

# VESNA in kognitivni radio

Tomaž Šolc  
*tomaz.solc@tablix.org*

**Pipini odprti termini**  
30. oktober 2012

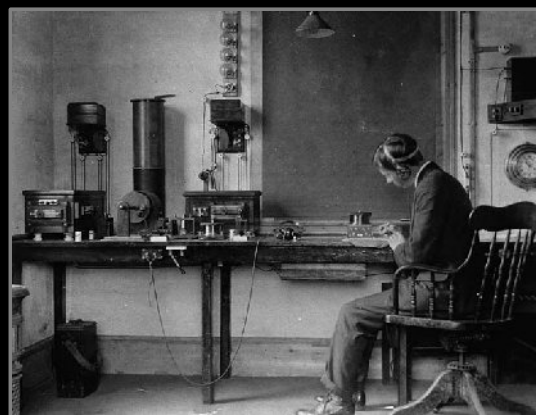
# Na začetku, sredi 19. stoletja

- Prostor zapolnjuje elektromagnetno polje
- Po njem se lahko širijo valovi



# na prelomu 20. stoletja

- Polje lahko umetno zanihamo in s tem prenašamo informacije



# Deljeni medij

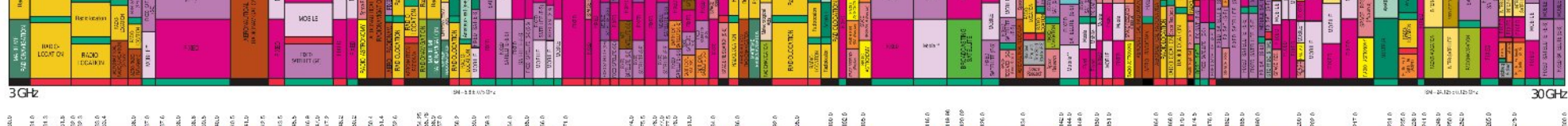
- Elektromagnetno polje je eno za vse
  - vsi sprejemniki “slišijo” vse oddajnike v dosegu
- Delitev po frekvencah
  - tehnično preprosto razdeliti signale po frekvenci
  - valovi različnih dolžin imajo različne lastnosti
- Z razvojem tehnologije uporaba vedno višjih frekvenc
  - elektromehanski oscilatorji, elektronke, tranzistorji, integrirana vezja, ...

# Regulatorji



- Agencija za pošto in elektronske komunikacije
- International Telecommunication Union
- Federal Communications Commission (ZDA)





# ISM področja

- Radijski valovi so uporabni tudi za kaj drugega
  - Mikrovalovne pečice, indukcijsko gretje, jedrska magnetna resonanca, ...
- “Industrial, scientific, medical”
- Določena frekvenčna področja zaradi motenj “neuporabna za komunikacijo”
  - brez omejitev kar se tiče vsebine oddaje
  - največkrat omejena moč, duty-cycle, frekvenčni obseg







# ISM področja

- Deregulacija povzroči hiter razvoj tehnologij za splošno uporabo
  - Wireless LAN, Bluetooth, ...
  - V EU “short-range device band”
- Robustnost pred motnjami
  - frequency hopping, OFDM, ...
- Različne naprave praviloma ne sodelujejo med seboj
  - pri teh pravilih igre na koncu vsi kričijo na ves glas

# Situacija danes

- Praktično ves spekter pod 60 GHz je že dodeljen različnim uporabnikom.
  - nad 60 GHz zaradi velikega slabljenja bolj ali manj neuporaben
- Vendar meritve kažejo, da je v praksi večinoma neizkoriščen
  - raziskave v ZDA pokazale povprečno ~5% zasedenost med 30 MHz in 2.9 GHz.
  - New York City ~13%.



## The Spectrum Plan for the London 2012 Games

- 4.91 Certain equipment may be exempted in the UK from the requirement to be licensed under the Wireless Telegraphy Act 2006 because its use is not likely to cause harmful interference. Experience from past Games has shown, however, that the unusual concentration of such equipment in particular venues can create the potential for localised harmful interference.
- 4.92 We are exploring with LOCOG how such use can best be controlled and/or coordinated to avoid any disruption to the smooth running of the London 2012 Games. Practical measures (e.g. preventing certain types of equipment from being brought into London 2012 Games venues or actively coordinating use between users) have proved successful at past Games.

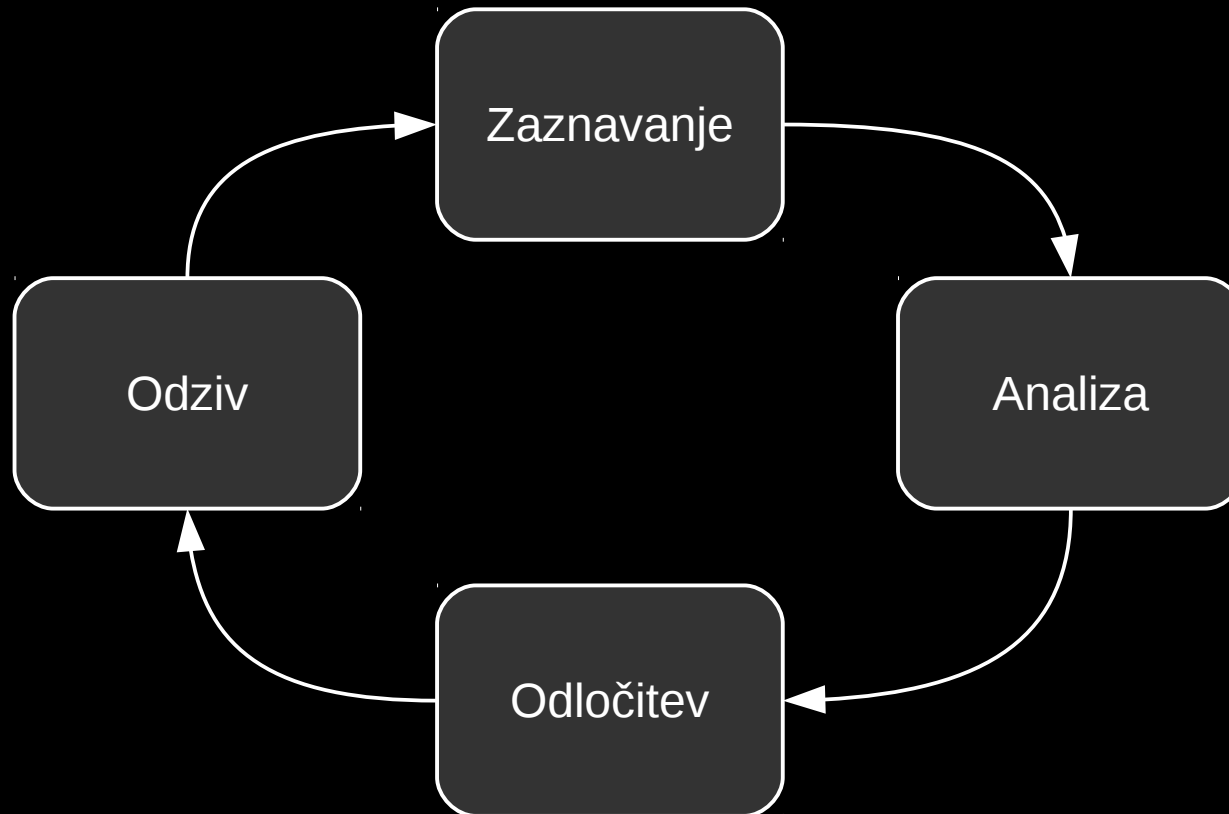
# Kognitivni radio

- Joseph Mitola III
  - “**avtonomna**, inteligentna naprava, ki ve vse o uporabniku in okolju, v katerem se nahaja.”

xkcd: Experiment, Randall Munroe, CC BY-NC 2.5



# Kognitivni radio





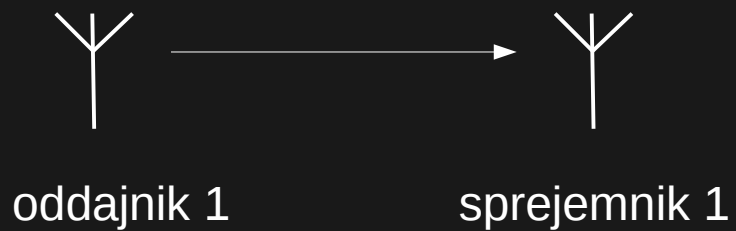
# Bolj realistično...

- **Zaznavanje** drugih uporabnikov in parametrov radijske povezave
  - “spectrum sensing”
- **Odločanje** na podlagi strojnega učenja, umetne inteligence
  - ne moti drugih
  - optimiziraj lastno povezavo
- Uporaba **digitalnega, programskega radia**
  - hitrer odziv z prilagajanjem frekvence, moči, modulacije

# Teoretično neizvedljivo?



# Teoretično neizvedljivo?



# Teoretično neizvedljivo?



# V praksi

- “dovolj dobro”, če smo sposobni zaznati dovolj šibek signal
  - moti nas **termični šum** sprejemnika
- Porazdeljeno zaznavanje
  - naprave si med seboj delijo informacije
  - *kavelj-22*: kako deliti informacijo, ki je potrebna da deluje radio, prek katerega deliš informacijo?
- Centralizirana baza, v kateri so registrirani vsi uporabniki spektra (?)



# Priložnost za uporabo

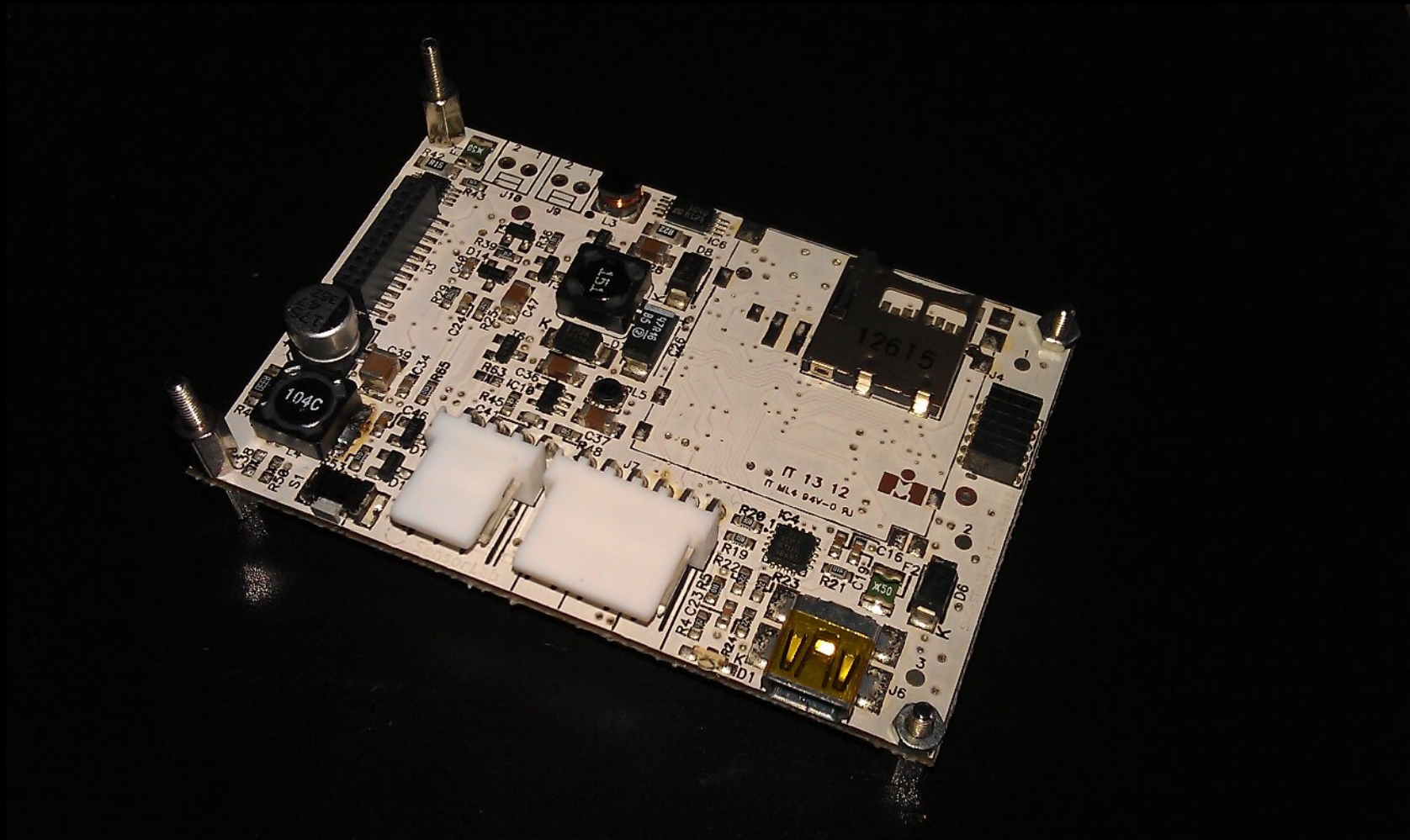
- Uporaba kognitivnega radia na ISM področjih
  - ZDA, Florida, XG technology
- “TV white-spaces”
  - Zaradi izklopa oddajnikov analogne televizije se je sprostilo veliko prostora na UHF področju
  - Problem brezžičnih mikrofонов

# TV white-spaces

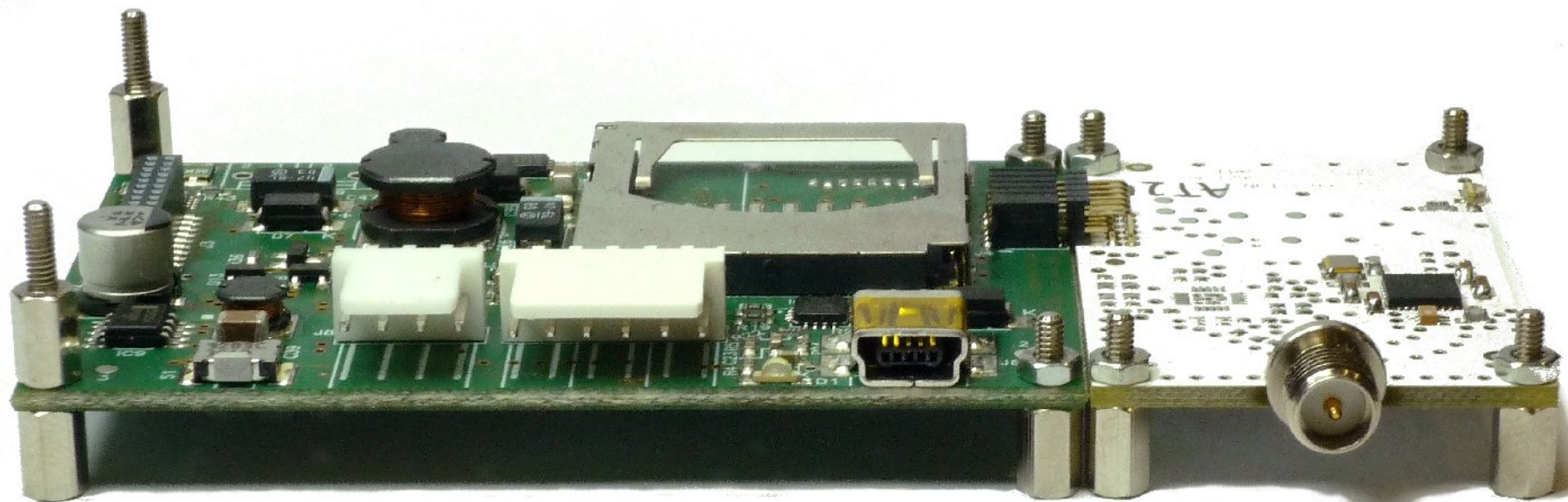
- Različni interesi
  - Microsoft, Google, itd. želijo deregulacijo
  - Mobilni operaterji želijo licencirano uporabo
- V ZDA je FCC omogočil uporabo nekaterim nelicenciranim, sekundarnim uporabnikom
  - Izbira med “spectrum sensing” ali centralizirano bazo
  - SpectrumBridge

# VESNA

- “VErsatile platform for Sensor Network Applications”



# VESNA

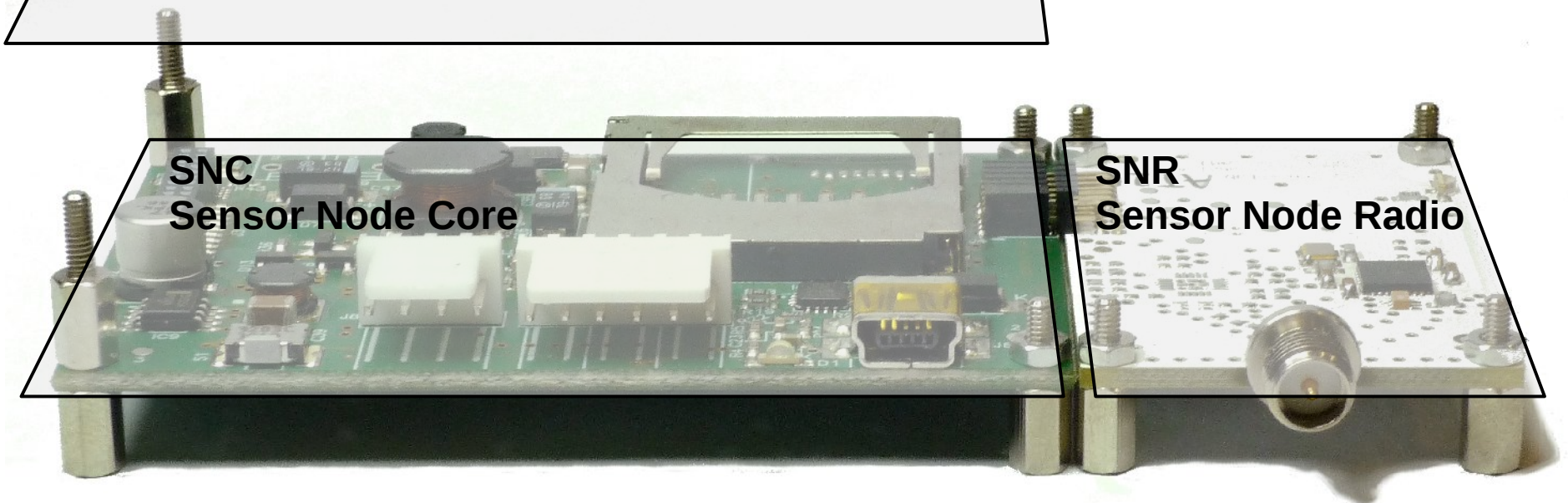


# VESNA

**SNE**  
**Sensor Node Expansion**

**SNC**  
**Sensor Node Core**

**SNR**  
**Sensor Node Radio**



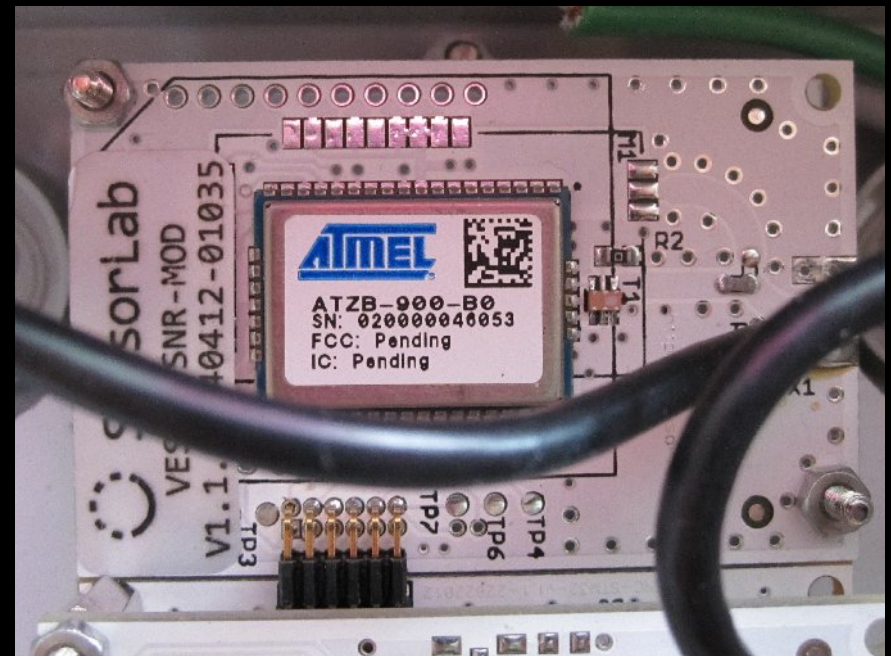


# Sensor Node Core

- STM ARMv7 Cortex-M3
  - 72 MHz clock, 1 MB Flash, 96 kB RAM
- 3 x 1 MS/s ADC, instrumentacijski ojačevalnik
- 128 kB hitrega MRAM (magneto-resistive)
- SD ali microSD kartica
- Večnamenski napajalnik
  - baterija, akumulator, sončna celica, različne oblike zunanjega napajanja
- USB 2.0, RS-232, I2C, SPI, UART, ...

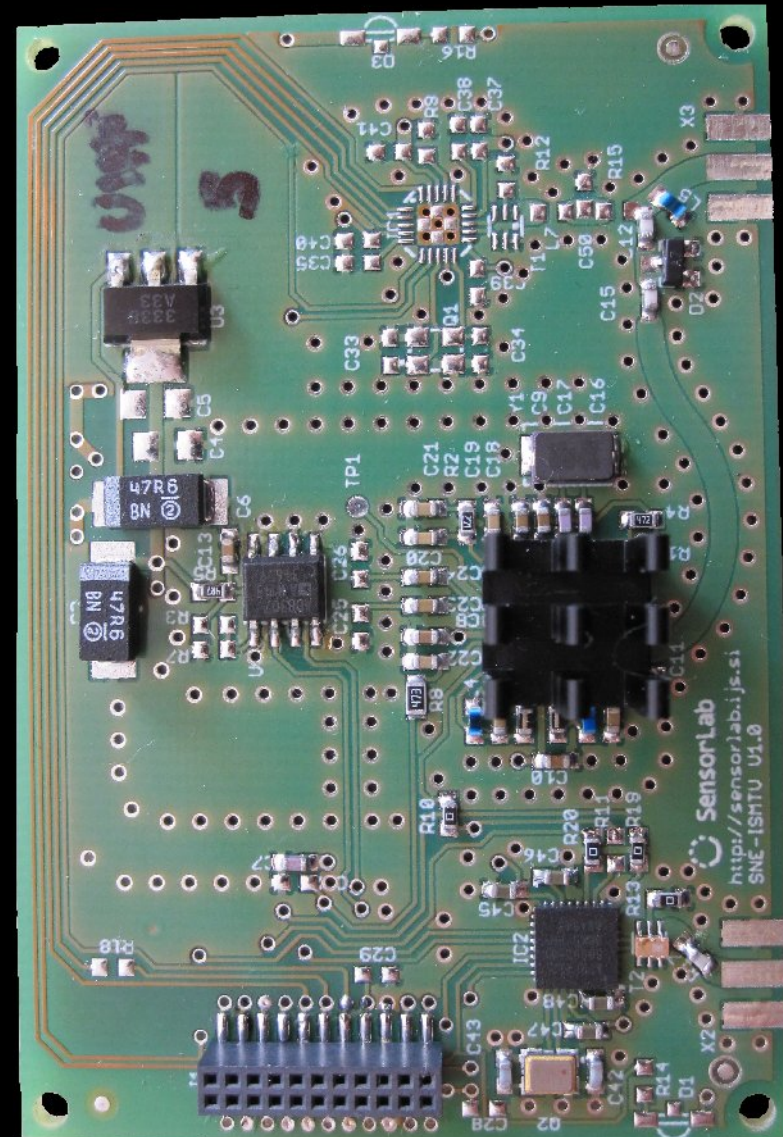
# Sensor Node Radio

- Povezovanje v zančno (mesh) omrežje
- Uporabljamo SRD, ISM področja
  - 868 MHz (2.4 GHz)
- ZigBee
  - Atmel BitCloud / ZigBit / SerialNet
- IEEE 802.15.4
  - 6lowPAN



# Sensor Node Expansion

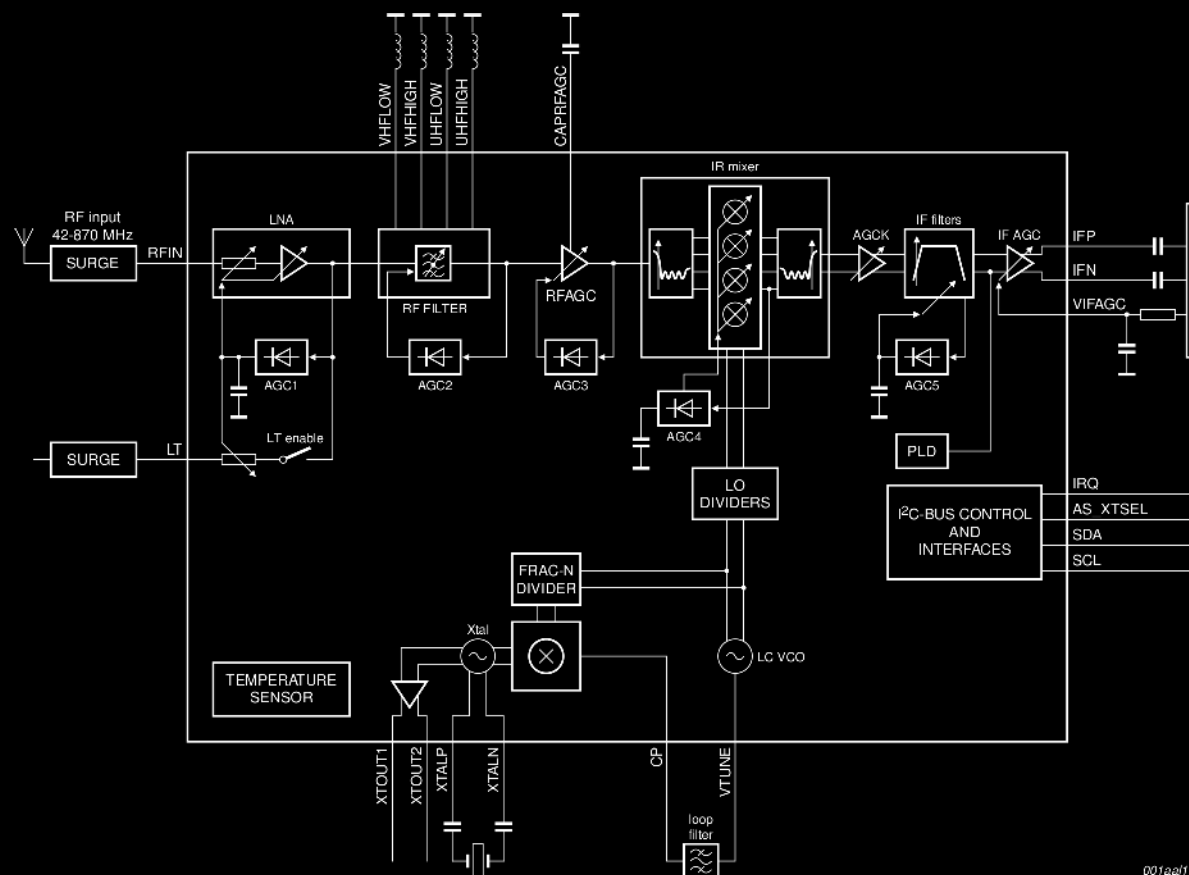
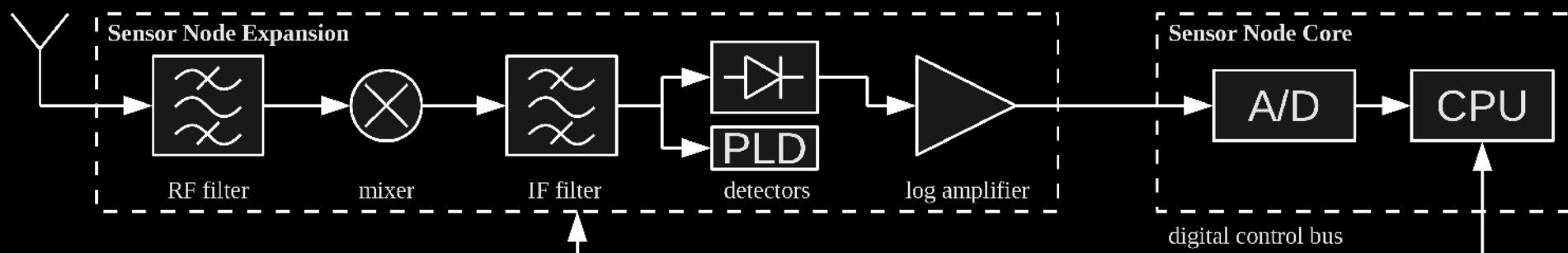
- Meritve
  - spectrum sensing
  - nadzor fotovoltaike
- Komunikacija
  - Ethernet
  - GSM/UMTS



# SNE-ISMTV

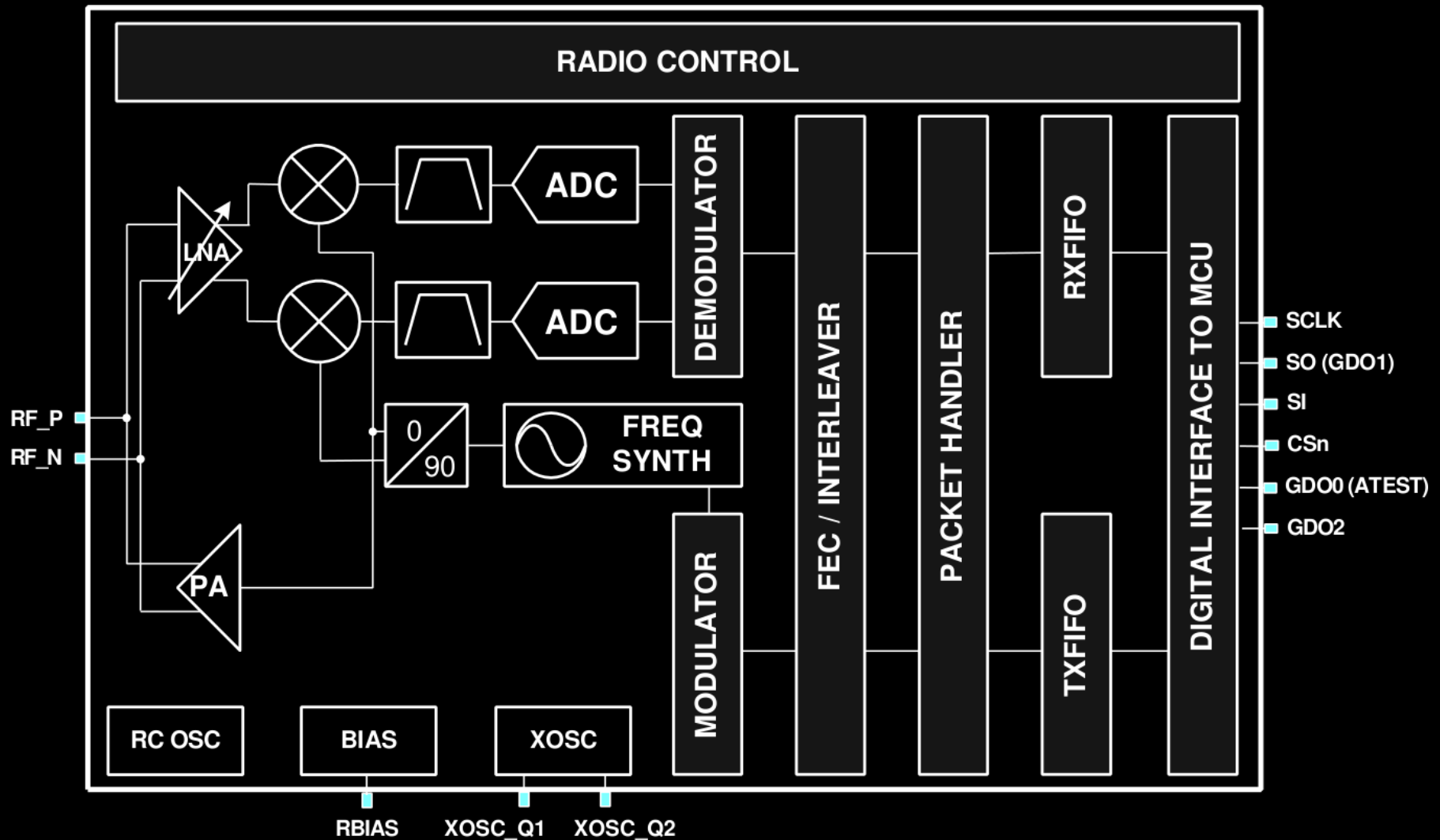
- Zbirka neodvisne eksperimentalne radijske opreme
- VHF/UHF “spectrum sensing” sprejemnik
  - 50 – 870 MHz
- prilagodljivi transceiver za ISM področja
  - 868 MHz, 2.4 GHz
- IEEE 802.15.4 kompatibilni radio za eksperimente z 6lowPAN

# SNE-ISMTV-UHF sprejemnik



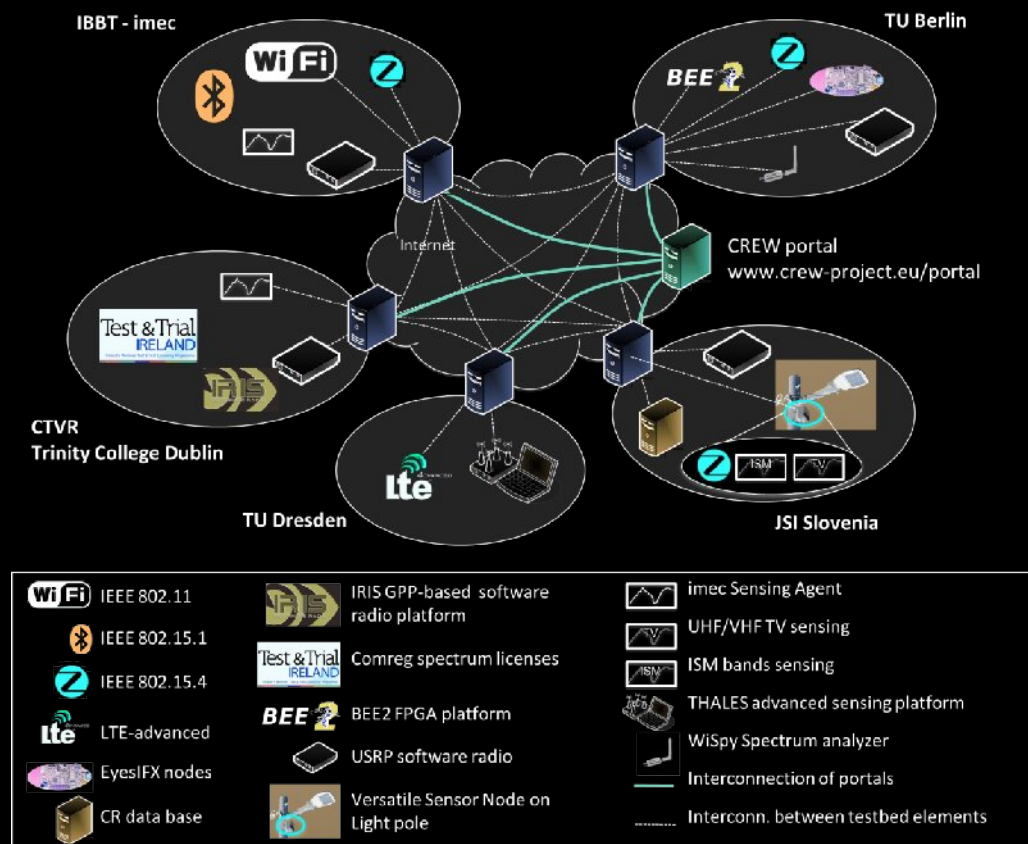


# Texas Instruments CCxxxx



# CREW

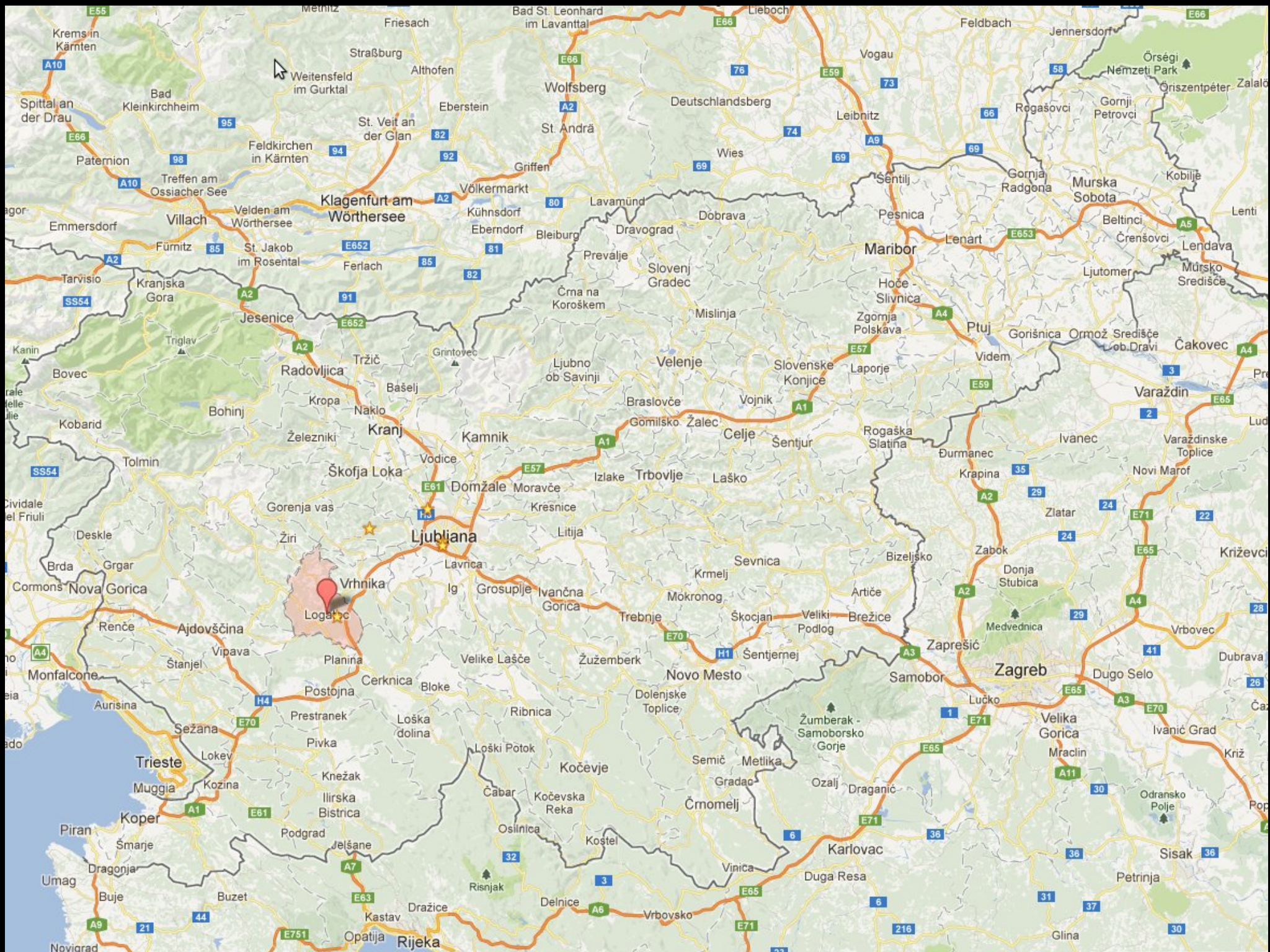
- “Cognitive Radio Experimentation World”
  - Evropski FP7 projekt izgradnje infrastrukture za eksperimente na področju kognitivnega radia



# Log-a-tec testbed

- Edino CREW testno okolje na prostem
- Dve gruči
  - industrijska cona
  - mestno središče
- 50x VESNA SNC+SNR+SNE-ISMTV
  - montaža na infrastrukturo  
Komunalnega Podjetja Logatec
  - obcestne svetilke, kanalizacijsko črpališče, ...



















C-009



















**Demonstracija  
(?)**

# Vprašanja?

*tomaz.solc@tablix.org*

*<http://sensorlab.ijs.si>*

*<http://github.com/sensorlab>*

*<http://www.tablix.org/~avian/blog>*

*<http://github.com/avian2>*