



# OMT-LAB



Optical and Microwave Telecommunication  
Laboratory

## Beltéri helyzetmeghatározás kódosztással nyalábolt látható fényes kommunikációval

Szabó Gábor

MSc villamosmérnök hallgató



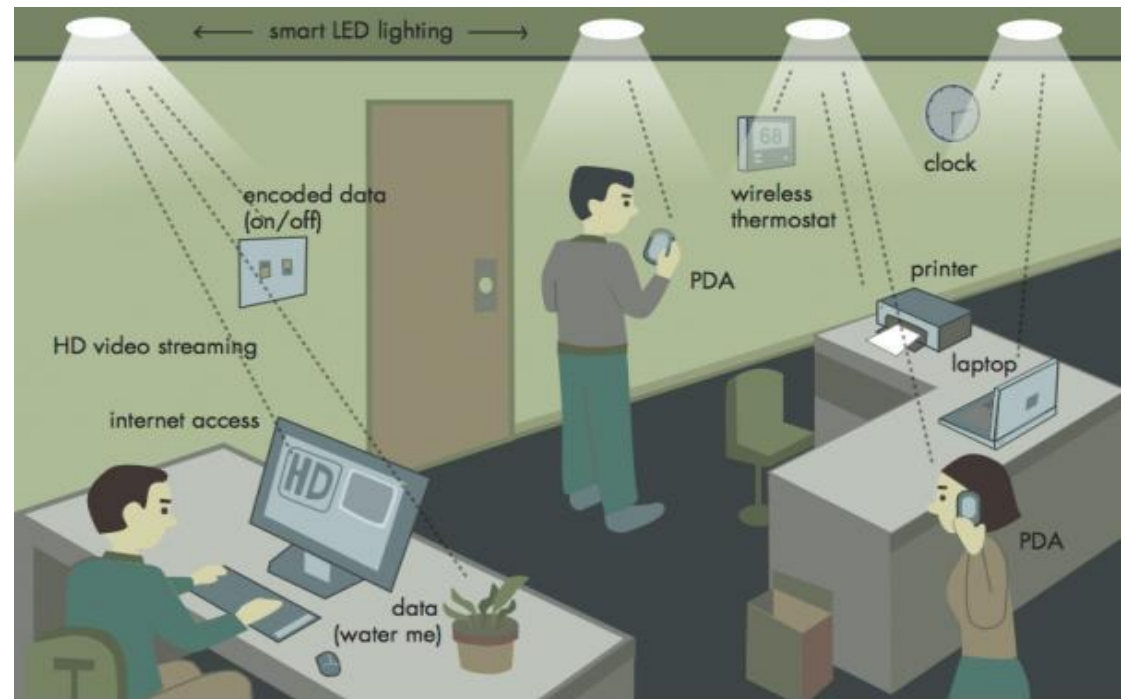
VI. LED Konferencia, 2015. február 3-4.



# Látható fényes kommunikáció (VLC)

Vajon a VLC lesz a jövő kommunikációs technológiája?

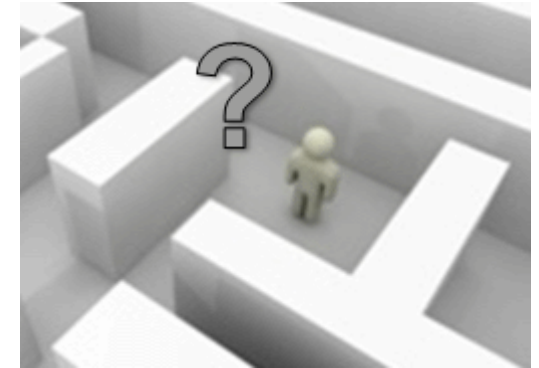
- több 100 GHz szabad sáv szélesség
- nem csak kommunikáció
- biztonságos
- nincs egészségügyi kockázat
- divatos



# Beltéri helyzetmeghatározás

Az életünk 80-90%-át beltéri környezetben töltjük, GPS lefedettség nélkül.

A kültérben már létező pozíciófüggő tartalomszolgáltatásoknak hatalmas piaca lehet beltérben<sup>1</sup>.



Ezért érdemes beltéri helyzetmeghatározó technológiákkal felszerelni épületeket:

- helyzetmeghatározó rendszer integrálása a világítási rendszerbe
- a világítási rendszer használata helyzetmeghatározásra

---

1 Az ABI Research kutatási szerint a beltéri helyzetmeghatározás piaca eléri a 4 milliárd dollárt 2018-ra

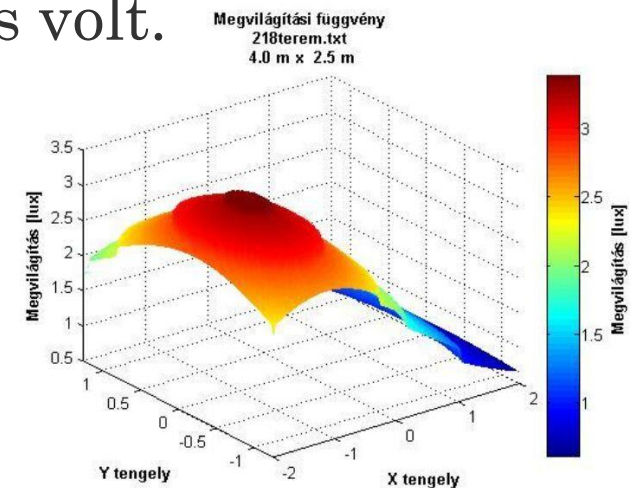
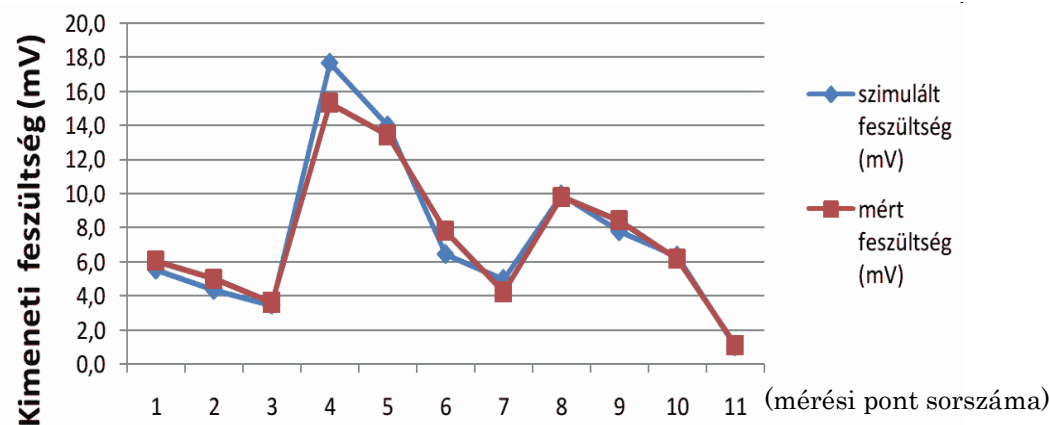
# Lux Aeterna fotometriai szimulátor

Saját program, mely a látható fényes kommunikáció energiaviszonyainak számítására is alkalmazható.

Lehetőségei tetszőleges elrendezés esetén:

- megvilágítás számítása adott területre
- detektorok jelszintjeinek számítása

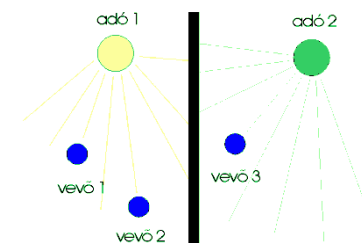
A program működésének verifikálása sikeres volt.



# Nyalábolási módszerek és VLC

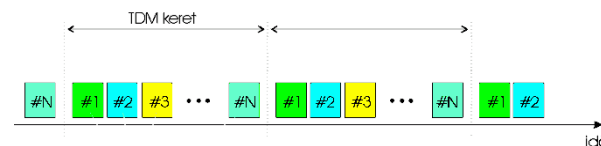
## SDM (térosztásos nyalábolás)

- triviális, de VLC esetén nem valódi megoldás



## TDM (időosztásos ~)

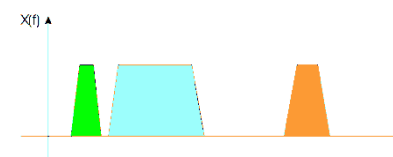
- időbeli szinkronizáció szükséges az adók között
- ez tiszta VLC és független adók esetén nehezen megvalósítható



időrészek

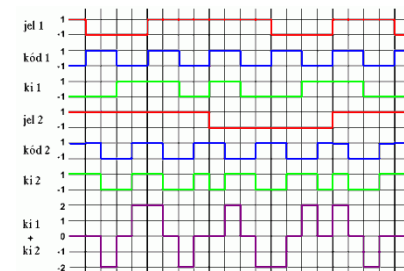
## FDM (frekvenciaosztásos ~)

- egyszerű és könnyen megvalósítható
- bonyolult hardver nélkül nehezen konfigurálható



## CDM (kódosztásos ~)

- bonyolult szoftver, nagy számításigény
- kizárólag digitális kommunikációra
- egyszerűen konfigurálható
- több adás egyidejű vétele alapvető lehetőség



# A tervezett VLC CDM rendszer

## CDM kódoló és dekódoló

- személyi számítógép, egyelőre Windows
- az analóg VLC áramkörök a programmal a *hangkártyán* keresztül kommunikálnak (sávszélesség  $\leq 22050$  Hz)
- a program más nyelven is megvalósítható → mobil eszköz is szóba jöhet (Android, iOS)

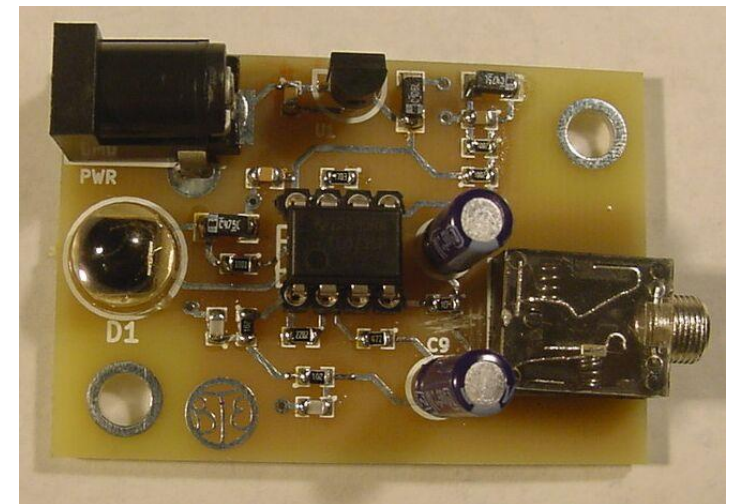
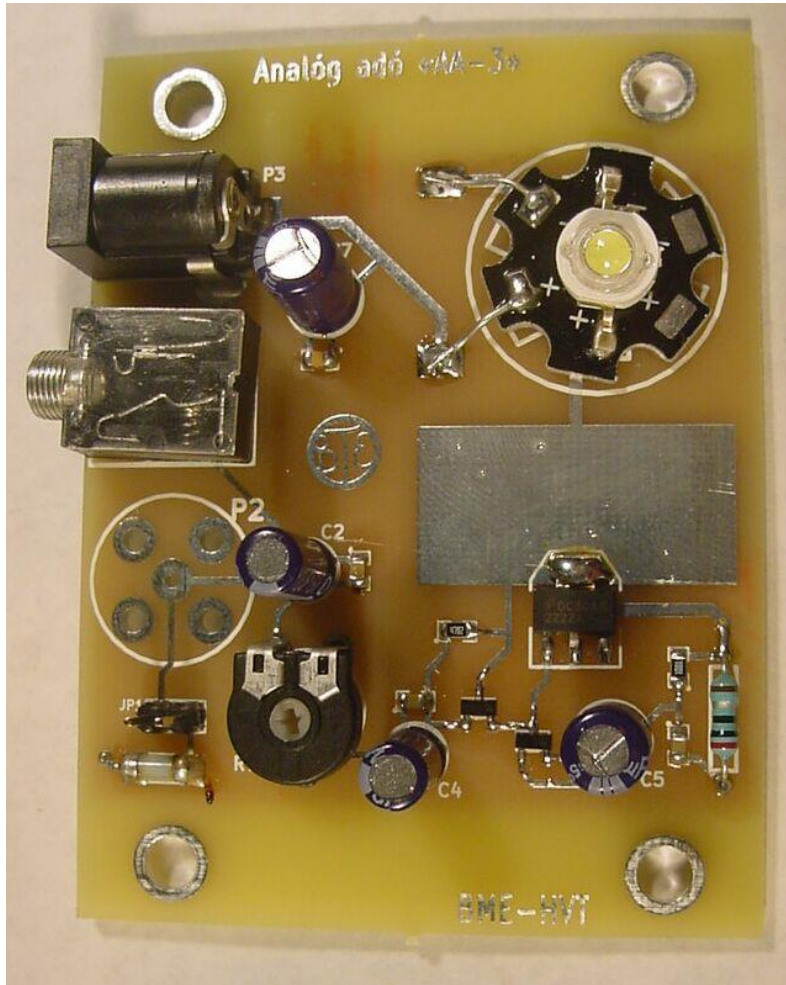


## VLC áramkörök

- jelenleg alapsávi átvitel

# Adó és vevő áramkörök

az adó áramkör fényképe



a vevő áramkör fényképe

# CDM szimuláció

A CDM kódolást és dekódolást *Matlab* szimulációval vizsgáltam 22050 cps chipsebesség és 4..8 csatorna mellett.

A tapasztalatok összefoglalva:

Nagyobb kódszóhossz esetén

- kisebb a maximális bitsebesség (fix sáv szélesség mellett),
- fix számú csatorna dekódolhatósága javul.

A jelminőség romlása

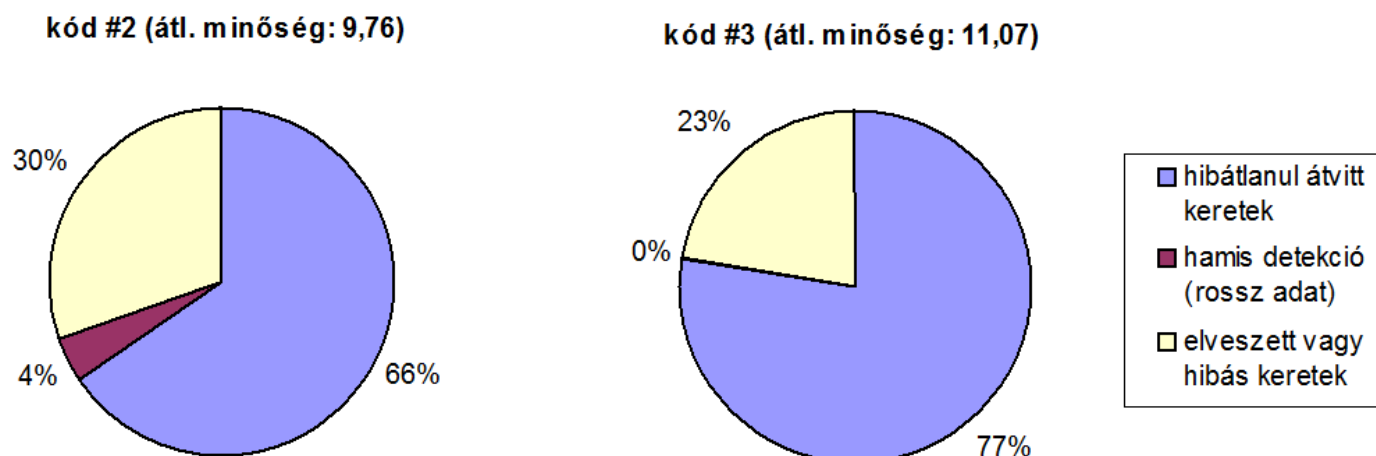
- közepes mértékű a csatornaszám növelése esetén,
- nagy mértékű egy erős/közeli adó elnyomó hatása esetén,
- minimális mértékű még erős fehér zaj hatására is.





# VLC CDM átvitel eredmények

Az átvitel két szimultán adással lett tesztelve. Az adók körülbelül hasonló távolságra és irányban helyezkedtek el a vevőtől.



- Az átvitel nem tökéletes, de a keretek kétharmada hibátlanul átment.
- A választott kód nagy mértékben befolyásolja az átvitel jóságát, a kódok is optimalizálás tárgyát képezhetik.

# Helyzetmeghatározás

A helyzetmeghatározás a CDM rendszerben a vett adások *minőség paraméterének* felhasználásával történhet.

A minőség paraméter a dekódoláskor kerül kiszámolásra a korrelációs csúcsok kiemelkedése alapján.

- Több adás minőség paraméteréből háromszögeléssel meghatározható a vevő helye.
- A pontosság nem akkora, mint a vett teljesítmények mérésekor, de beltérben elegendő.

# Összefoglalás

## Eddig elért dolgok:

- szimulációs modell a VLC kapcsolathoz
- szimulációs modell a CDM kódoláshoz és dekódoláshoz
- működő Windows program valós idejű adáshoz/vételhez
- analóg VLC áramkörök
- két párhuzamosan működő VLC CDM átvitel

## További feladatok, lehetőségek:

- vivőfrekvenciás VLC átvitel megvalósítása
- kódkészlet optimalizálása
- helyzetmeghatározás megvalósítása
- CDMU.DLL átvitele egyéb rendszerekre (pl. Android)

# Köszönöm a figyelmet!