

A”

Asiantuntijien  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu

# Tiiveyden mittauksen ja arvioinnin kehittäminen

**Liikennevirasto: Tulosseminaari**

*Ari Hartikainen*

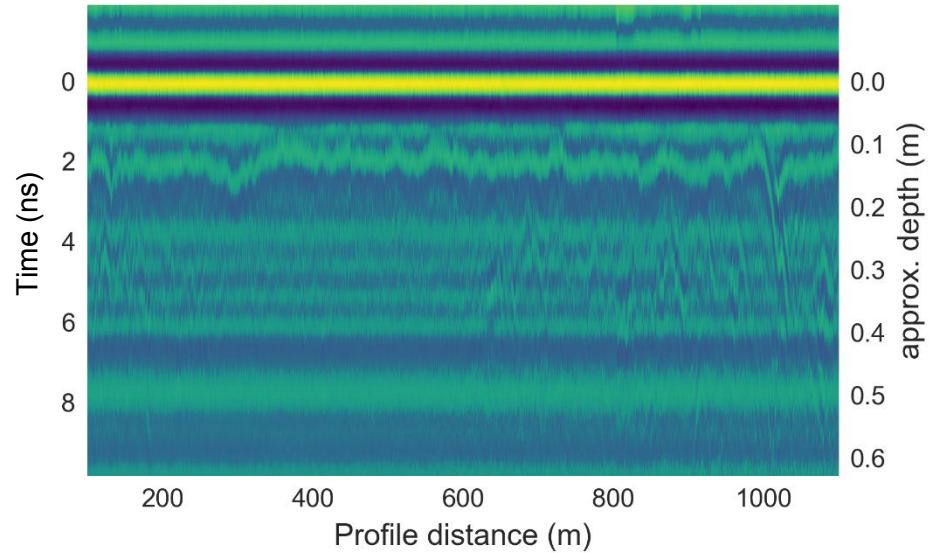
*Terhi Pellinen*

*Pekka Eskelinen*

*24.11.2016*

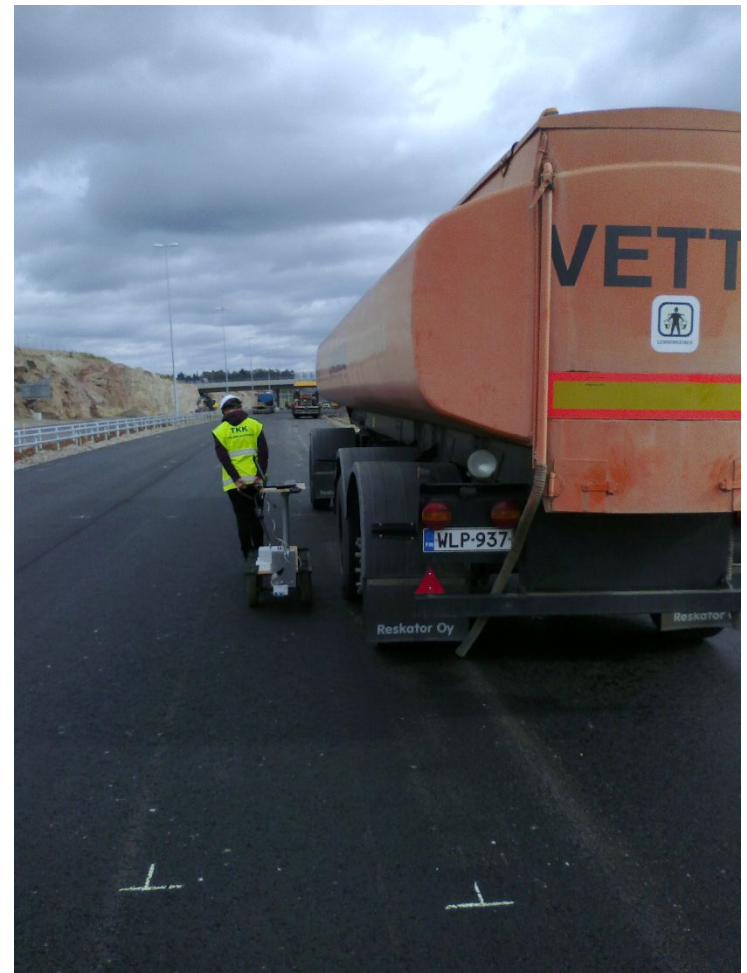
# Sisältö

- **Tutkimuksen tavoite**
- **Uudet tulokset:**
  - Kesä 2016
  - 12 kohdetta
- **Tyhjätila**



# Tutkimuksen tavoite

- Päällysteen tiiveyden määrittämisessä käytetyn maatutkamenetelmän arviointi ja parantaminen



# Kesä 2016 - GPR

## Mittauskohteet: 1GHz GPR

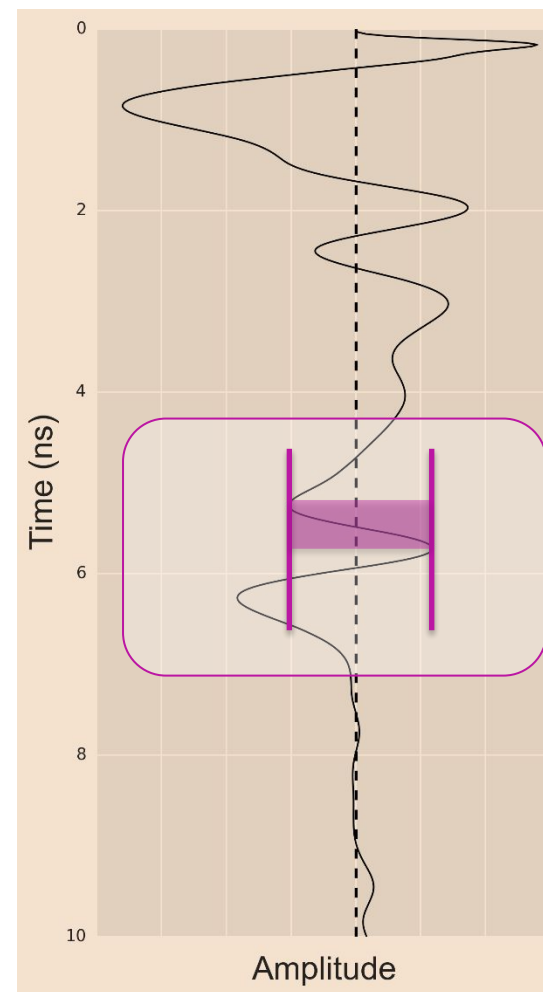
- 12 Kohdetta
  - 8 kantatie
  - 4 valtatie

Kantatiet	Valtatiet
44 (x2), 45, 50, 53, 66, 77 (x2)	5 (x2), 6, 7

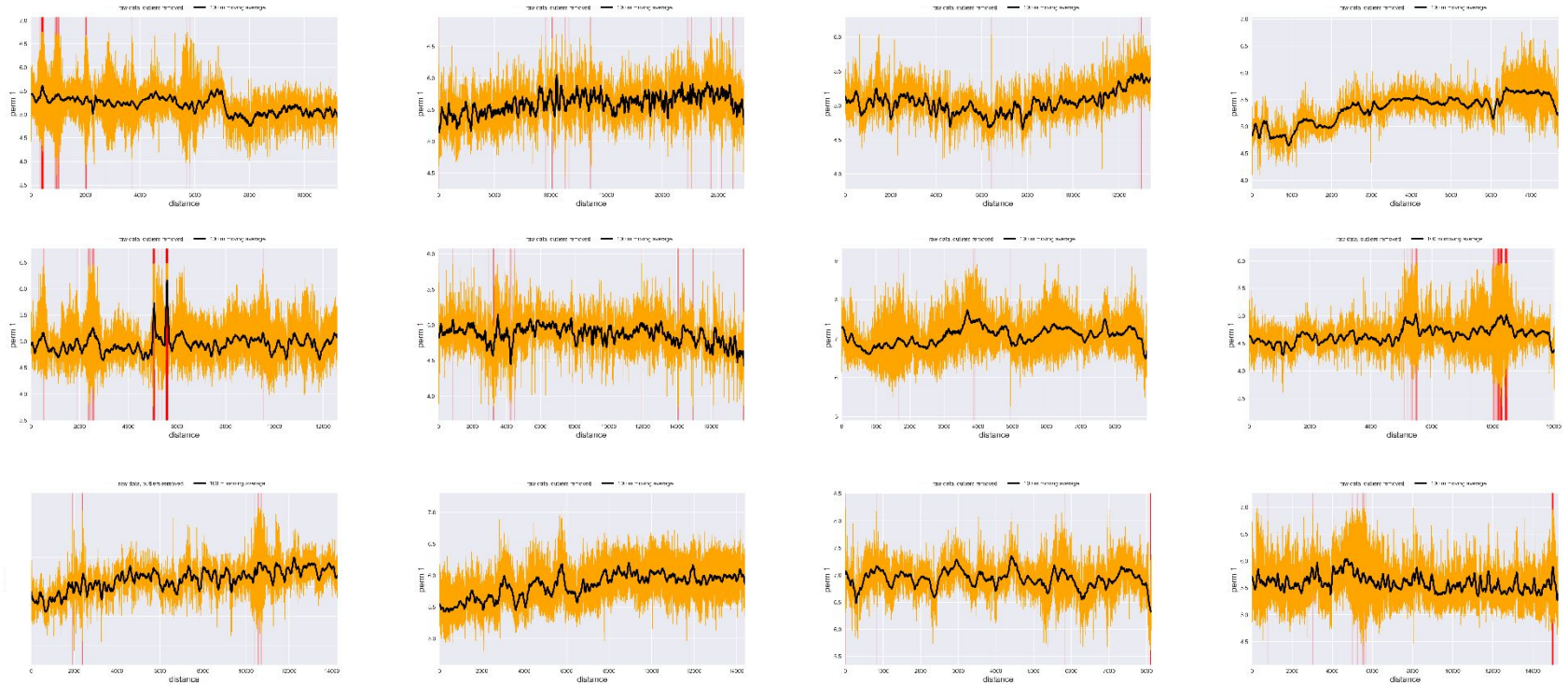
# Permittiivisyys

- Piikistä piikkiin
- Vertailu metalliheijastukseen

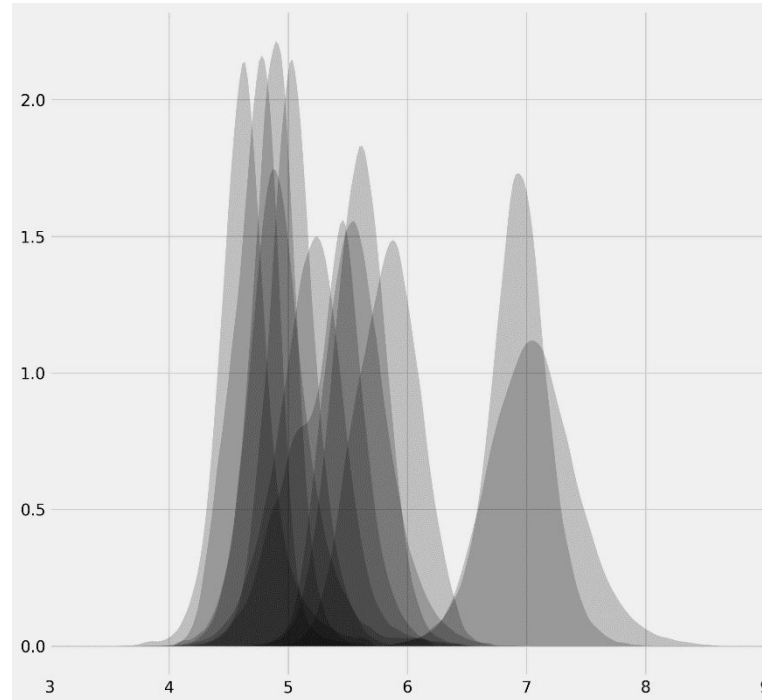
$$i\epsilon_r = \left( \frac{A_m + A_i}{A_m - A_i} \right)^2$$



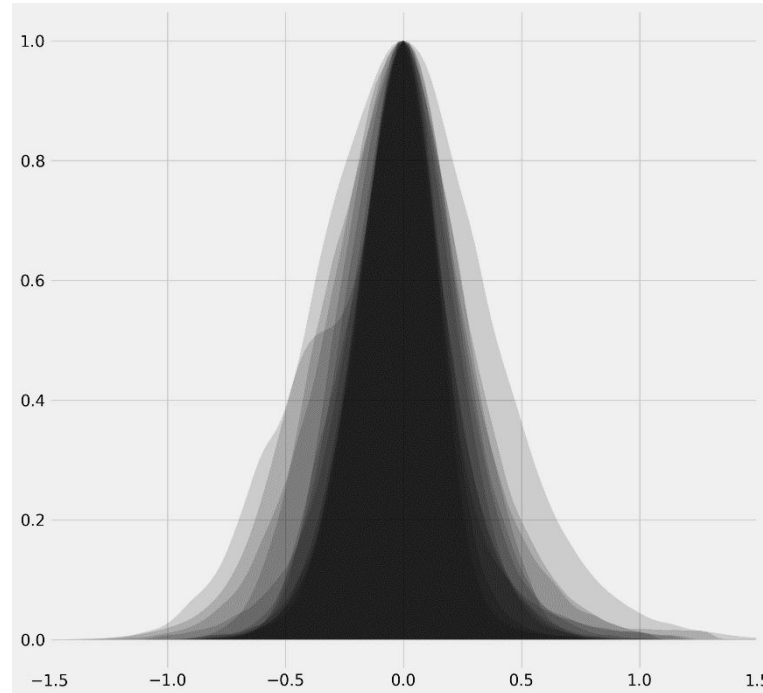
# Tulokset - Profiili



# Tulokset - Jakauma

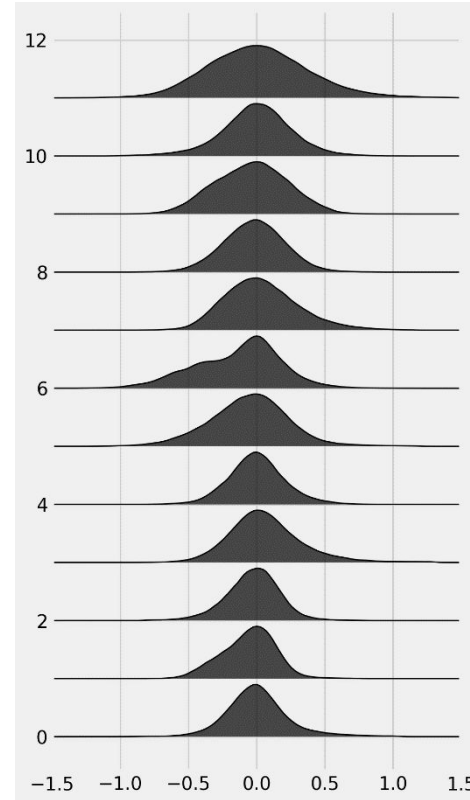
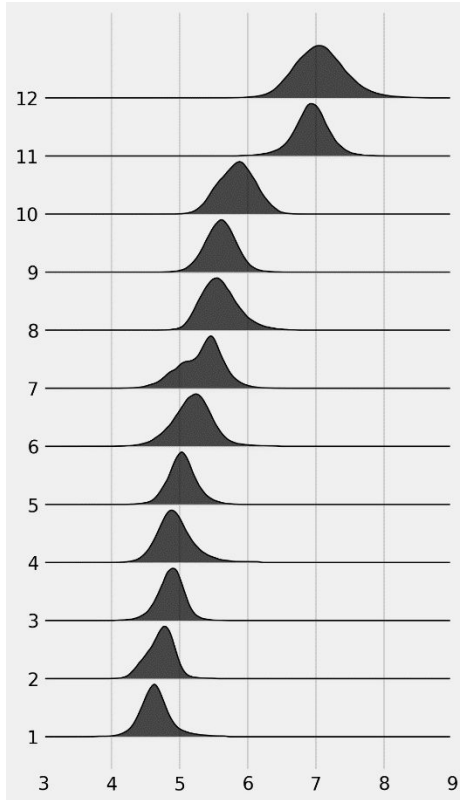


# Tulokset - Jakauma

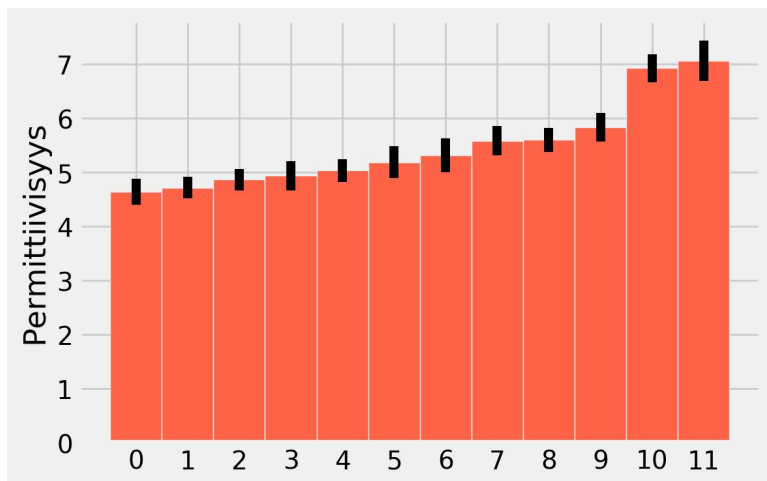




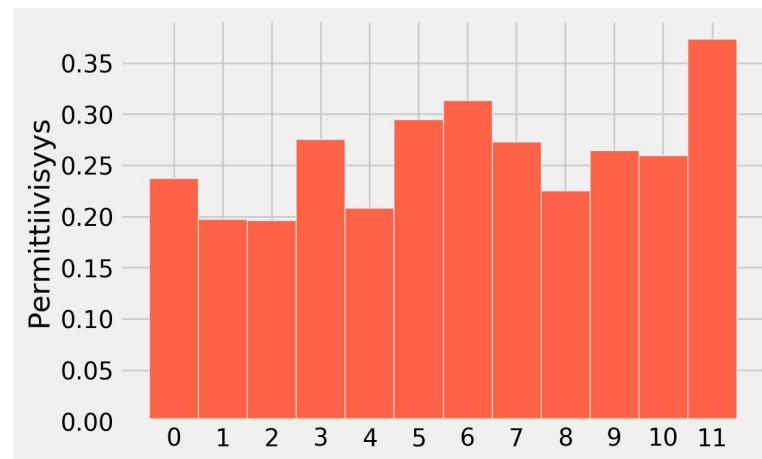
# Tulokset - Jakauma



# Tulokset – Keskiarvo & keskihajonta



**KESKIARVO**  
(2xkeskihajonta)



**KESKIHAJONTA**

# Tyhjätila

- **Permittiivisyyden mittaukseen vaikuttaa**
  - Materiaali
    - *Kiviaines, filleri*
    - *Bitumi*
    - *Tyhjätila*
    - *Vesi*
  - Ulkoiset häiriöt
    - *Tutkan käynti (drift, noise)*
    - *Pulssin pituus vs kerrospaksuus*
    - *Antennin asento*
    - *Sää*

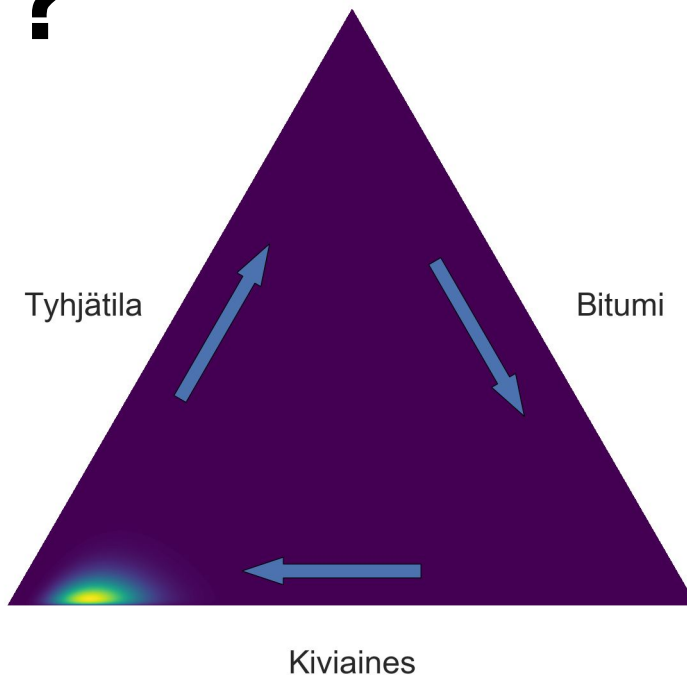
## Tutkan käynti

- **Drift**
  - **Pitkän ajan mittaustason muutos**
  - **Sekoittuu mahdolliseen tiellä olevaan muutokseen**
- **Noise**
  - **Mittaustarkkuus**
  - **Stokastinen**

# Tyhjätila

## Todellinen tyhjätila?

**DRY/SSD/DIM  
PARAFILM/CORELOK**

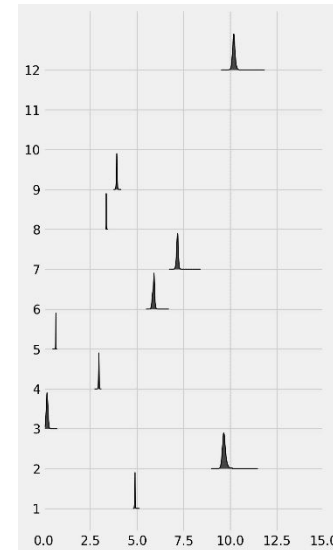
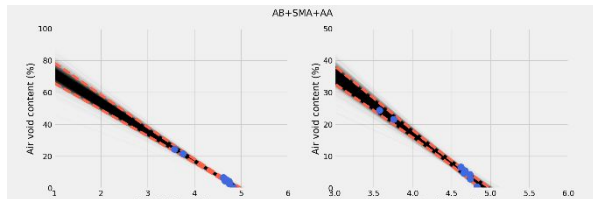


# Tyhjätila

Yksinkertainen muunnos permittiivisyydestä tyhjätilaksi kaatuu tilastolliseen epävarmuuteen

- Porapala → Kalibrointi → Tyhjätila

Ratkaisuna tarkempi malli, jossa  
Komponentit otettu huomioon



# Kiitos

[ari.hartikainen@aalto.fi](mailto:ari.hartikainen@aalto.fi)



Aalto-yliopisto  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu