



Dr. Maros Dóra

Óbudai Egyetem

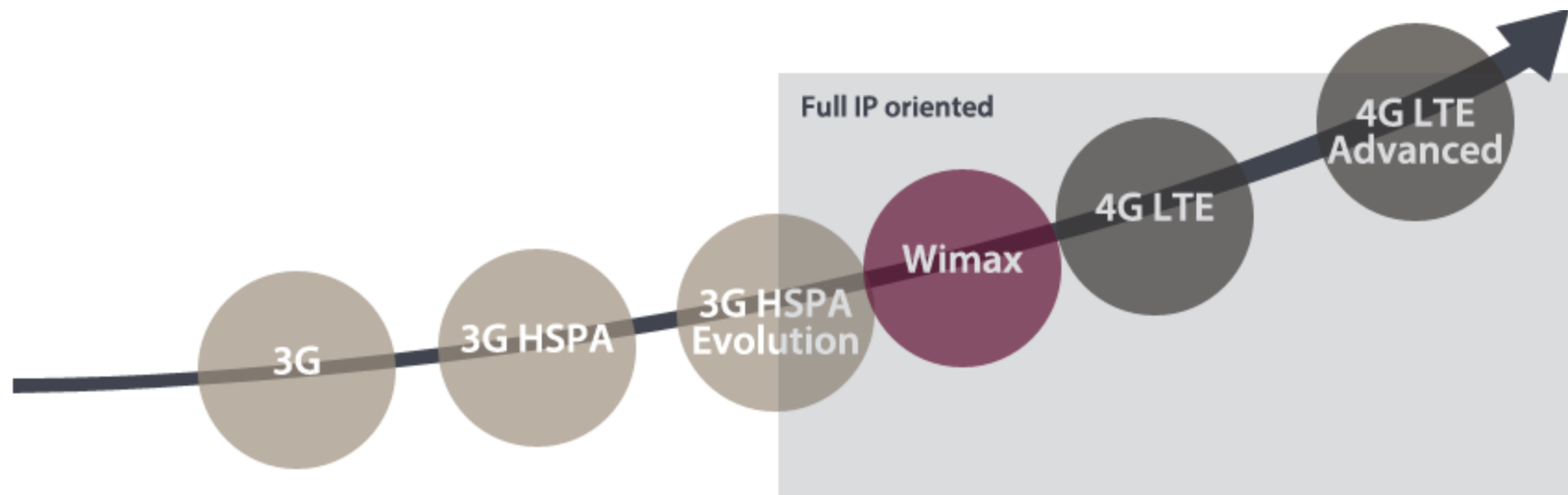
FDD és TDD frekvenciasávok
kihasználásának kérdései a
frekvenciagazdálkodás
szempontjából

HTE
INFOKOM 2012

2012. október 10-12. | Mátraháza, Hotel Ózon



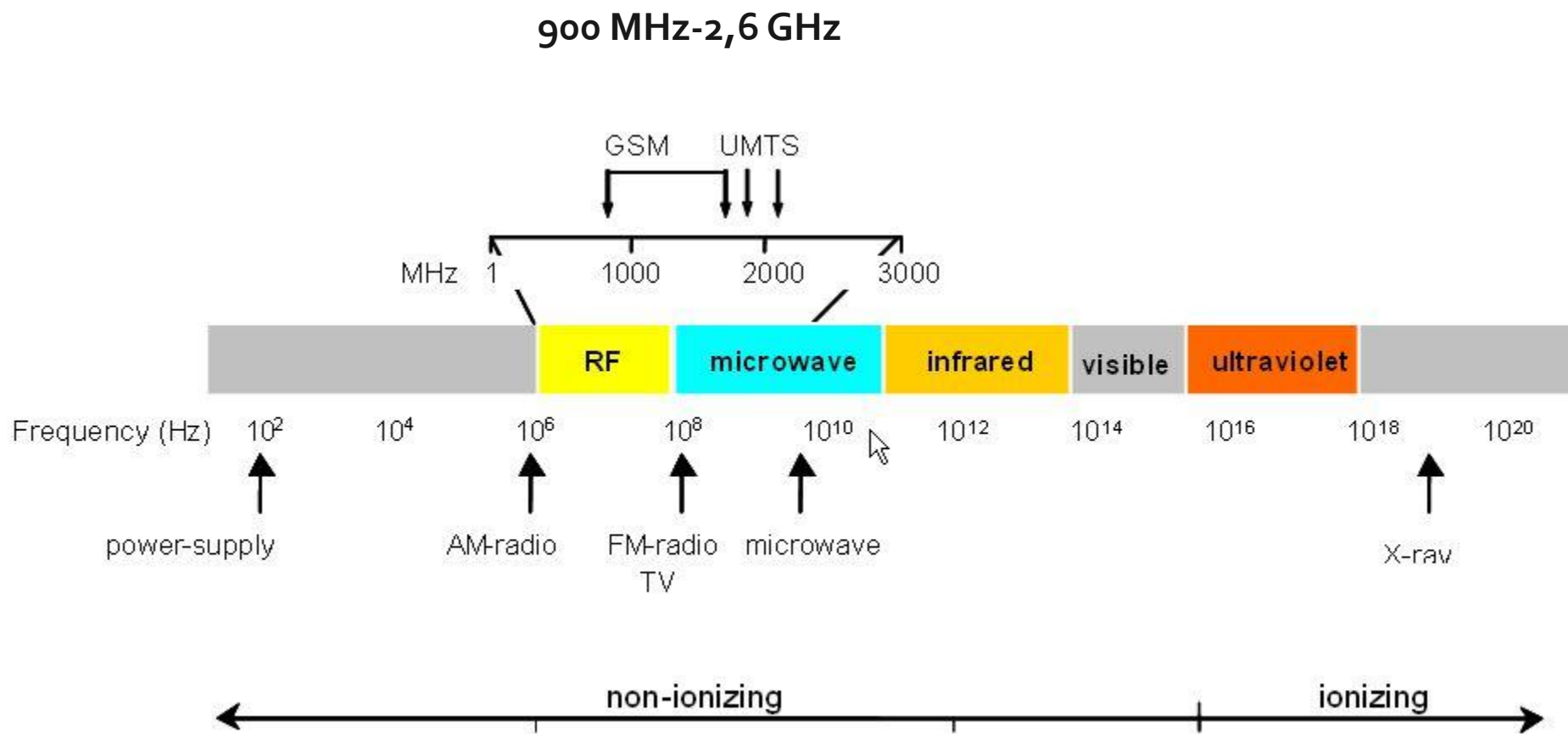
Mobil hálózatok fejlődése a 3G után



Market impact	2003	2006	2009	2010	2016
Peak rate	384 kbps	7 Mbps	42 Mbps	~150 Mbps	~1 Gbps
Typical user rate downlink	~200 kbps	1-2 Mbps	2-10 Mbps	10-20 Mbps	~30-100 Mbps
Typical user rate uplink	64 kbps	64-887 Mbps	0.5-4.5 Mbps	5-10 Mbps	~10-60 Mbps



Elektromágneses hullámok spektruma



Duplexelés típusai

FDD (Frequency Division Multiplex)

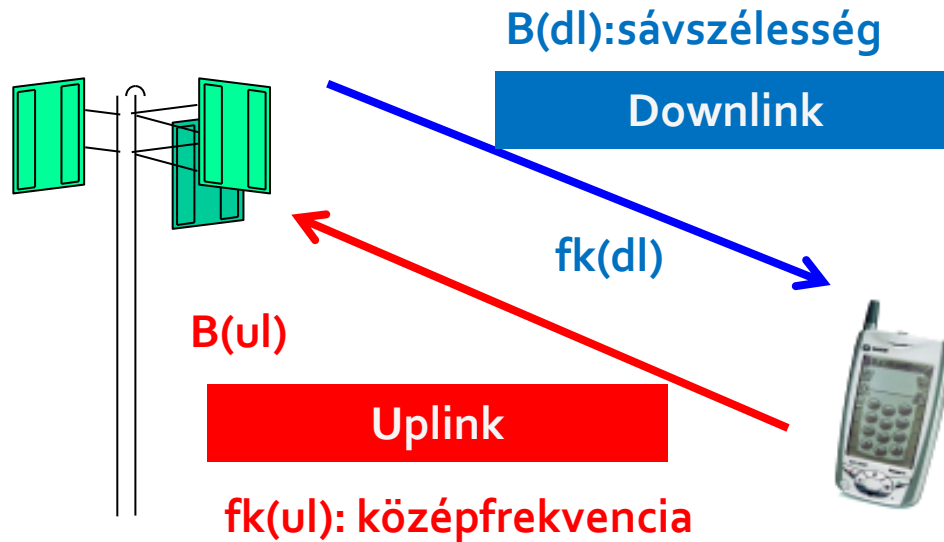
- Különböző frekvenciasávok downlink és uplink átvitelre
- Jelenleg preferált megoldás
- Előnye: pl. beszélgetés, videotelefon
- Hátránya: aszimmetrikus terhelés esetén a sávszélesség nincs kihasználva

TDD (Time Division Multiplex)

- Ugyanaz a frekvenciasáv downlink és uplink átvitelre
- Jövőben preferált alkalmazás
- Előnye: sávszélesség hatékony kihasználása
- Hátránya: nagyon pontos időzítés kell



Duplexelés a rádiós hozzáférése



FDD: Két különböző frekvenciasáv a két irányban

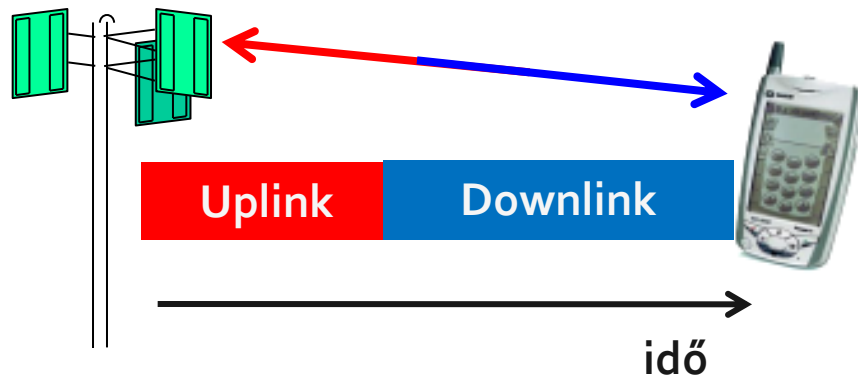
GSM :200 KHz

UMTS: 5 MHz

LTE: 20 MHz

$$B(dl)=B(ul)$$

$$fk(dl)-fk(ul)= \text{duplex távolság}$$



TDD: Egy frekvenciasáv a két irányra, UL és DL időben változik (UMTS és LTE)



Csatorna kapacitás kérdése

Shannon-Hartley:

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \Rightarrow C \approx \frac{B}{\ln(2)} \frac{S}{N} \Rightarrow \frac{S}{N} \approx \frac{\ln(2) * C}{B}$$

C - csatorna átviteli kapacitás [bit/s]

B - csatorna sávszélesség [Hz]

S - jelteljesítmény [W]

N - zajteljesítmény [W] (Interferencia jelek okozzák)

Ha azonos jel/zaj viszony fenntartásával növelni akarjuk a csatorna átviteli kapacitását (sebességét) meg kell növelni a csatorna sávszélességét.

Ha a csatornát zavaró interferencia túl nagy (csökken S/N értéke), változatlan sávszélesség mellett csökken a csatorna kapacitása.



QoS osztályok jellemzői

Forgalom osztály	Conversational	Streaming	Interactive	Background
Jellemző	Real time, szimmetrikus	Real time, aszimmetrikus	Best effort, többnyire aszimmetrikus	n.r.
	<< 1 s	~ 1 s	< 10 s	> 10 s
Hibatolerancia	Igen	Igen	Nem	Nem
Mód (tipikus)	Áramkör- kapcsolt	Csomag- kapcsolt	Csomag- kapcsolt	n. r.
Szolgáltatás	Beszéd, videotelefon...	Streaming multimedia (video, audio)...	Web böngészés, adatbázisok..	Email, SMS, MMS...

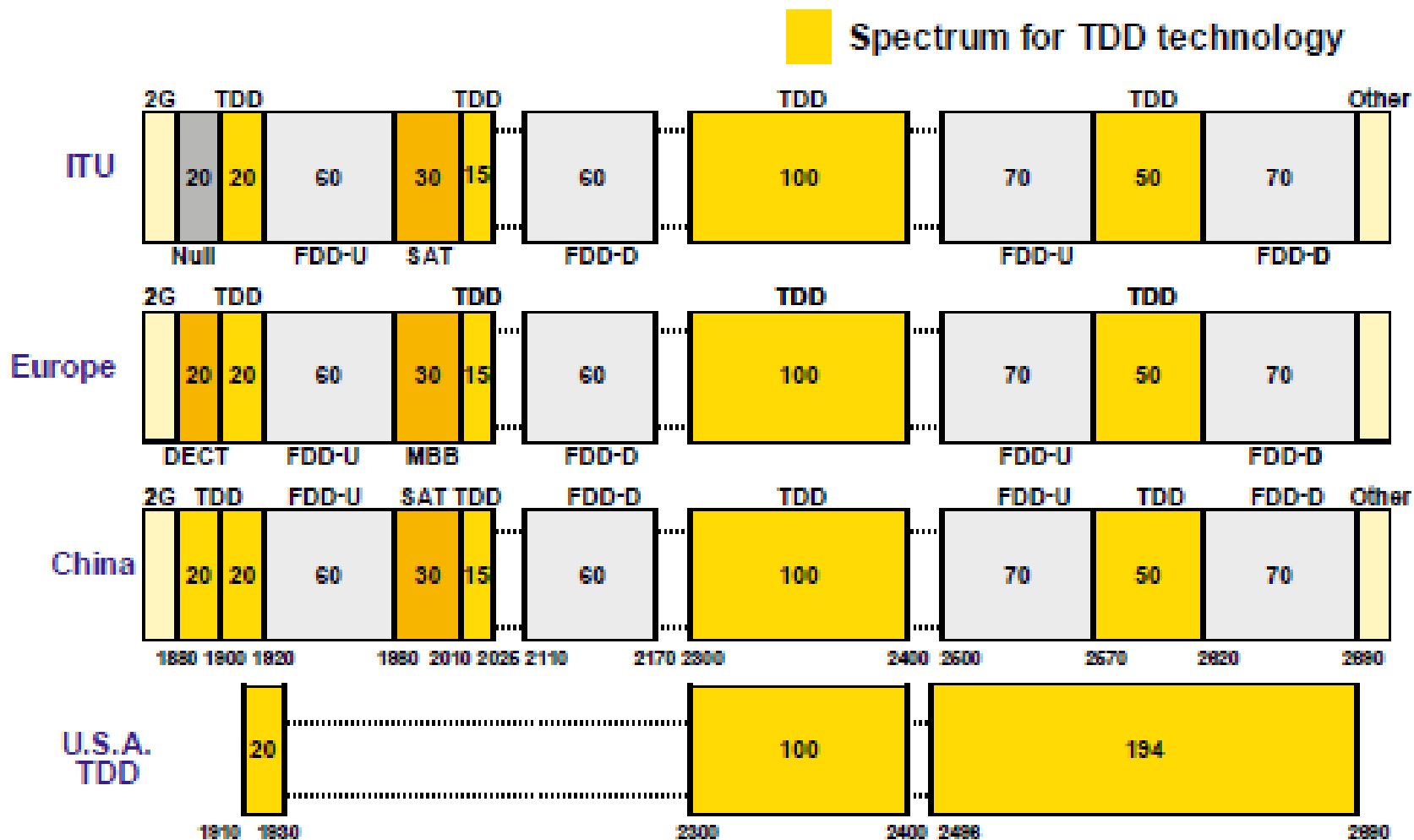


LTE frekvencia sávok

LTE Bands	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Duplex Spacing (MHz)	BW (MHz)	Duplex Mode	Deployment in the world
Band 1	1920 -1980	2110 -2170	190	60	FDD	China, Japan, EU, Asia, Australia
Band 2	1850 -1910	1930 -1990	80	60	FDD	North/South America
Band 3	1710 -1785	1805 -1880	95	75	FDD	EU, China, Asia, Australia, Africa
Band 4	1710 -1755	2110 -2155	400	45	FDD	North/South America
Band 5	824 -849	869 -894	45	25	FDD	North/South America, Australia, Asia, Africa
Band 6	830 -840	875 -885	45	10	FDD	Japan
Band 7	2500 -2570	2620 -2690	120	70	FDD	EU, South America, Asia, Africa, Australia
Band 8	880 -915	925 -960	45	35	FDD	EU, South America, Asia, Africa, Australia
Band 9	1749.9 -1784.9	1844.9 -1879.9	95	35	FDD	Japan
Band 10	1710 -1770	2110 -2170	400	60	FDD	North/South America
Band 11	1427.9 -1447.9	1475.9 -1495.9	48	35	FDD	Japan
Band 12	698 -716	728 -746	30	18	FDD	North America
Band 13	777 -787	746 -756	31	10	FDD	North America
Band 14	788 -798	758 -768	30	10	FDD	North America
Band 17	704 -716	734 -746	30	12	FDD	North America
Band 18	815 -830	860 -875	45	15	FDD	North/South America, Australia, Asia, Africa
Band 19	830 -845	875 -890	45	15	FDD	North/South America, Australia, Asia, Africa
Band 20	832 -862	791 -821	41	30	FDD	EU
Band 21	1447.9 -1462.9	1495.9 -1510.9	48	15	FDD	Japan
Band 22	3410 - 3500	3510 - 3600	100	90	FDD	
Band 24	1626.5 -1660.5	1525 -1559	101.5	34	FDD	
Band 33	1900 -1920		N/A	20	TDD	
Band 34	2010 -2025		N/A	15	TDD	China
Band 35	1850 -1910		N/A	60	TDD	
Band 36	1930 -1990		N/A	60	TDD	
Band 37	1910 -1930		N/A	20	TDD	
Band 38	2570 -2620		N/A	50	TDD	EU
Band 39	1880 -1920		N/A	40	TDD	China
Band 40	2300 -2400		N/A	100	TDD	China, Asia
Band 41	2496 -2690		N/A	194	TDD	
Band 42	3400 -3600		N/A	200	TDD	
Band 43	3600 -3800		N/A	200	TDD	



TDD spektrum allokációk



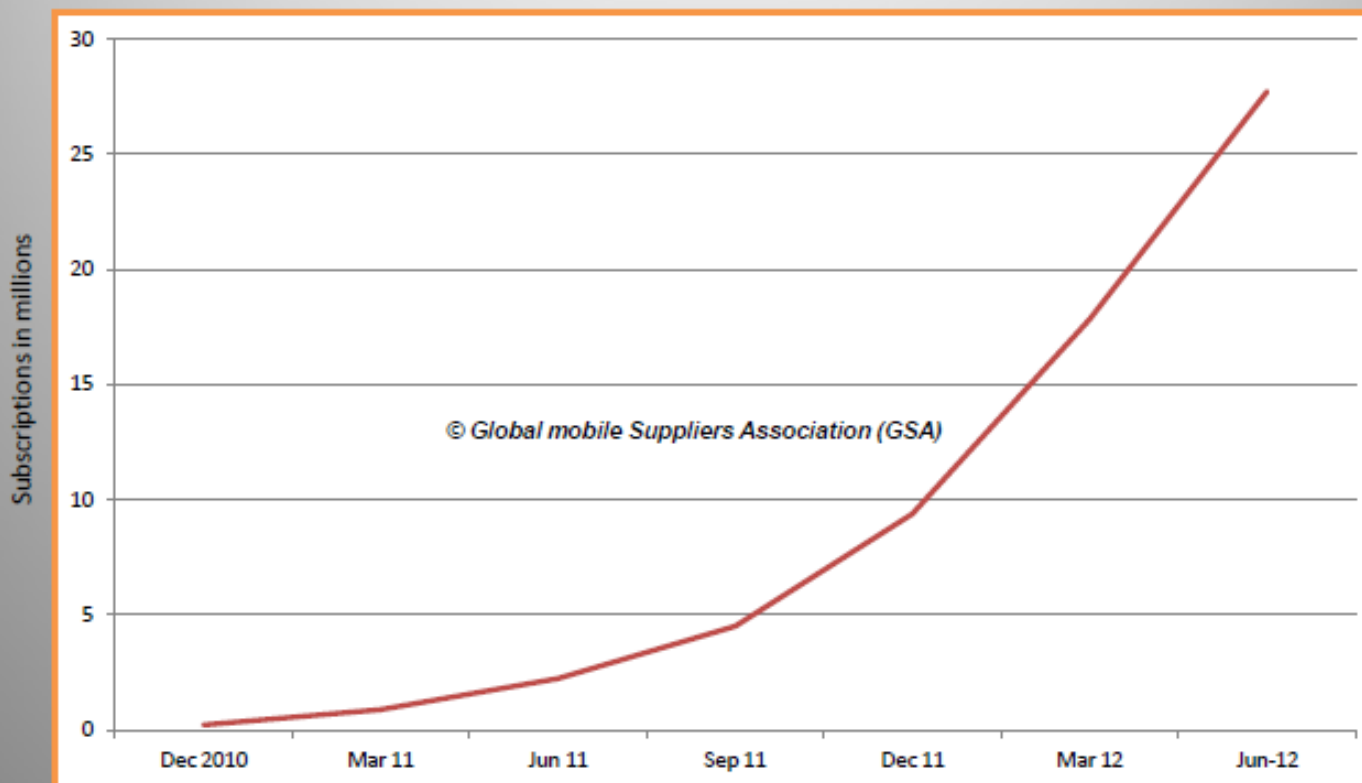
LTE hálózatot használó előfizetők száma

LTE subscriptions growth to Q2 2012



www.gsacom.com

9.9 million LTE subs
growth in Q2 2012



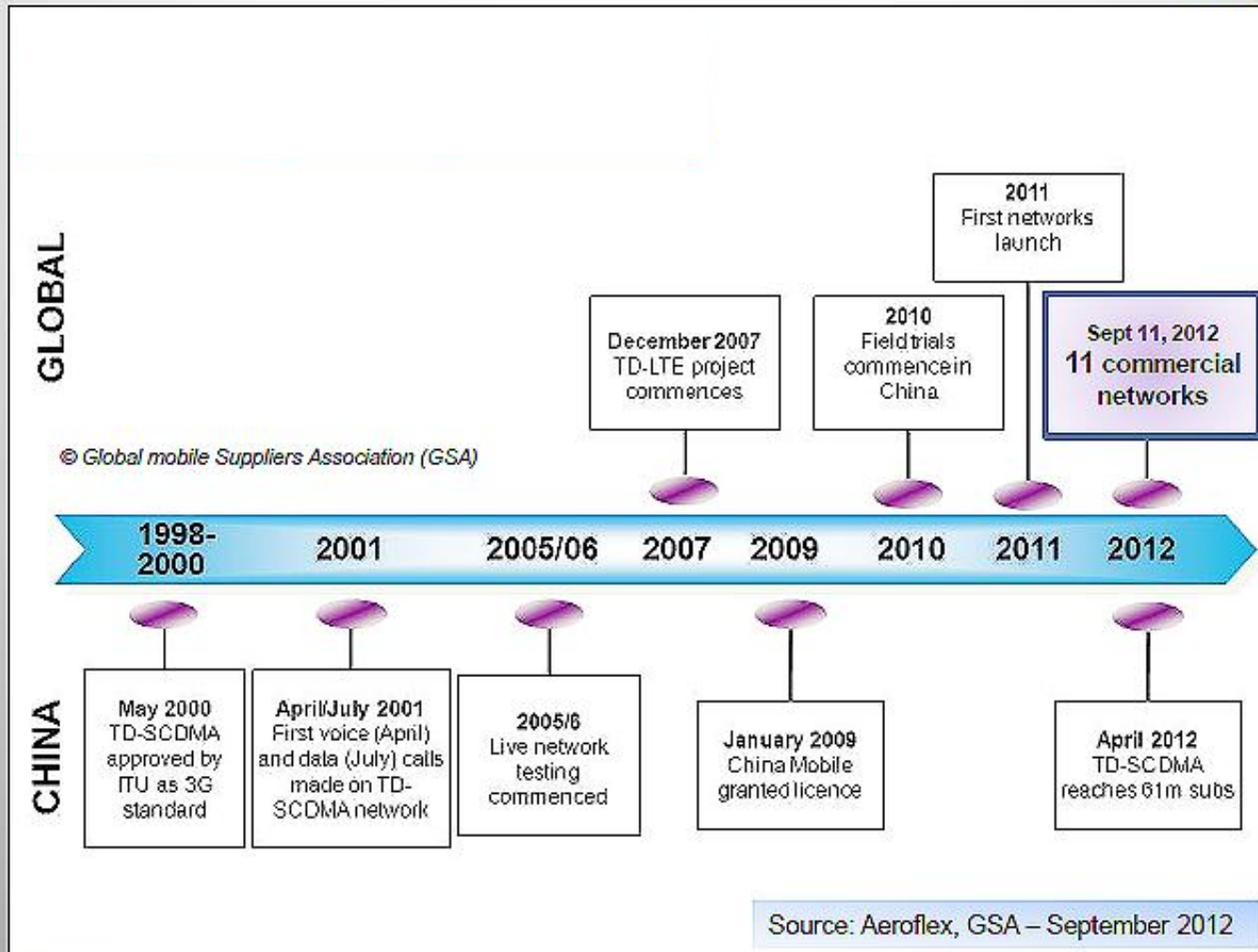
Source of data: Informa Telecoms and Media
(Q2 2012: figures provided 21.09.12)

LTE TDD hálózatok bevezetésének lépései

LTE TDD timeline



www.gsacom.com



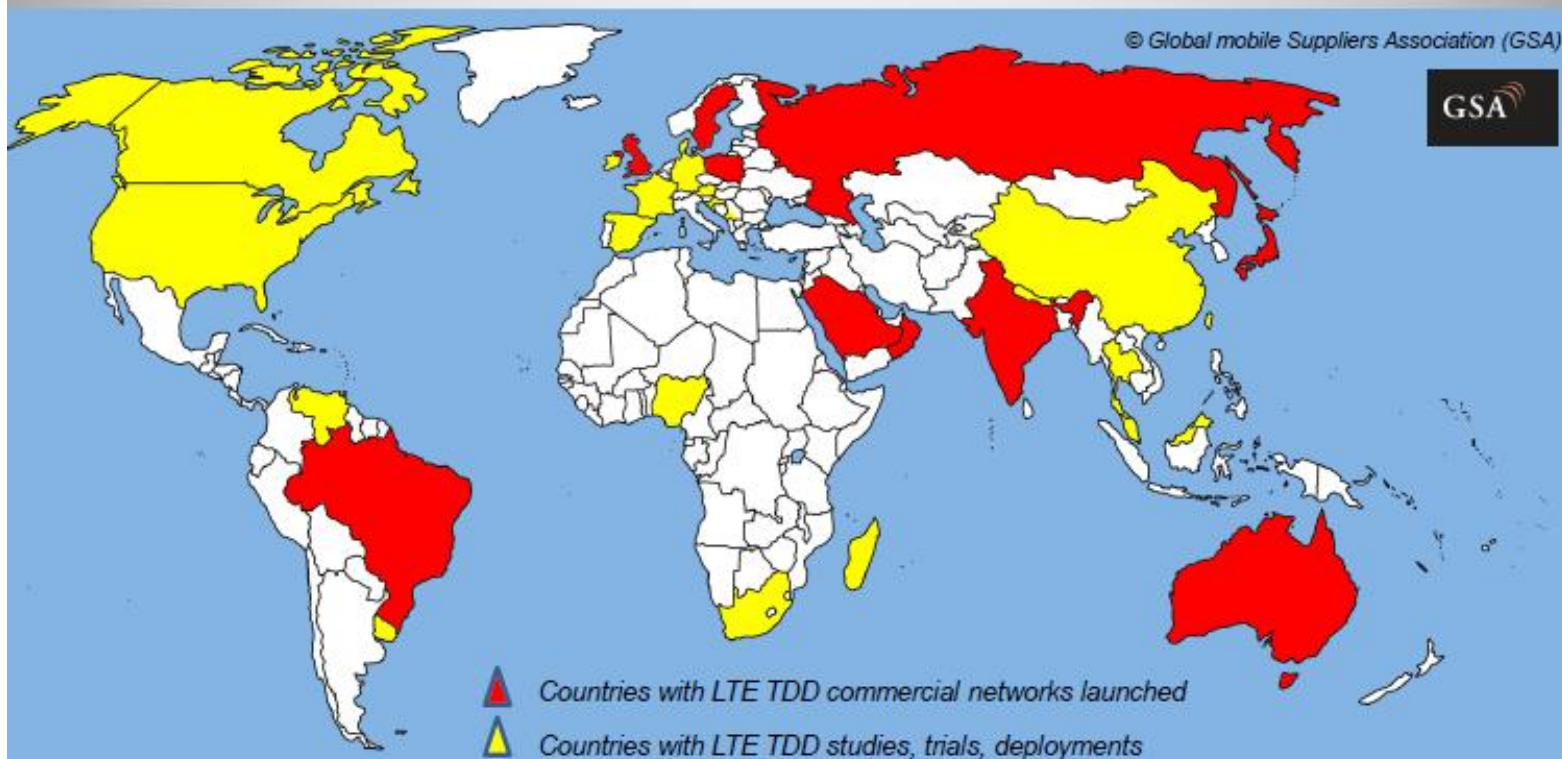
LTE TDD hálózatok elterjedése a világban

LTE TDD investments worldwide Commercial network deployments, trials, studies

GSA

www.gsacom.com

11 commercial LTE TDD systems



Source of data: GSA Evolution to LTE report: September 11, 2012

LTE TDD rendszert használó szolgáltatók

Eleven commercial LTE TDD systems are launched

Country	Operator	Frequency	3GPP band
Poland	Aero2 (FDD and TDD)	2.6 GHz	Band 38
Saudi Arabia	Mobily	2.6 GHz	Band 38
Saudi Arabia	STC	2.3 GHz	Band 40
Brazil	Sky Brasil Servicos	2.6 GHz	Band 38
Japan	Softbank Mobile XGP/LTE TDD	2.6 GHz	Band 38
Australia	NBN Co	2.3 GHz	Band 40
India	Bharti Airtel	2.3 GHz	Band 40
Sweden	3 Sweden (FDD and TDD)	2.6 GHz	Band 38
UK	UK Broadband	3.5 GHz, 3.6 GHz	Bands 42, 43
Oman	Omantel	2.3 GHz	Band 40
Russia	MTS (Moscow)	2.6 GHz	Band 38

GSA riport, 2012. szeptember



LTE 1800 rendszert használó szolgáltatók

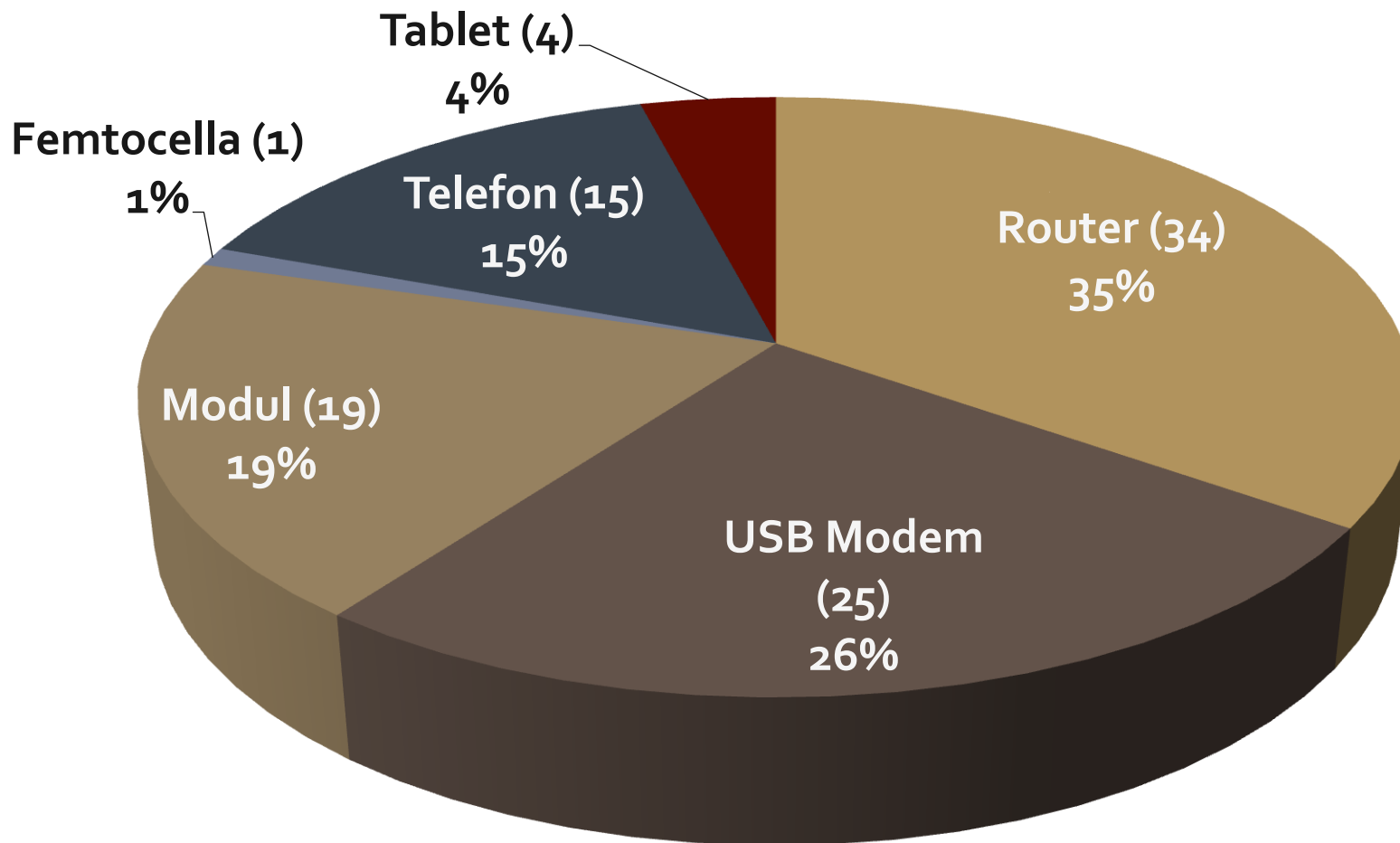
Angola	Movicel	LTE1800
Australia	Optus	LTE1800
Australia	Telstra	LTE1800
Azerbajjan	Azercell	LTE1800
Croatia	T-Hrvatski	LTE1800
Croatia	VIPNet	LTE1800
Czech Republic	O2	LTE1800
Denmark	Telia	LTE1800
Dominican Republic	Orange Dominicana	LTE1800
Finland	DNA	LTE1800/2600
Finland	Elisa	LTE1800/2600
Finland	TeliaSonera	LTE1800
Germany	Deutsche Telekom	LTE1800
Hong Kong	CSL Limited	LTE1800/2600
Hong Kong	Smartone	LTE1800
Hungary	T Mobile	LTE1800
Hungary	Telenor	LTE1800
Japan	eMobile	band 7 (within LTE1800)
Latvia	LMT	LTE1800
Lithuania	Omnitel	LTE1800
Mauritius	Orange	LTE1800
Namibia	MTC	LTE1800
Philippines	Smart	LTE1800/2600
Poland	Mobyland/ CenterNet	LTE1800
Portugal	Optimus	LTE800/1800/2600
Saudi Arabia	Zain	LTE1800
Singapore	M1	LTE1800/2600
Singapore	SingTel	LTE1800/2600
Slovenia	Si.mobil	LTE1800
South Korea	KT	LTE1800
UAE	Du	LTE1800
UAE	Etisalat	LTE1800/2600

**Global mobile
Supplier Association
(GSA)
2012. szeptember 13-i
gyorsjelentése**

**24 ország 32
szolgáltatója**



LTE 1800 eszközök megoszlása



(GSA, 2012. július)



LTE TDD eszközök megoszlása

Band 41 (5)
4%

Band 41: 2496-2690 MHz

Band 40: 2300-2400 MHz

Band 40
(53)
45%

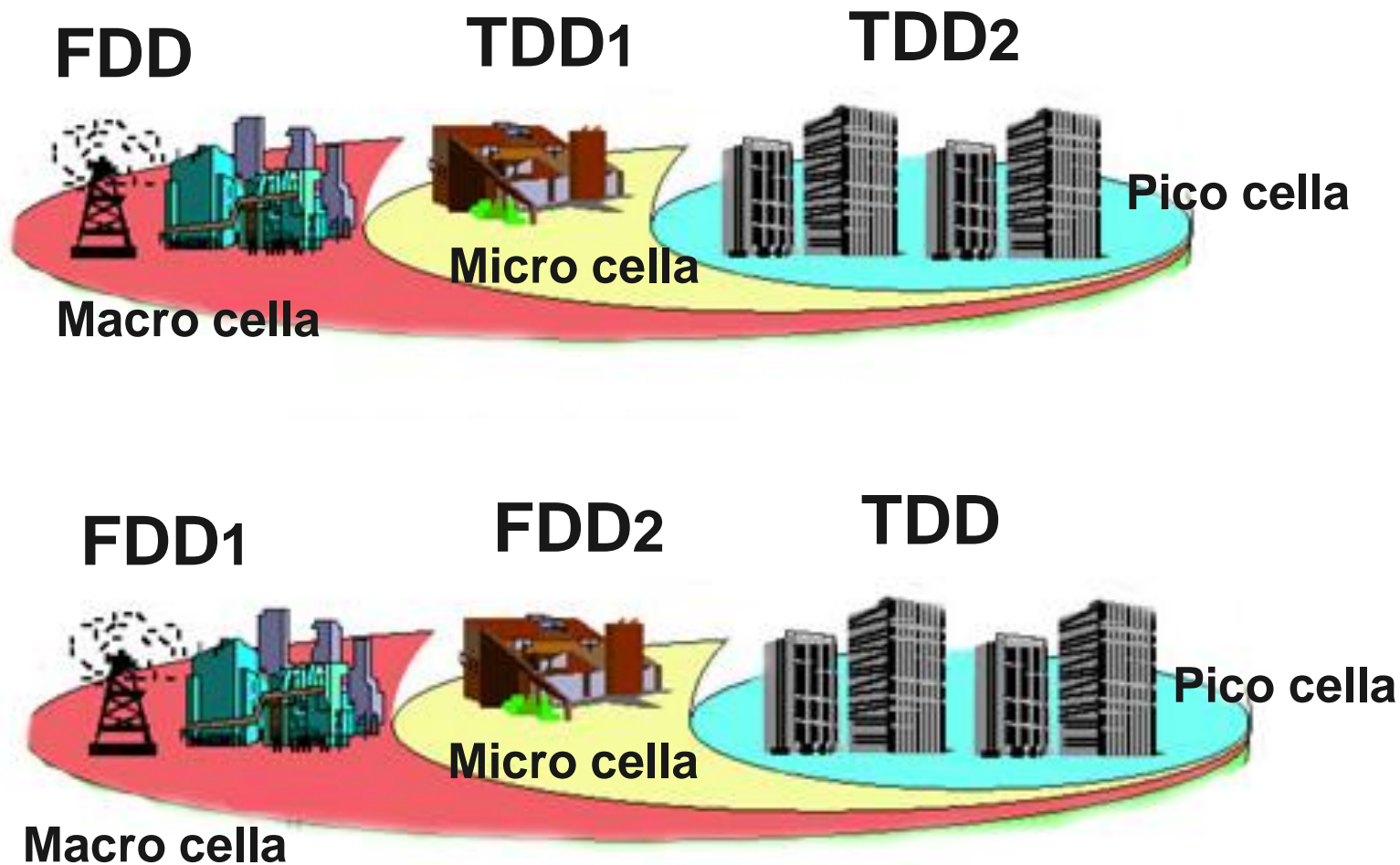
Band 38
(59)
51%

Band 38: 2570-2620 MHz

(GSA, 2012. szeptember 12.)



LTE FDD és TDD mód együttes alkalmazása



Szinkronizálás TDD módú hálózatok között

Transmit-to-receive and receive-to-transmit transition gaps (TTG and RTG)

Operator 1
on carrier f1



Operator 2
on carrier f2



**Szinkronozott
UL és DL forgalom**

Recommended

System 1
on carrier f1



MS-to-MS interference and *BS-to-BS interference*

System 2
on carrier f2



**Nem szinkronozott
UL és DL forgalom**

Not recommended

Ha a védősáv < 2,5 MHz
(ajánlott: 7-12 MHz)

CEPT report 019 , 3GPP TS 36.104)
ACLR (Adjacent Cell Leakage Ratio)



Köszönöm a figyelmet!

maros.dora@kvk.uni-obuda.hu

