

# Taistelukentän signaaliympäristön parantaminen Sandis-ohjelmistossa

Jussi Sainio

Kandidaattiseminaari 2010

22. helmikuuta 2010

Ohjaajat: FL Esa Lappi (PVTT), Chief Engineer Øystein Borlaug (FFI)

Valvoja: Prof. Harri Ehtamo

**Systemianalyysin**

Laboratorio

Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu

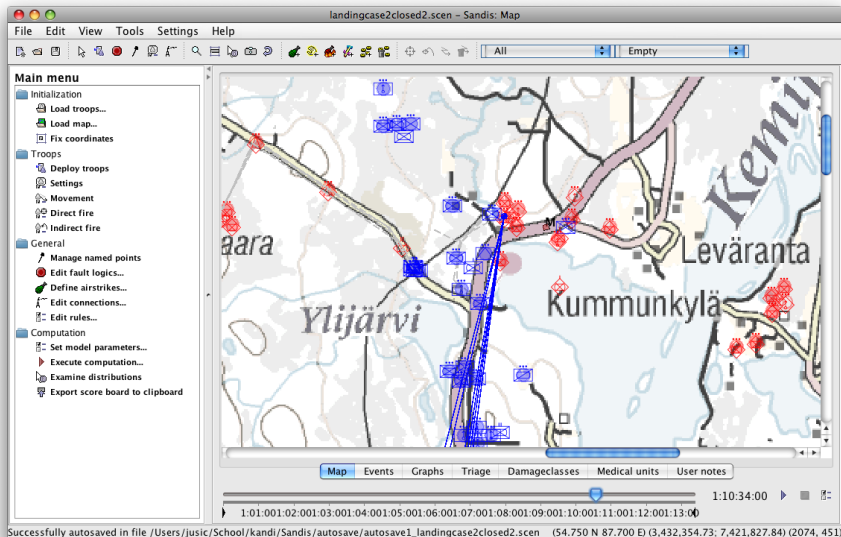
Jussi Sainio

Kandidaattiseminaari 2010

# Taustaa

- ▶ Mikä on Sandis-ohjelmisto?
- ▶ Mikä on taistelukentän signaaliympäristö?
- ▶ Radiomallinnus Sandiksessa: CalcRadio

# Taustaa – Sandis-ohjelmisto



Kuva 1: Sandis-ohjelmiston karttanäkymä.

# Taustaa – Taistelukentän signaaliympäristö

- ▶ Optiset havainnot
- ▶ **Radioviestintä**
- ▶ Tutkatoiminta
- ▶ Elektroninen sodankäynti
  - ▶ **Radiohäirintä**
  - ▶ Signaalitiedustelu
  - ▶ ...

# Tavoitteet

Norjassa kesällä 2009 tehdyn työn tavoittena oli

1. radiomallinnusohjelmiston parannus
2. toimivan perustan luominen esim. tutkamallin kehitystä varten.

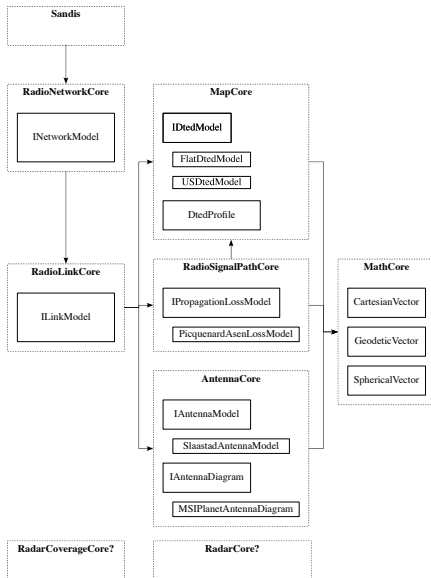
# Tulokset

Työn tuloksena syntyi

- ▶ modulaarinen signaaliympäristön mallinnusohjelmisto.
- ▶ aiempaa parempi dokumentaatio radiomallista ja sen puutteista.
- ▶ sivutuotteena kolmiulotteisia olioita 2D-vektorigrafiikaksi piirtävä apuohjelma

# Uusi mallinnusohjelmisto

- ▶ Uudelleen suunniteltu arkkitehtuuri
- ▶ Modulaarinen ja helposti laajennettava



Kuva 2: Ohjelmiston arkkitehtuuri.

# Laskenta-algoritmi

Jokaiselle radiolinkille:

1. Lasketaan 2D-maastoprofiili ja sen aiheuttama vaimennus.
2. Lasketaan antennien vahvistuskertoimet.
3. Lasketaan yhteyden linkkimarginaali ja päätetään onnistuuko yhteys vai ei.
4. Jos yhteys onnistuu, lasketaan vielä linkkimarginaali jokaisesta vastapuolen radio(häirintä)lähettimestä selvittääksemme, onko yhteys vastapuolen häiritsemä vai ei.



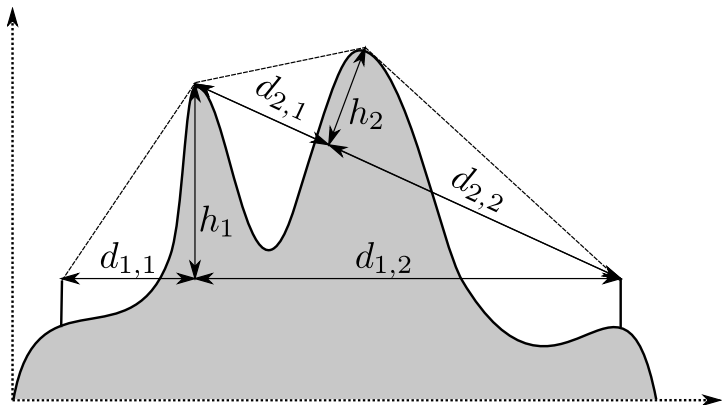
# Laskenta-algoritmi: Radioyhteyden linkkimarginaali

Radioyhteyden  $i$  linkkimarginaali on

$$M_i = P_{tx} + G_{tx} - L_{maasto} + G_{rx} - S_{rx} - T_{snr}. \quad (1)$$

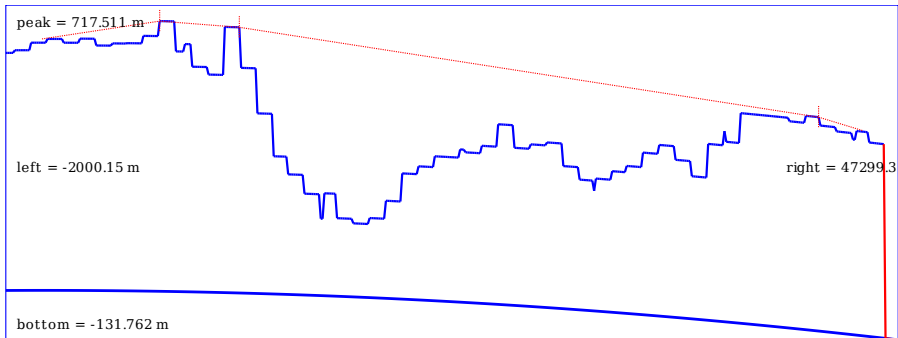
Jos  $M_i > 0$  dB, niin radioyhteys  $i$  onnistuu annetulla signaalikohinasuhde-raja-arvolla  $T_{snr}$ .

# Laskenta-algoritmi: Maastoprofiilin vaimennus



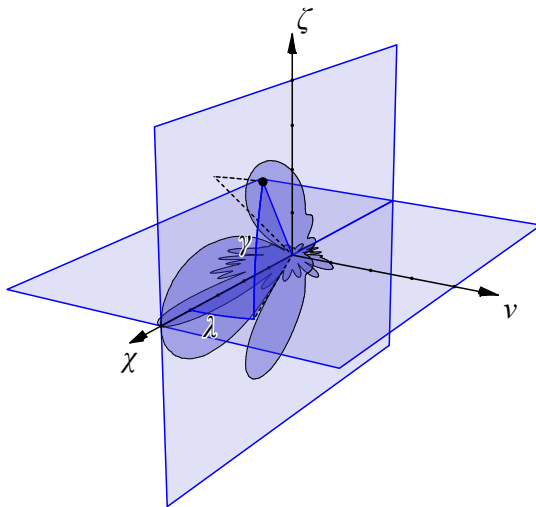
Kuva 3: Picquenardin veitsenterämällin idea 2D-maastoprofiilissa.

# Laskenta-algoritmi: Maastoprofiilin vaimennus



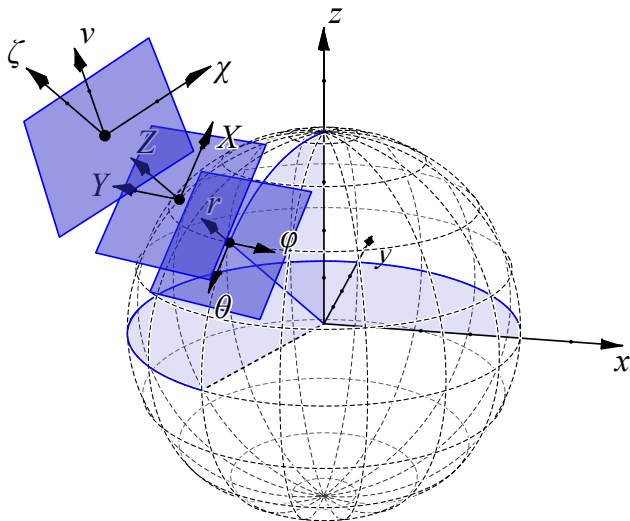
Kuva 4: Esimerkki radiolinkille lasketusta maastoprofiilista.

# Laskenta-algoritmi: Antennin vahvistuskerroin



Kuva 5: Havainnollistus antennin säteilykuvioista ja suuntakulmista  $\lambda$  ja  $\gamma$ .

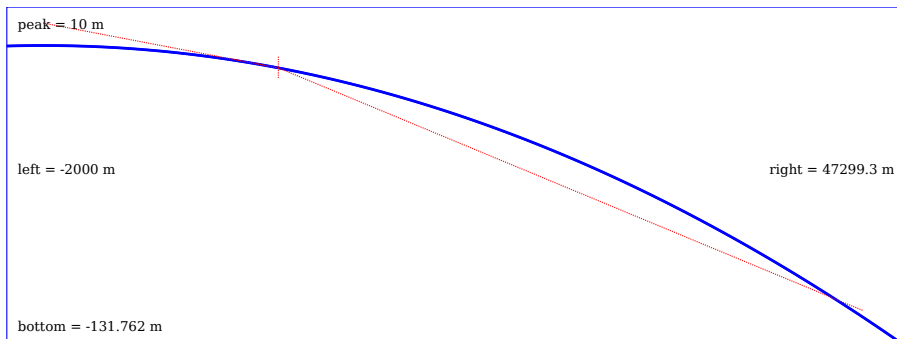
## Laskenta-algoritmi: Antennin vahvistuskerroin



Kuva 6: Havainnollistus signaalin suuntavektorille tehtävistä kannanvaihtoista.

# Havaitut ongelmat

Picquenardin-Åsenin malli antaa liian pieniä vaimentumia laakeilla maastoprofiileilla, koska niissä ei ole selkeää diffraktiohuippua.



Kuva 7: Esimerkki ongelmallisesta maastoprofiilista.

# Ideoita jatkotutkimukseen

- ▶ Mittausaineiston keräys ja laajennus
- ▶ Vaimennusmallin jatkokehitys
- ▶ Tutkamallit

## Esityksen viitteet

1. Lappi, E. Sandis – Operational Analysis Tool. 2nd Nordic Military Analysis Symposium 2008.
2. Åsen, W. Comparison of measurements with prediction methods for propagation by diffraction at 88–108 MHz. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol 52, nro 6, s. 1499–1504. IEEE 2004.
3. Pajukanta, S., Åsen, W., Sainio, J., Åkesson, B. Lappi, E. The Electronic Warfare Model in Operational Analysis Tool Sandis. 2nd Nordic Military Analysis Symposium 2008.
4. Sainio, J. Kandidaatintyö: Taistelukentän signaaliympäristön parantaminen Sandis-ohjelmistossa. TKK 2010.