

A”

Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Tiiveyden mittauksen ja arvioinnin kehittäminen

Liikennevirasto: Tulosseminaari

*Ari Hartikainen , Eeva Huuskonen-Snicker,
Terhi Pellinen, Pekka Eskelinen, Jussi Eskelinen*

18.11.2015

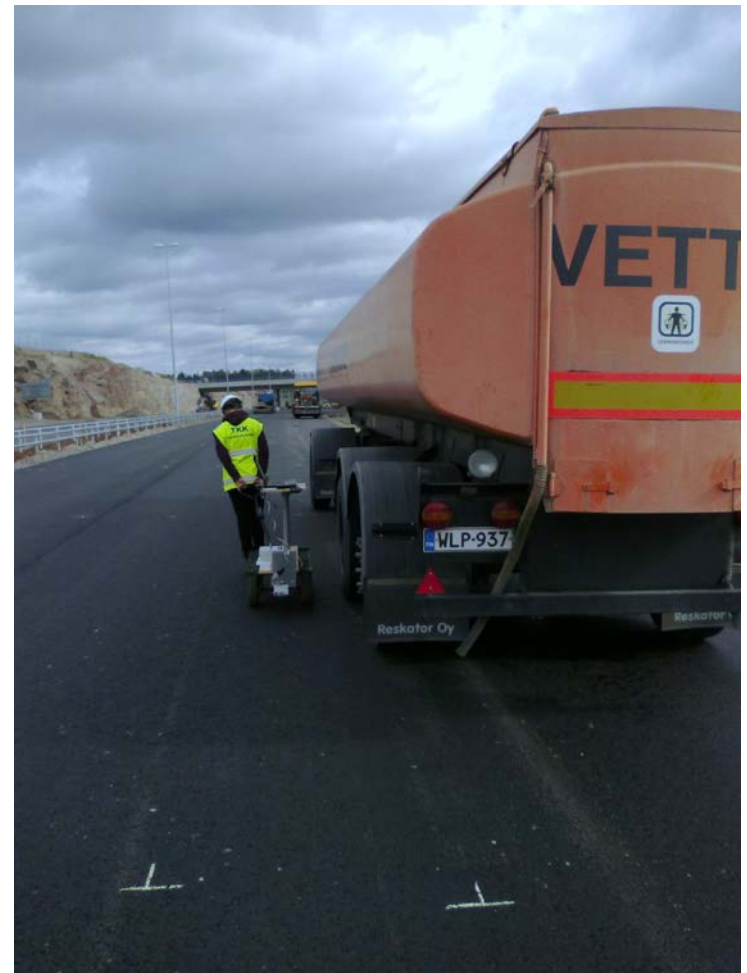
Sisältö

- Tutkimuksen tavoite
- Uudet tulokset:
 - Hamina
 - Vt3 & Vt12
 - Koskenkylä murskaamo



Tutkimuksen tavoite

- Päällysteen tiiveyden määrittämisessä käytetyn maatutkamenetelmän arviointi ja parantaminen



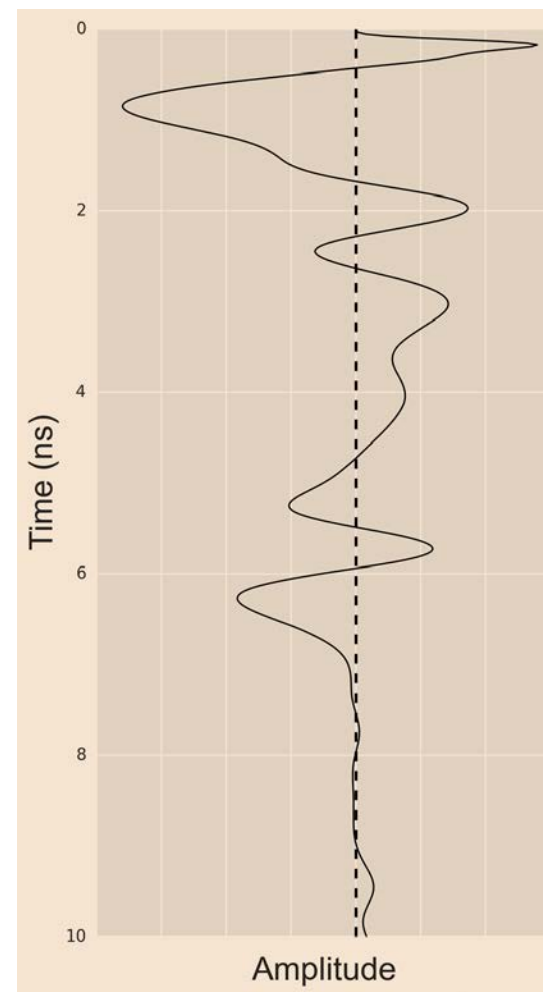
Hamina

- Tavoite
- Koejärjestely
- Tulokset
- Johtopäätökset



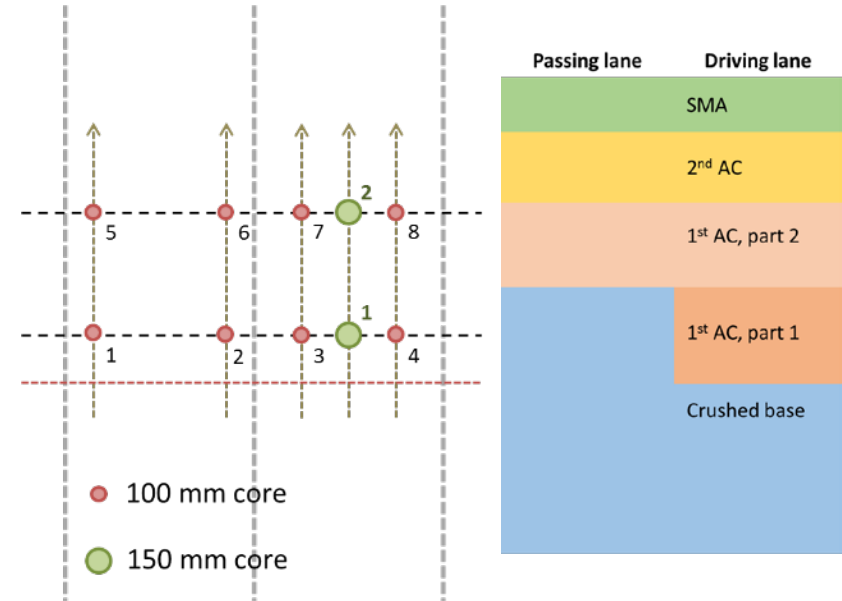
Hamina: Tavoite

- **Selvittää eri päällystekerrosten näkyminen tutkatuloksissa**



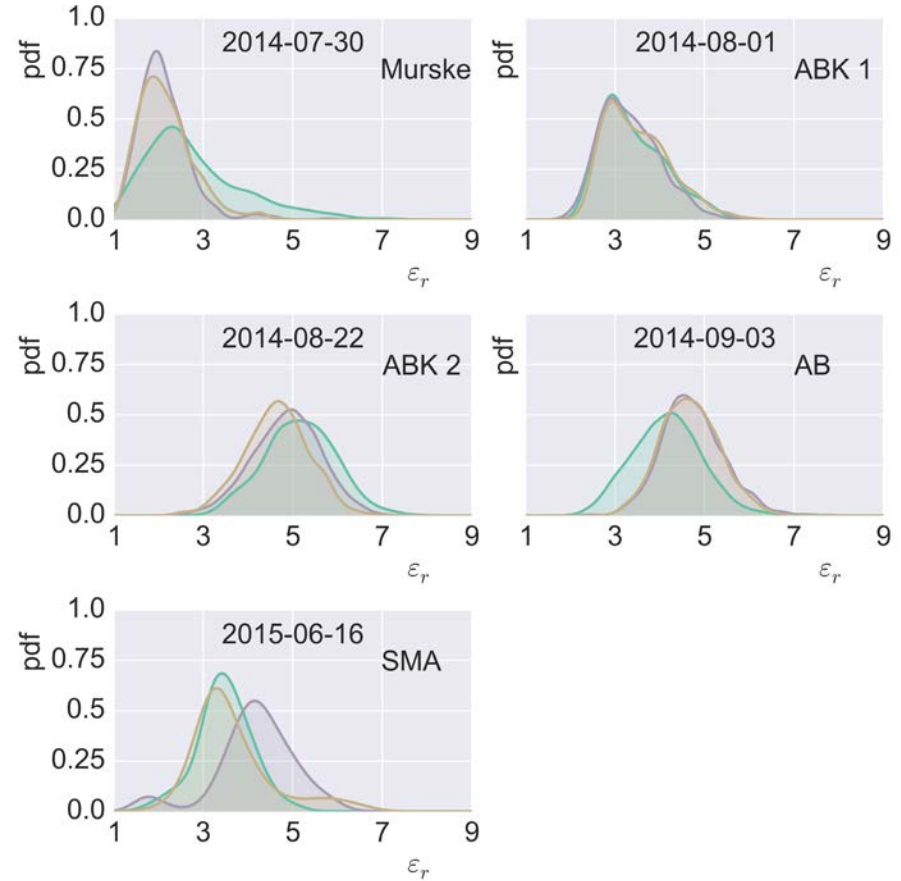
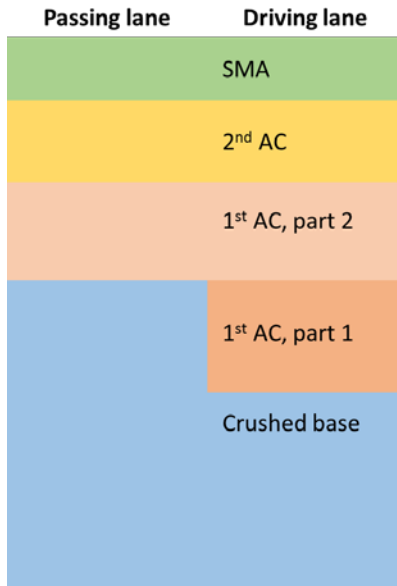
Hamina: Koejärjestely

- 5 kerrosta – 5 mittauskertaa
- Mitataan päällystystöiden jälkeen samasta kohdasta
- Poranäytteet mittauslinjoilta
- *Maatutkamittaukset (1 GHz) vasta SMA-kerroksen päältä*



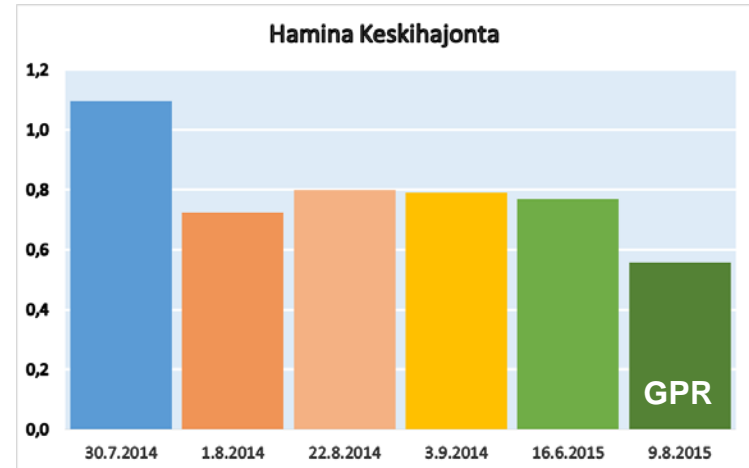
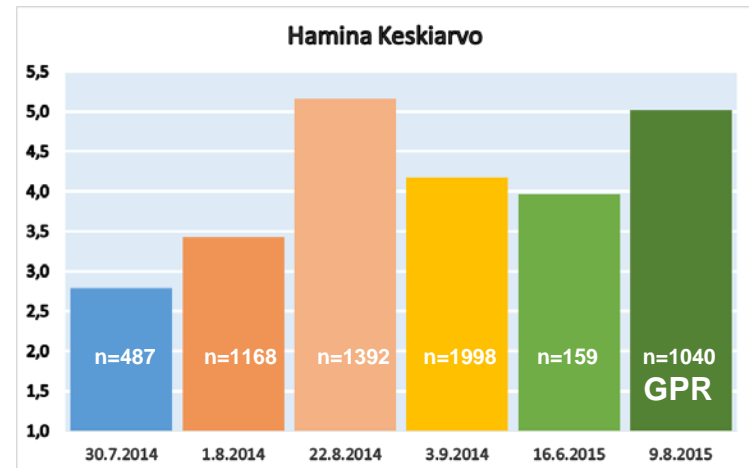
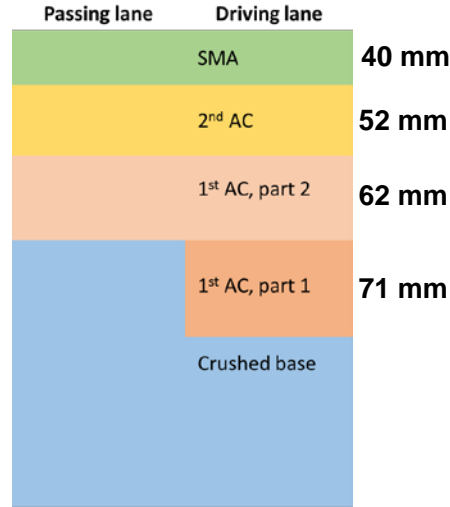
Hamina: Tulokset

Mikroaaltotaajuustutka 12–18 GHz



Hamina: Tulokset

Tunnus	Kerros
1	Murske
2	ABK
3	ABK
4	AB
5, 6	SMA



* GPR tulokset laskettu Aallon toimesta '10cm' aineistolle

Hamina: Johtopäätökset

- **Permittiivisyysjakauma erilainen eri päällystekerroksilla**
- **GPR-datasta lasketut permittiivisyydet korkeampia kuin Aallon mikroaaltotaajuustutkan kanssa**
 - GPR mitattiin paksun päällysteen päältä (päällystekerrokset sähköisiltä ominaisuuksiltaan samankaltaiset), mutta silti alempi kerros todennäköisesti vaikuttanut nostavasti tulokseen

Tunnus	Kerros	Tyhjätila (%) SSD / DIM
1	Murske	-
2	ABK	3,8/6,4
3	ABK	5,5/6,4
4	AB	6,4/8,6
5, 6	SMA	-
	KA	5,2/7,3
	KH	1,3/1,2

Vt 3 & Vt 12

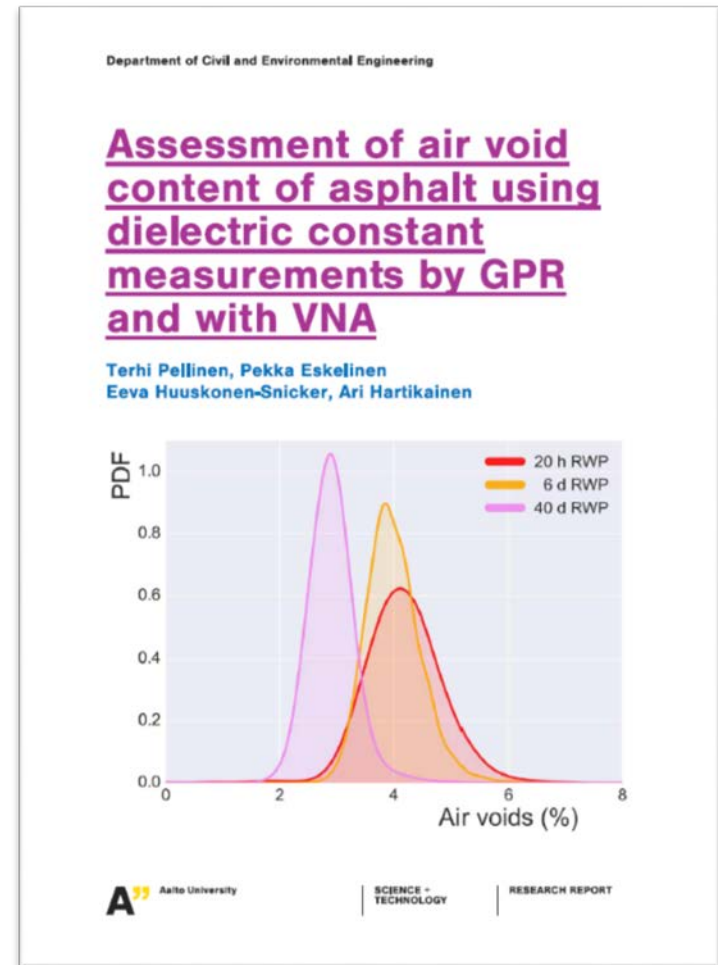
- Tavoite
- Koejärjestely
- Tulokset
- Johtopäätökset



Vt 3 & Vt 12: Tavoite

2013 mittauksen uusinta:

- Tarkoituksena selvittää permittiivisyyden ajallinen muutos



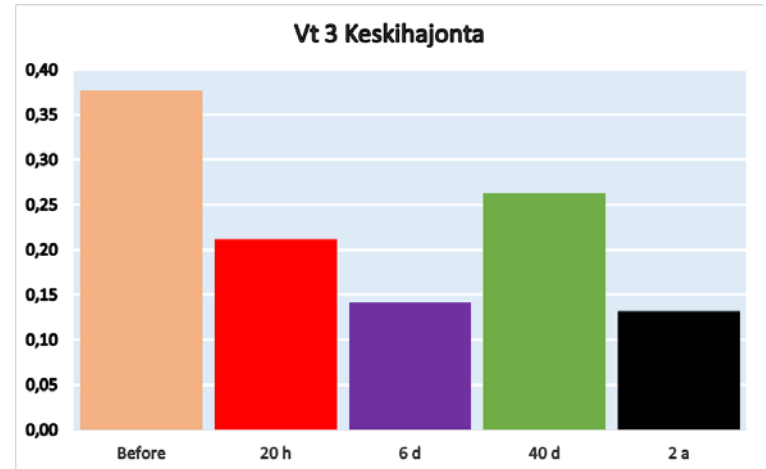
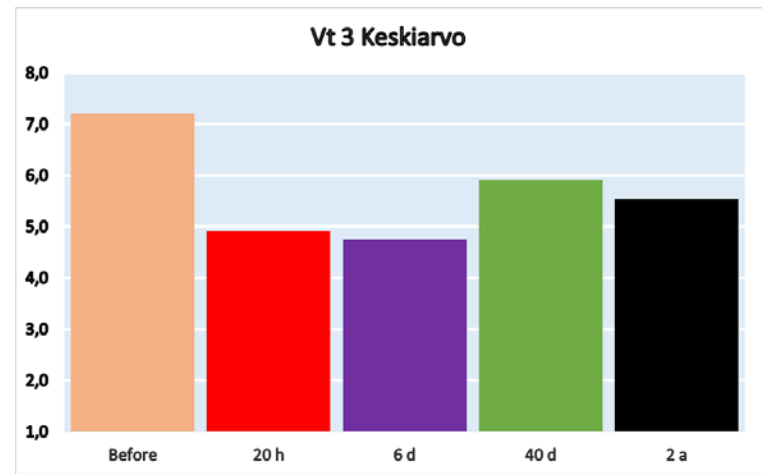
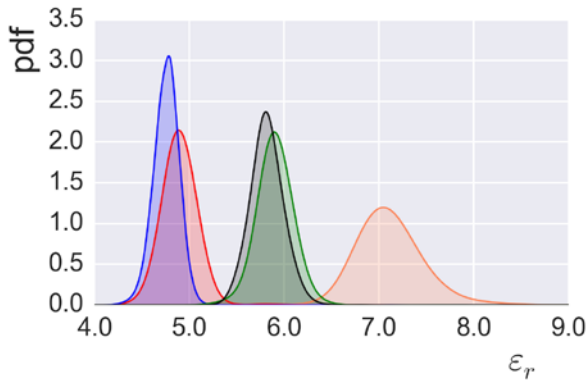
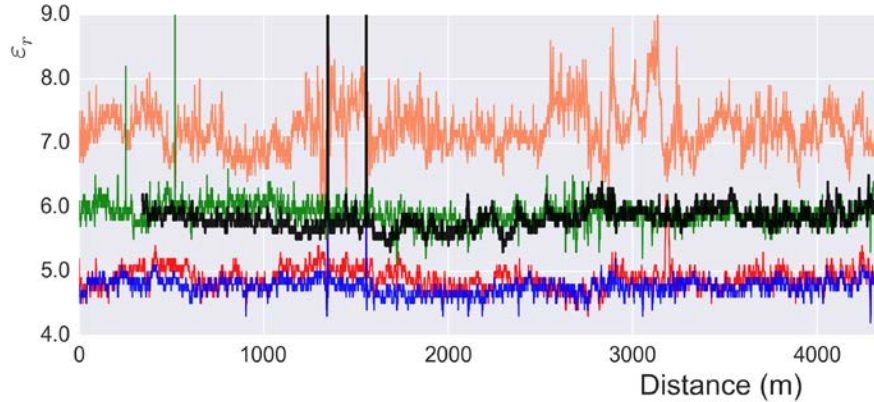
Vt 3 & Vt 12: Koejärjestely

Mitattiin 2013 mitatut linjat uudelleen Vt 3 ja Vt 12 samalla taajuudella (2 GHz)

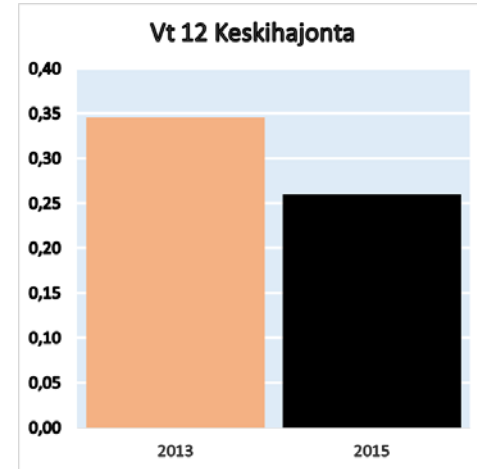
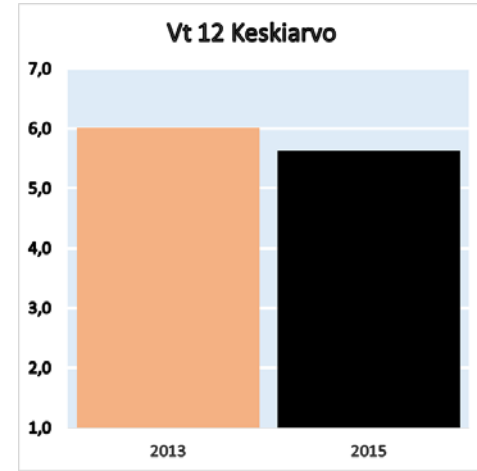
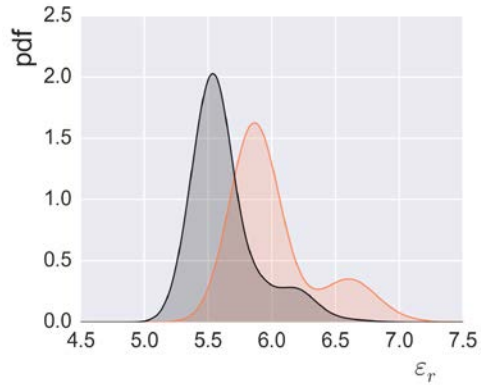
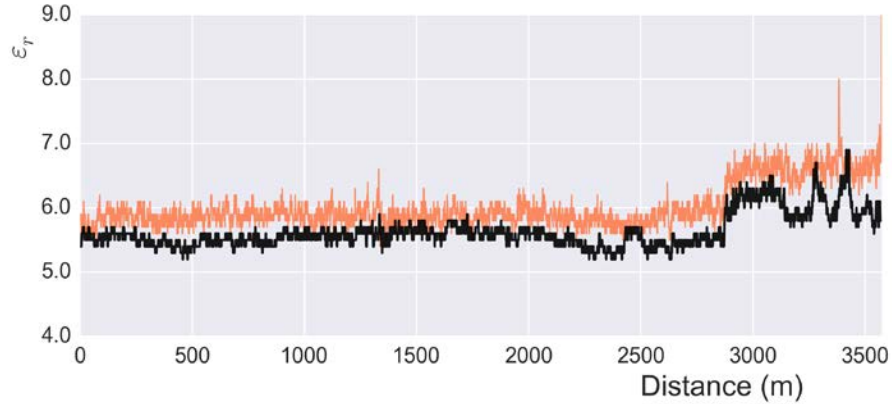
- Mitattiin uudelleen oikea ajoa
- Tulkittu data saatu mittajalalta
 - Keskiarvoistettu 1 m



Vt 3: Tulokset



Vt 12: Tulokset



Vt 3 & Vt 12: Johtopäätökset

Vt 3:

Permittiivisyyksissä eroja ajan suhteen:

- *40 päivää ja 2 vuotta päällystyksen jälkeen tulokset lähes samoja*
- *Keskiarvo pysynyt samana, mutta keskihajonta on pienentynyt*

Vt 12:

Permittiivisyydet samoja

- *Tuloksissa näkyvissä tasoero, joka ei selity tyhjätilalla*
- *Näytteenotto tilattu*

Koskenkylä

- Tavoite
- Koejärjestely
- Tulokset
- Johtopäätökset



Koskenkylä: Tavoite

- **Selvittää maatutkan resoluutiota ja kyky mitata permittiivisyys ohuesta pintakerroksesta.**

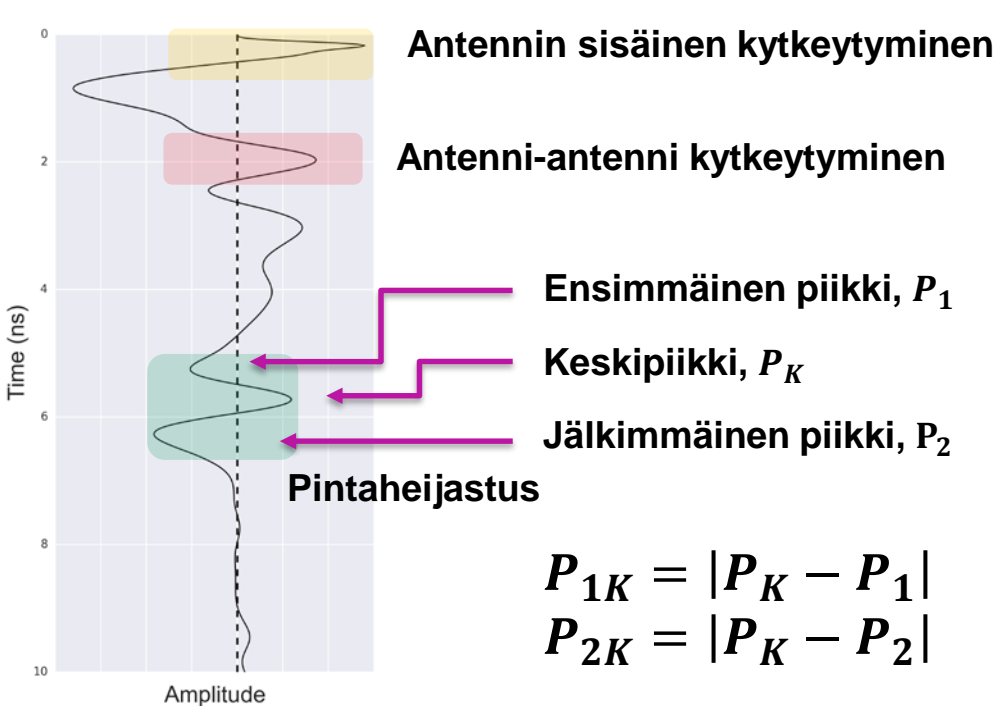


Koskenkylä: Koejärjestely

- Verrattiin 1 ja 2 GHz pulssitutkia
- Mitattiin referenssimateriaalia
 - koko 1x1 metriä
 - paksuus 60 mm
- Kalibroitiin maatutka normaalisti metallilevyllä
- Mitattiin referenssimateriaalin sekä alla olevan murskeen permittiivisyydet



Koskenkylä: Tulokset – Permittiivisyyden laskeminen pulssitutkalla (kaupalliset tutkat)



$$P_{1K} = |P_K - P_1|$$

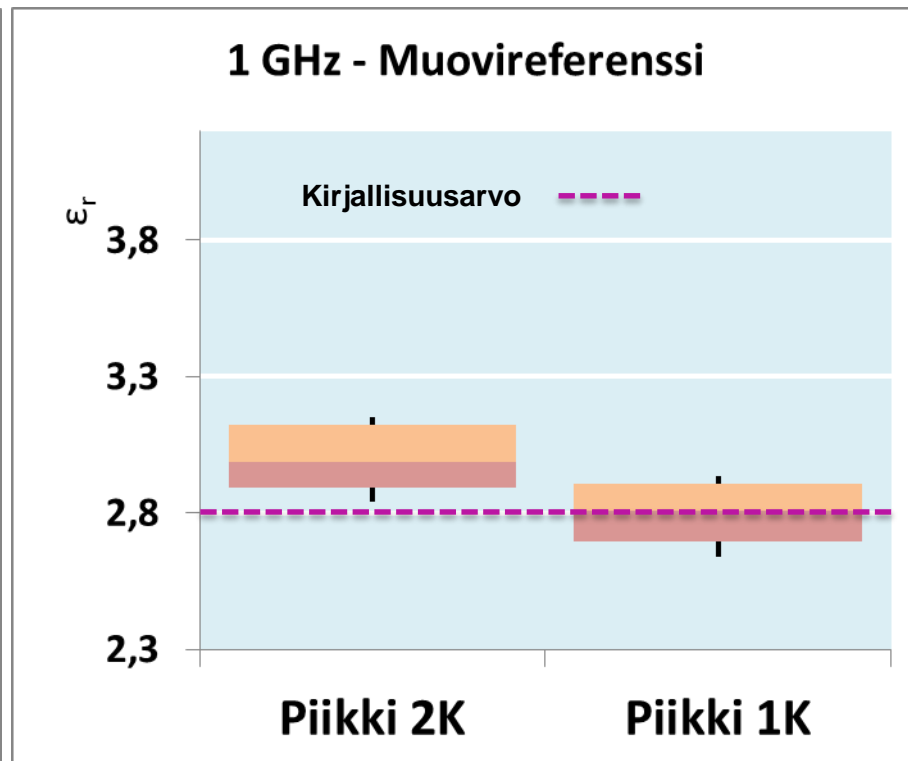
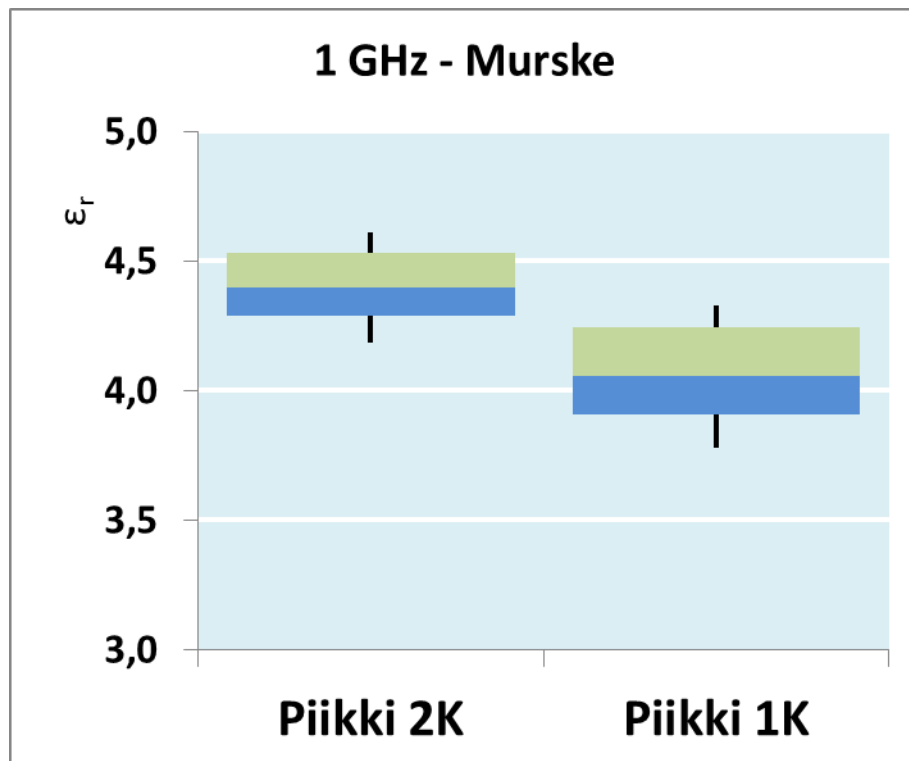
$$P_{2K} = |P_K - P_2|$$

$$\epsilon_r = \left(\frac{1 + \frac{A_{materiaali}}{A_{metalli}}}{1 - \frac{A_{materiaali}}{A_{metalli}}} \right)^2$$

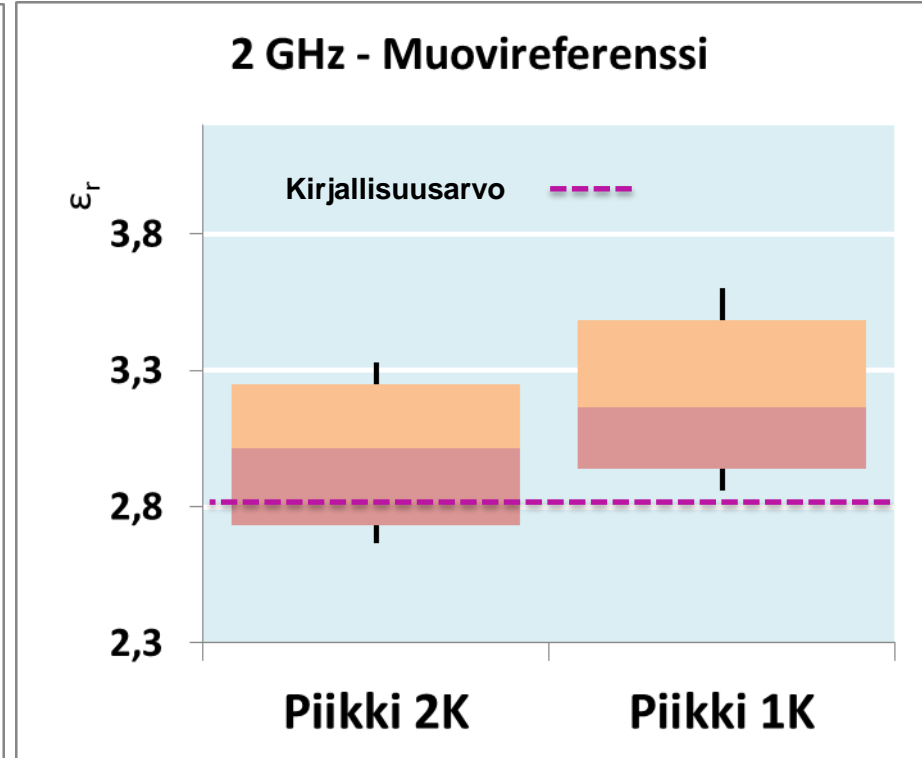
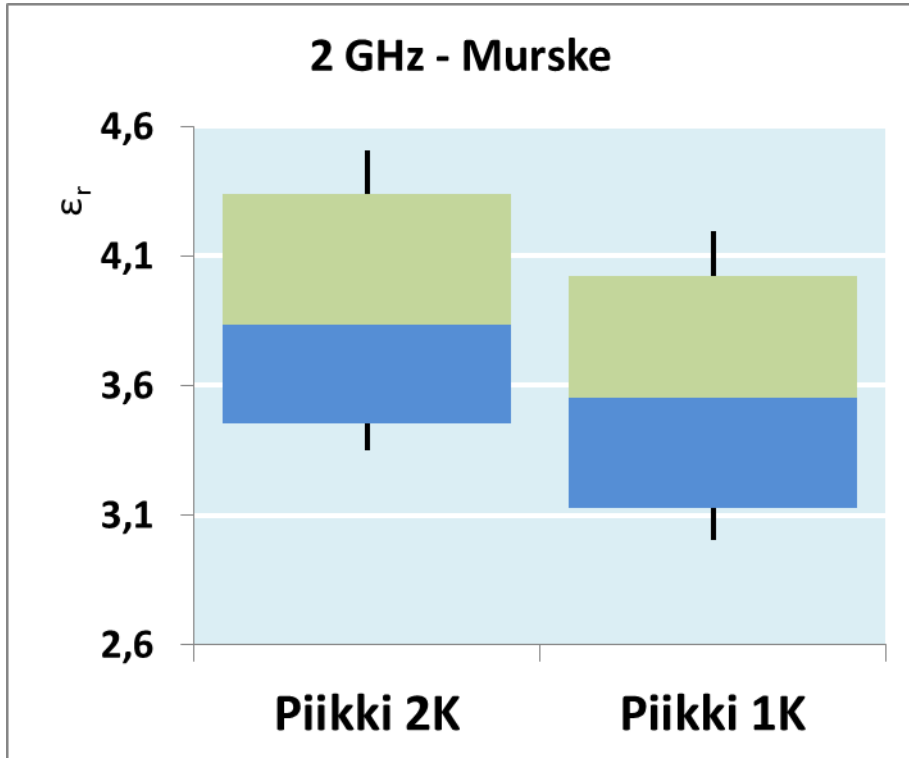
$A_{metalli}, A_{materiaali}$ = Lasketaan *PeakToPeak* menetelmällä.

Voidaan käyttää joko signaalin alkuosaa (P_{1K}) tai loppuosaa (P_{2K}). PANK käyttää tällä hetkellä maksimieroa, joka yleensä on P_{2K}

Koskenkylä 1 GHz



Koskenkylä 2 GHz



Koskenkylä: Johtopäätökset

- **1 ja 2 GHz tutkilla nykyisen PANK-menetelmän mukaan tulkitut permittiivisyysarvot liian suuria**
 - Alapuolinen materiaali vaikuttaa mittaukseen
- **1 GHz signaalin yläosalla laskettuna lupaavat tulokset**
 - Koejärjestelyllä ei ollut mahdollista todentaa mittauksen oikeellisuutta
 - *Alapuolisen heijastuksen vaikutus*

Kiitos

ari.hartikainen@aalto.fi

eeva.huuskonen-snicker@aalto.fi



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu