

# KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15- 2016-00001

## A jó kormányzást megalapozó közzolgálat-fejlesztés

### Az okos város (Smart City) 1.5-6 rész



Nemzeti  
Közzolgálati  
Egyetem



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

# Az okos város (Smart City)

## Az infokommunikációs infrastruktúra

**Dr. Vida Rolland**

**egyetemi docens**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék



Budapest, 2018

# Tartalomjegyzék

- ❑ Infokommunikáció definíciója
  - ❑ Eszköz- és hálózat konvergencia
- ❑ Kommunikációs infrastruktúra
  - ❑ Vezetékes hozzáférési hálózatok (xDSL, kábelnet, FTTx)
  - ❑ Vezeték nélküli és mobil hálózatok (WiFi, 2G/3G/4G/5G, szenzorhálózatok)
- ❑ Érzékelési infrastruktúra
  - ❑ Közösségi érzékelés
- ❑ Big Data, Open Data

# Infokommunikáció?

- ❑ **Infokommunikáció** – az informatika (számítástechnika) és a kommunikáció (távközlés) konvergenciája
  - ❑ IKT – Információs és Kommunikációs Technológiák
  - ❑ ICT – Information and Communication Technologies
- ❑ **Eszköz konvergencia**
  - ❑ Korábban dedikált eszközök, dedikált feladatokat láttak el, dedikált infrastruktúra segítségével
  - ❑ Konvergencia esetén ugyanaz az eszköz képes széleskörű feladatok ellátására, különböző infrastruktúrák segítségével



# Eszköz konvergencia

## ❑ Számítógép

- ❑ Eredetileg a számítógép (PC) egy számítástechnikai eszköz volt, helyben végezte a számítási feladatokat, nem kommunikált
- ❑ Aztán megjelentek a számítógép hálózatok, az Internet



## ❑ Telefon

- ❑ Eredetileg kizárólag kommunikációs eszköz volt
- ❑ Ma az okostelefon egyben számítógép, fényképezőgép, MP3 lejátszó, GPS, óra, számológép, lépésszámláló, hőmérő, stb.



**VS**



# Hálózat konvergencia

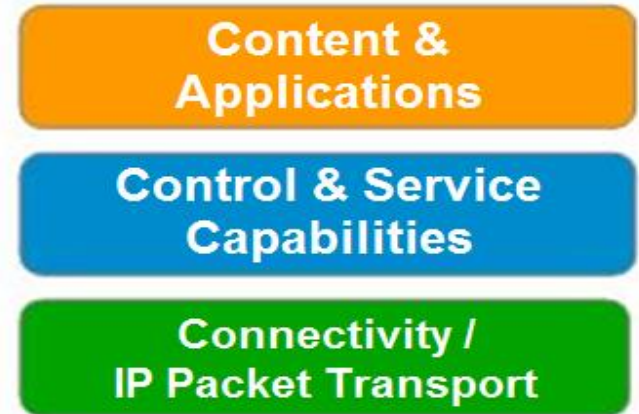
- ❑ A hagyományos architektúrákban különböző szolgáltatásokat különböző dedikált hálózatokon nyújtottak, akár ugyanazok a szolgáltatók
  - ❑ Vezetékes hangátvitel a PSTN hálózaton
  - ❑ Mobil hangátvitel a mobil hálózatokon
  - ❑ TV műsorok a kábel TV hálózatokon
  - ❑ Áramszolgáltatás az elektromos hálózaton
  
- ❑ Konvergencia esetén a különböző kommunikációs szolgáltatásokhoz transzparens módon férhetnek hozzá különböző hálózatokra csatlakozó és különböző kommunikációs eszközökkel rendelkező felhasználók

# Spagetti vs. lasagna

Spaghetti vertical silo integration

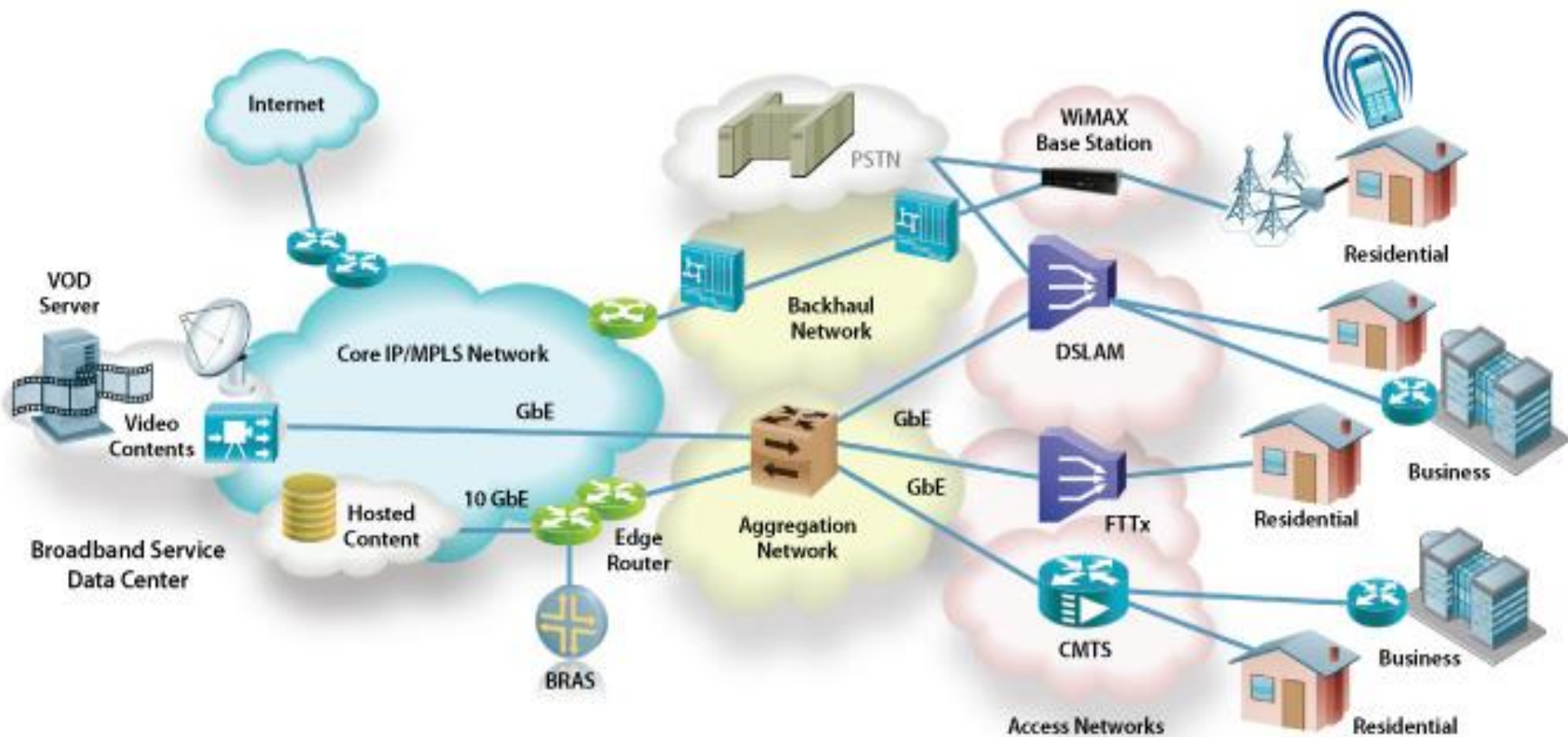


Lasagne horizontal service layer



DSL, Cable, 3G, WLAN, Fibre, WiMAX

# Kommunikációs infrastruktúra



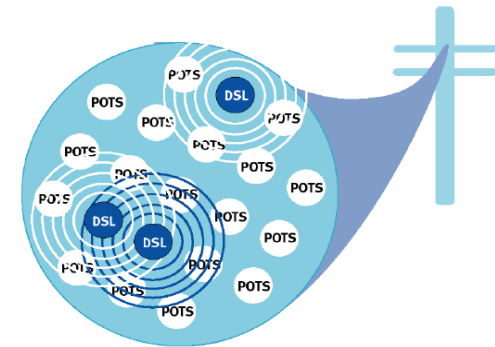


# Hozzáférési hálózatok

- ❑ **Hozzáférési hálózat** – a felhasználó és a szolgáltató közötti közvetlen kapcsolatot biztosító szakasz
  - ❑ Vezetékes, vezeték nélküli, vagy mobil
- ❑ Vezetékes hálózatok zöldmezős kiépítése nagyon drága lehet
  - ❑ Nem a vezeték a drága, hanem a munkálatok (ásás, épületeken belüli munkák)
- ❑ **Megoldás: igénybe kell venni a már meglévő hálózatokat**
  - ❑ Telefonhálózat - Public Switched Telephone Network (PSTN)
  - ❑ Kábel TV hálózatok
  - ❑ Elektromos hálózat
- ❑ De bizonyos esetekben lehet azért újat is építeni

# xDSL

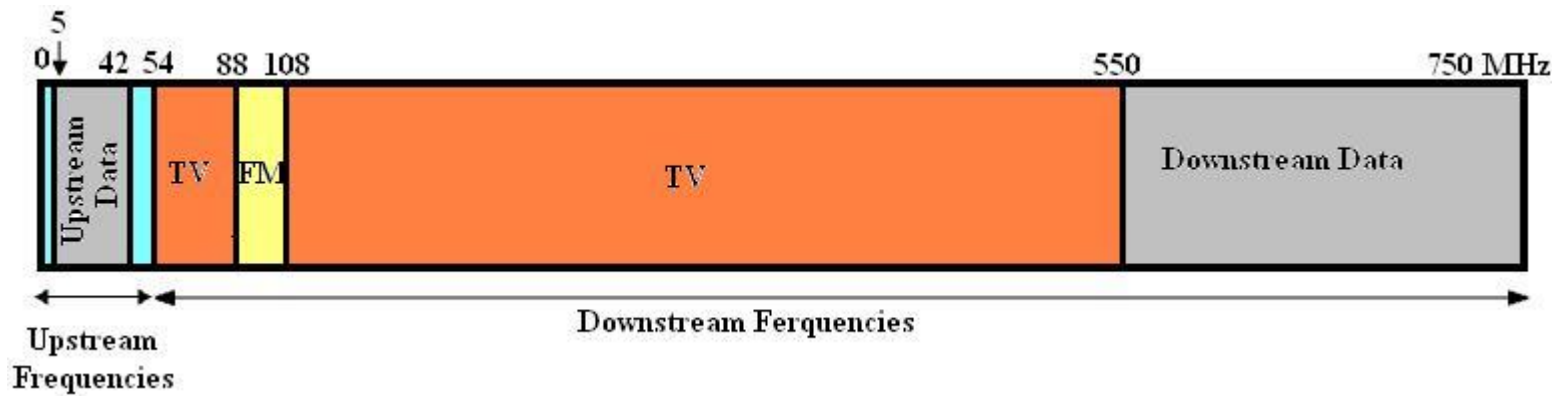
- ❑ Szélessávú internet szolgáltatás a vezetékes telefonhálózaton
  - ❑ **DSL – Digital Subscriber Line**
- ❑ A telefonhálózaton szűrő, csak a 4 KHz-es beszédcsatornát engedi át
  - ❑ DSL esetén a szűrő kiiktatva, a teljes frekvenciatartományban lehet kommunikálni
  - ❑ Ha távolodunk a szolgáltató központjától, csökken a sebesség
- ❑ **ADSL** (1999) – aszimmetrikus DSL (nagyobb letöltés, mint feltöltés)
  - ❑ Mert erre volt igény ('90-es évek vége, web)
  - ❑ Max 8 Mbps le, 1 Mbps fel, max. 3 km, frekv. 1.1 MHz-ig
- ❑ ADSL2, ADSL2+, HDSL, VDSL, VDSL2, SHDSL, stb.
- ❑ **G.fast** (2014)
  - ❑ Max 1 Gbps, frekv. 212 MHz-ig, de pár száz méteres távolságon csak
  - ❑ Optikai hálózatok kiegészítése épületen belül



# Kábelnet

## ☐ Szélessávú internet szolgáltatás a kábeltévé hálózaton

- ☐ Upstream (feltöltés) csatornák a TV csatornák alatti frekvenciákon
- ☐ Downstream (letöltés) csatornák a TV csatornák felett



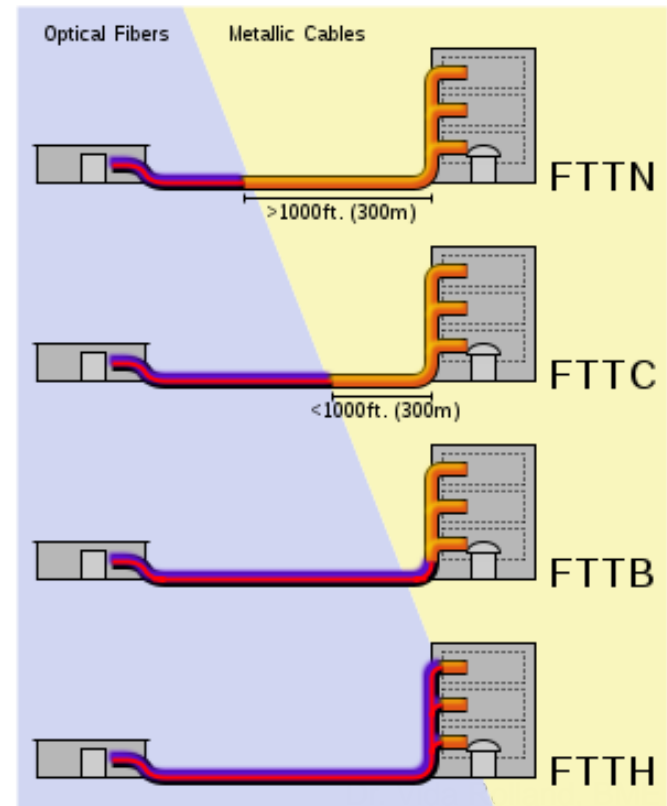
- ☐ Nagyobb sávszélesség, de osztott közeg, több felhasználó ugyanazon a szegmensen
- ☐ Alapvetően szintén aszimmetrikus, a technológiai adottságok miatt
  - ☐ DOCSIS 3.1 (2013) – 10 Gbps downstream, 1 Gbps upstream

# Optikai hálózatok

- ❑ A sávszélesség igények egyre nőnek, főként a video tartalmak miatt
  - ❑ A gerinchálózatokban amúgy is optikai kábelek
  - ❑ Vigyük az optikát minél közelebb a felhasználóig (akár a lakásig)

## ❑ FTTx – Fiber To The x

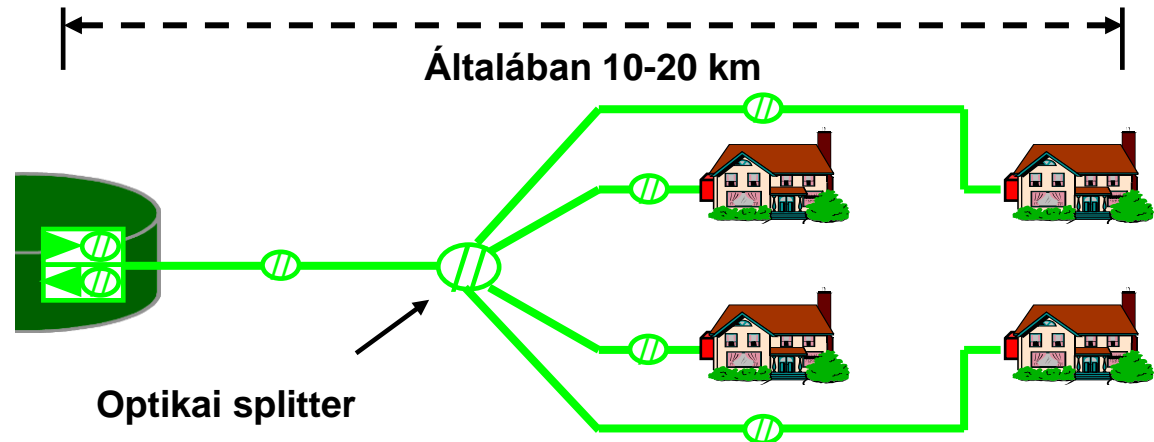
- ❑ FTTN – Fiber To The Neighborhood
- ❑ FTTC – Fiber To The Curb
- ❑ FTTB – Fiber To The Building
- ❑ FTTH – Fiber To The Home



# Optikai hálózatok

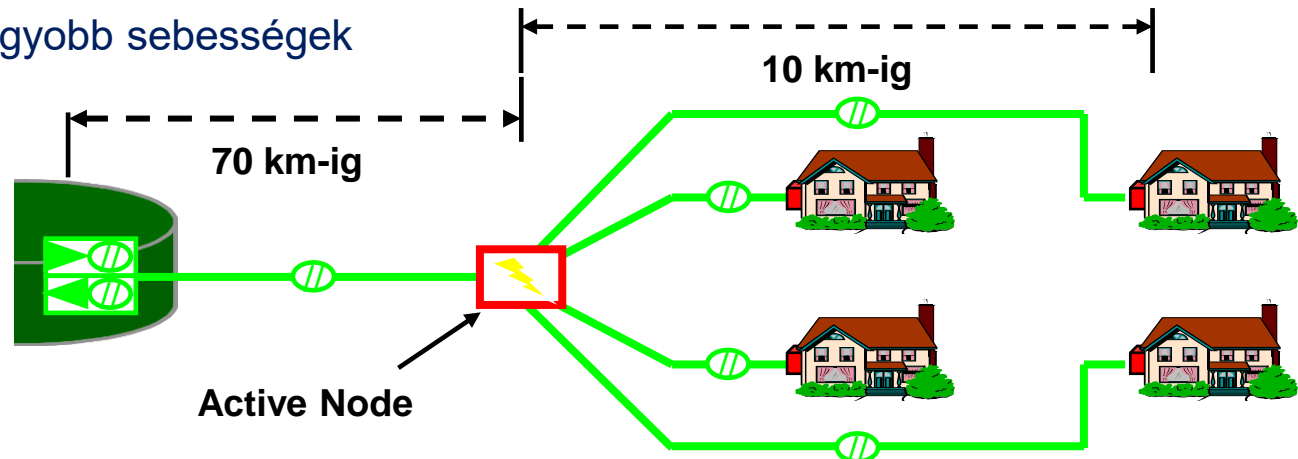
## ❑ PON – Passive Optical Network

- ❑ Passzív optikai splitterek, osztott szálak, kisebb sebességek az ütközések elkerülésére



## ❑ Active Node

- ❑ Árammal táplált, okos eszköz, szétosztja a forgalmat a megfelelő szálakra
- ❑ Drágább, de nagyobb sebességek



# Open Access vagy saját hálózat

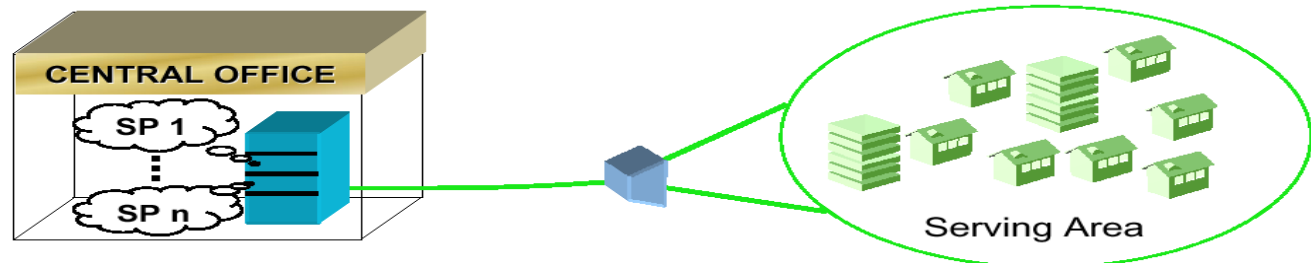
## ❑ Saját FTTx hálózat

- ❑ Minden szolgáltatónak saját hálózata, többen is lefed(het)ik ugyanazt a területet
- ❑ USA-ban, Japánban, de máshol is
- ❑ Nagy sebességek, nagy CapEx, kis OpEx



## ❑ Open Access modell

- ❑ Állam, önkormányzat építi ki, vállalja a nagy CapEx költségeket
- ❑ Egyenlő feltételek mellett különböző szolgáltatók hozzáférhetnek



# Vezeték nélküli hálózatok

## ❑ WBAN – Wireless Body Area Networks

- ❑ Testben, testen levő eszközök hálózata

## ❑ WPAN – Wireless Personal Area Networks

- ❑ Közelünkben levő személyes tárgyaink hálózata

## ❑ WLAN – Wireless Local Area Networks

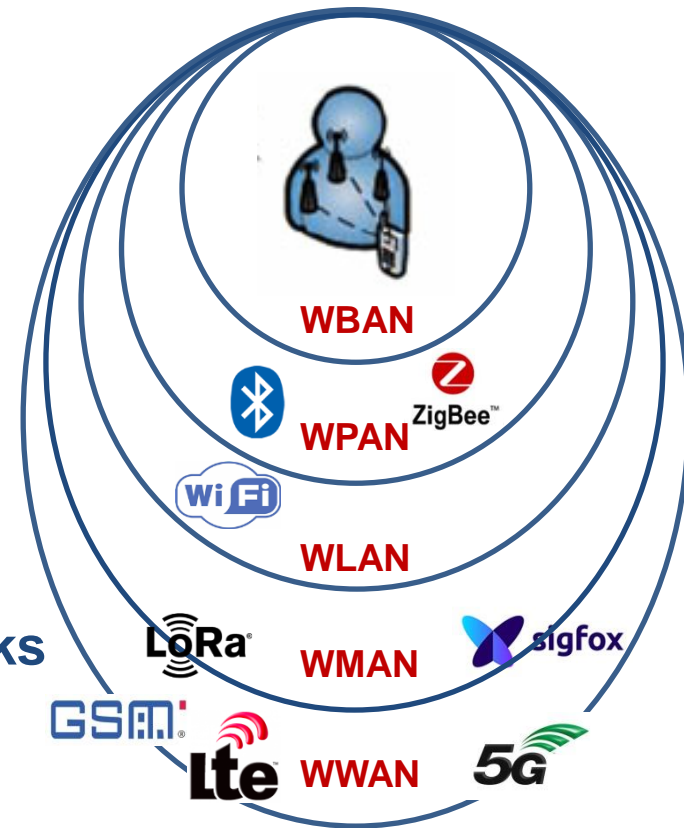
- ❑ Helyi hálózatok, pl. egy épületen belül

## ❑ WMAN – Wireless Metropolitan Area Networks

- ❑ Egy nagyobb területet, városrészt lefedő hálózat

## ❑ WWAN – Wireless Wide Area Networks

- ❑ Nagy kiterjedésű hálózatok



# WiFi hálózatok

## ❑ IEEE 802.11x szabvány

- ❑ Épületeken belüli vezeték nélküli helyi hálózat
- ❑ Épületek összekötése
- ❑ Otthoni hálózat kiépítése, egy vezetékes internet kapcsolat kiterjesztése
- ❑ Publikus internet szolgáltatás
  - ❑ Hotspotok szállodákban, éttermekben, reptereken

## ❑ Rengeteg verzió, folyamatosan növekvő osztott sávszélesség

- ❑ 802.11b (1999) – 2.4 GHz, 11 Mbps
- ❑ 802.11a (1999) – 5 GHz, 54 Mbps
- ❑ 802.11g (2003), 802.11n (2009)
- ❑ 802.11ac (2013) – 5 Ghz, akár 800 Mbps
- ❑ 802.11ay (~2019) – 60 GHz, akár 100 Gbps



# Önkormányzati WiFi hálózatok

- ❑ Nagyon sok városban előjött az ötlet, hogy építsenek önkormányzati WiFi hálózatot
  - ❑ Hozzáférési pont minden x. villanyoszlopra
  - ❑ Sok helyen ki is építették az utóbbi 10 évben
- ❑ Nem biztos, hogy jó ötlet
  - ❑ Nagyon drága beruházás, kérdéses a megtérülés, pláne ha ingyenes
  - ❑ Gyorsan fejlődik a technológia, hamar elavul a telepített hálózat
  - ❑ Komoly versenytársak a FON és a mobil hálózatok



# FON – Peer-to-Peer Wifi

- ❑ Központosított, egységes rendszer helyett bízzuk a felhasználókra
  - ❑ Pl. a **FON** nevű spanyol cég kezdeményezése
    - ❑ A Google és a Skype támogatásával (21.7 millió dollár, 2006 február)
- ❑ **Miért fizess egy hotspot-os hozzáférésért, ha már otthon van egy előfizetésed?**
  - ❑ Speciális WiFi router (La Fonera), melyen megosztod a hozzáférést
  - ❑ Bármelyik másik FON felhasználó ingyenesen használhatja az otthoni internet hozzáférése, ha a házad közelében van
  - ❑ Cserében te is ingyenesen használhatod mások hozzáférését, bárhol a világban, ha nem vagy otthon, utazol



# FON – Peer-to-Peer Wifi

- ❑ Az elején a szolgáltatók harcoltak ellene
  - ❑ Nem engedélyezték a hozzáférés megosztását, inkább szerettek volna pénzt a hotspot használatból, vagy adatroamingból
  - ❑ Volt olyan modell is, hogy a megosztásért cserében pénzt kérhettem, azt végképp nem szerették
- ❑ Később rájöttek, hogy megérné nekik
  - ❑ Minden peer amúgy is fizet a vezetékes hozzáférésért amit megoszt
  - ❑ Annál hatékonyabb, minél több előfizető
- ❑ **Ma több mint 20 millió előfizető, több mint 50 országban**
  - ❑ A Magyar Telekom hálózatában 2016 áprilisa óta
  - ❑ A UPC Wi-Free hasonlóan működik



# Cellás mobil hálózatok

## ❑ 2G – GSM (Global System for Mobile Communication)

- ❑ Eredetileg európai megoldás (1991), ma már globális rendszer
- ❑ Digitális hang és adatátvitel, de a hang a lényeg



## ❑ 2.5G – GPRS (General Packet Radio System)

- ❑ Nagyobb adatátviteli sebesség (56-114 kbps)
- ❑ Nem idő- hanem forgalomalapú számlázás
- ❑ Csomagkapcsolt, nem áramkörkapcsolt, hatékonyabb csatorna kihasználás



## ❑ 2.75G – EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

## ❑ 3G rendszerek

- ❑ Az adatforgalom átveszi a vezető szerepet a hang felett
- ❑ 2000-re tervezték, 2000 Mhz-en, 2 Mbps sebességgel



## ❑ UMTS – Universal Mobile Telecommunication System

# Cellás mobil hálózatok

## ❑ 3.5G – HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)



- ❑ 1.8 – 14.4 Mbps downlink, 384 Kbps uplink
- ❑ Magyarországon 2006 májusában indult, mindhárom szolgáltatónál

## ❑ 4G – LTE (Long Term Evolution) (2009)



- ❑ Még nagyobb sebességek (100 Mbps), alacsony késleltetés
- ❑ Kizárólag csomagkapcsolás, több antenna (MIMO)
- ❑ Alacsony mobilitásra optimalizálva

## ❑ 5G – várhatóan 2020-ban



- ❑ Max. 1 Gbps átviteli sebesség, 1 ms késleltetés, 90% energia megtakarítás,
- ❑ Nagy felhasználó sűrűség támogatása, több millió szenzor becsatolása

# Szenzorok - közelre

- ❑ Az okos város egyik legfontosabb eleme az érzékelési infrastruktúra
  - ❑ Szenzorok mérnek, feldolgoznak, kommunikálnak
  - ❑ Ha tudom, mi történik a városban, tudok reagálni, hatékonyá tenni a működést

- ❑ Korlátozott erőforrások, fontos az energiahatékonyság

- ❑ A legtöbb energia kommunikációra megy el
- ❑ Küldj kevés adatot, közelre, majd egy átjáró továbbküldi...



## ❑ IEEE 802.15.4

- ❑ **Low-Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN) szabvány (2003)**
- ❑ Fizikai és adatkapcsolati réteg
- ❑ 10 m hatótávolság, 250 kbps átviteli sebesség
- ❑ Frekvenciatartományok (ISM sávok): 868 MHz / 915 MHz / 2.4 GHz

# Szenzorok - közelre

## ❑ Zigbee

❑ Az IEEE 802.15.4-re épülő, a felsőbb rétegeket definiáló szabványcsalád

❑ Alkalmazási profilok

❑ Home Automation, Smart Energy, Health Care, stb.

❑ Zigbee Alliance



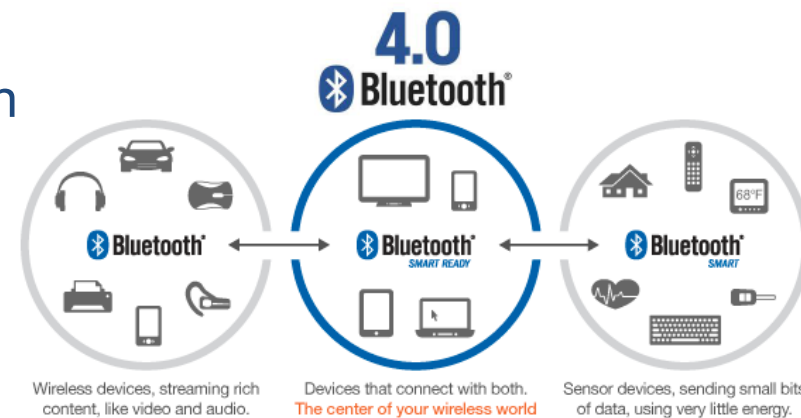
## ❑ Bluetooth Low Energy

❑ Eredetileg WiBree (Nokia, 2006), aztán BLE, újabban Bluetooth Smart

❑ A Bluetooth 4.0 része (2010)

❑ Energiahatékonyság a célkeresztben

❑ Egyszerűbb működés, kis adatküldések, hosszú alvó periódusok



# Szenzorok - távolra

## ❑ LPWAN - Low Power Wide Area Network

### ❑ Unlicensed LPWA

- ❑ Szabad felhasználású frekvenciákon
- ❑ Gyártóspecifikus (proprietary) megoldások

### ❑ SIGFOX

- ❑ Francia start-up cég (2009)
- ❑ Kis sebesség, távolra, energiahatékonyan
- ❑ 12 byte-os csomagok, max. 140 csomag/nap



### ❑ LoRa (Long Range)

- ❑ Nagyobb üzenetek (242 byte), max 50 Kbps sebesség
- ❑ Nincs korlátozva az üzenetek száma naponta
- ❑ Nagy hatótávolságok: városban 2-5 km, vidéken akár 15 km
- ❑ Jóval kevesebb gateway elegendő lefedni a várost, alacsony költségek





# Szenzorok - távolra

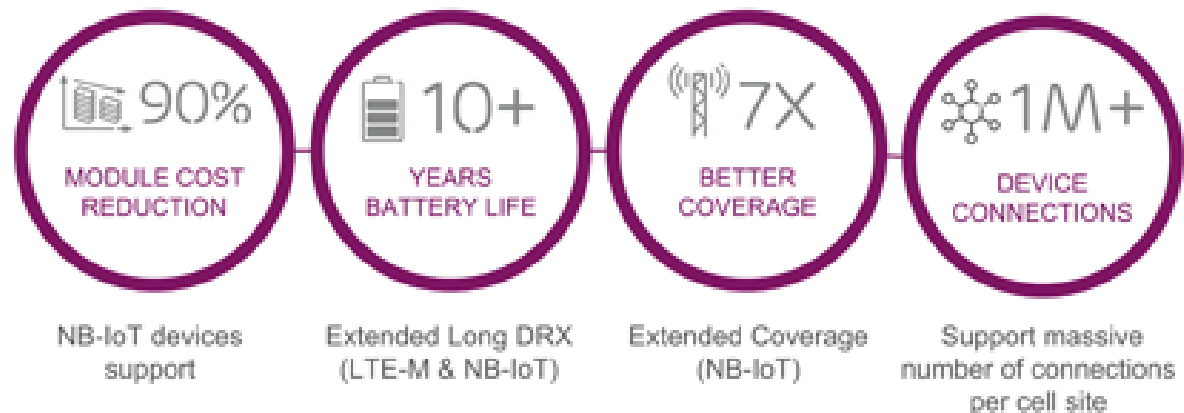
## ❑ LPWAN - Low Power Wide Area Network

### ❑ Cellular IoT

- ❑ Licenzköteles frekvenciákon, 3GPP szabványosítás

### ❑ NB-IoT, LTE-M, EC-GSM

- ❑ A hagyományos LTE (4G) túl komplex technológia a korlátozott erőforrásokkal rendelkező szenzoroknak
- ❑ Számos egyszerűsítés – olcsóbb, energiahatékonyabb eszközök



# Érzékelési infrastruktúra

- Az okos városhoz rengeteg adat kell, az adatokhoz rengeteg szenzor
- **„Hagyományos” megoldás – építsünk ki egy érzékelési infrastruktúrát**
  - 1-2 szenzor minden parkolóhelyre
  - Szenzorok minden útkereszteződés minden sávjába
  - Szenzorok minden utcai szemetesre
  - GPS minden tömegközlekedési járműre
  - Térfigyelő és forgalomfigyelő kamerák minden utcába, minden kereszteződéshez
  - Zajszintet, hőmérsékletet, fényerősséget, környezetszennyezést mérő szenzorok a város minden pontján
- **Megbízható adatforrások, de rengeteg pénzbe kerül....**
  - Hardver eszközök, dobozolás, telepítés, hatékony üzemeltetés, szervizelés
- **Gyorsan elavulhat a technológia, de nem cseréljük le a drága infrastruktúrát**
- **Nincs más megoldás?**

# Közösségi észlelés

- A közösség bevonása az aktív adatgyűjtésbe
  - A passzív felhasználók átalakítása aktív közreműködőkké
    - **Participatory sensing**
  - Automatizálva a mobiltelefonok segítségével
    - **Mobile crowdsensing (MCS)**



- Nagyon sok szenzor az okos telefonunkban, okos óráinkban
  - Fénymérő, hőmérő, gyorsulásmérő, giroszkóp, magnetométer, mikrofon, kamera, GPS, szívverés
  - A szenzorokat mi magunk visszük mindenhova
  - Nagyobb területet monitorozhatunk, nem csak egy adott pontot



# Adatok feldolgozása

## Nem a puszta adat az érték, hanem annak feldolgozása

Adatok begyűjtése a „felhőbe” – hálózati megoldások

- Szenzorhálózatok, járműhálózatok, mobil hálózatok

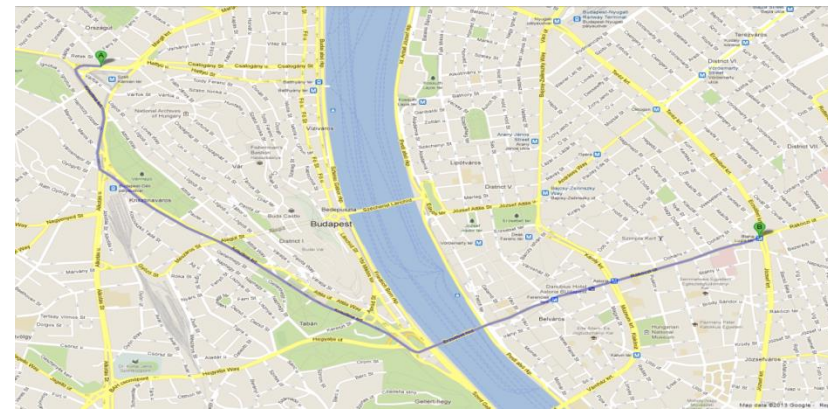
Elemzés, szűrés, aggregáció, adatbányászat

Értéknövelt szolgáltatások generálása

- **Személyre szabottan:** felhasználói profil, korábbi viselkedés
- **Kontextus-függően:** hol vagyok, mit csinálok, milyen eszköz van nálam, kik vannak körülöttem, stb.?

# Példa: okos útvonaltervezés

- **Merre menjek a Blaháról a Széll Kálmán térre?**
  - Nem mindig a legrövidebb útvonal a legjobb
  - **A kontextustól függ**
    - Éjjel, gyalog – a biztonság a fontos: hol van több ember, jobb világítás, kevesebb támadás általában, stb.
    - Nappal, biciklivel – a legtöbb bicikli sáv
    - Csúcsforgalomban, autóval – a legkisebb forgalom
    - Csúcsforgalomban, gyalog – a legjobb levegő minőség
    - Hideg téli időben, gyalog – a legkevésbé szeles út
    - ...
- Kell hozzá ... adat, adat, adat
  - És valós idejű, gyors feldolgozás



# Big Data

- ❑ **Infokommunikáció = információ + kommunikáció**
- ❑ A kommunikációs technológiák fejlesztésére azért volt szükség, mert egyre több információt szeretnénk cserélni (kapni és küldeni), bárhol, bármikor
  - ❑ Tartalomszolgáltatók anyagai (videók, zenék, könyvek, hírek)
  - ❑ Felhasználók által generált tartalmak (képek, levelek, üzenetek)
  - ❑ Szenzorok által automatikusan generált mérési adatok
  - ❑ Autonóm járművek által generált adatok, stb.



**44,000,000**  
MESSAGES PROCESSED  
**486,000**  
PHOTOS



**26**  
NEW REVIEWS  
POSTED ON YELP

**120**  
NEW ACCOUNTS  
OPENED ON  
LINKEDIN

MORE THAN  
**140**  
SUBMISSIONS  
ON REDDIT



MORE THAN  
**2,315,000**  
SEARCHES



**3,125,000**  
**243,055**

MORE THAN  
**21,000,000**  
MESSAGES SENT

**70,000**  
VIDEO MESSAGES  
SHARED

Share  
MORE THAN  
**3,000,000**  
ITEMS ARE  
SHARED

MORE THAN  
**18,000**  
MATCHES MADE

MORE THAN  
**195,000**  
MINUTES OF AUDIO CHATTING  
ON WECHAT



**972,000**  
DAILY SWIPES  
ON TINDER

MORE THAN  
**69,500**  
HOURS OF  
VIDEO WATCHED  
ON NETFLIX

**NETFLIX**



MORE THAN  
**150,000,000**  
E-MAILS ARE SENT



MORE THAN  
**48,000**  
APPS DOWNLOADED  
ON IPHONE



**GO-Globe**  
CUSTOM WEB DEVELOPMENT

MORE THAN  
**95,000**  
APPS DOWNLOADED  
ON ANDROID



MORE THAN  
**430,000**  
TWEETS SENT



AROUND  
**56,000**  
PHOTOS  
UPLOADED

**9,800**  
ARTICLES PINNED  
ON PINTEREST

MORE THAN  
**280,000**  
SNAPS SENT  
ON SNAPCHAT



MORE THAN  
**100**  
NEW DOMAINS  
REGISTERED

MORE THAN  
**39,300**  
HOURS OF MUSIC  
LISTENED



**14 NEW**  
SONGS ADDED  
ON SPOTIFY

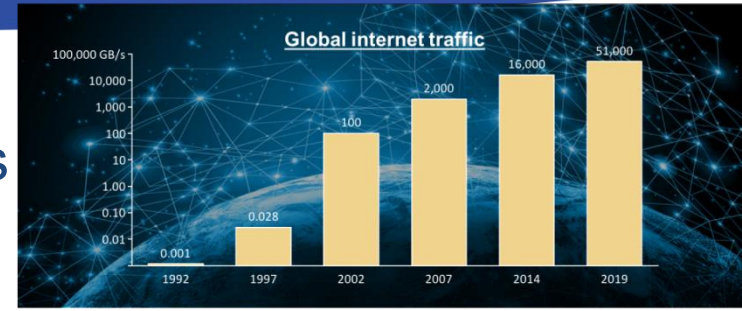
MORE THAN  
**2,700,000**  
VIDEO VIEWS AND  
**139,000** HOURS  
OF VIDEO WATCHED



MORE THAN  
**300 HOURS**  
OF VIDEO ARE UPLOADED

# Big Data

☐ Rengeteg adat, exponenciális növekedés



Source: Cisco VNI, 2015

☐ **4 Petabyte** ( $10^{15}$ ) új adat naponta a Facebook-on

☐ **4 Exabyte** ( $10^{18}$ ) új adat naponta az interneten

☐ **5 Zettabyte** ( $10^{21}$ ) adatot tud az NSA (National Security Agency) új utah-i adatközpontja tárolni

☐ 78 milliárd iPhone egymásra pakolva, mindegyikben 64 GB memória

☐ ~ 600.000 km > Föld-Hold távolság másfélszerese

☐ **Yottabyte** ( $10^{24}$ ) és **Brontobyte** ( $10^{27}$ )

☐ Új mértékegységek az IoT / Big Data világhoz



# Big Data

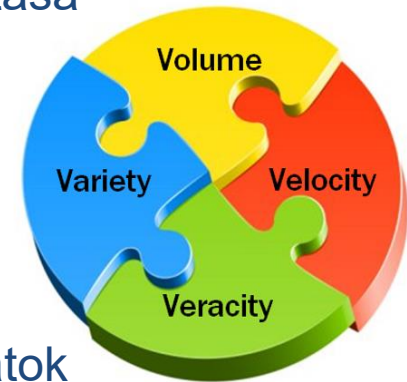
- ❑ A jelenlegi **vizualizációs** megoldások korlátozottak
  - ❑ Egyéni szenzorok adatainak megjelenítése
  - ❑ Egyszerű szűrések implementálása (pl. földrajzi terület)

## ❑ Big Data kihívások

- ❑ Komplex adatbányászati feladatok
- ❑ Komplex térbeli és időbeli korrelációk, trendek megállapítása
- ❑ Globális információ vizualizációja

## ❑ Big data jellemzők – **4V**

- ❑ Volume – nagy adatmennyiség
- ❑ Velocity – gyorsan bejövő, gyors feldolgozást igénylő adatok
- ❑ Variety – nagyon különböző adattípusok
- ❑ Veracity – az adatok igazságtartalma, megbízhatósága

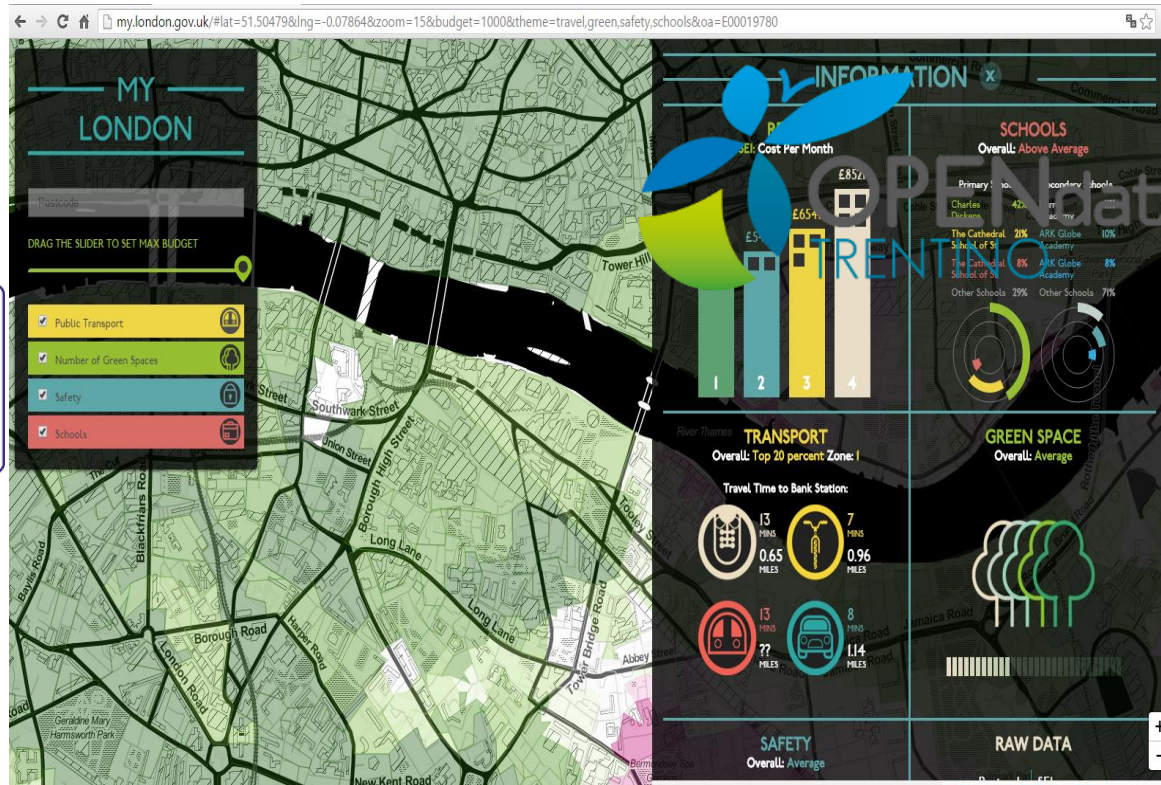


# Lakosok aktív közreműködése

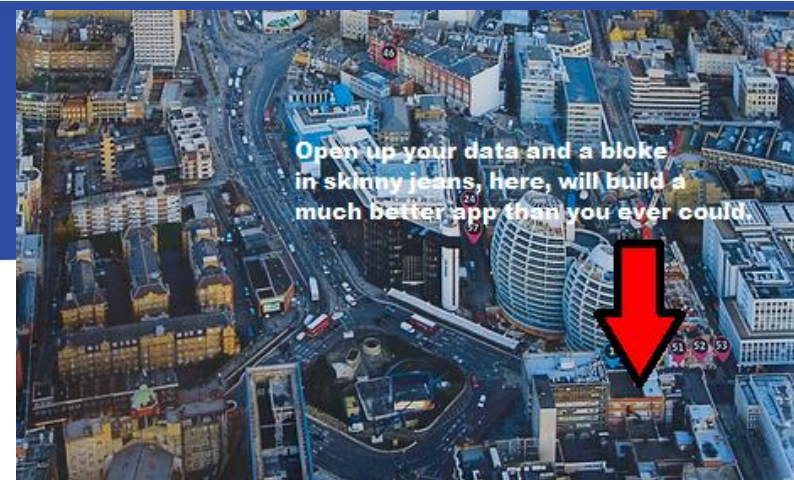
- **Mint tesztelők és innovatív fejlesztők**
  - A mindennapi igényekhez szabott szolgáltatások
  - „Okos” (képzett, innovatív, nyitott, jómódú) emberek városa
- **Open Data** – hozzáférés a telepített szenzorok adataihoz
  - Adatok felhasználása saját alkalmazásokban
- **Crowdsensing**
  - Felhasználók mérései, pl. okostelefonnal
  - Kiegészíti vagy helyettesíti a hálózatot
- **Bizalom, adatok megosztása**
  - Alapvetően nem szeretjük ha megfigyelnek
  - Ha hasznos szolgáltatásokat kapunk cserébe, elfogadjuk



# Open Data



# Open Data vs. Closed Data



## Miért kell Open Data?

- Az adatok, a tudás „az emberiség” tulajdonát képezi (orvostudomány, környezetvédelem, génkutatás, stb.)
- Közpénzből finanszírozott beruházásból származó adatok legyenek publikusak
- Az adatokat nem lehet szerzői joggal védeni
- Ha mindenki hozzáférhet az adatokhoz, potenciálisan új szolgáltatásokat lehet létrehozni

## Miért nem kell Open Data?

- Ha a közpénzből származó adatokból néhány magáncég profitot termel, akkor az adatok árát meg kell fizesse
- Az adatok titkossága korlátozhatja a publikussá tételüket
- Fel lehet-e használni az adatokat (terror)támadásra?
- Az adatok begyűjtése, tisztítása, feldolgozása komoly munka, emiatt jogos érte pénzt kérni

# Irodalomjegyzék

## Az infokommunikációs infrastruktúra

- ❑ Sallai, Gy.: Defining Infocommunications and Related Terms. Acta Polytechnica Hungarica (ISSN 1785-8860), Vol. 9, No. 6, 2012. pp. 5-15. [http://www.uni-obuda.hu/journal/Sallai\\_38.pdf](http://www.uni-obuda.hu/journal/Sallai_38.pdf)
- ❑ Network convergence, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_convergence](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_convergence)
- ❑ Interconnection and Peering among Internet Service Providers: A Historical Perspective, White Paper, <http://www.interisle.net/sub/ISP%20Interconnection.pdf>
- ❑ Melyek a legelterjedtebb szélessávú technológiák Magyarországon?, <http://www.szelessavkereso.hu/hu/szelessavrol/technologiak>
- ❑ Péterfalvi G., Pozsár B., Simon V., Huszák Á, Imre S., A következő generációs mobil hálózatok fejlődési tendenciái, Híradástechnika, 2005.11, [http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2005/2005\\_11/HT\\_0511-3.pdf](http://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/2005/2005_11/HT_0511-3.pdf)
- ❑ Vangelista L., Zanella A., Zorzi M. (2015) Long-Range IoT Technologies: The Dawn of LoRa™ . In: Atanasovski V., Leon-Garcia A. (eds) Future Access Enablers for Ubiquitous and Intelligent Infrastructures. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 159. Springer
- ❑ Cinkler Tibor, Simon Csaba, Szabó Örs, Székely Sándor, Jakab Csaba, 5G hálózatok architektúrája, Híradástechnika, 2015.
- ❑ Stadler G., Big Data – tömeges adatelemzés gyorsan, Híradástechnika, 2015 [http://www.hte.hu/documents/847429/1921516/HT\\_2015\\_2\\_9\\_Stadler.pdf](http://www.hte.hu/documents/847429/1921516/HT_2015_2_9_Stadler.pdf)



# Az okos város (Smart City)

Az infokommunikációs infrastruktúra

**Köszönöm megtisztelő figyelmüket!**

[vida@tmit.bme.hu](mailto:vida@tmit.bme.hu)



**Nemzeti  
Közzolgálati  
Egyetem**

**SZÉCHENYI 2020**



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Szociális  
Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**