



# Zavartatás mértékének, hatásának meghatározása.

## Kiinduló számítások

- LTE rendszer paraméterei
  - Bázisállomás
  - Előfizetői terminál
- KTV rendszer (Koaxiális sík) paraméterei
  - Vonalhálózat
  - Előfizetői hálózat
  - Végberendezés
- Zavartatás számítása



## Mérések, kiértékelés

- Vizsgált eszközök kiválasztása
- Modellelés
- Mérés
- Kiértékelés



# Kiinduló számítások

## LTE rendszer paraméterei

| <b>Báziállomás</b>                   |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| Maximális adóteljesítmény (dBm / W ) | 46 / 40          |
| Antennanyereség (dB)                 | 17               |
| Kábelveszteség (dB)                  | 2                |
| <b>EIRP max. (dBm / W)</b>           | <b>61 / 1250</b> |

| <b>Előfizetői terminál</b>           |                   |
|--------------------------------------|-------------------|
| Maximális adóteljesítmény (dBm / W ) | 23 / 0,2          |
| Antennanyereség (dB)                 | -2                |
| Kábelveszteség (dB)                  | 0                 |
| <b>EIRP max. (dBm / W)</b>           | <b>21 / 0,125</b> |

DS jel paraméterei:

Moduláció: OFDM /  
64 QAM  
Kódarány: 5 / 6  
**Csatorna sávszélesség: 10  
MHz**  
Átviteli keret méret: 11064  
bit



# Kiinduló számítások

## KTV rendszer (Koaxiális sík) paraméterei

| Vonali hálózati jelszintek             | dBuV       | dBmV | dBm         |
|--|------------|------|-------------|
| max. jelszint analóg (szinroncsúcsban) | <b>108</b> | 48   | <b>-0,8</b> |
| min. jelszint analóg (szinroncsúcsban) | <b>70</b>  | 10   | <b>-39</b>  |
| Maximális jelszint 256QAM              | <b>104</b> | 44   | <b>-5</b>   |
| Minimális jelszint 256QAM              | <b>66</b>  | 6    | <b>-43</b>  |

| Előfizetői hálózati jelszintek               | dBuV      | dBmV | dBm        |
|--|-----------|------|------------|
| max. jelszint analóg (szinroncsúcsban)       | <b>75</b> | 15   | <b>-34</b> |
| min. jelszint analóg (szinroncsúcsban)       | <b>64</b> | 4    | <b>-45</b> |
| Maximális jelszint 256QAM (MMVO nélkül)      | <b>71</b> | 11   | <b>-38</b> |
| Minimális jelszint 256QAM (MMVO alkalmazása) | <b>50</b> | -10  | <b>-59</b> |

| Minimális C/N (dB) 256QAM Docsis előírás            |                |
|---|----------------|
| Kábelmodem bemenőszint tartomány 54 - 77 dB $\mu$ V | <b>32,5 dB</b> |
| Kábelmodem bemenőszint tartomány 47 - 54 dB $\mu$ V | <b>34,5 dB</b> |

**A 256QAM csatorna  
sávszélessége : 6,952 MHz**

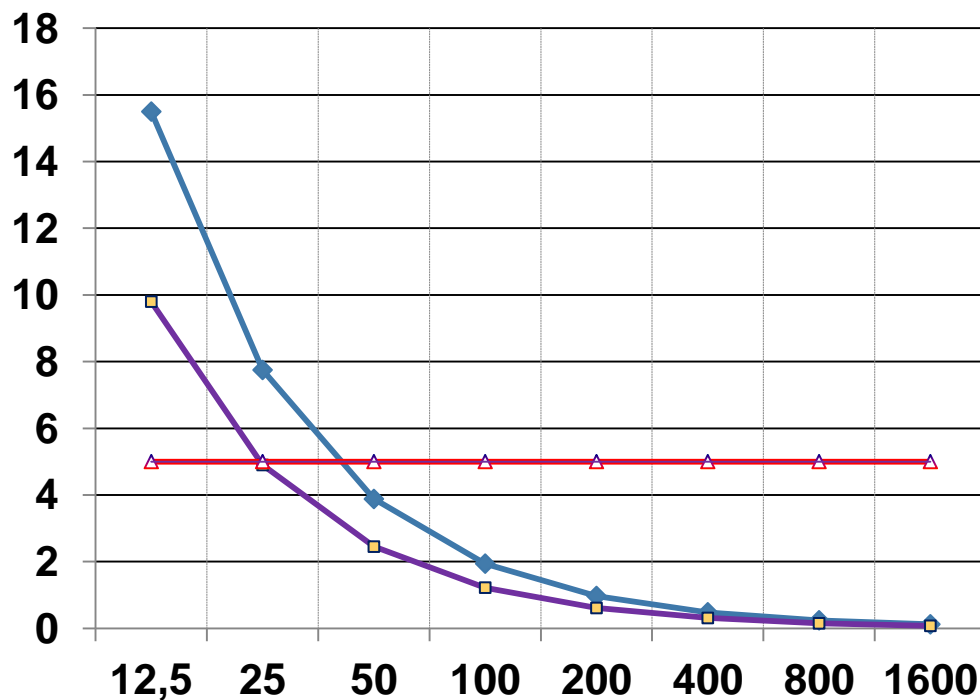


# Zavartatás számítása

Bázisállomás → Vonali hálózat, Házhálózat



E(V/m) Térerősség a bázisállomástól számított távolságra



◆ f=800MHz,  
EIRP=61dBm

■ f=800MHz,  
EIRP=57dBm

▲ Hálózat becsült  
tűrőképessége

Szükséges árnyékolási  
hatékonyság:

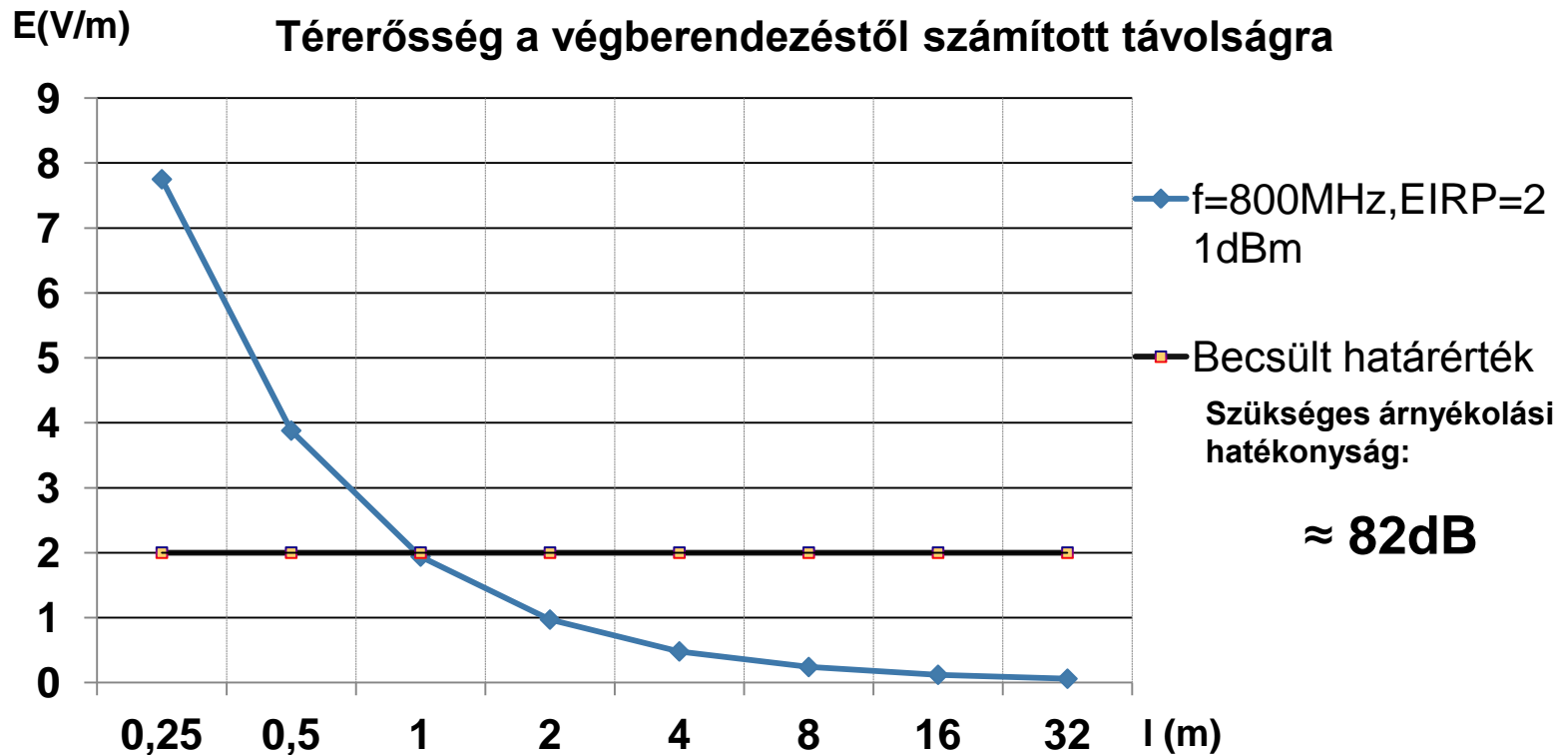
≈ 76dB – 80dB

l (m)



# Zavartatás számítása

Mobil Handset -> Előfizetői hálózat, kábelmodem





# Mérések, kiértékelés

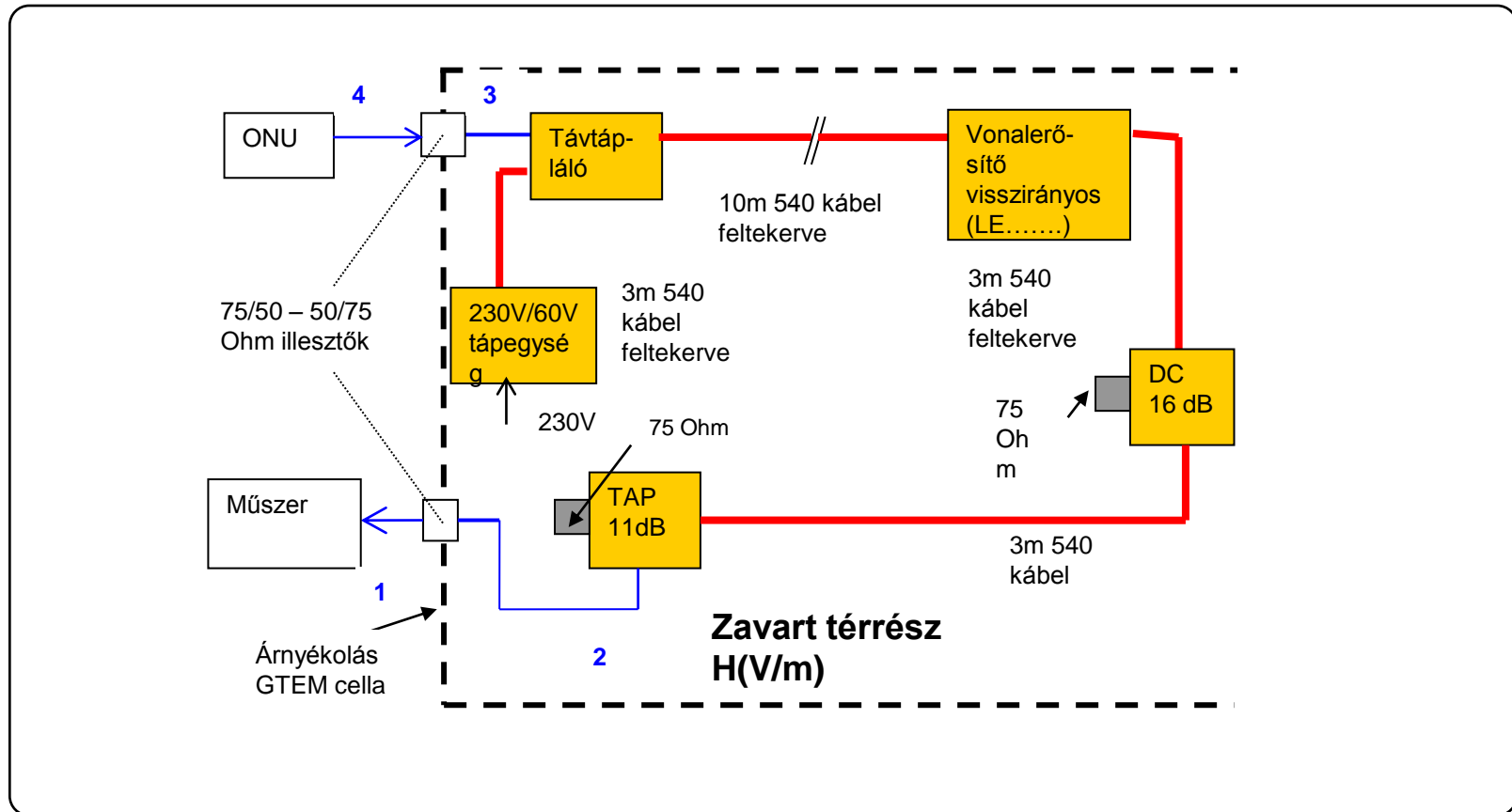
## Modellezés

- **Vonali hálózati elemek:** Koaxiális hálózatban használt erősítő, vonali kábelszakasz, teljesítményosztó, tápinzerter, tápegység, előfizetői leágazó eszközökből összekapcsolt hálózat.
- **Házhálózati elemek:** Házhálózatban használt erősítő, RG6 kábelszakasz, tápinzerter, tápegység, előfizetői leágazó eszközökből összekapcsolt hálózat.
- **EuroDocsis kábelmodemek:** EPC3925, EPC3000, THG570, TCM470
- **DVB-C STB:** HD-C10CX



# Mérések, kiértékelés

## Modellezés, Vonali hálózat





# Mérések, kiértékelés

## Mérési eredmények 1.

- A mérések során a vonali és házhálózatban névleges a végberendezések közepes jelszinteket kaptak.
- A mintahálózati és a kábelmodem mérések IPTV élő jellel minta stream felhasználásával történtek, a DVB-C STB vizsgálathoz mérőgenerátor jele lett beinzertálva (256QAM, -4dBc).
- A méréseket egy adott kábelmodem és DVB-C STB típusra vonatkozóan az összes (darabszám, frekvencia és X,Y,Z irányú pozíció) mért érték szerint átlagoltuk.
- A kiértékelés alapja, hálózati elemeknél MER=30dB elérése, végberendezéseknél a kép szétesése, blokkosodása esetén alkalmazott  $E_{max.}(V/m)$  térerősség meghatározása.
- **Vonali és házhálózati eredmények:**

**$E_{max.}$  átlag = 7,43V/m**



# Mérések, kiértékelés

## Mérési eredmények 2.

- **Kábelmodemekhez tartozó E<sub>max</sub> átlag:**

|                |   |                |                          |
|----------------|---|----------------|--------------------------|
| <b>EPC3925</b> | — | <b>4,6 V/m</b> | (minimális érték=1,2V/m) |
| <b>EPC3000</b> | — | <b>2,9 V/m</b> | (minimális érték=1,0V/m) |
| <b>TCM470</b>  | — | <b>0,96V/m</b> | (minimális érték=0,6V/m) |
| <b>THG570</b>  | — | <b>1,5 V/m</b> | (minimális érték=0,4V/m) |

- **DVB-C STB-hez tartozó E<sub>max</sub> átlag:**

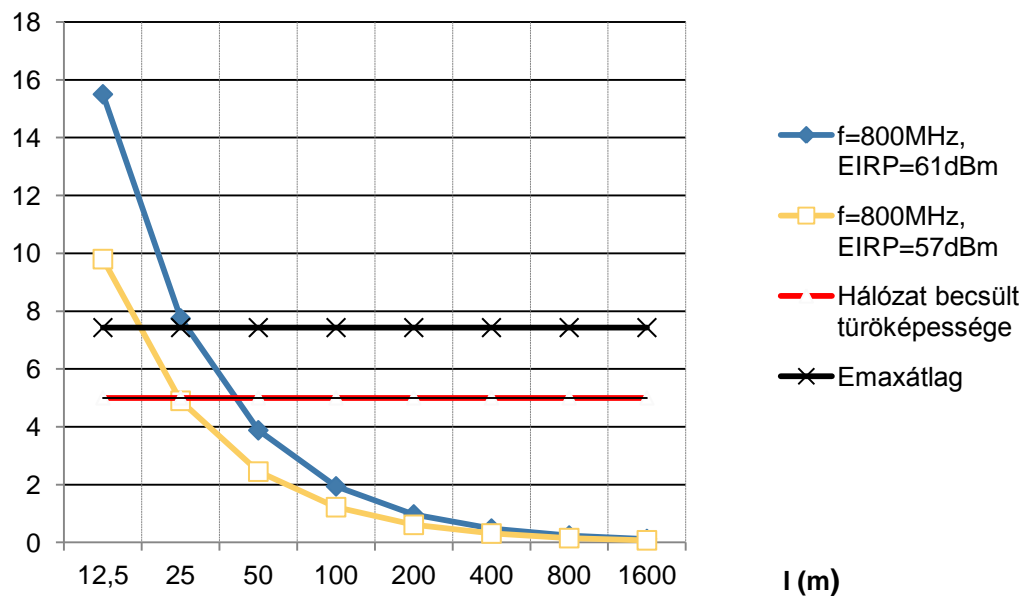
|                 |   |               |                          |
|-----------------|---|---------------|--------------------------|
| <b>HD-C10CX</b> | — | <b>2,4V/m</b> | (minimális érték=0,7V/m) |
|-----------------|---|---------------|--------------------------|



# Mérések, kiértékelés

## Vonali hálózat, Házhálózat

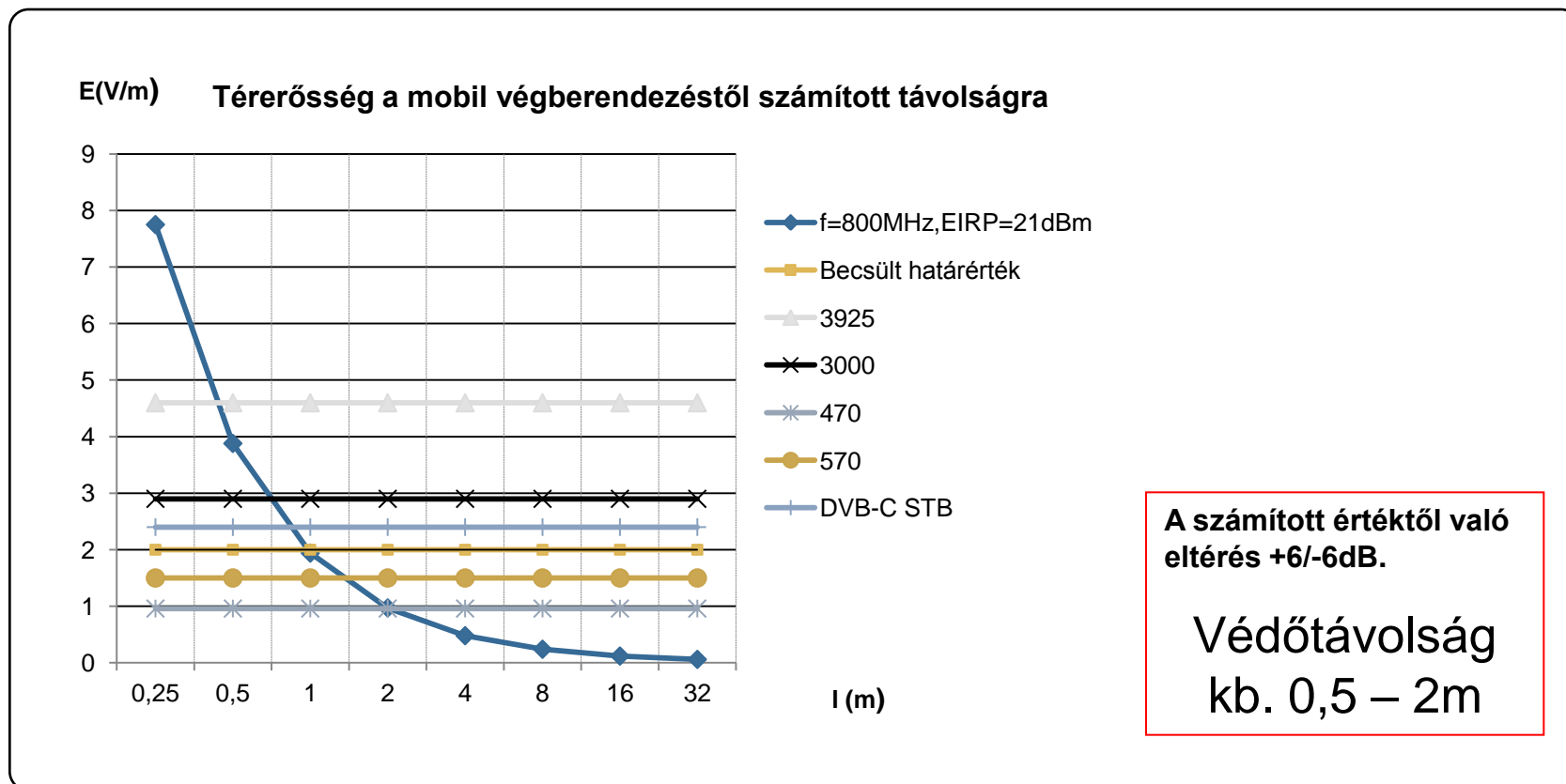
E(V/m) Térerősség a bázisállomástól számított távolságra



A számított értéknél jobb.  
Védőtávolság kb.  
15 – 25m

# Mérések, kiértékelés

Mobil Handset -> Kábelmodem, STB



# Mérések, kiértékelés

## Eredmények alkalmazhatósága

### **Eredményeket pozitívan befolyásoló tényezők:**

- Tereptárgyak, figyelmen kívül hagyása.
- Számolásnál maximális EIRP a fősugárzási irányban.
- Mobil készüléknél teljesítményszabályozás van (+23 dBm – 40dBm = 63dB).
- Mobil előfizetői aktivitás, időszázalékban.

### **Eredményeket negatívan befolyásoló tényezők:**

- KTV végberendezésnél átlagos jelszint alkalmazása a mérésnél. Minimális megengedhető jelszintek esetén a védőtávolság háromszorosára nő.
- „Professzionális” körülmények (korróziómentes csatlakozók, új kábelek, stb.) miatt az átlagosnál jobb hálózat.
- KTV végberendezések árnyékolása szórása miatt előfordulhatnak kedvezőtlenebb esetek.



# Szabványos hálózatban fellépő zavartatás

## MSZ EN 50083-8 szerinti előírás:

Maximális kültéri zavaró térerő  $E = 106 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  az alábbi feltételek mell

- Zavaró adó modulációja = CW
- Épület árnyékolási csillapítása = 8dB (Épületen belül  $E = 98 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ )
- Zavaró jel frekvenciája = 166MHz
- Hasznos jel szintje =  $60 \text{ dB}\mu\text{V}$
- Mérőantenna nyeresége = 1,76dB
- Megkívánt C/I = 57dB
- Mérési pontosság, tűrés = 1dB

Eredmény:

$$SE_{\min}(\text{dB}) = 84,9\text{dB}$$



# Szabványos hálózatban fellépő zavartatás

**Zavartűrési határértékek 800MHz-en MSZ EN 50083-8 szerint:**

$E = 106 \text{ dB}\mu\text{V/m}$  0,15 - 950 MHz sávban előírás

Ehhez a térerősséghez tartozó árnyékolási csillapítás 800MHz-en:

$$SE_{\min}(\text{dB}) = 71,2\text{dB}$$

**A szükséges árnyékolási csillapítás a frekvenciamenete:**

| f(MHz) | SE min(dB) |
|--------|------------|
| 100    | 89         |
| 200    | 83         |
| 300    | 80         |
| 400    | 77         |
| 500    | 75         |
| 600    | 73,7       |
| 700    | 72,4       |
| 800    | 71,2       |

megj. :Az EN 50083-2 az „A” osztályú passzív elemekre 75dB-t ír elő a 470-950 MHz-es sávban.



# Szabványos hálózatban fellépő zavartatás

## Védőtávolság számítása -1

Kiinduló adatok:

- $SE_{min}=75\text{dB}$
- Analóg csatorna minimális jelszint a hálózaton =  $68\text{dB}\mu\text{V}$
- Analóg csatorna maximális jelszint =  $108\text{dB}\mu\text{V}$
- Analóg csatorna minimális C/N =  $44\text{dB}$
- 256QAM vagy 64QAM csatorna minimális jelszint a hálózaton =  $64\text{dB}\mu\text{V}$
- 256QAM vagy 64QAM csatorna maximális jelszint a hálózaton =  $104\text{dB}\mu\text{V}$
- 256QAM csatorna minimális C/N =  $32,5\text{dB}$
- 64QAM csatorna minimális C/N =  $23\text{dB}$
- LTE adó EIRP =  $61\text{dBW}$  ( $G_a=18\text{dB}$ )
- LTE vevő minimális jelszint =  $-74\text{dBm}$  (64QAM, 25Mbit/s)
- LTE vevő minimális C/N =  $20\text{dB}$  ( $B=10\text{MHz}$ ,  $F=10\text{dB}$ )





# Szabványos hálózatban fellépő zavartatás

## Védőtávolság számítása -2

Eredmények:

**LTE – > KTV zavarás védőtávolsága:**

$$d_{256QAM} = 35 \text{ m}$$

$$d_{analóg} = 74 \text{ m}$$

$$d_{64QAM} = 12 \text{ m}$$

$$d_{64QAM} = 7,7 \text{ m} \quad (P_{64QAM} = P_{analóg})$$

**KTV –> LTE zavarás védőtávolsága**

$$d_{256QAM, 64QAM} = 1 \text{ m}$$

megj.: Az MSZ EN 50083-8 szerinti kisugárzott teljesítménykorlátot (20dBpW) az alkalmazott szintek és a feltételezett árnyékolási hatékonyság mellett nem lépjük túl (89dBm – 75dBm = 14dBpW).



# Mit tudunk tenni a kölcsönös zavartatás csökkentésére?

## **A zavart sávban a KTV hálózatban:**

- **Jelszint növelése**
- **64QAM alkalmazása 256QAM helyett**
- **Nagyobb zavartűrésű service alkalmazása**
- **Nagyobb zavartűrésű eszközök alkalmazása**
- **A zavart sáv kiürítése**



# Köszönöm a figyelmet!

