

Bezvadu Sensoru Tīkli

Fiziskā līmeņa komunikācija

Reinholds Zviedris
Datorikas fakultāte
Latvijas Universitāte
24.09.2014.

ISO OSI līmeņi

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical

OSI modeļa PHY līmenis

- Nodrošina fizisko signālu apmaiņu starp tīkla dalībniekiem
- Atrodas “pašā apakšā” (zem MAC, routing u.c. līmeņiem)
- Bezvadu sensoru tīkliem:
 - bezvadu komunikācija (acīmredzami)
 - akustiskā komunikācija
 - citas?

Bezvadu komunikācija

- Datu apmaiņai izmanto elektromagnētiskos viļņus
- Tipiski kā nesošo (carrier) signālu izmanto sinusoīdu
- Nesošais signāls tiek **modulēts** *analogi* vai *digitāli*
 - *BST – pārsvarā digitālā modulācija*

Radio modulācija

- Amplitūdas:
 - Piemēri: AM, OOK (on-off keying) u.c.
- Frekvences:
 - Piemēri: FM, FSK (frequency shift keying) u.c.
- Fāzes:
 - Piemēri: PSK (phase shift keying) u.c.

Radio sistēmas komponentes

- Raidītājs (*transmitter*)
- Raidošā antena
- Signāla izplatīšanās vide (*medium*)
- Saņemošā antena
- Uztvērējs (*receiver*)
- Raidītāju & uztvērēju bieži apvieno vienā čipā (*transceiver*)
 - ***transmitter + receiver = transceiver***

Radio signāla mērvienības

- Signāla stiprumu parasti mēra:
 - Decibelos (dB)
 - [Mili]vatos (mW)
- Decibels: logaritmiska bezdimensiju mērvienība Izsaka attiecību starp diviem lielumiem
 - 10 dB (jeb 1B) nozīmē 10 reižu starpību

Decibeli

Piemērs: “signāla līmenis ir X dB virs references signāla līmeņa”:

- 0 dB – signāli ir vienādi
- 3 dB – signāls ir aptuveni 2x spēcīgāks
- 6 dB – signāls ir aptuveni $2 * 2x = 4x$ spēcīgāks
- 10 dB – signāls ir 10x spēcīgāks
- 20 dB – signāls ir 100x spēcīgāks
- 30 dB – signāls ir 1000x spēcīgāks

Signāla izplatīšanās vidē (1)

- Elektromagnētiski viļņi ideālā vidē izplatās vienmērīgi
- No matemātikas:
 - Lodes virsmas formula: $S = 4\pi r^2$
 - Signāls N reižu tālākā distancē būs N^2 reižu vājāks

Signāla izplatīšanās vidē (2)

- *Friis* pārraides vienādojums:

$$\frac{P_r}{P_t} = G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

- P_r un P_t raidošā un saņemtā jauda, G_t un G_r ir saņemošās un raidošās antenu pastiprinājumi (ņemot vērā izotropisko radiatoru), λ ir viļņa garums, bet R ir distance starp antenām
- Tiek izmantots telekomunikāciju inženierijā, lai aprēķinātu jaudu idealizētos nosacījumos
- Sīkāk šeit:
http://en.wikipedia.org/wiki/Friis_transmission_equation

Signāla izplatīšanās vidē (3)

- Praksē: ir modeļi, kas labāk apraksta signāla izplatīšanos reālā vidē, piemēram:
 - *Weissberger's model* – der, ja signāla izplatīšanās ceļā ir koku lapas

$$L = \begin{cases} 1.33 f^{0.284} d^{0.588}, & \text{if } 14 < d \leq 400 \\ 0.45 f^{0.284} d & , \text{if } 0 < d \leq 14 \end{cases}$$

kur,

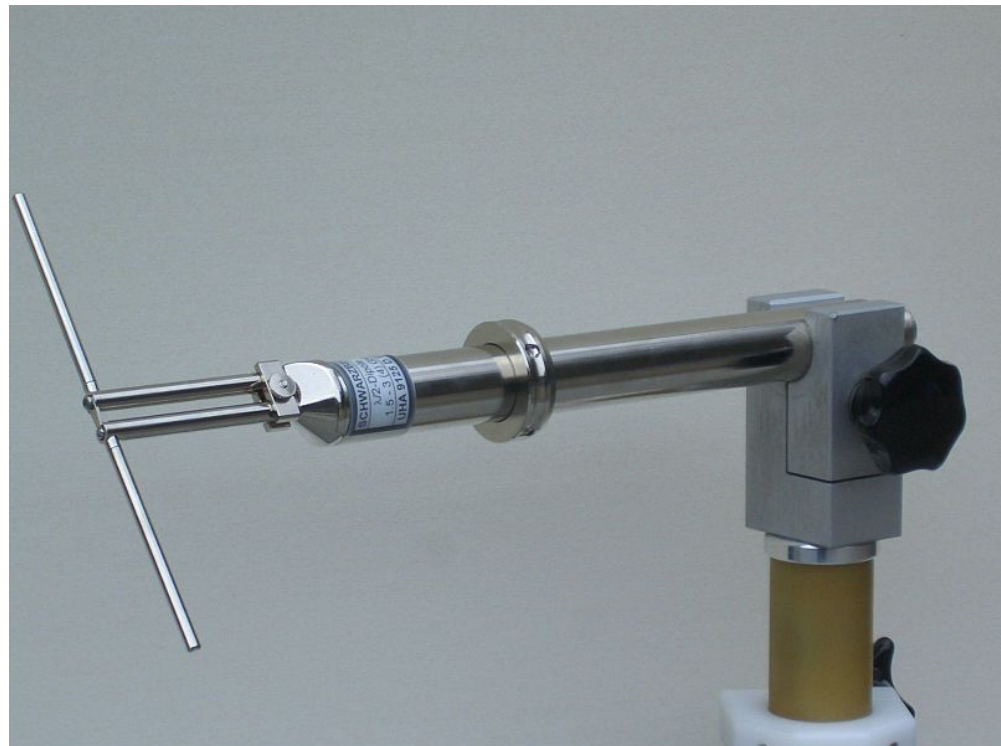
- L – zudumi lapotnes dēļ, mērvienība – decibeli (dB)
- f – pārraides frekvence, mērvienība - gigaherci (GHz)
- d – lapotnes dziļums, mērvienība – metri (m)

Antenas

- Antenu tipi pēc to virziendarbības:
 - *Omni* - bezvirziena
 - *Directional* (sektorantenas utml.) - virziena

Populārākās antenas (1)

- Pusviļņa dipols
 - piemērs: UHF Half-Wave Dipole 1.0-4 GHz



Attēls no: Wikipedia

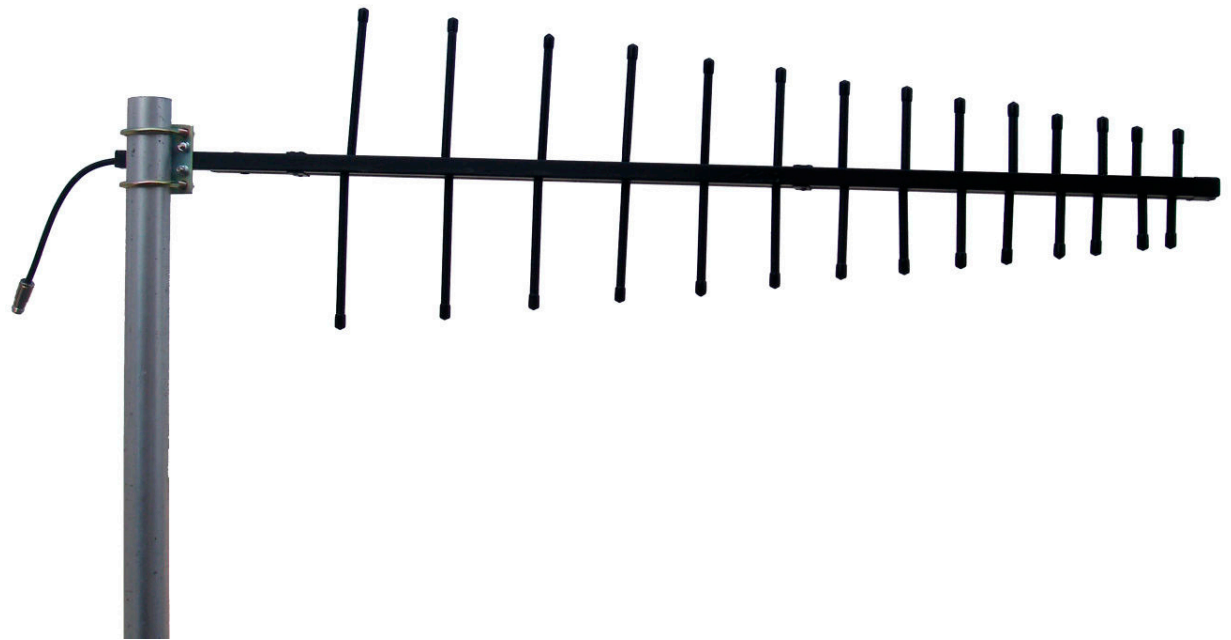
Populārākās antenas (2)

- Ceturtdaļviļņa monopols
 - bieži tiek izmantots 433MHz, 868MHz, 2,4GHz frekvencēm



Populārās antenas (3)

- Jagi (Yagi)



Attēls no: <http://www.inbuildingprojects.com/>

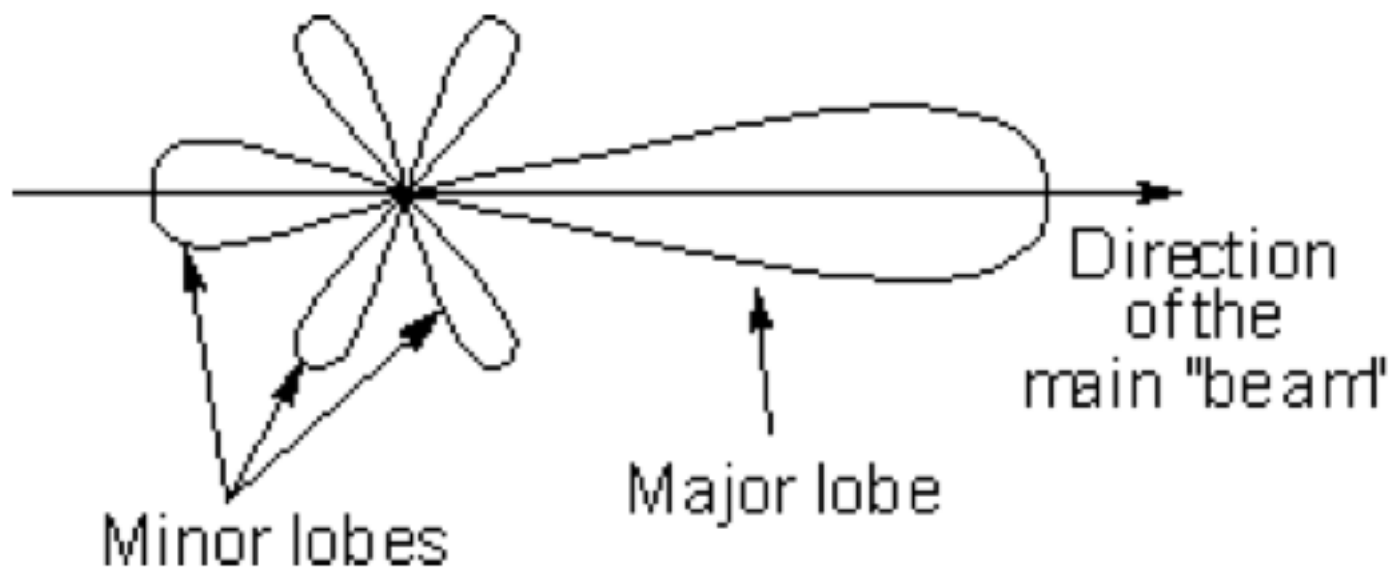
Antenu tipi

- *External* – ārējā
- *On-board* – uz PCB (*printed circuit board*)
- *On-chip* – integrēta mikroshēmā

Antenu “jauda” (*gain*)

- Antena NAV maģisks signāla pastiprinātājs
- Antenu “jauda” ir relatīva
 - Pastiprinājums vienā virzienā nozīmē samazinājumu citā
- Jauda ir **simetriska** (tāda pati saņemšanai un sūtīšanai)
- Antenu “jaudas” (*gain*) mērvienības:
 - dBi – salīdzinot ar izotropisko
 - dBd – salīdzinot ar pusviļņa dipolu

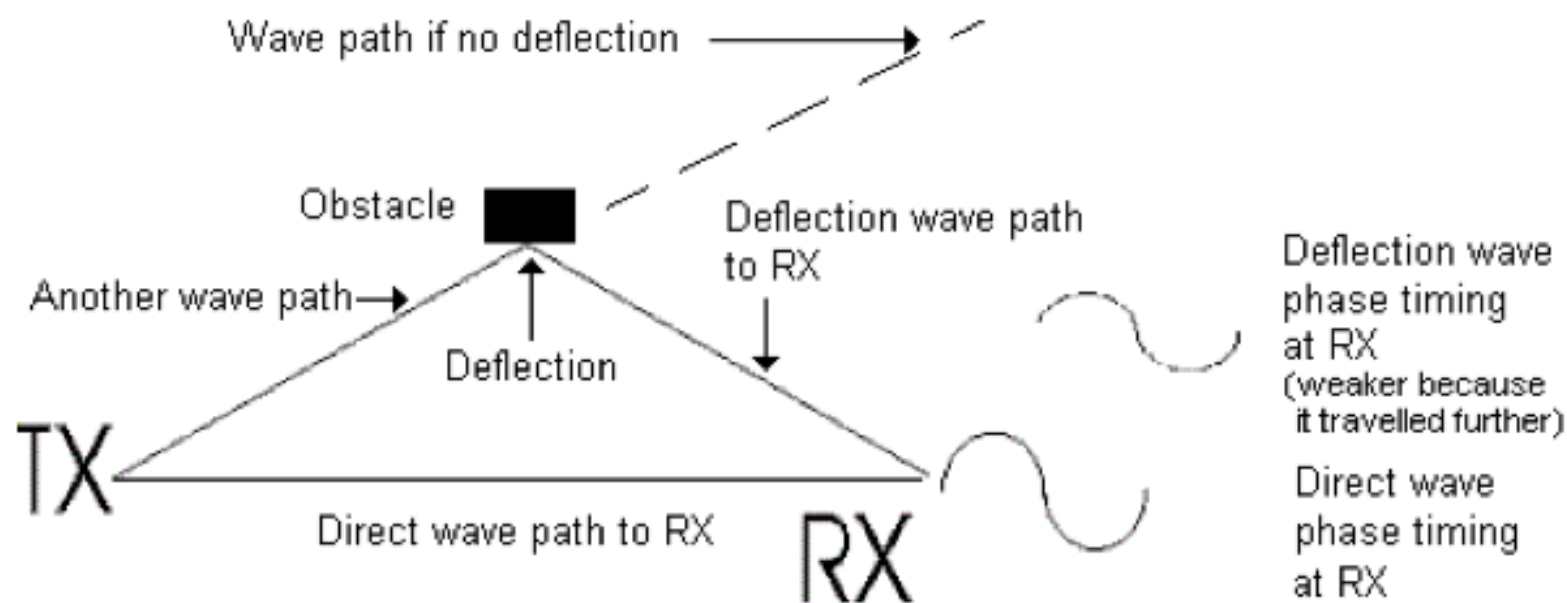
Antenas “jaudas” piemērs



Signāla izplatīšanās

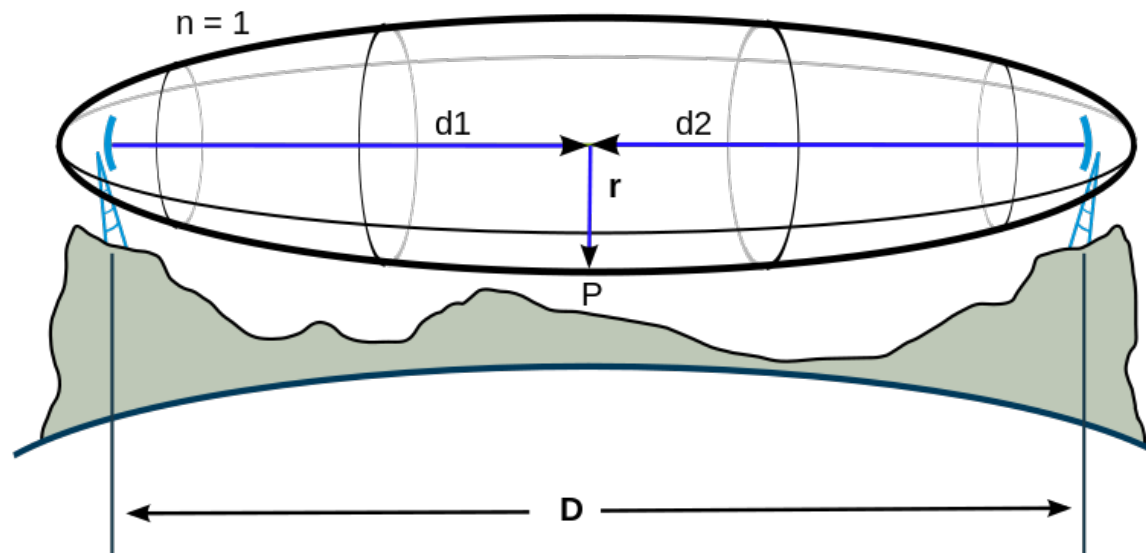
- Tiešā redzamība – *Line-of-sight*
- Fresnela zonas – *Fresnel Zones* – no fizikas – teorētiski bezgalīgs daudzums koncentriskas elipsveida zonas, kurās izplatās signāls.

Tiešā redzamība



Fresnela zonas

- Fresnela zona – D ir distance starp raidītāju un uztvērēju, r ir 1. Fresnela zonas ($n=1$) radius punktā P , kurš ir d_1 attālumā no raidītāja un d_2 attālumā no uztvērēja
- Sīkāk šeit: <http://www.zytrax.com/tech/wireless/fresnel.htm>

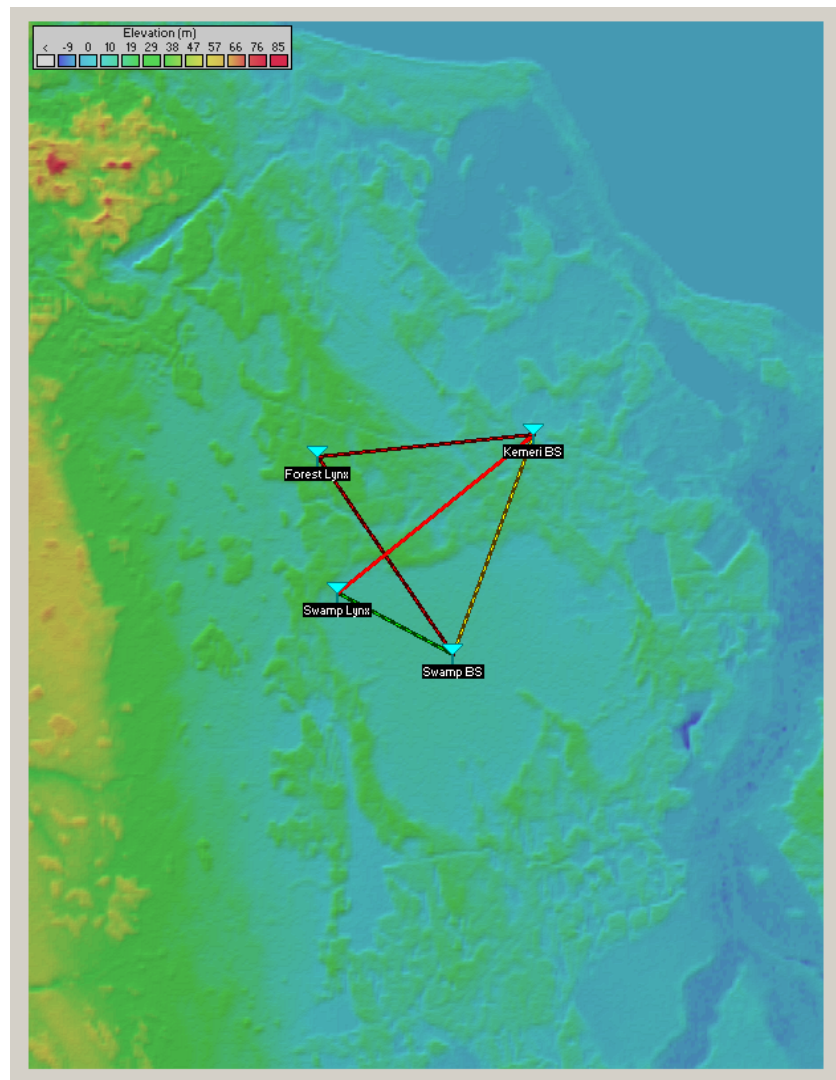


Radio signāla izplatīšanās modelēšana

- Saites “budžeta” jēdziens
 - “Budžetam jābūt sabalansētam”
 - raidītāja jauda + antenu pastiprinājums $\geq$ signāla zudumi
- Tiešsaites kalkulatori
- *RadioMobile* u.c. modelēšanas programmas

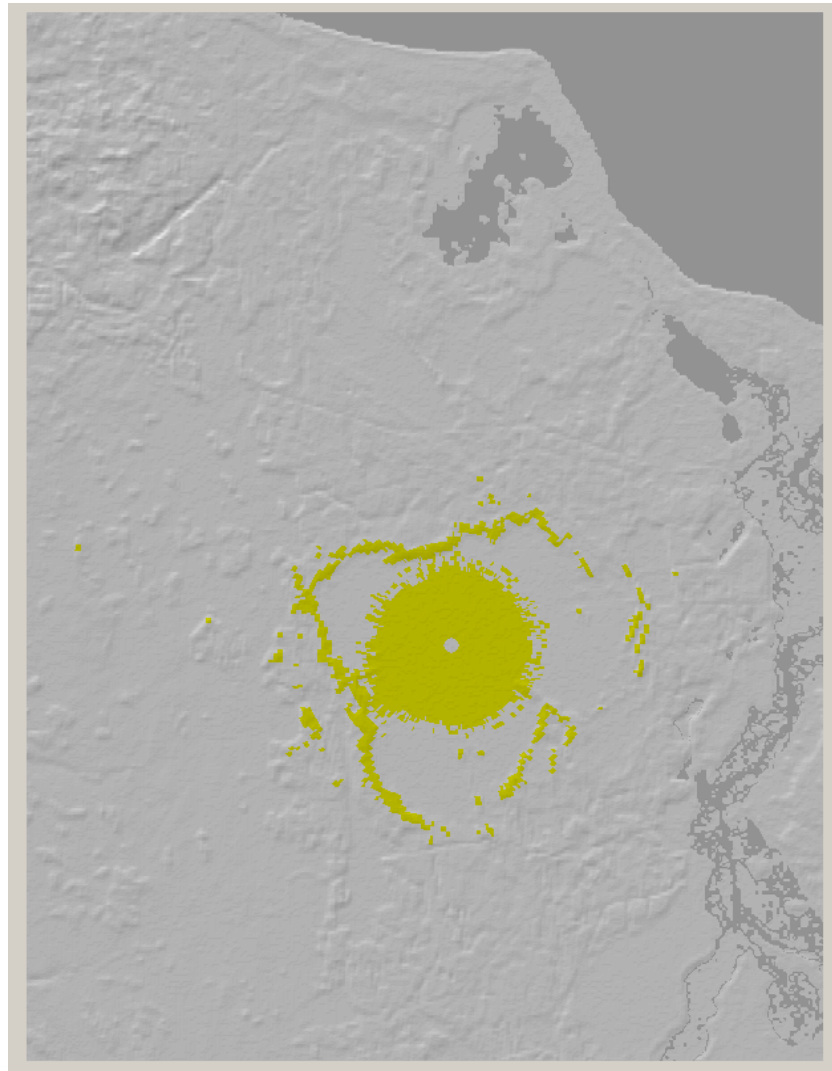
Modelēšanas piemērs (1)

- Ķemeru purvs un 433 MHz tīkls



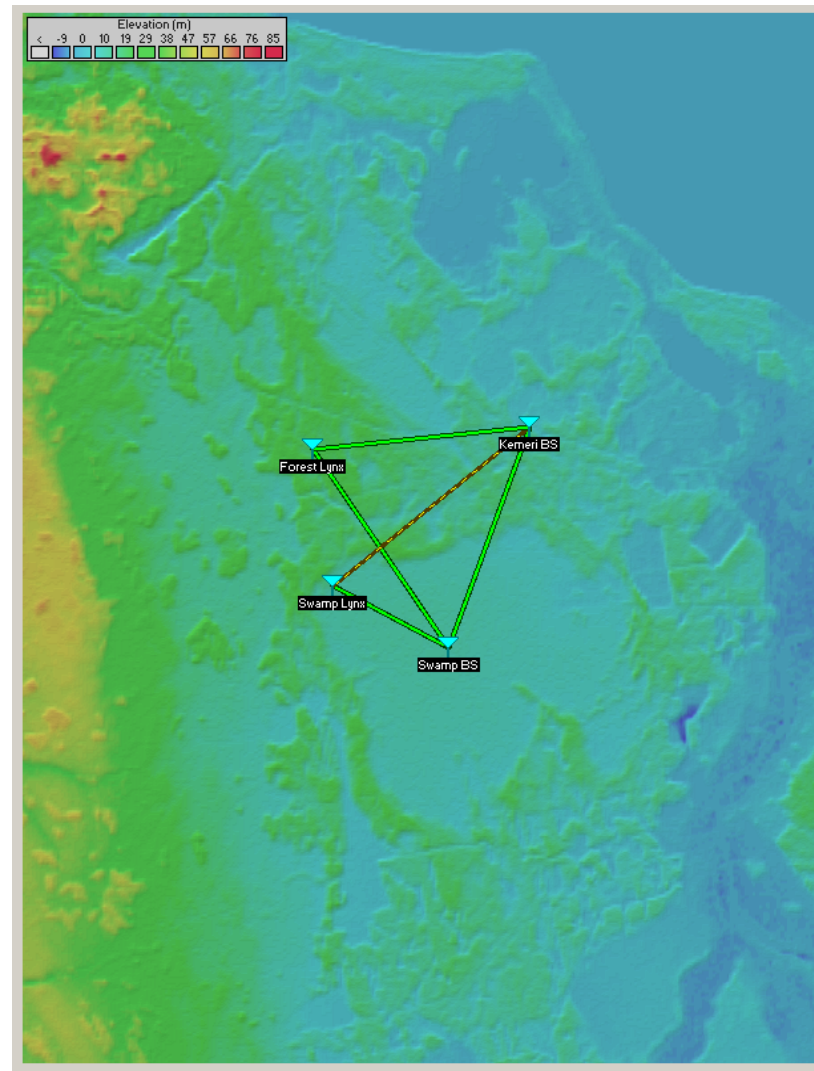
Modelēšanas piemērs (2)

- Ķemeru purvs un 433 MHz tīkls – radio pārklājums



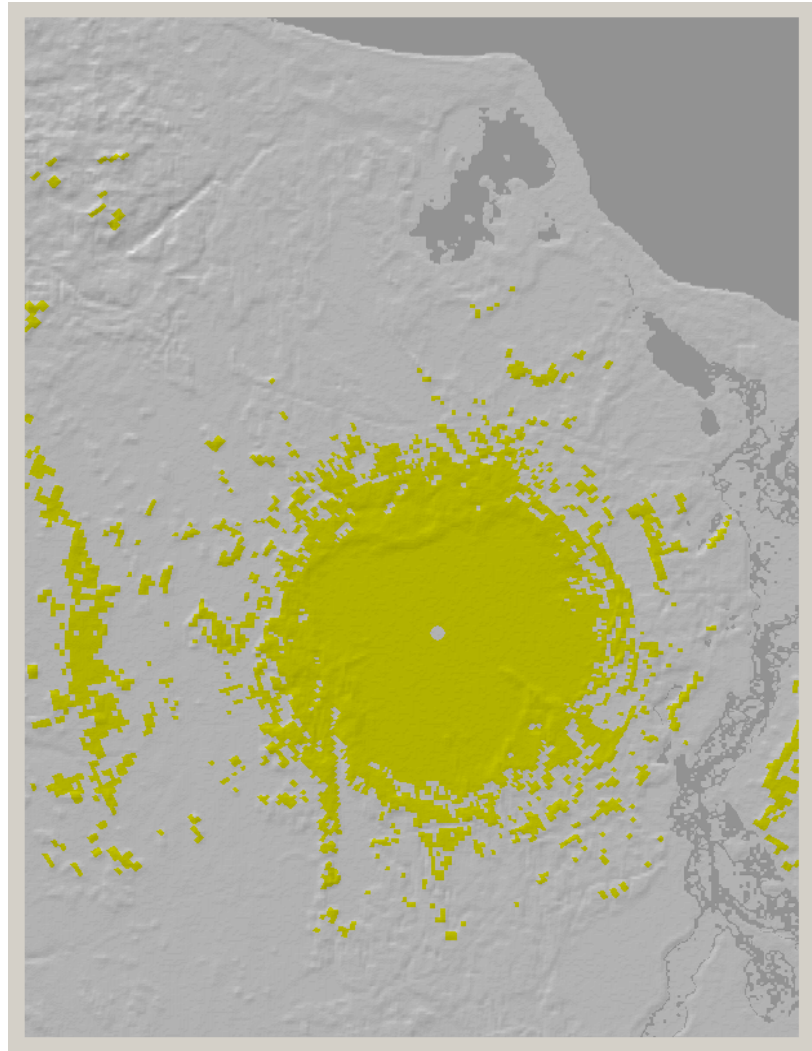
Modelēšanas piemērs (3)

- Ķemeru purvs un 152 MHz tīkls



Modelēšanas piemērs (4)

- Ķemeru purvs un 152 MHz tīkls – radio pārklājums



Traucējumi

- Zināmi arī kā “interference”
- Vienas frekvences signāli “traucē” viens otram
 - Kāpēc atšķirīgu ne?
- Ja vairāku signālu līmeņi ir pietiekoši līdzīgi, tos nav iespējams atšķirt!

Radio signāla nestabilitāte

- Signāla mainīguma faktori:
 - Laikapstākļi
 - Sezona
 - Fiziski šķēršļi
 - Interferējošu signālu klātbūtne
 - u.c.

Kopsavilkums

- Radio raidīšana bez antenas nebūs efektīva
- Antena NAV maģisks signāla pastiprinātājs!
- Bieži – viss varbūt ideāli uzkonstruēts, bet traucēs vides apstākļi

4. eseja: antenu tipi

- Atrast, aprakstīt un uzzīmēt bez minētajiem 3 tipiem vēl 1 antenas tipu.
- **Zīmēt ar roku**, atsūtīt epastā noskanētu / nofotogrāfētu!
- Terminš: 01.10.2014 10:00