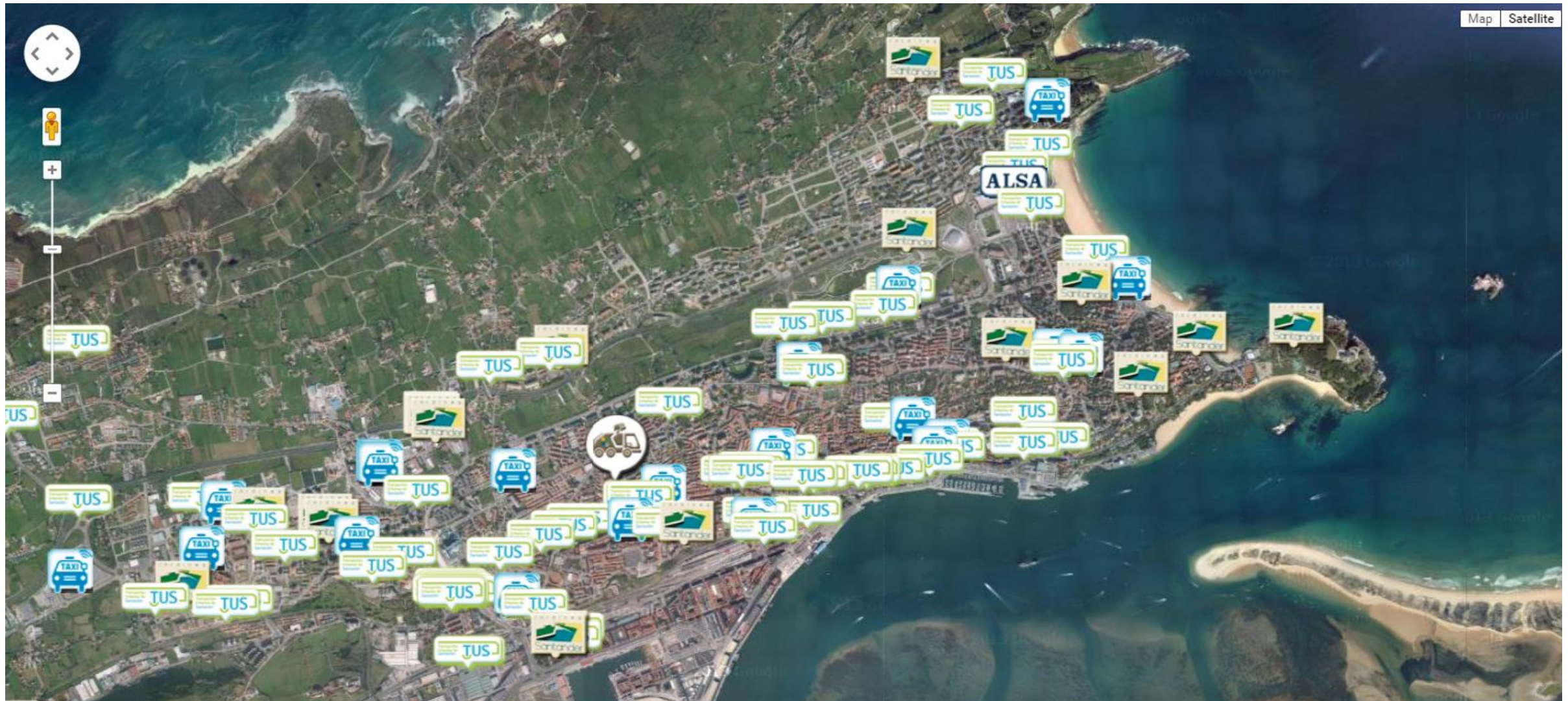
Mennyi mérés?

- Nagy mennyiségű mérési adat
 - 139,370 környezeti mérés naponta (fix szenzoroktól)
 - 82,726 környezeti mérés naponta (mobil szenzoroktól)
 - 8,365 öntözés monitorozás adat naponta
 - 13,489 parkolás mérés naponta
 - 54,720 forgalmi mérés naponta
 - 6,352 közösségi észlelés naponta
- 450 Mbyte adat évente

Smart Santander – IoT térkép

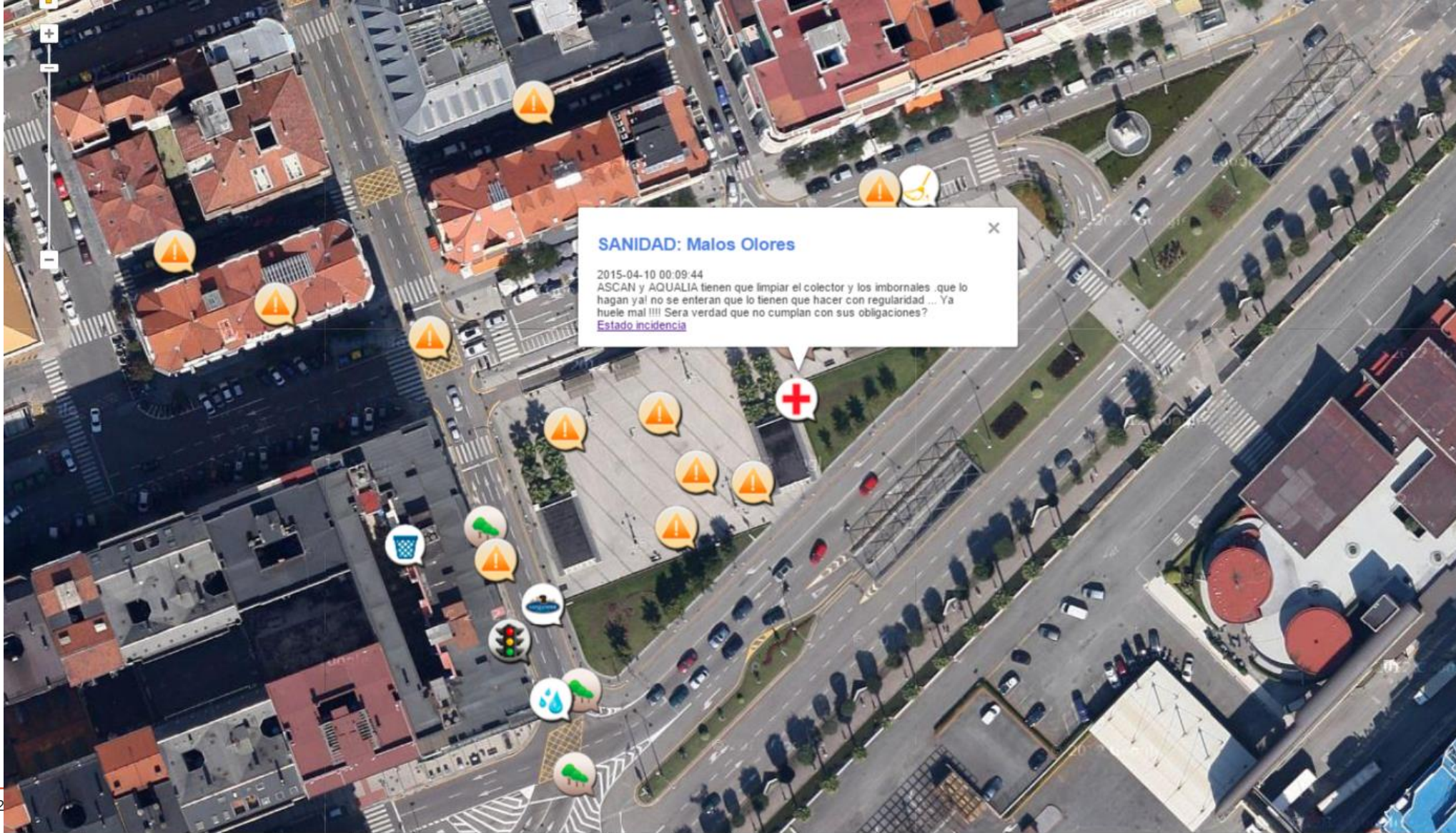


Smart Santander – Mobil szenzoros térkép

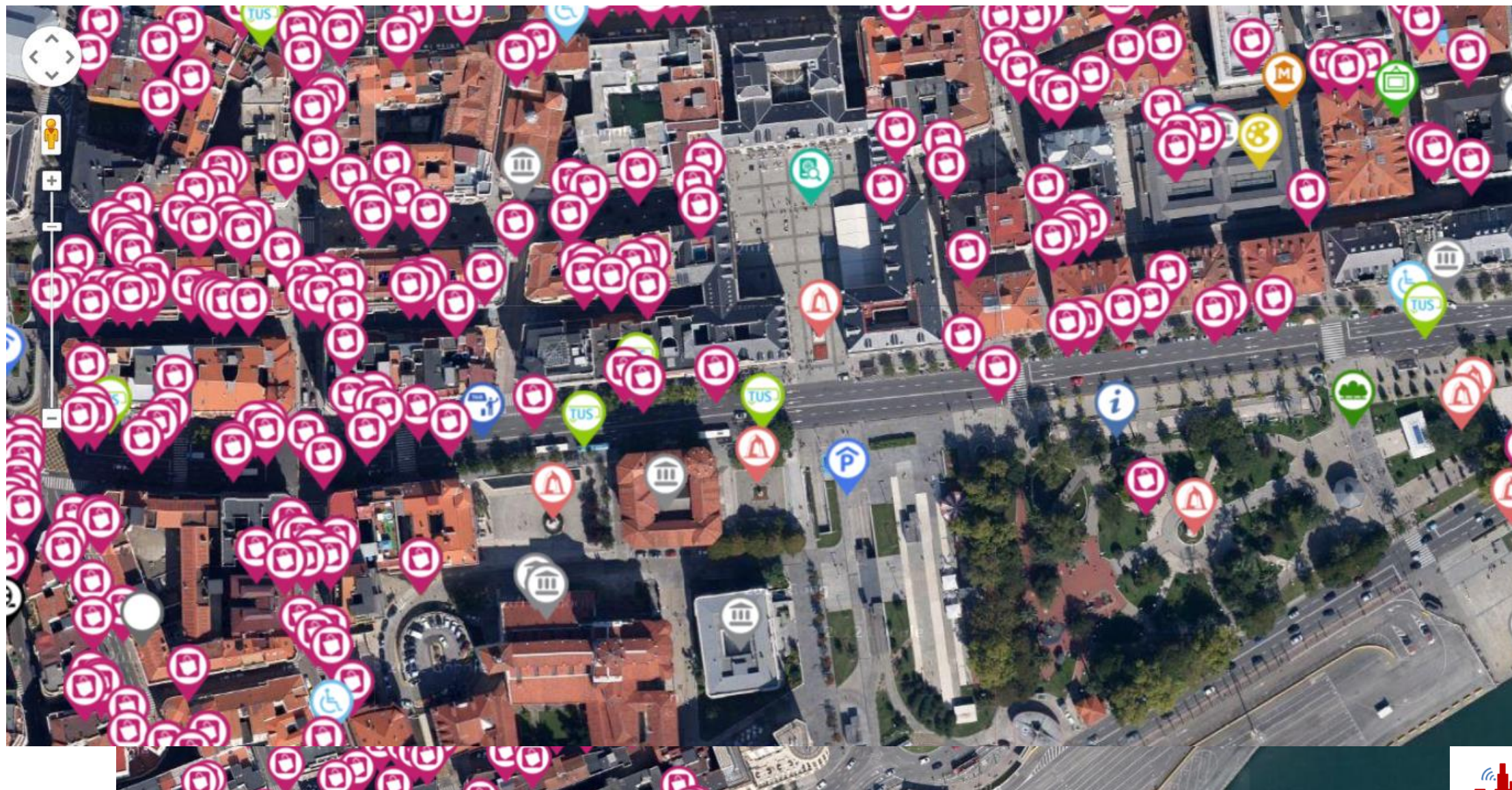


Pace of the City

- Lakossági bejelentések a városban található gondokról, hatósági reakció nyomon követése



Kiterjesztett valóság



A csapat

Munkamegbeszélés (2013)

A csapat az első megbeszélésen (2010 szeptember)



Smart Santander @ EuroNews



<https://www.youtube.com/watch?v=E6mqiSc-8ls>