

# Antennatervező szoftverek

Ludvig Ottó - HA5OT

# Miről lesz szó?

- ◆ Megismerkedünk a számítógépes antenna modellezés alapjaival, és történetével
- ◆ Gyakorlati példákon keresztül elsajátítjuk az alapvető fogásokat

Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# Miről lesz szó?

- ❖ A számítógépes antenna modellezés története
- ❖ NEC alapok
- ❖ Az antenna modellező szoftverek áttekintése
- ❖ Gyakorlati példák

Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# A számítógépes antenna modellezés története

- ◆ 1960-as évek ➡ Matematikai módszerek kidolgozása
- ◆ 1970 ➡ USA kormányzat hivatalosan is érdeklődik az antenna számítási alkalmazások iránt. Bekapcsolódnak védelmi kutató intézetek a fejlesztésbe.
- ◆ 1972 ➡ AMP (Antenna Modelling Program). Kiterjedt testek modellezése
- ◆ 1972 ➡ AMP2, gyorsabb kód huzalantennák modellezéséhez.

Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010



# A számítógépes antenna modellezés története

- ◆ 1977 ➡ AMP ➡ NEC (Numerical Electromagnetic Code) keretrendszer ➡ MoM (Method of Moments)
- ◆ 1980 ➡ NEC2: Alkalmas huzalantennák pontos modellezésére szabad térben, véges vezetőképességű és valóságos talaj közelében (Sommerfield-Norton).
- ◆ 1982 ➡ MININEC, Apple II 64kbyte
- ◆ 1990 ➡ NEC4 (Lawrence Livermore National Laboratory). Továbbfejlesztett képességek: extrém alacsony frekvenciák, lépcsőzetes átmérőjű és szigetelt vezetők modellezése.

Nap 2010

# A számítógépes antenna modellezés története

- ◆ NEC ➔ Eredetileg FORTRAN 77-ben írták
  - ◆ NEC2 Public Domain
  - ◆ NEC2 PC verziók
    - 640kb DOS
    - DOS extender, 16 és 32 bites FORTRAN 77 compiler
  - ◆ MININEC
    - BASIC interpreter
    - BASIC compiler, ADA, Pascal, C, Fortran
- Antennatervező szoftverek – MRC

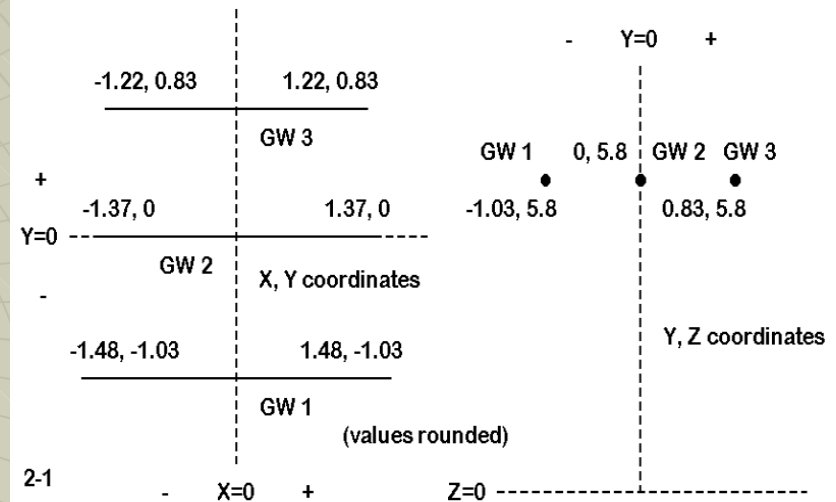
Nap 2010

# NEC alapok

- ◆ Szöveges bemenet, ún. kártyák
- ◆ Tabulált szöveges kimenet

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

```
CM 6-Meter 3 element wide-band Yagi
CE
GW 1, 31, -1.4835, -1.0334, 5.8, 1.4835, -1.0334, 5.8, .00635
GW 2, 31, -1.3729, 0., 5.8, 1.3729, 0., 5.8, .00635
GW 3, 31, -1.2206, .83206, 5.8, 1.2206, .83206, 5.8, .00635
GE 0
LD 5, 1, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 2, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 3, 0, 0, 2.5E+07, 1.
FR 0, 1, 0, 0, 52.
GN 2, 0, 0, 0, 13, .005
EX 0, 2, 16, 0, 1.414214, 0.
RP 0, 1, 360, 1000, 90., 0., 0., 1., 0.
EN
```



# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

```
CM 6-Meter 3 element wide-band Yagi
CE
GW 1, 31, -1.4835, -1.0334, 5.8, 1.4835, -1.0334, 5.8, .00635
GW 2, 31, -1.3729, 0., 5.8, 1.3729, 0., 5.8, .00635
GW 3, 31, -1.2206, .83206, 5.8, 1.2206, .83206, 5.8, .00635
GE 0
LD 5, 1, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 2, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 3, 0, 0, 2.5E+07, 1.
FR 0, 1, 0, 0, 52.
GN 2, 0, 0, 0, 13, .005
EX 0, 2, 16, 0, 1.414214, 0.
RP 0, 1, 360, 1000, 90., 0., 0., 1., 0.
EN
```

- ◆ **CM:** Comment (**megjegyzés**)
- ◆ **CE:** Comment End (**megjegyzés vége**)
- ◆ **GW:** Geometry of Wire (**a vezeték geometriai adatai**)
- ◆ **GE:** Geometry End (**a geometriai adatblokk vége**)
- ◆ **LD:** Load (**terhelés, elosztott, vagy koncentrált: itt az antenna elem vezetőképessége**)

Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT



# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

```
CM 6-Meter 3 element wide-band Yagi
CE
GW 1, 31, -1.4835, -1.0334, 5.8, 1.4835, -1.0334, 5.8, .00635
GW 2, 31, -1.3729, 0., 5.8, 1.3729, 0., 5.8, .00635
GW 3, 31, -1.2206, .83206, 5.8, 1.2206, .83206, 5.8, .00635
GE 0
LD 5, 1, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 2, 0, 0, 2.5E+07, 1.
LD 5, 3, 0, 0, 2.5E+07, 1.
FR 0, 1, 0, 0, 52.
GN 2, 0, 0, 0, 13, .005
EX 0, 2, 16, 0, 1.414214, 0.
RP 0, 1, 360, 1000, 90., 0., 0., 1., 0.
EN
```

- ♦ FR: Frequency (**frekvencia**)
- ♦ GN: Ground (**a föld paramétere**i)
- ♦ EX: Excitation (**gerjesztés, a jelforrás paramétere**i, **csúcsérték**)
- ♦ RP: Radiation Pattern (**meghatározza, hogy milyen adatokat szolgáltatson a NEC**)
- ♦ EN: End (**a NEC „kártya” vége**)

Antennatervező szoftverek MRC

Nap 2010

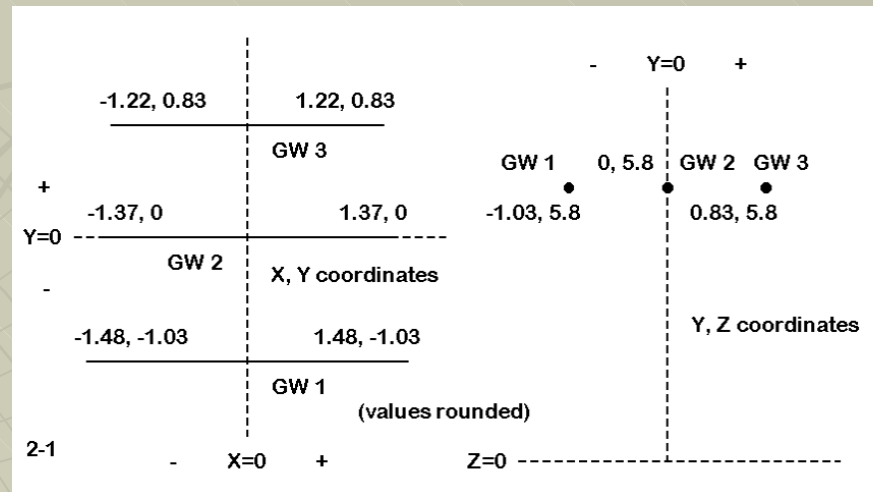
2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

**GW: Geometry of Wire**  
(a vezeték geometriai adatai  
méterben)

```
...  
GW 1, 31, -1.4835, -1.0334, 5.8, 1.4835, -1.0334, 5.8, .00635  
...
```



**GW az elem sorszáma, X1, Y1, Z1, X2, Y2, Z2, átmérő**

Antennatervező szoftverek – MRC  
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

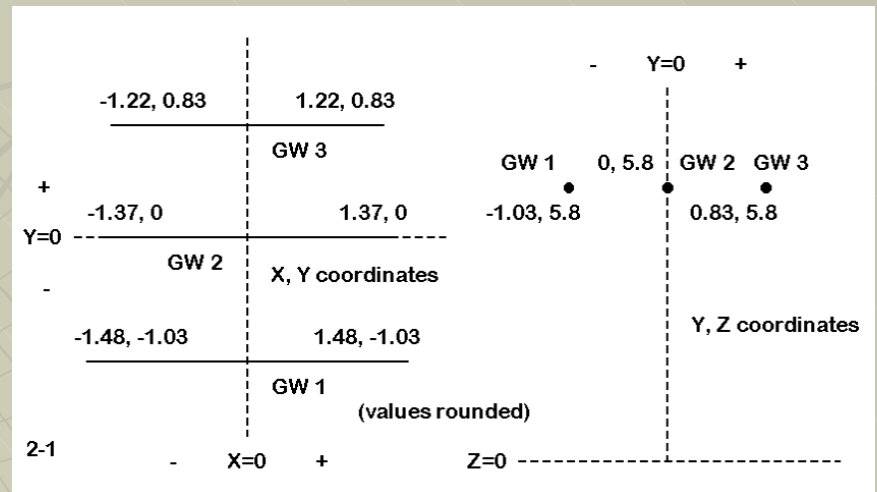
# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

LD: Load

(koncentrált, vagy elosztott impedancia, vagy vezetés, adott elemen; ideális vezető esetén a NEC figyelmen kívül hagyja)

...  
LD 5, 1, 0, 0, 2.5E+07, 1.  
...



LD a terhelés fajtája\*, az elem sorszáma, kezdő szegmens, záró szegmens, Z1/Y1\*\*, Z2\*\*, Z3\*\*

\* 5: az elem vezetőképessége, elosztott paraméter

\*\* az impedancia/admittancia mezők jelentése a terhelés fajtája mezőtől függ

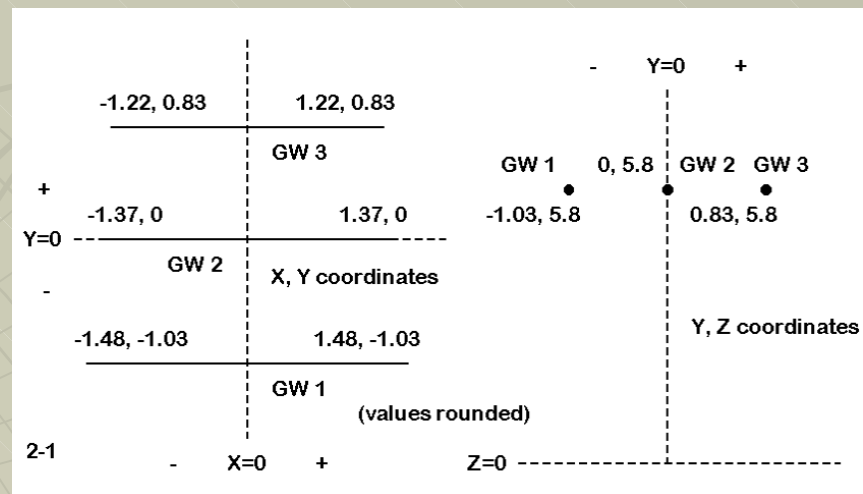
Nap 2010

# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

FR: Frequency (frekvencia)

...  
FR 0, 1, 0, 0, 52.  
...



FR lépések fajtája\*, frekvencia lépések száma, 0, 0, frekvencia (MHz), lépésköz (opcionális)

\* lineáris, vagy multiplikatív frekvencia léptetés

Antennatervező szoftverek – MRC  
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

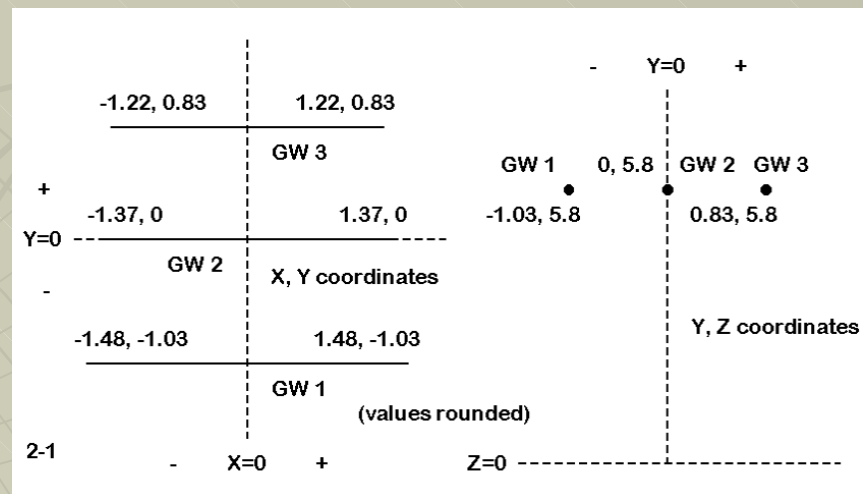


# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

**GN:** Ground (a föld paraméterei)

```
...  
GN 2, 0, 0, 0, 13, .005  
...
```



**GN a föld fajtája\***, radiálok száma a földfelszínen (ha van), 0, 0,  
a föld relatív dielektromos állandója, föld vezetőképessége (mohm/m),  
**opcionális1, opcionális2, opcionális3**

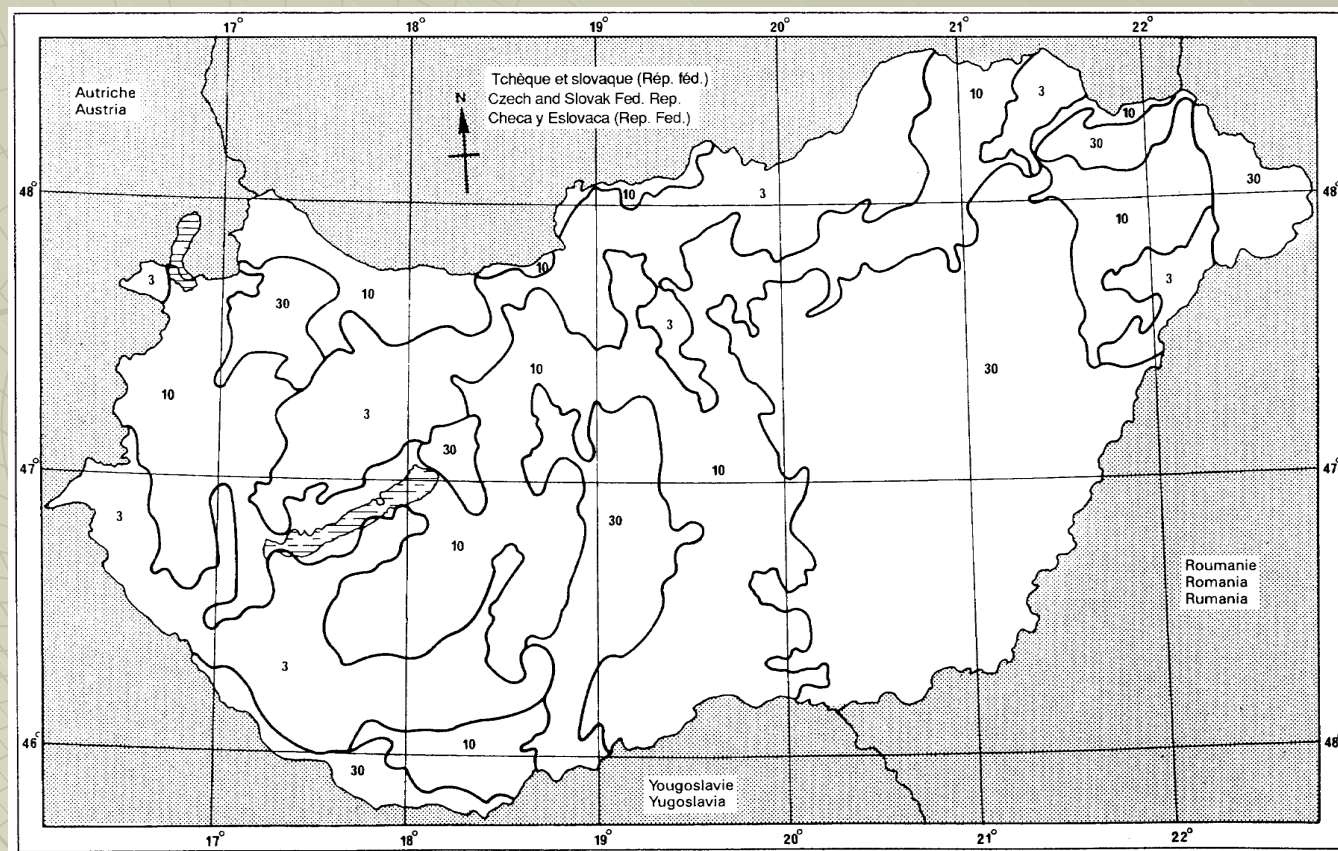
Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# NEC alapok

A talaj vezetőképessége 1MHz-en, mS/m



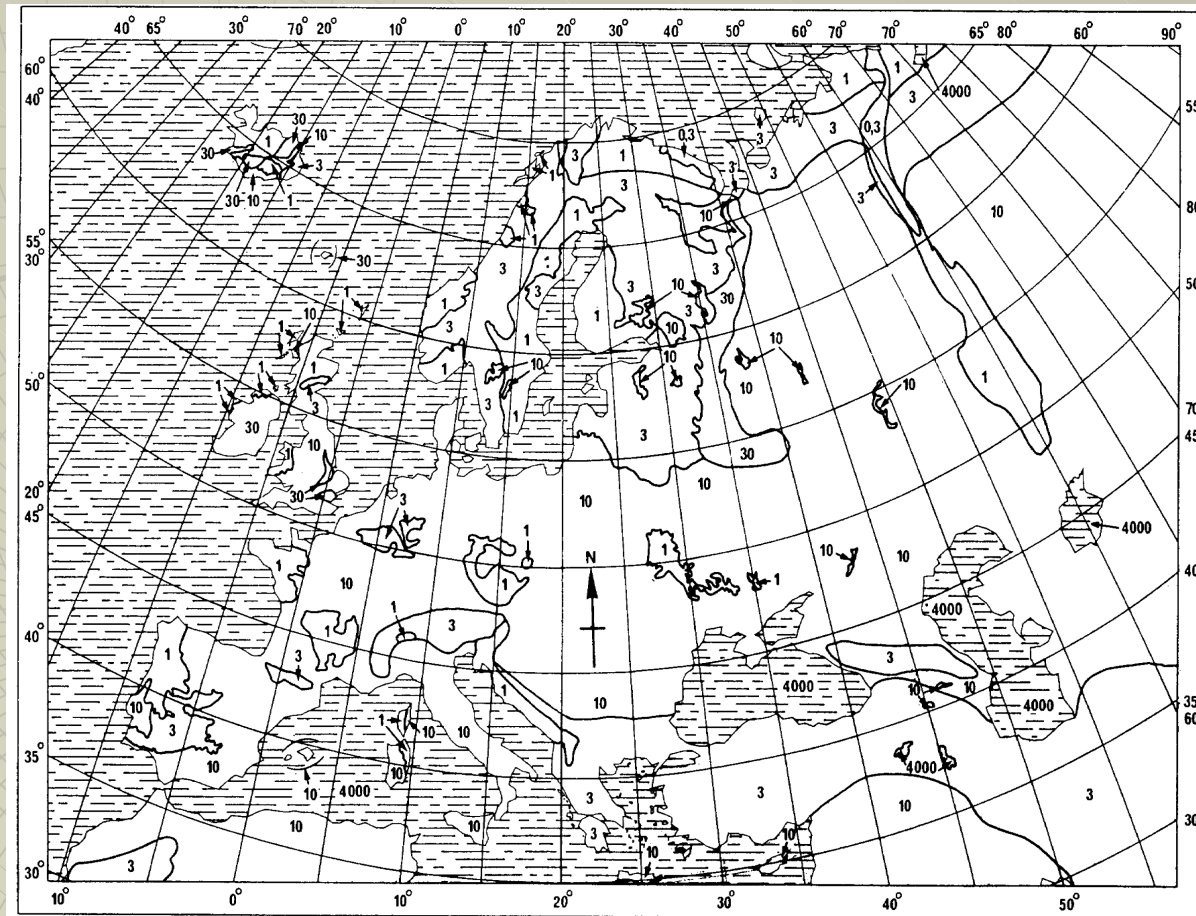
[http://hamwaves.com/antennas/gnd-sigma/vlf\\_mf\\_ground\\_conductivity\\_atlas.pdf](http://hamwaves.com/antennas/gnd-sigma/vlf_mf_ground_conductivity_atlas.pdf)

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# NEC alapok

A talaj vezetőképessége 30kHz-en, mS/m



1. nap 2010

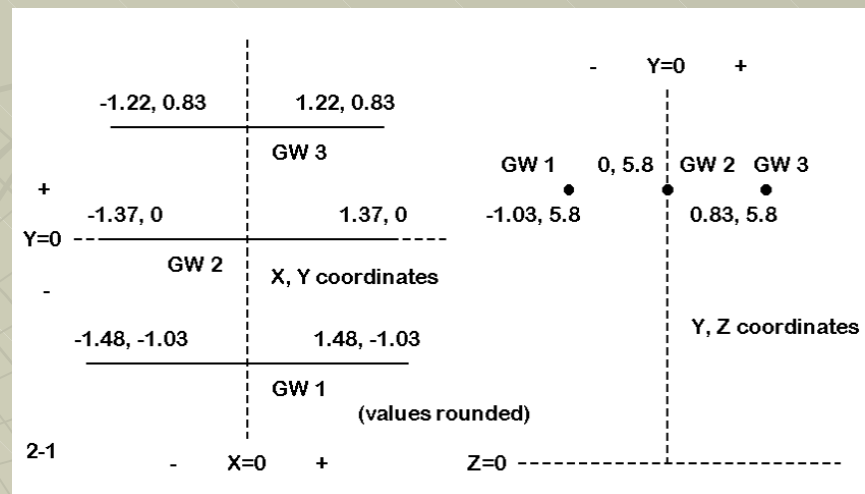


# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

EX: Excitation (gerjesztés, a jelforrás paraméterei, csúcsérték)

...  
EX 0, 2, 16, 0, 1.414214, 0.  
...



EX gerjesztés típusa, gerjesztett elem, gerjesztett szegmens,  
0, gerjesztő feszültség valós része, gerjesztő feszültség képzetes része,  
0, 0, 0

Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

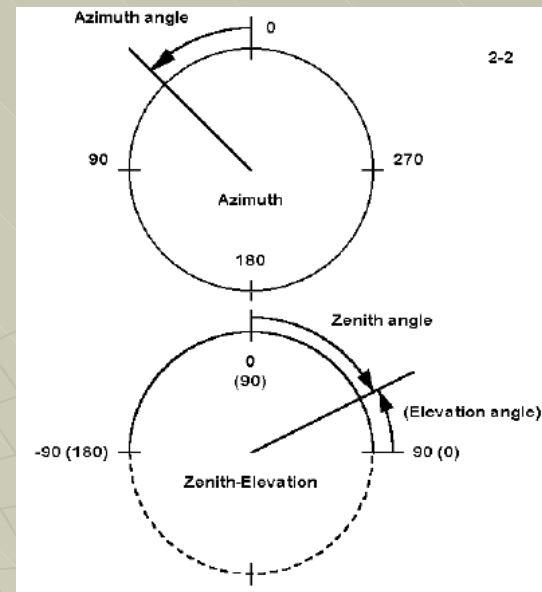


# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna

**RP: Radiation Pattern (meghatározza, hogy milyen adatokat szolgáltatasson a NEC)**

```
...  
RP 0, 1, 360, 1000, 90., 0., 0., 1., 0.  
...
```



**RP a számítás módja, mért pontok száma (zenit), mért pontok száma (azimut), egyéb paraméterek, kiindulási szög (zenit), kiindulási szög (azimut), zenit lépésköz, azimut lépésköz, opcionális**

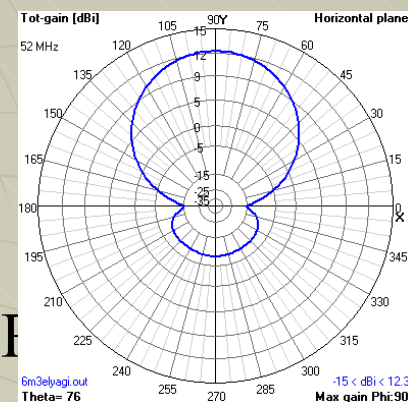
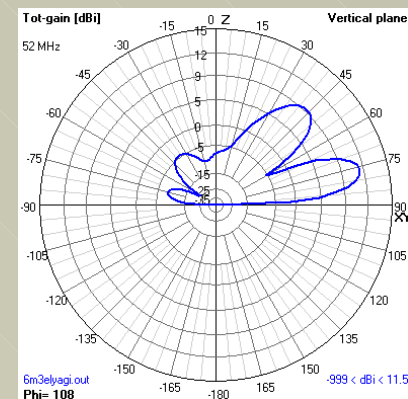
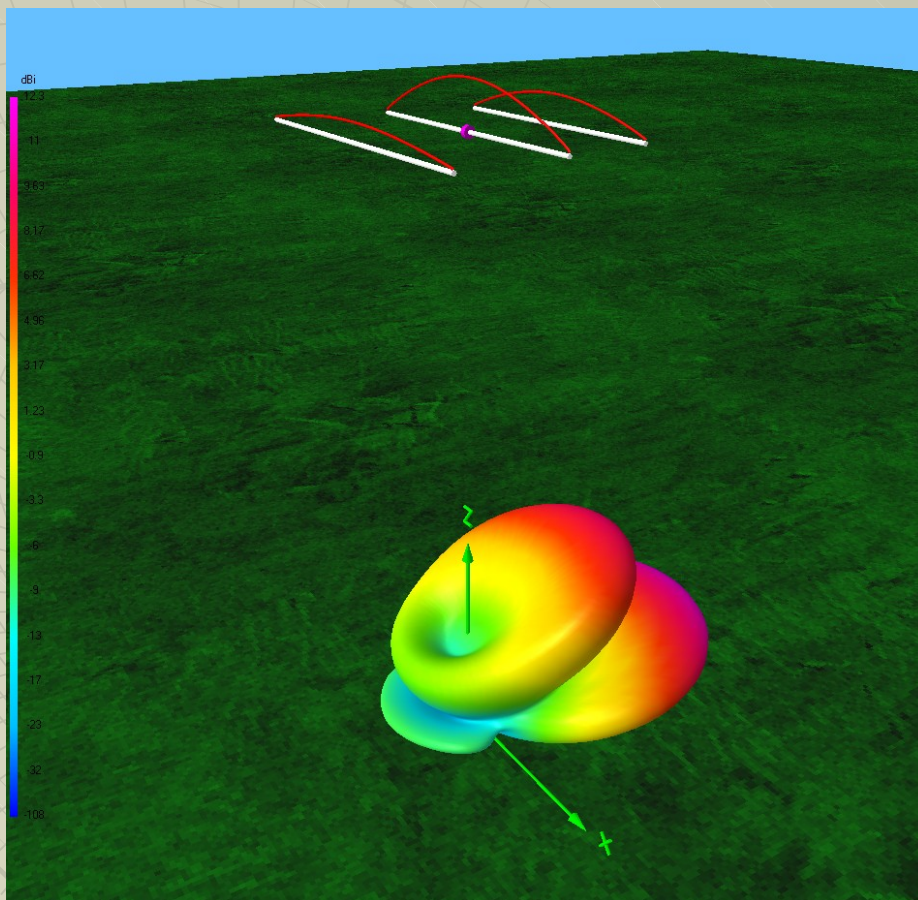
Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010

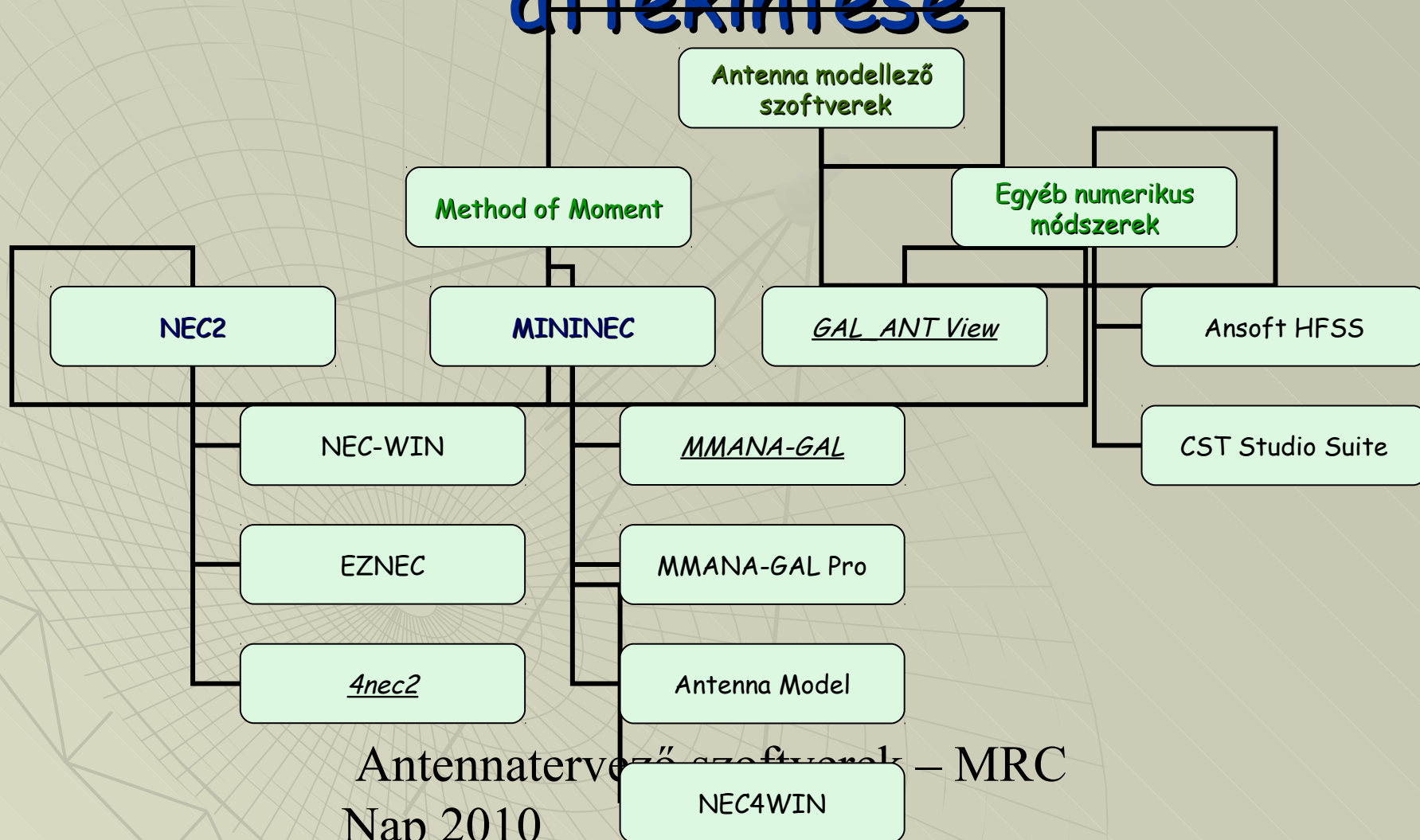
2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# NEC alapok

Példa: 6m 3 elemes Yagi antenna



# Az antenna modellező szoftverek áttekintése



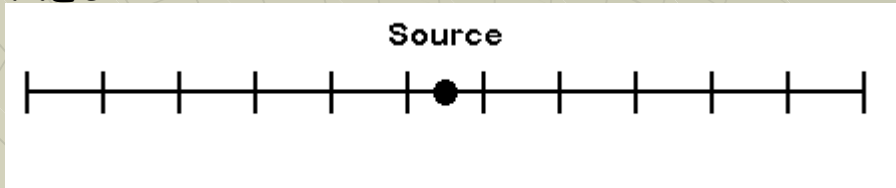
Antennatervező szoftverek – MRC

Nap 2010



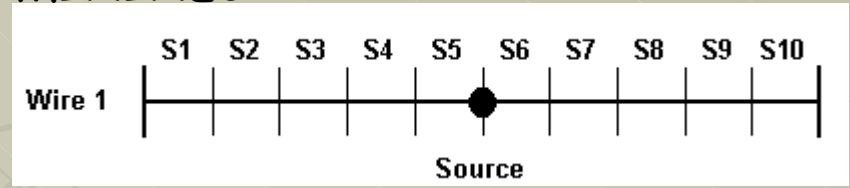
# Az antenna modellező szoftverek áttekintése

## NEC2



- ✗ Egymáshoz közeli vezetőknél pontatlan
- ✗ Táplált ponthoz legfeljebb 30 vezeték csatlakozhat (pl. vertikál - radiál rendszer)
- ✗ Közös pontból táplált több antenna esetén speciális módszert kell alkalmazni
- ✗ Lépcsőzetesen elvékonyodó átmérőjű elemek
- ✗ A sarkoknál találkozó különböző átmérőjű vezeték
- ✗ Hurokdipól különböző vezető-átmérőkkel
- ✓ Precíz föld-modell (Sommerfeld-Norton)
- ✓ Kis föld feletti magasságoknál is pontos
- ✓ Tápvonallal is tud számolni (pl. a logper antennák elemeit összekötő tápvonal)

## MININEC



- ✗ Nincs igazi föld modell
- ✗ A földhöz közel túl nagy erősítést ad
- ✗ Magasabb frekvenciákon rövidebbnek számolja az antennát a valós méreténél
- ✗ Magas elemszámnál lassú
- ✓ Hurokdipól különböző vezető-átmérőkkel
- ✓ Elvékonyodó átmérőjű elemek
- ✓ Egészen közeli vezetők esetén is megbízható
- ✓ A sarkoknál találkozó különböző átmérőjű vezetékeket is jól számolja

Antenna modellező szoftverek – MRC

Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT



# Az antenna modellező szoftverek áttekintése

## Bemutatásra kerülő szoftverek

- ♦ **GAL-ANT View:** \*nec és \*maa modell nézegető, ingyenes (<http://www.dl1pbd.de/ger/viewer.htm>)
- ♦ **MMANA-GAL:** MININEC modellező, ingyenes (<http://mmhamsoft.amateur-radio.ca/pages/mmana-gal.php>)
- ♦ **4nec2:** NEC2 modellező, ingyenes (<http://home.ict.nl/~arivoors/>)
- ♦ **MMANA-GAL Pro:** bővített képességű MININEC modellező, 99EUR (<http://dl2kq.de/promm/>)
- ♦ **EZNEC:** NEC2 modellező, 89\$-500\$ (<http://www.eznec.com/>)

Antennatervező szoftverek – MRC

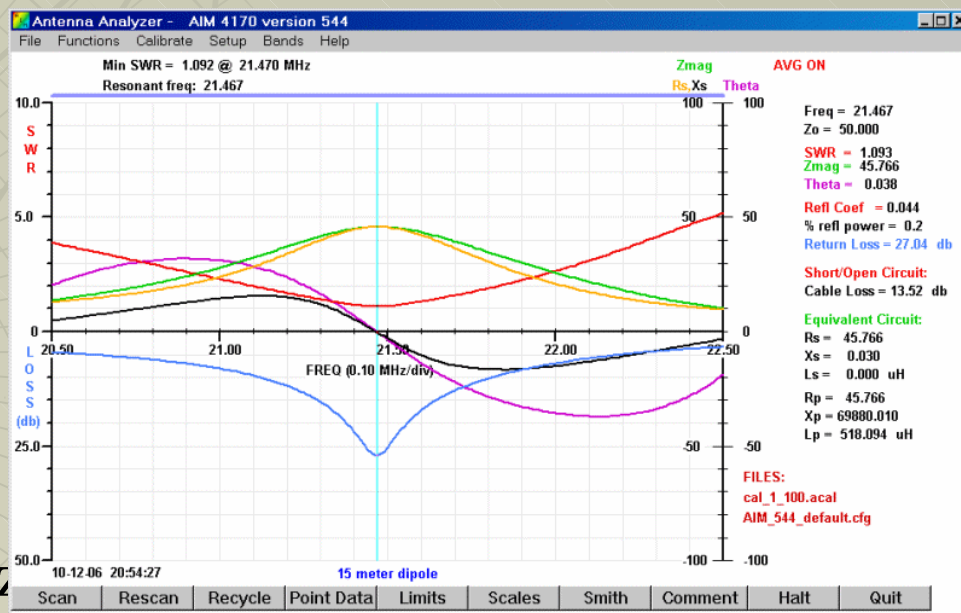
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# Az antenna modellező szoftverek áttekintése

## A kész antenna mérése

- ◆ **AIM 4170:** (<http://www.w5big.com/>)



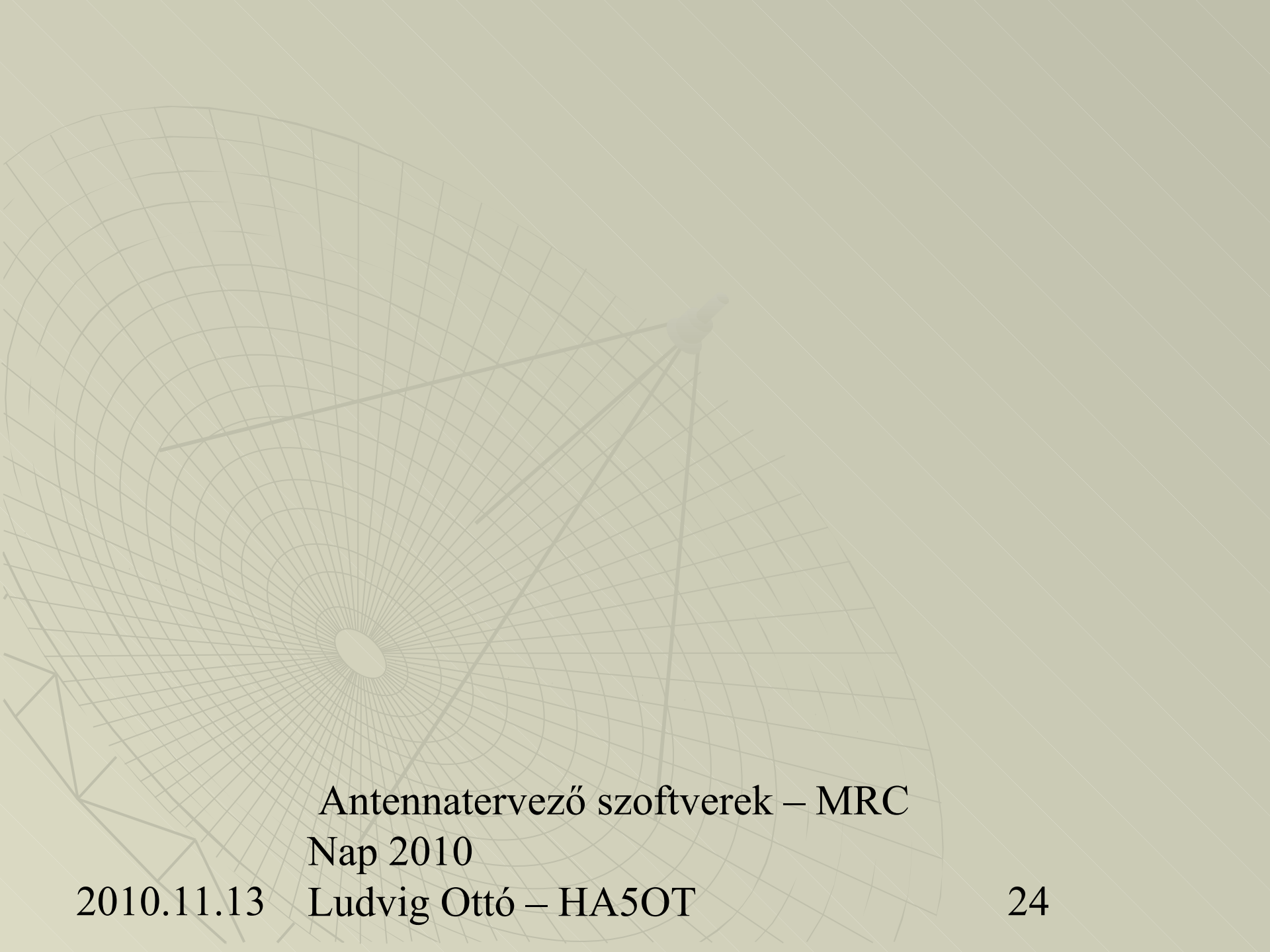
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

# Gyakorlati példák

Antennatervező szoftverek – MRC  
Nap 2010  
Ludvig Ottó – HA5OT

2010.11.13



Antennatervező szoftverek – MRC  
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT





# Köszönöm a figyelmet

Antennatervező szoftverek – MRC  
Nap 2010

2010.11.13 Ludvig Ottó – HA5OT

25