

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

# Analýza a vizualizace srážkových dat z mikrovlnných telekomunikačních spojů pomocí GIS

Bakalářská práce

Matěj Krejčí

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
Katedra geomatiky

25. 6. 2014

## Motivace

### Úvod

### MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

### Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

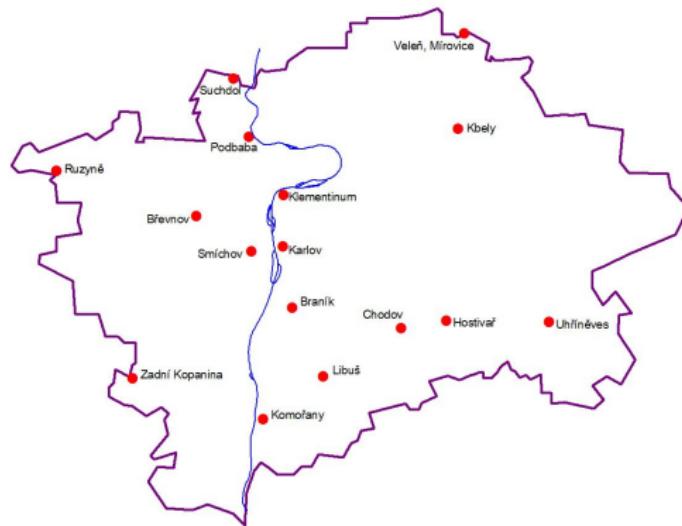
### Testování datových výstupů

Interpolace

Časoprostorové analýzy

### Závěr

### Otázky oponenta



## Motivace

Úvod

## MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

## Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

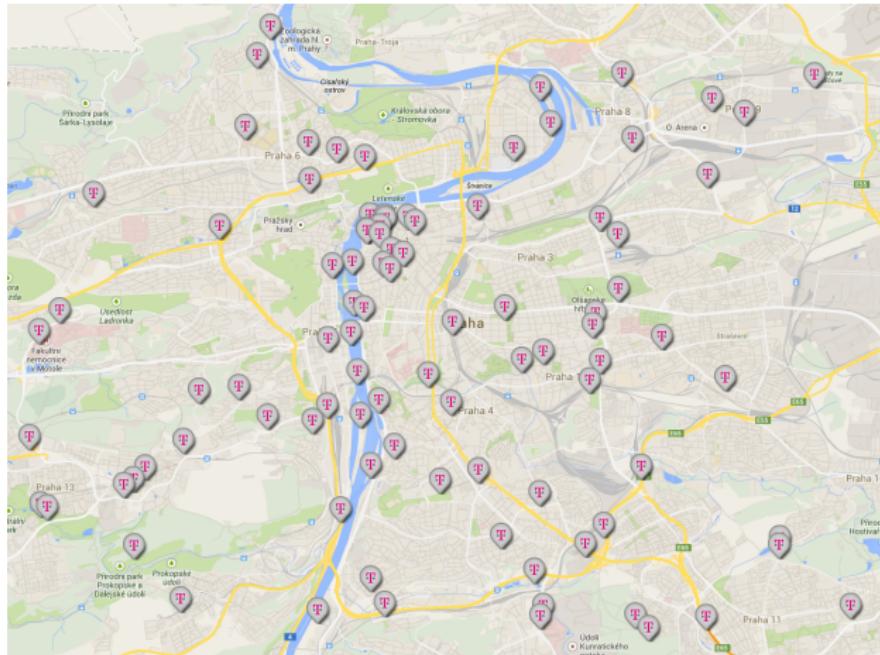
## Testování datových výstupů

Interpolace

Časoprostorové analýzy

## Závěr

## Otázky oponenta



Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Oficiální zadání

- návrh vlastních GIS nástrojů pro správu mikrovlnných MV spojů
- definování vhodných časoprostorových analýz
- vizualizace dat

## Hlavní cíle

- vývoj GRASS GIS modulu pro správu dat(MV) spojů v rámci projektu TeleMAS<sup>1</sup>
- příprava plošných srážek pro časoprostorové analýzy

---

<sup>1</sup>GA ČR 14-22978S „Predikce srážkového odtoku v urbanizovaných povodích na základě deštěm generovaného útlumu signálu mikrovlnných spojů telekomunikační sítě“

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

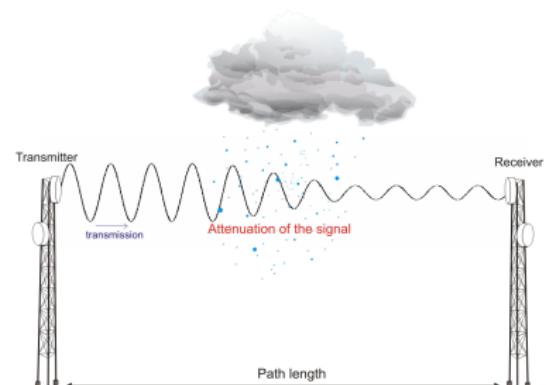
Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

- elektromagnetické vlny
- útlum intenzity signálu



Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem *baseline*

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otzázkы  
oponenta

## Útlum signálu jinými vlivy

- atmosférické jevy
- vlastnosti antény

## Určení

- automatizované algoritmy
- statistika
- kalibrace na referenci

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Mobilní operátor T-Mobile

- Praha
- 19 spojů
- sběr dat po cca 15 s
- délka spojů 500-3000 m
- 3 referenční srážkoměry



Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otzázkы  
опонента

## Open Source nástroje

- GRASS GIS
- Python
- Databáze PostgreSQL
- Extenze PostGIS



30 let GRASSu

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Hlavní funkce:

- ① připojení k databázi
- ② výpočet baseline
- ③ vytvoření časových oken
- ④ načtení srážkoměrů
- ⑤ interpolace

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

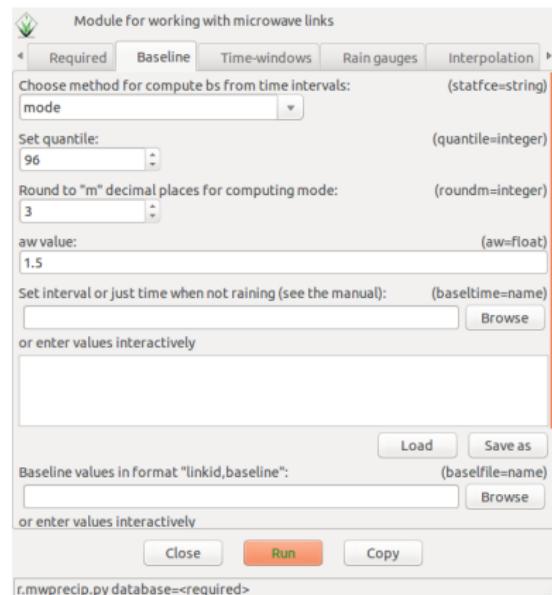
Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Baseline

- statistické funkce
- suché období
- CSV načítání hodnot



Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

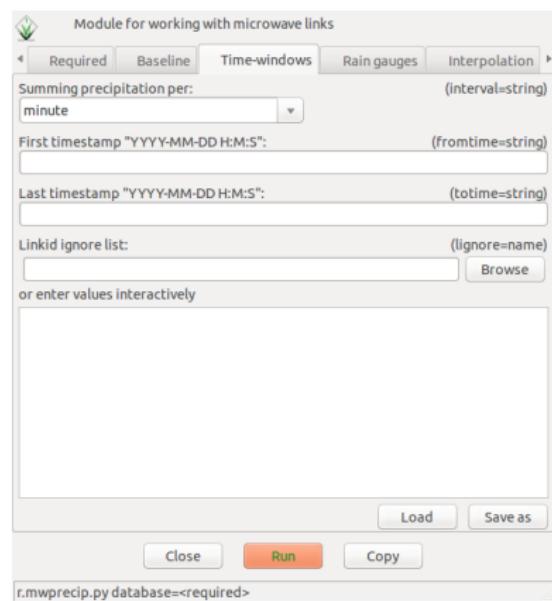
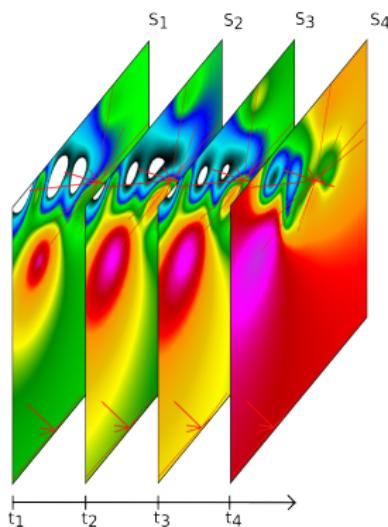
Testování datových výstupů

Interpolace

Časoprostorové analýzy

Závěr

Otázky oponenta



Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

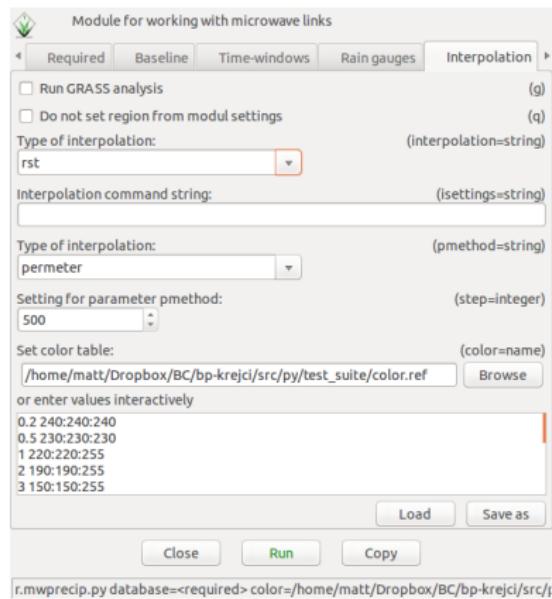
Testování datových výstupů

Interpolace

Časoprostorové analýzy

Závěr

Otázky oponenta



- ① interpolace bodů podél spojů
- ② Bilinear/Bicubic Spline, RST, IDW
- ③ volba tabulky barev RGB

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

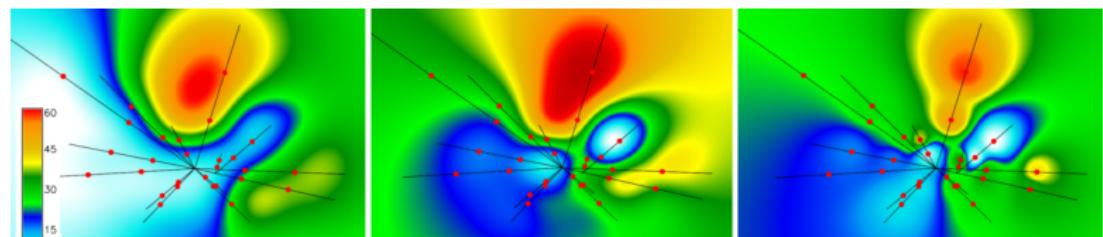
Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otzázkы  
опонента



Interpolace srážek MV spojů. 1. Bicubic Spline; 2. RST; 3. IDW. Intenzity srážek v  $[mm \cdot h^{-1}]$

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Temporal GRASS (TGRASS)

- nový časoprostorový balíček modulů v GRASS GIS 7
- otestování datových výstupů vlastních modulů
- demonstrace využití TGRASS s daty MV spojů

[Motivace](#)[Úvod](#)[MV spoje](#)[Mikrovlnné spoje](#)[Pojem baseline](#)[Data](#)[Modul GRASS](#)[Využité technologie](#)[Funkce](#)[Uživatelské rozhraní](#)[Testování datových výstupů](#)[Interpolace](#)[Časoprostorové analýzy](#)[Závěr](#)[Otázky oponenta](#)

## Výsledky práce

### ① vývoj vlastních GRASS modulů:

- příprava hrubých dat MV spojů pro prostředí GRASS

### ② otestování vhodnosti datových výstupů pro plošné interpolace

### ③ otestování výstupu dat v časoprostorovém frameworku GRASS

## Využití

- časoprostorové analýzy srážek MV spojů
- standardní analýzy a vizualizace v GRASS GIS

Děkuji za pozornost

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

- ① V literární rešerši zmiňujete jako zdroj srážkových meteorologické radary s rozsahem 250 km a uvedeným prostorovým rozlišením. Můžete uvést, o jaký typ radaru se jedná a zda se v současnosti používají (především v městských aglomeracích) i jiné typy radarů s vyšším časovým a prostorovým rozlišením.
- ② Základní analýzou pro posouzení časoprostorové variability srážek jsou časové korelace signálu mezi jednotlivými srážkovými senzory s různou mezilehlou vzdáleností. Z práce nevyplývá, zda jste se touto funkcionálitou zabýval, či nikoliv.
- ③ Ve spojitosti s využitím MV spojů hovoříte především o hustě osídlených oblastech rozvinutých zemí s vysokou hustotou MV spojů. Napadá Vás, v jakých lokalitách mají také vysoký potenciál, i když je jejich hustota velmi nízká? Proč?

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování

datových

výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky

oponenta

- ① V literární rešerši zmiňujete jako zdroj srážkových meteorologické radary s rozsahem 250 km a uvedeným prostorovým rozlišením. Můžete uvést, o jaký typ radaru se jedná a zda se v současnosti používají (především v městských aglomeracích) i jiné typy radarů s vyšším časovým a prostorovým rozlišením.
- ② Základní analýzou pro posouzení časoprostorové variability srážek jsou časové korelace signálu mezi jednotlivými srážkovými senzory s různou mezilehlou vzdáleností. Z práce nevyplývá, zda jste se touto funkcionálitou zabýval, či nikoliv.
- ③ Ve spojitosti s využitím MV spojů hovoříte především o hustě osídlených oblastech rozvinutých zemí s vysokou hustotou MV spojů. Napadá Vás, v jakých lokalitách mají také vysoký potenciál, i když je jejich hustota velmi nízká? Proč?

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování

datových

výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky

oponenta

- ① V literární rešerši zmiňujete jako zdroj srážkových meteorologické radary s rozsahem 250 km a uvedeným prostorovým rozlišením. Můžete uvést, o jaký typ radaru se jedná a zda se v současnosti používají (především v městských aglomeracích) i jiné typy radarů s vyšším časovým a prostorovým rozlišením.
- ② Základní analýzou pro posouzení časoprostorové variability srážek jsou časové korelace signálu mezi jednotlivými srážkovými senzory s různou mezilehlou vzdáleností. Z práce nevyplývá, zda jste se touto funkcionálitou zabýval, či nikoliv.
- ③ Ve spojitosti s využitím MV spojů hovoříte především o hustě osídlených oblastech rozvinutých zemí s vysokou hustotou MV spojů. Napadá Vás, v jakých lokalitách mají také vysoký potenciál, i když je jejich hustota velmi nízká? Proč?

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

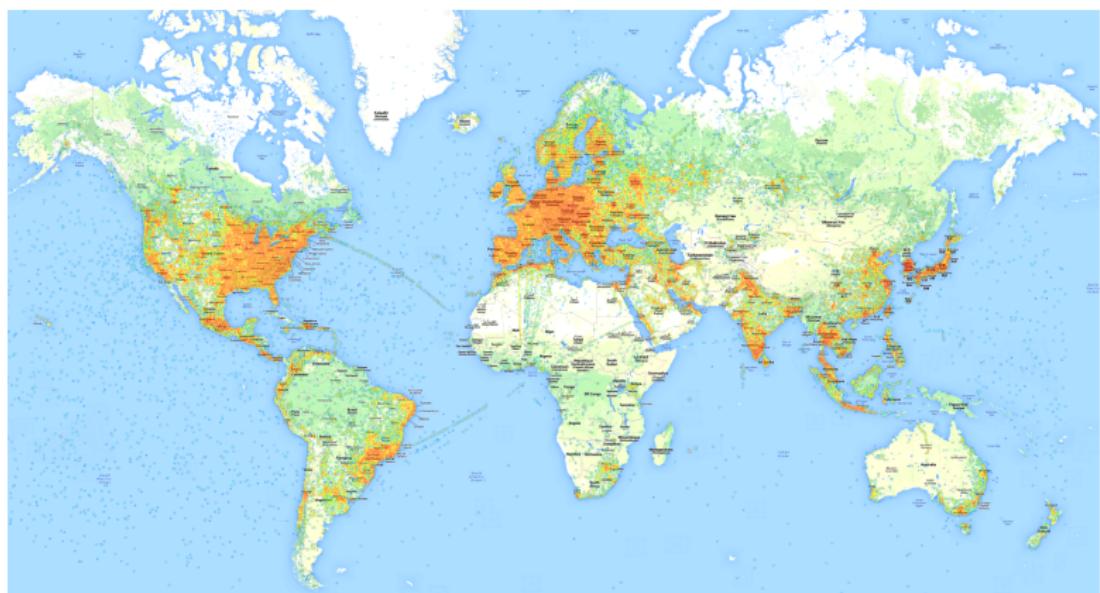
Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

## Pokrytí signálem



zdroj: [www.opensignal.com](http://www.opensignal.com)

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otázky  
oponenta

- ④ Zabýval jste se implementací geostatistických krigovacích metod pro časoprostorovou rekonstrukci srážek za pomocí knihoven R? V textu tuto možnost zmiňujete.
- ⑤ V prezentaci výsledků porovnáváte různé metody plošné interpolace. Myslíte, že lze rekonstruovat plošné rozložení srážek ze dvou datových zdrojů vzdálených od sebe přibližně 15 km?
- ⑥ Funkčnost jednotlivých metod plošné interpolace bude také ovlivňovat povaha srážky a její prostorová variabilita. Testoval jste různé typy srážek, nebo jste pracoval pouze s jedním datovým setem?

[Motivace](#)[Úvod](#)[MV spoje](#)[Mikrovlnné spoje](#)[Pojem baseline](#)[Data](#)[Modul GRASS](#)[Využité technologie](#)[Funkce](#)[Uživatelské rozhraní](#)[Testování datových výstupů](#)[Interpolace](#)[Časoprostorové analýzy](#)[Závěr](#)[Otázky oponenta](#)

- ④ Zabýval jste se implementací geostatistických krigovacích metod pro časoprostorovou rekonstrukci srážek za pomocí knihoven R? V textu tuto možnost zmiňujete.
- ⑤ V prezentaci výsledků porovnáváte různé metody plošné interpolace. Myslíte, že lze rekonstruovat plošné rozložení srážek ze dvou datových zdrojů vzdálených od sebe přibližně 15 km?
- ⑥ Funkčnost jednotlivých metod plošné interpolace bude také ovlivňovat povaha srážky a její prostorová variabilita. Testoval jste různé typy srážek, nebo jste pracoval pouze s jedním datovým setem?

Motivace

Úvod

MV spoje

Mikrovlnné spoje

Pojem baseline

Data

Modul GRASS

Využité technologie

Funkce

Uživatelské rozhraní

Testování  
datových  
výstupů

Interpolace

Časoprostorové  
analýzy

Závěr

Otzázkы  
oponenta

- ④ Zabýval jste se implementací geostatistických krigovacích metod pro časoprostorovou rekonstrukci srážek za pomocí knihoven R? V textu tuto možnost zmiňujete.
- ⑤ V prezentaci výsledků porovnáváte různé metody plošné interpolace. Myslíte, že lze rekonstruovat plošné rozložení srážek ze dvou datových zdrojů vzdálených od sebe přibližně 15 km?
- ⑥ Funkčnost jednotlivých metod plošné interpolace bude také ovlivňovat povaha srážky a její prostorová variabilita. Testoval jste různé typy srážek, nebo jste pracoval pouze s jedním datovým setem?