

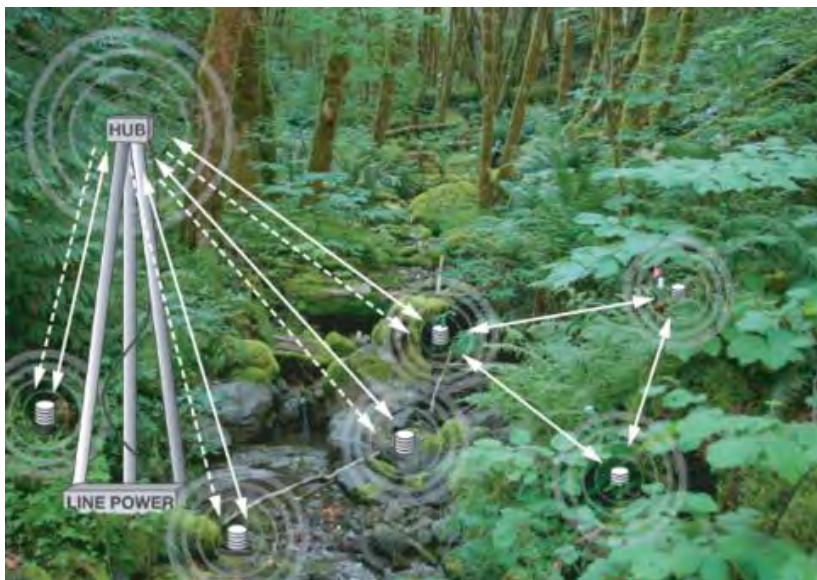
---

# Bezdrátová senzorová síť pro monitoring meteorologických prvků v Olomouci

Vendula Hejlová  
Katedra geoinformatiky  
UP Olomouc

# Motivace

- geoinformatická
- tematická



# Bezdrátová senzorová síť

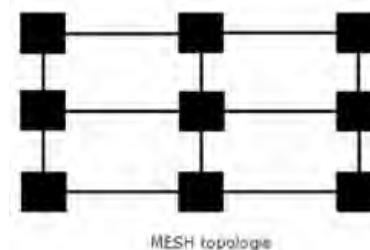
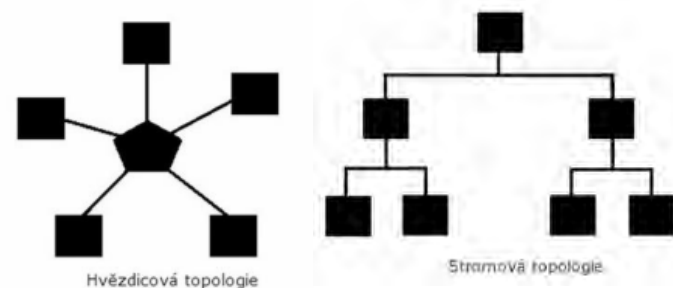
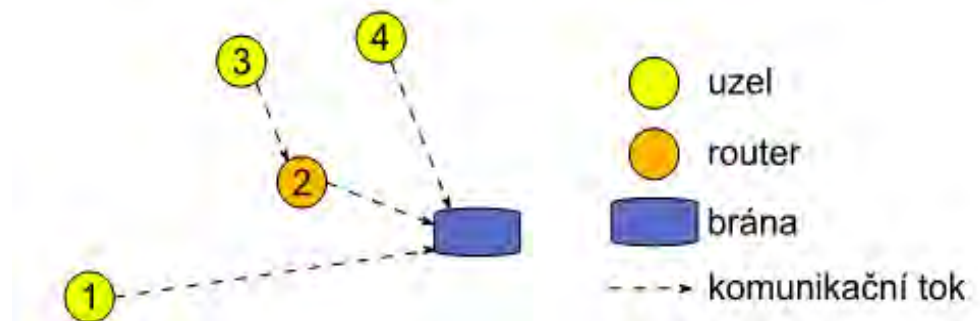
## Wireless Sensor Network (WSN)

- nová technologie sběru dat
- skládá se z:
  - malých přístrojů, které jsou vybaveny vysílačem a přijímačem (uzly), a senzorů,
  - sběrného bodu (brány),
  - serverové komponenty (úložiště, aplikace..)



# Bezdrátová senzorová síť

- přenos dat v bezdrátové senzorové síti je uskutečňován na podkladě rádiového vlnění, ovlivněn mnoha faktory
- schéma přenosu dat je vyjádřeno topologií a architekturou bezdrátové senzorové sítě – hvězdicová, stromová a mesh nejvyžívanější



# Libelium Smart World

## Air Pollution

Control of CO<sub>2</sub> emissions of factories, pollution emitted by cars and toxic gases generated in farms.

## Forest Fire Detection

Monitoring of combustion gases and preemptive fire conditions to define alert zones.

## Wine Quality Enhancing

Monitoring soil moisture and trunk diameter in vineyards to control the amount of sugar in grapes and grapevine health.

## Offspring Care

Control of growing conditions of the offspring in animal farms to ensure its survival and health.

## Sportsmen Care

Vital signs monitoring in high performance centers and fields.

## Structural Health

Monitoring of vibrations and material conditions in buildings, bridges and historical monuments.

## Quality of Shipment Conditions

Monitoring of vibrations, strokes, container openings or cold chain maintenance for insurance purposes.

## Smartphones Detection

Detect iPhone and Android devices and in general, any device which works with WiFi or Bluetooth interfaces.

## Perimeter Access Control

Access control to restricted areas and detection of people in non-authorized areas.

## Radiation Levels

Distributed measurement of radiation levels in nuclear power stations surroundings to generate leakage alerts.

## Electromagnetic Levels

Measurement of the energy radiated by cell stations and WiFi routers.

## Traffic Congestion

Monitoring of vehicles and pedestrian affluence to optimize driving and walking routes.

## Smart Roads

Warning messages and diversions according to climate conditions and unexpected events like accidents or traffic jams.

## Smart Lighting

Intelligent and weather adaptive lighting in street lights.

## Intelligent Shopping

Getting advices in the point of sale according to customer habits, preferences, presence of allergic components for them or expiring dates.

## Noise Urban Maps

Sound monitoring in bar areas and central zones in real time.

## Water Leakages

Detection of liquid presence outside tanks and pressure variations along pipes.

## Vehicle Auto-diagnosis

Information collection from CarBus to send real time alarms to emergencies or provide advice to drivers.

## Item Location

Search of individual items in big surfaces like warehouses or harbours.

## Waste Management

Detection of rubbish levels in containers to optimize the trash collection routes.

## Smart Parking

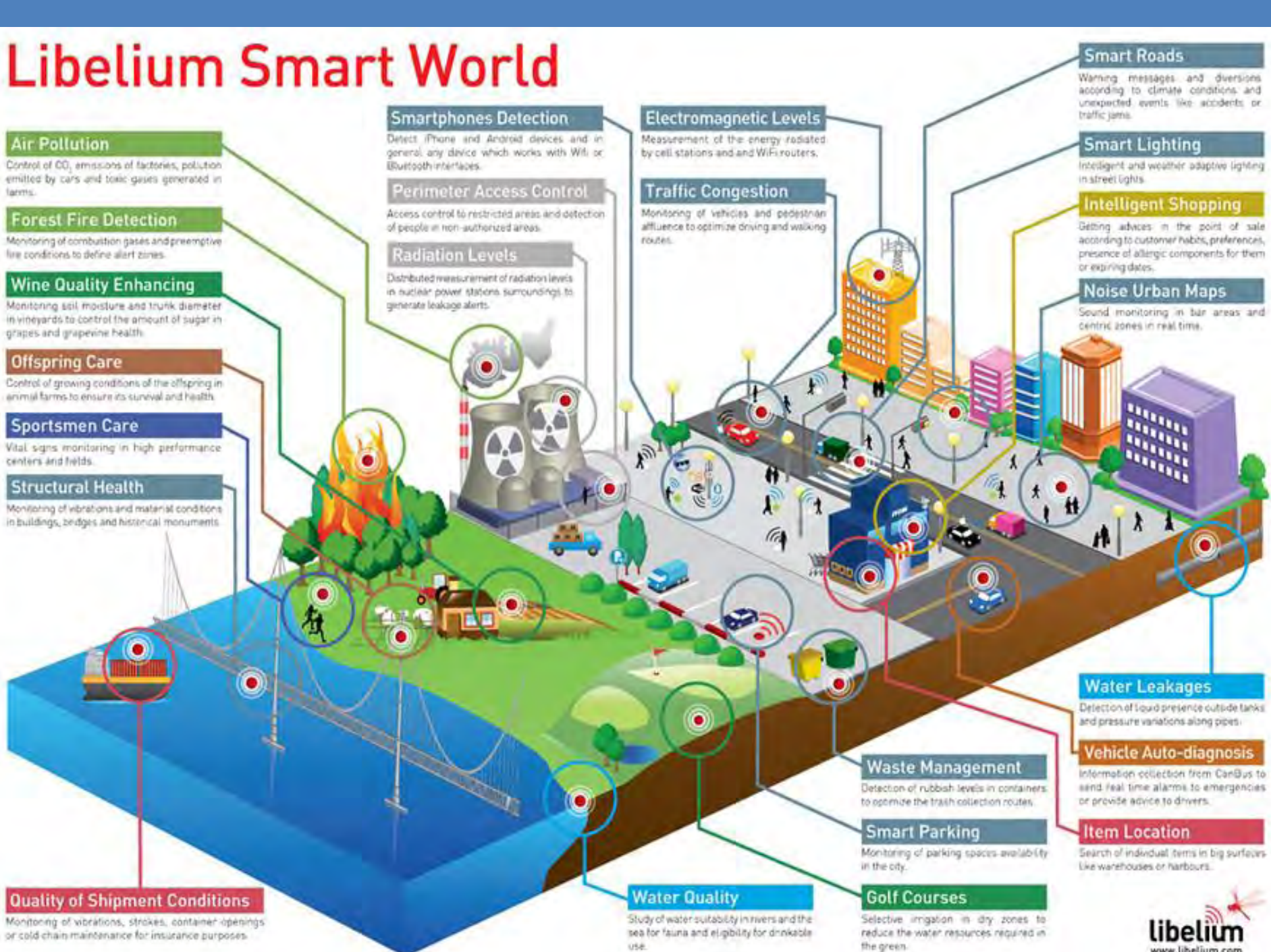
Monitoring of parking spaces availability in the city.

## Golf Courses

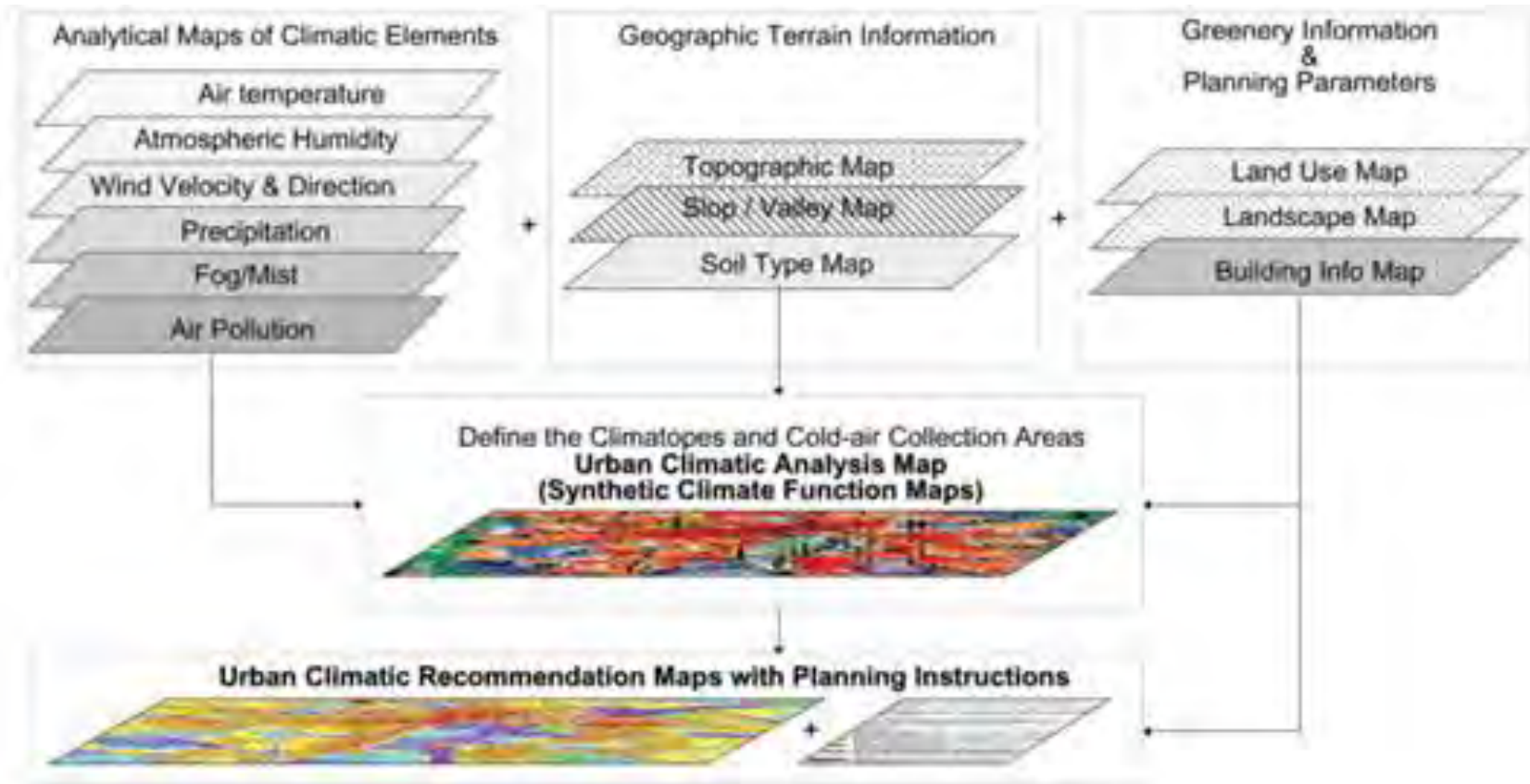
Selective irrigation in dry zones to reduce the water resources required in the green.

## Water Quality

Study of water suitability in rivers and the sea for fauna and eligibility for drinkable use.

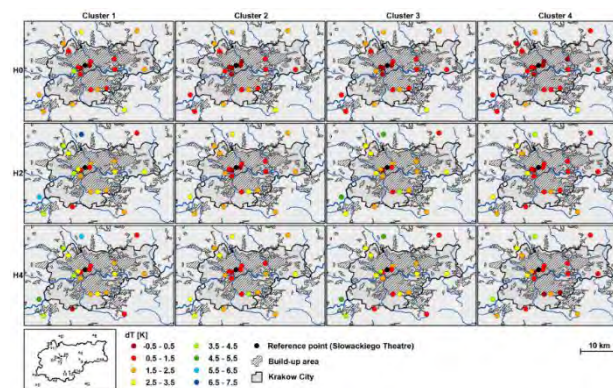
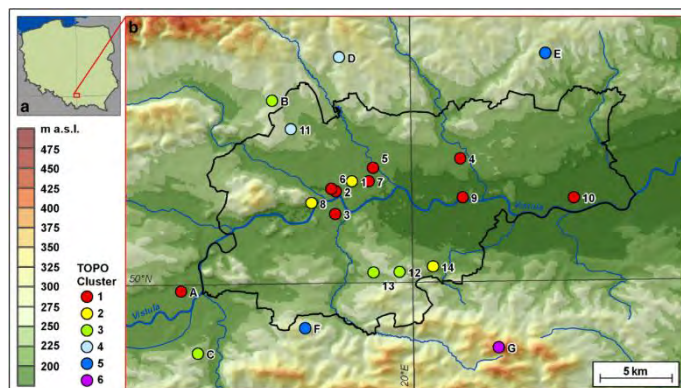


# Klima města



# Sledování městského tepelného ostrova

- Krakow (Anita Bokwa, 2015)
  - konkávní forma reliéfu města
  - bylo počítáno reliéfem modifikované UHI
  - 2009-2013 bylo měřeno na 21 místech v urbánní i rurální oblasti, 5 minutový interval



# Sledování městského tepelného ostrova v ČR

---

- sledován v rámci evropského projektu UHI (UHI, 2015)
- studium UHI v Praze bylo provedeno ve studiích Lorencové et al. (staniční měření) (2014).
- kromě hlavního města bylo UHI sledováno i v dalších českých městech - Brně (družicové snímky), Olomouci (družicové snímky i staniční měření) (Dobrovolný, 2013) nebo Vsetíně (teploměrné jízdy, staniční měření) (Navrátil, 2010),

# Sledování „Urban CO<sub>2</sub> Dome“

- spočívá ve sledování toků CO<sub>2</sub> v městské zástavbě
- prvně provedeno ve Phoenixu (Idso, 2001), následovaly další studie v tomto městě
- měřeno 2x denně pomocí plynových analyzátorů umístěných na střeše auta ve výšce 2 metry nad zemským povrchem
- v centru města se vyskytují hodnoty CO<sub>2</sub> až o 75 % vyšší než v příměstských oblastech
- v následujících studiích využíváno staničního měření

# Olomoucká bezdrátová senzorová síť



# Olomoucká bezdrátová senzorová síť

---

- v prvním kroku byl stanoven její účel
  - meteorologický monitoring ve městě s vysokou hustotou osazení uzlů v terénu
- dále byly definovány základní technické parametry uzlů
- v neposlední řadě byly definovány regiony zájmu
  - osazení dvou regionů (klastřů) – ve středu a na okraji města
  - první klastr v centru města funkční od dubna 2015, druhý klastr v provozu od května 2016

# Uzly

- výrobce: Libelium
- uzly
  - Wasmote Plug&Sense, modely:
    - Smart Environment,
    - Smart Agriculture,
    - Smart Agriculture PRO,
- brána Meshlium



# Senzory

- teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, solární radiace, směr, rychlost větru, srážky, polutanty (VOC, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>)

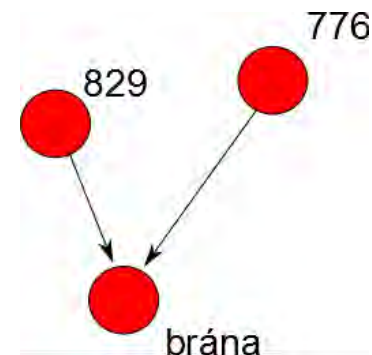
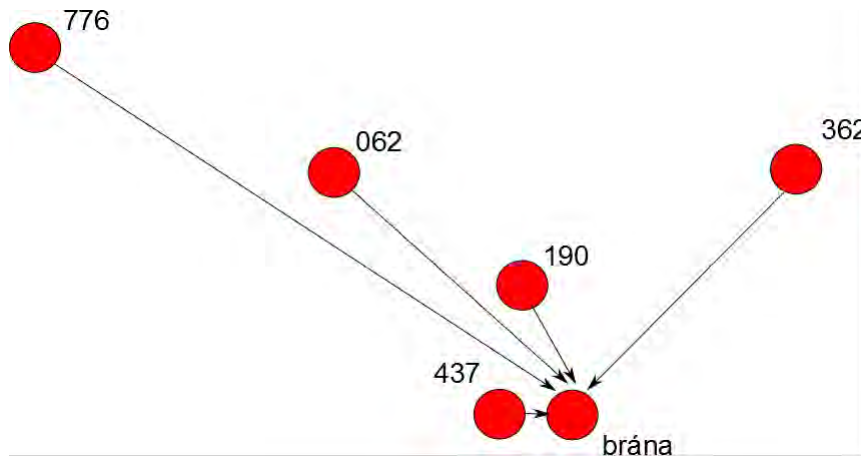


# Umístění klastrů

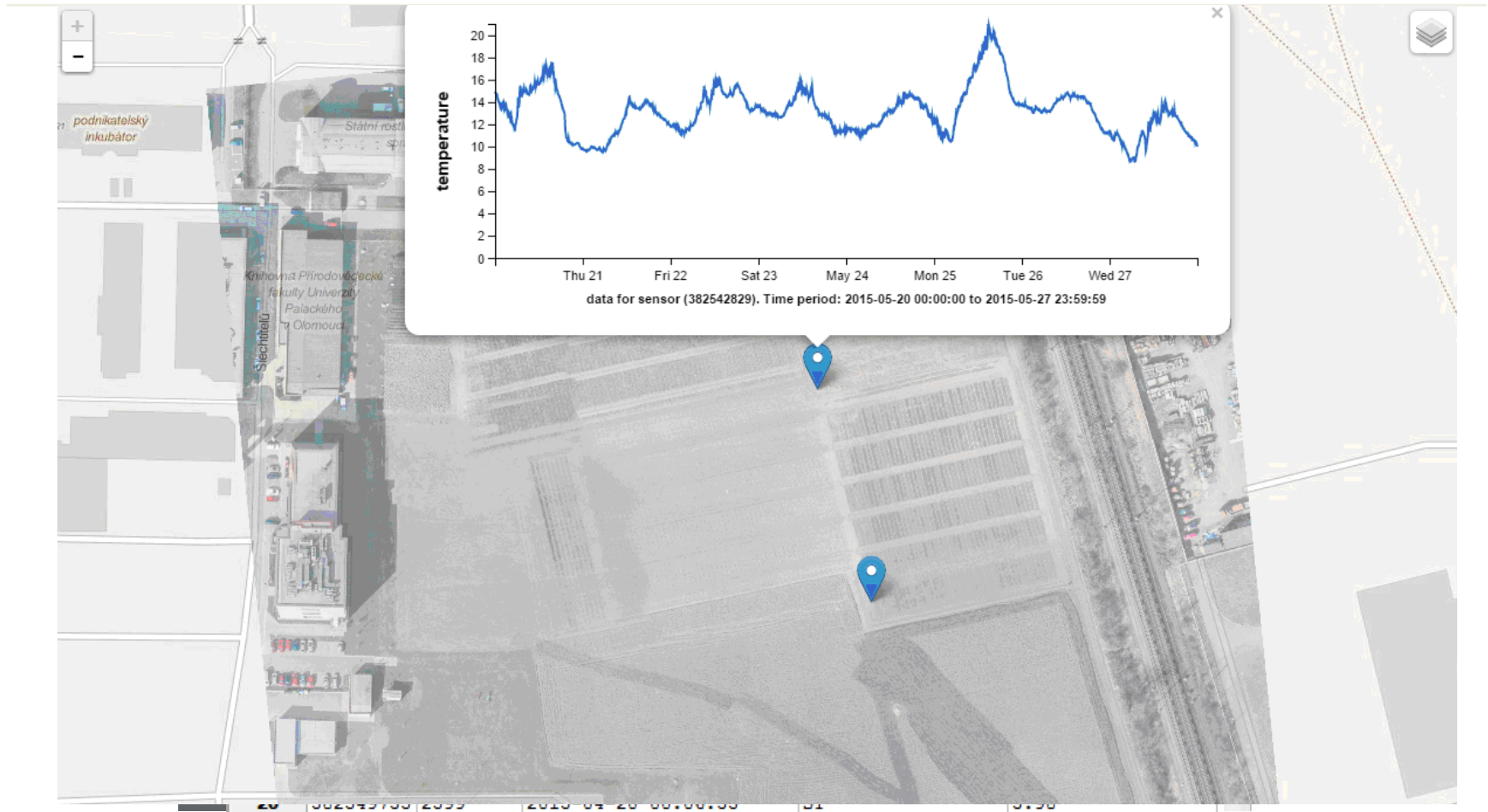


# Konfigurace uzlů v klastrech

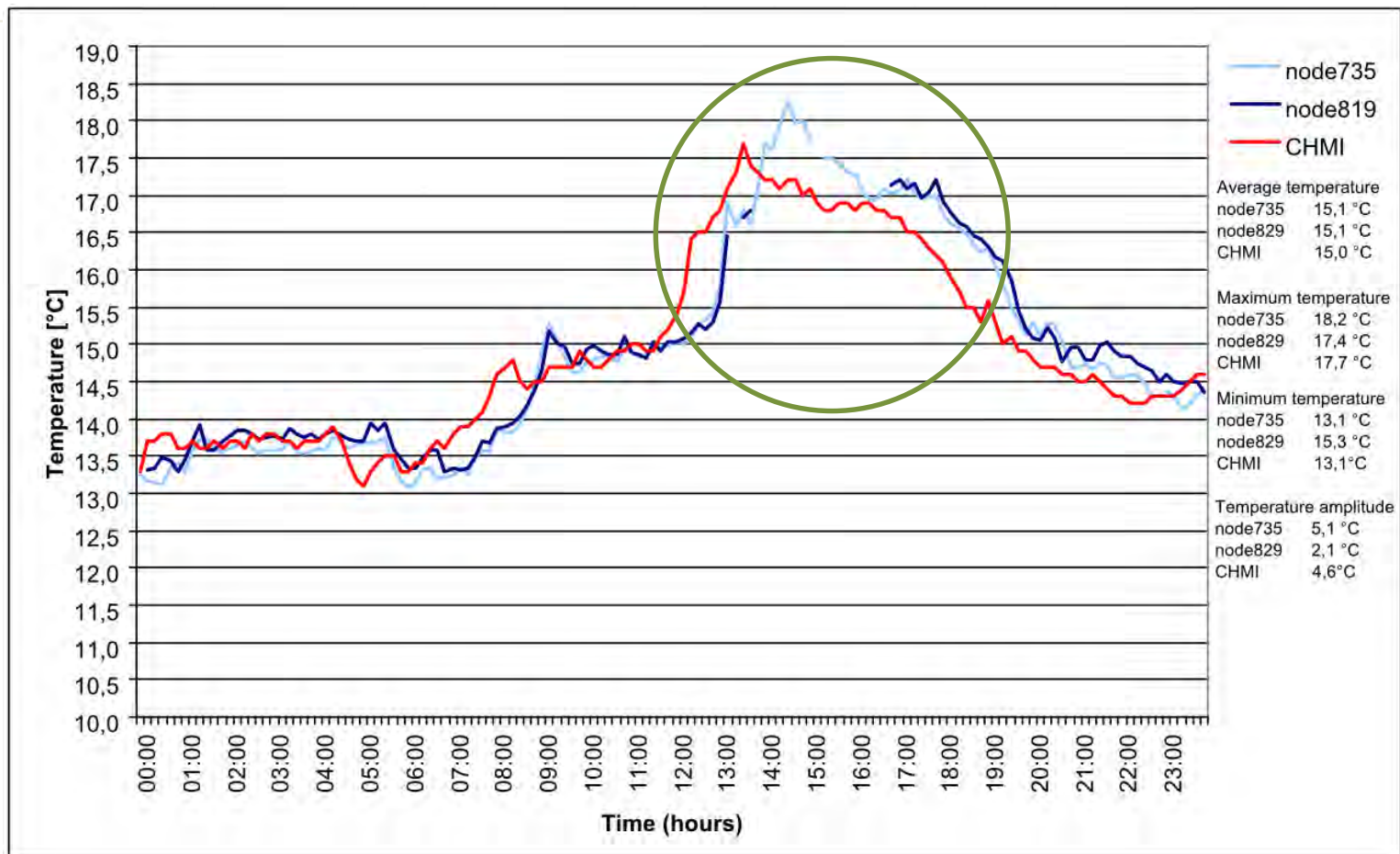
- každý uzel má svoje ID a MAC adresu
- komunikační protokol 802.15.4
- komunikace v hvězdicové topologii



# Vizualizace dat



# Denní rozdíl v měření jednotlivých teplotních senzorů dne 11. 9. 2015 v Holici

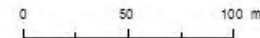


# Úspěšnost přenosu dat



- hranice regionu zájmu
- komunikací cesta
- brána

Úspěšnost přenosu dat z uzlů  
bezdrátové senzorové sítě [%]

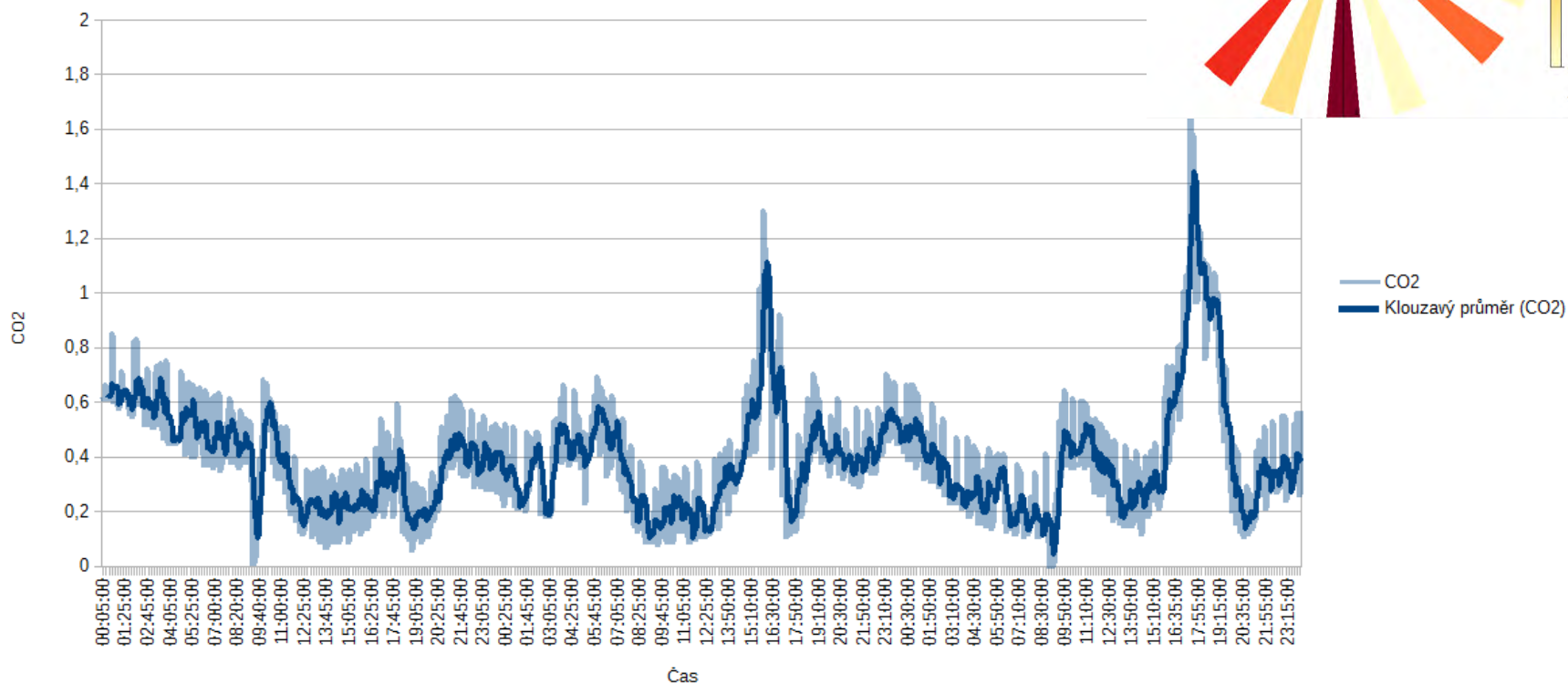
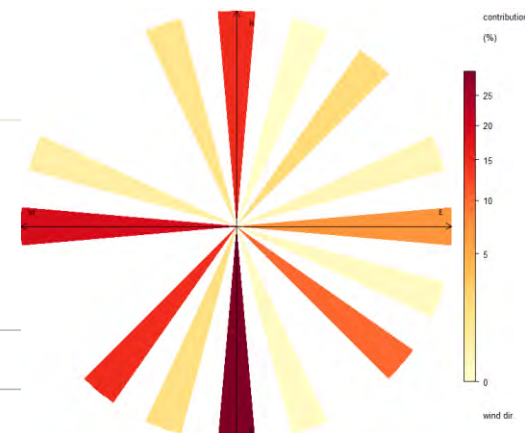


- ze všech míst, kde byly uzly umístěny po jejich prvních 31 dnů provozu
- leden – duben 2016

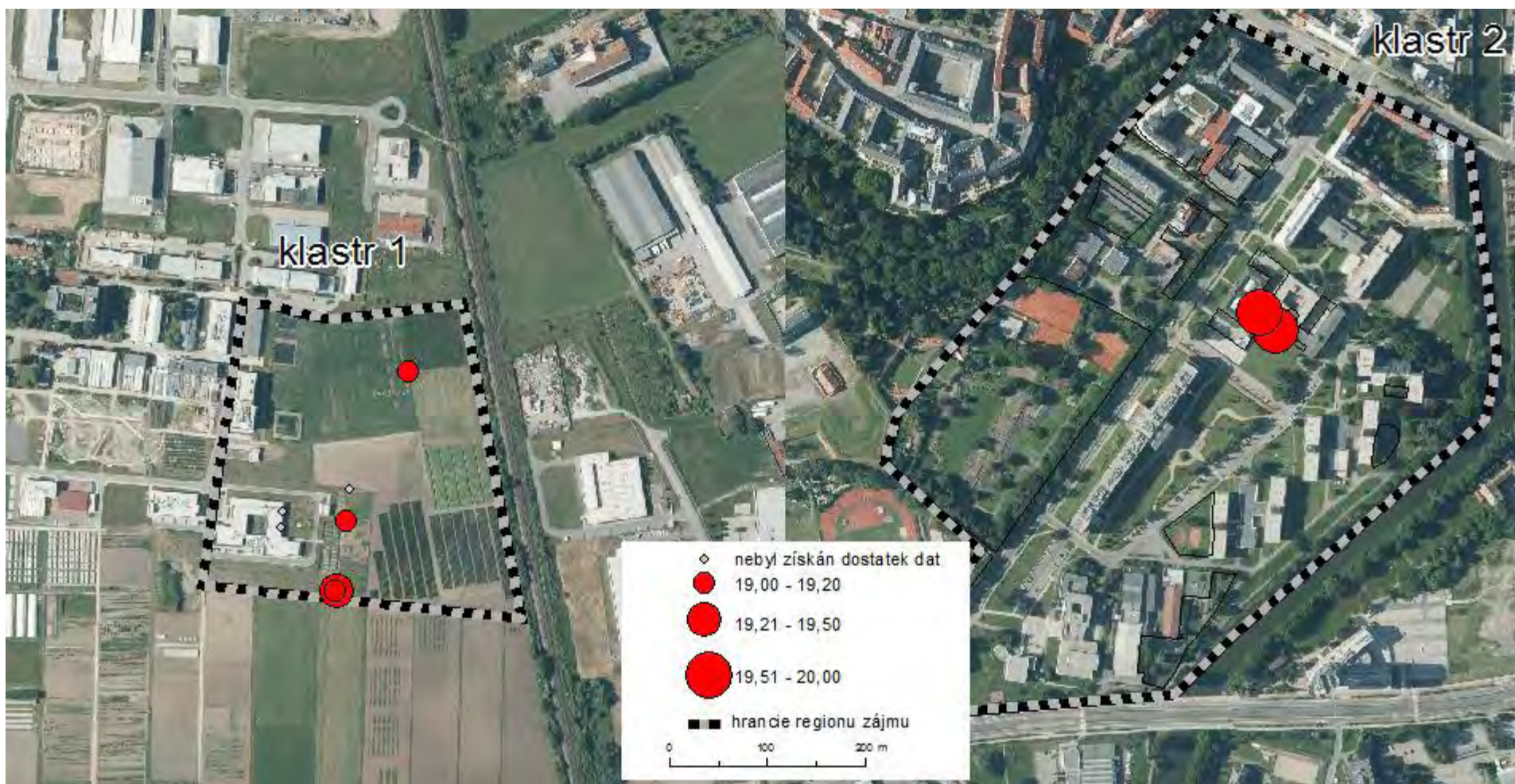
# Znečišťovatelé ovzduší

Vývoj CO2 od pátku (1.7.2016) do neděle (3.7.2016)

v Holici



# Průměrné teploty v klastrech v červenci 2016



# Závěr

---

- bezdrátová senzorová síť vhodným doplněním staničních měření, nemůže jej však plnohodnotně nahradit
- výhodou je více dat z regionu zájmu – více opěrných bodů vstupujících do predikcí – přesnější výstupy – lze snáze odhalit místa, která vybočují z trendu
- vhodné doplnění pro UHI nebo „Urban CO<sub>2</sub> Dome“ – více informace pro následné plánování ve městě

---

Děkuji za pozornost



# Reference

- BOKWA, A. a kol. (2015). Influence of diversified relief on the urban heat island in the city of Kraków, Poland. *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 7.
- DOBROVOLNÝ, P. (2013). The surface urban heat island in the city of Brno (Czech Republic) derived from land surface temperatures and selected reasons for its spatial variability. *Theoretical and Applied Climatology*. vol. 112, p. 89-98. ISSN 0177-798X
- IDSO, C., D., et al. (2001). An intensive two-week study of an urban CO2 dome in Phoenix, Arizona, USA. *Atmospheric Environment*. vol. **35**, s. 995-1000.
- LORENCOVÁ, E. et al., 2015. Exploring adaptation pathways: Case of Prague urban heatisland[online]. Dostupné z: [http://baseadaptation.eu/sites/default/files/UHI\\_adaptation%20pathways\\_CzechGlobe%20%281%29.pdf](http://baseadaptation.eu/sites/default/files/UHI_adaptation%20pathways_CzechGlobe%20%281%29.pdf)
- Městské klima (2012). Městské klima: městské a příměstské klima Olomouce a okolí [online]. Dostupné z: <http://mestskeklima.upol.cz/index.html>.
- NAVRÁTIL, B. (2010). Teplotní ostrov ve Vsetíně [online]. Dostupné z: <http://www.hvezdarna.vsetin.cz/view.php?cisloclanku=2010120006>.
- NICHOL, J., E., HANG, T., P. (2012). Temporal characteristics of thermal satellite images for urban heat stress and heat island mapping. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. vol. 74, s. 153-162.
- SKALÁK, P., ŽÁK, N., ZAHRADNÍČEK, P., HELMAN, K., (2015). Příspěvek projektu UHI k poznání klimatu Prahy. *Meteorologické Zprávy*, roč. **68**, č. 1, s. 18–23, ISSN 0026-1173.
- UHI (2015). Zaměření projektu [online]. Praha. Dostupné z: [http://eu-uhi.eu/cz/zamereniprojektu/adaptation.eu/sites/default/files/UHI\\_adaptation%20pathways\\_CzechGlobe%20%281%29.pdf](http://eu-uhi.eu/cz/zamereniprojektu/adaptation.eu/sites/default/files/UHI_adaptation%20pathways_CzechGlobe%20%281%29.pdf).