

4G -3V

Gagnlegt-Greitt-Gott-Gaman
Vonir-Væntingar-Veruleiki

Sæmundur E Þorsteinsson

Efnisyfirlit

- Þráðlaust frelsi
- Takmarkanir þráðlausra fjarskipta
- 4G tæknin
- Þjónusta yfir 4G
- Tíðniróf til reiðu – eiginleikar tíðnibanda
- Samanburður við aðra tækni
- Lokaorð

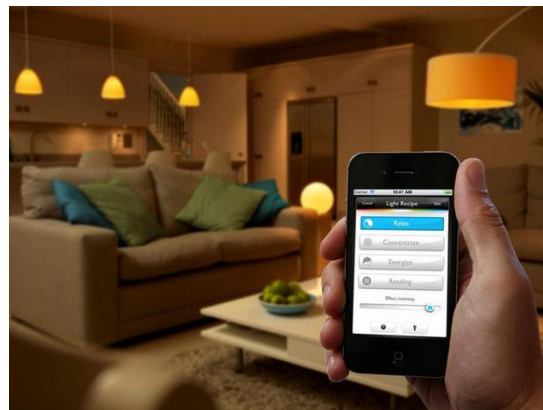
Þráðlaust frelsi

- Mikil þægindi að þurfa ekki að tengja tölvu, snjallsíma eða spjaldtölvu með þræði
 - Inni á heimili
 - Úti á götu, í bíl, lest eða strætó
- Farsímataeknin orðin mikilvægur þáttur í lífi nær allra
 - Menn gleyma frekar veskinu en símanum
 - Farsíminn nærri orðinn hluti af persónuleika fólks

Þráðlaust frelsi



Þægindi



Nýir möguleikar



Leiðindi



Bætt tímanýting

Þráðlaust frelsi



Pixmac.com 87543036



Takmarkanir þráðlausra fjarskipta

- Öll fjarskiptanet hafa flöskuháls
 - Hann er oft í tengiskilum í ljósnetum
 - 1 Gb/s, 10 Gb/s
 - Í þráðlausum netum felst hann í úthlutun tíðnisviða
 - PFS úthlutar tíðnisviðum, oft til áratuga, stundum með útboði
 - Tíðnisvið eru ákvörðuð með alþjóðlegum samningum
- Því er miklu erfiðara að víkka út flöskuhálsa í þráðlausum netum en t.d. ljósnetum



Takmarkanir þráðlausra fjarskipta



- Tíðnisviðið fyrir þráðlaus fjarskipti er einnig takmarkað
 - Ef við hefðum allt sviðið frá 0 Hz upp í 100 GHz og hefðum svo gott S/N hlutfall að við gætum notað 64 QAM, þ.e. 6 b/s / Hz fengjust
 - 600 Gb/s
 - Farlæ er í núverandi mynd 720 Gb/s, verður bráðlega 8000 Gb/s
 - Í rannsóknarumhverfi hefur tekist að senda 100 þús. Gb/s yfir einn ljósþráð
- Þráðlaus fjarskipti hafa takmarkaða langdrægni
 - hraði minnkar t.d. með fjarlægð í 4G

4G

- 4G
 - vísar í munni flestra til tæknilýsingar ITU
 - IMT-Advanced (International Mobile Telecommunications Advanced)
 - Engin opinber skilgreining til á 4G, 3G, 2G eða 1G
 - Hins vegar talin kynslóðaskipti þegar símafélög þurfa að leggja í megin kerfisbreytingar og fjárfestingar

Helstu kröfur til IMT-Advanced



- Vera algerlega byggt á IP pakkaskiptu neti
 - Afleiðing er að engin rásaskipta talþjónusta er í 4G netum
- Gagnahraði nái u.þ.b. 100 Mb/s til hraðfara notenda (bílar, lestir) og u.þ.b. 1 Gb/s til kyrrstæðra eða mjög hægfara notenda
- Samnýting netbjarga (e. network resources) á kvikan hátt svo fjölga megi samtímanotendum í hverri sellu
- Nota skalanlega rásabandbreidd, 5 – 20 MHz, jafnvel upp í 40 MHz
- Ná fram bestu nýtingu tíðnirófsins með allt að 15 b/s/Hz til notenda og 6.75 b/s/Hz frá notendum
- Saumlaus færsla milli mismunandi fjarskiptaneta

Helstu kröfur til IMT-Advanced

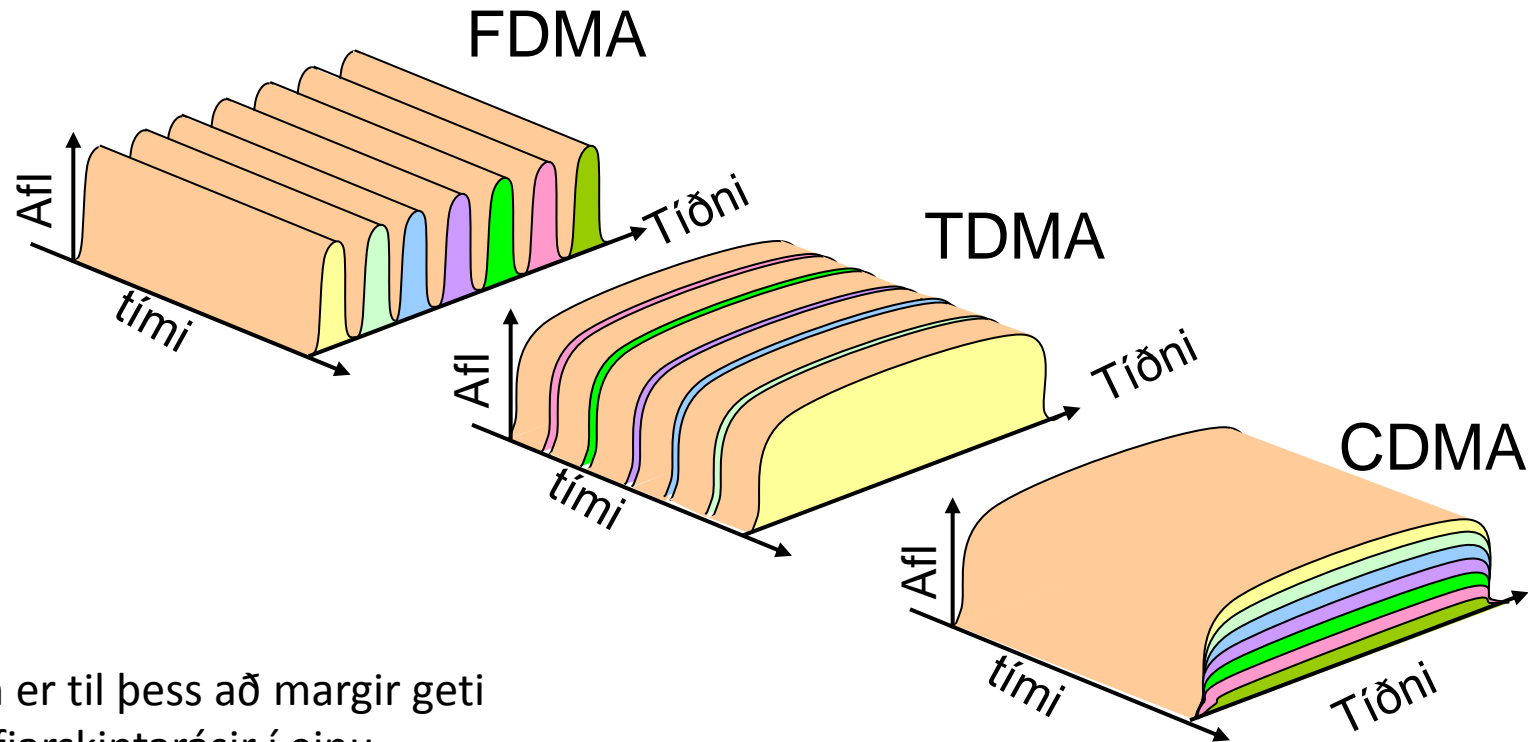


- Geta skilað næstu kynslóðar margmiðlunarþjónustu með miklum þjónustugæðum
- Minni seinkun en í fyrri farsímanetum, allt niður í 5 ms innan radióhluta netsins
- Lægri fjárfesting (CAPEX) og lægri rekstrarkostnaður (OPEX) en við fyrri farsímakerfi
- Hægt að nýta parað og óparað tíðniróf, þ.e. FDD og TDD eru bæði möguleg
 - FDD = Frequency Division Duplex, TDD = Time Division Duplex

4G tæknin

- WiMAX
 - Tækni sem byggist á OFDMA og MIMO
 - náði ekki fótfestu
- LTE (3GPP release 8)
 - Tækni sem byggist á OFDMA og MIMO
 - Hefur fest sig í sessi
 - Strangt til tekið fullnægir LTE ekki kröfum IMT-Advanced
 - LTE-Advanced (3GPP release 10) gerir það og gott betur

Samanburður fléttunaraðferða

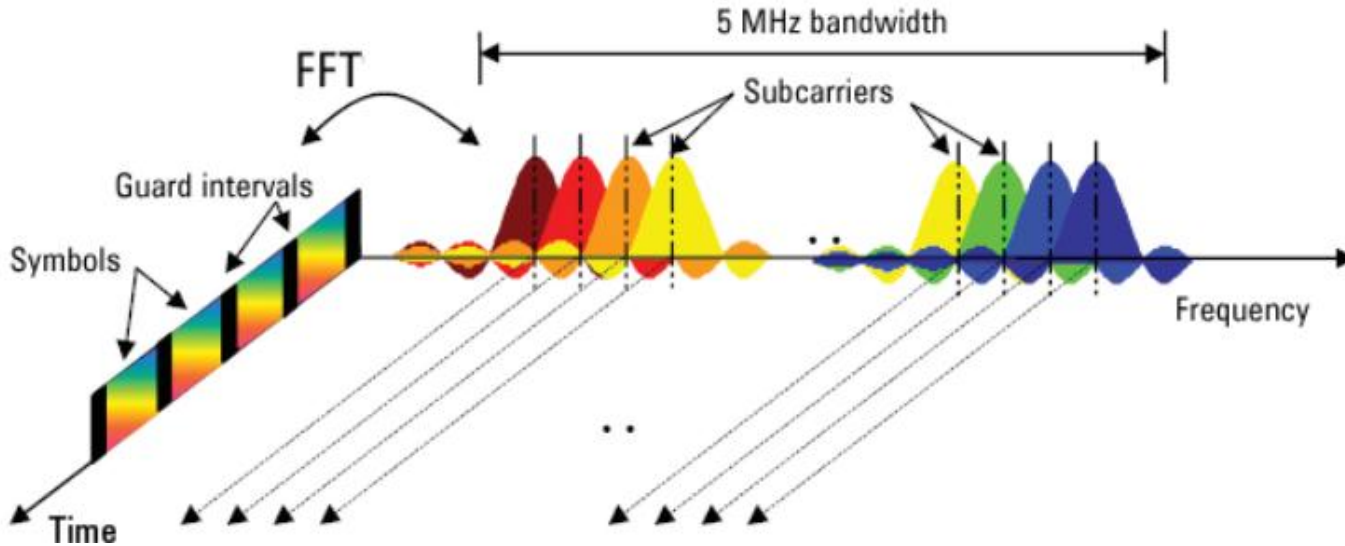


Fléttun er til þess að margir geti notað fjarskiptarásir í einu

4G tæknin - OFDMA

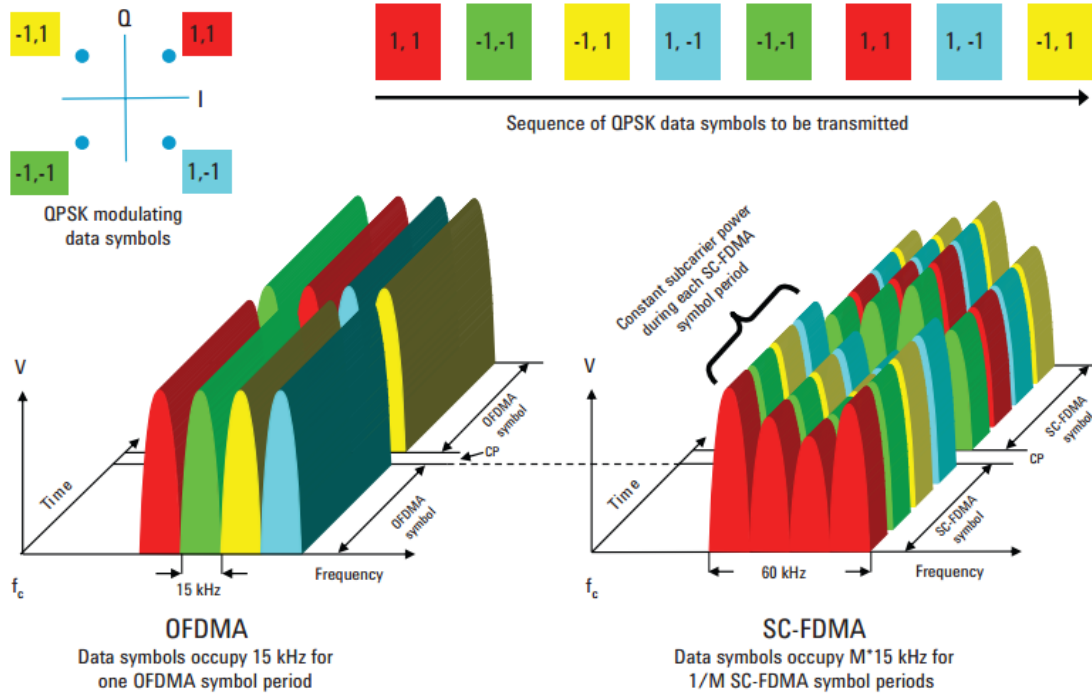
- OFDMA = Orthogonal Frequency Division Multiple Access
 - Mjög nýleg tækni, kom fram á 10. áratugnum
 - Olli byltingu í baráttunni við margleiðahrifin (e. multipath effect)
 - Bæði í þráðlausum og þráðbundnum fjarskiptum sbr. DSL
 - Með OFDM og OFDMA styrkja margleiðahrifin fjarskiptin frekar en að veikja þau

OFDMA í tíma- og tíðnirúmi



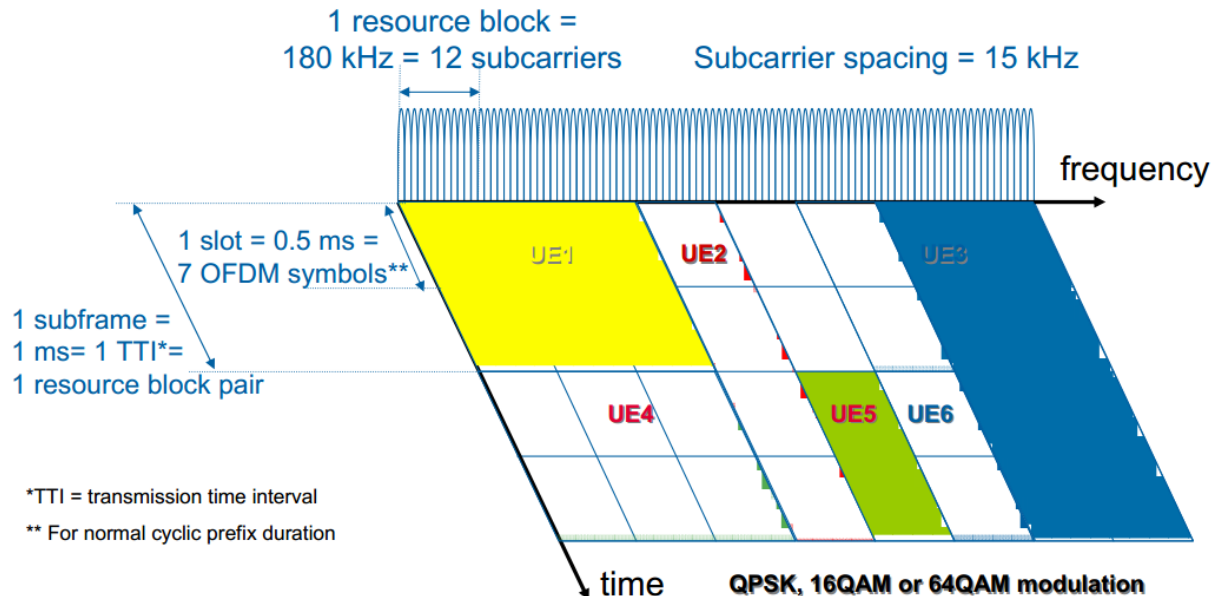
- Í LTE er notað QPSK, 16QAM og 64QAM fyrir leiðina til notenda, sjálfstillt (e. adaptive) mótun
- 15 kHz bil milli undirburðarbylgna (e. subcarriers)
- Skalanleg bandbreidd
- Tiltölulega mjóar undirburðarbylgjur þýða að táknið í þeim taka langan tíma.
- „Cyclic Prefix“ sett á undan hverju tákni. Þar með verða fjarskiptin nærri ónæm fyrir margleiðahrifum

OFDMA og SC-FDMA



- Í átt frá notendum er notað annað skema sem nefnt er SC-FDMA, (Single Carrier Frequency Division Multiple Access)

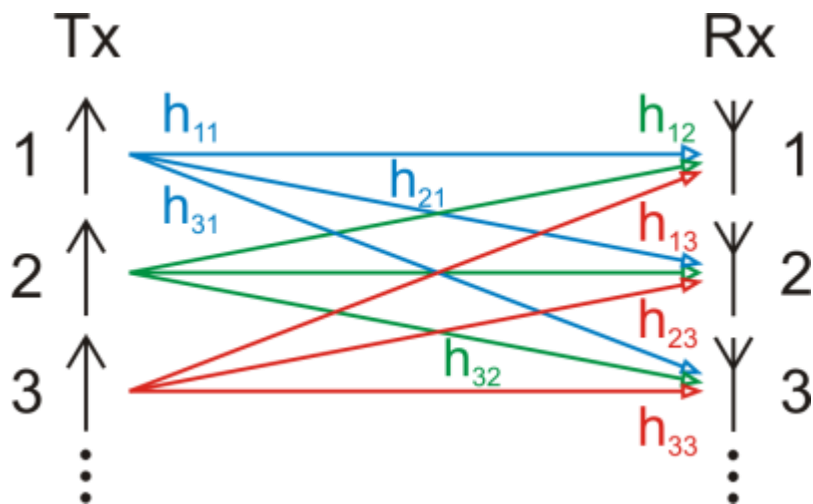
Bjargabútar (e. resource blocks) í LTE



- Bjargabútum er úthlutað til notenda á kvikan hátt
 - 1 bjargabútur = 1 ms í tíma og 180 kHz í tíðni, eða 12 undirburðarbylgjur

- MIMO = Multiple Input Multiple Output
 - Gefur mikla möguleika til að nýta fjarskiptarásir enn betur en hingað til
 - Þrír megin hættir við notkun
 - Sendi „diversity“,
 - Sami gagnastraumur sendur frá mörgum loftnetum til að nýta margar leiðir til að skila merkinu sem bestu
 - Rúmfléttun (e. Spatial Multiplexing)
 - Margir gagnastraumar sendir samtímis á sömu tíðni en eftir mismunandi leiðum, gagnahraði margfaldast
 - Útgeislunarmynd loftneta formuð, (e. beamforming)
 - Loftnet getur elt notendur

MIMO



Dæmi um 3 x 3 MIMO

Sendum \mathbf{x} og tökum á móti \mathbf{y}
 \mathbf{H} er yfirfærslufylki fjarskiptarásarinnar
 \mathbf{n} er suðvigur, viljum finna \mathbf{x}

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix}$$

Raðir fylkisins \mathbf{H} þurfa að vera óháðar svo hægt sé að finna andhverfu þess. Leiðirnar þurfa því að vera óháðar
 Suðið má ekki vera mikið

Þjónusta yfir 4G

- Öll gagnþjónusta
 - Internettengingar
 - Videó á lágum hraða
 - Tal yfir IP, VoIP
 - M2M
- Þjónusta sem hentar varla yfir 4G
 - IPTV
 - Jafningjanet (peer-to-peer)
 - Ef einn geiri (e. sector) afkastar 100 Mb/s og notendur hafa kjöraðstæður, geta 12 notendur horft samtímis á HD sjónvarp á 8 Mb/s
- 4G á erfitt í samkeppni við ljósnet og WiFi
- IEEE 802.11n ræður mest við 600 Mb/s
 - Raunhæft að ná 20-50 Mb/s sambandi

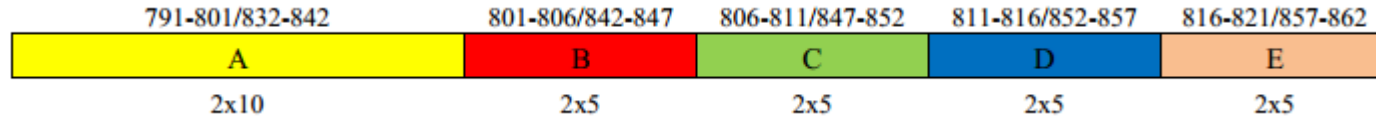
Tíðnisvið til reiðu

E-UTRA operating band	Uplink (UL) operating band BS receive UE transmit	Downlink (DL) operating band BS transmit UE receive	Duplex mode
	$F_{UL_low} - F_{UL_high}$	$F_{DL_low} - F_{DL_high}$	
1	1920 – 1980 MHz	2110 – 2170 MHz	FDD
2	1850 – 1910 MHz	1930 – 1990 MHz	FDD
3	1710 – 1785 MHz	1805 – 1880 MHz	FDD
4	1710 – 1755 MHz	2110 – 2155 MHz	FDD
5	824 – 849 MHz	869 – 894 MHz	FDD
6	830 – 840 MHz	875 – 885 MHz	FDD
7	2500 – 2570 MHz	2620 – 2690 MHz	FDD
8	880 – 915 MHz	925 – 960 MHz	FDD
9	1749.9 – 1784.9 MHz	1844.9 – 1879.9 MHz	FDD
10	1710 – 1770 MHz	2110 – 2170 MHz	FDD
11	1427.9 – 1452.9 MHz	1475.9 – 1500.9 MHz	FDD

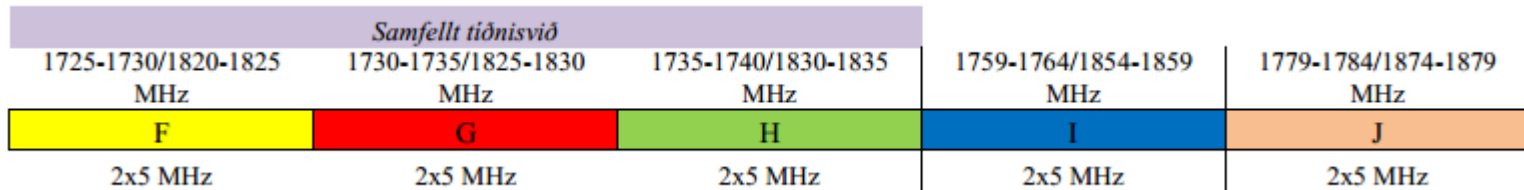
Tíðnisvið til reiðu

12	698 – 716 MHz	728 – 746 MHz	FDD
13	777 – 787 MHz	746 – 756 MHz	FDD
14	788 – 798 MHz	758 – 768 MHz	FDD
...			
17	704 – 716 MHz	734 – 746 MHz	FDD
...			
33	1900 – 1920 MHz	1900 – 1920 MHz	TDD
34	2010 – 2025 MHz	2010 – 2025 MHz	TDD
35	1850 – 1910 MHz	1850 – 1910 MHz	TDD
36	1930 – 1990 MHz	1930 – 1990 MHz	TDD
37	1910 – 1930 MHz	1910 – 1930 MHz	TDD
38	2570 – 2620 MHz	2570 – 2620 MHz	TDD
39	1880 – 1920 MHz	1880 – 1920 MHz	TDD
40	2300 – 2400 MHz	2300 – 2400 MHz	TDD

Tíðnisvið til reiðu á Íslandi



800 MHz, samtals 60 MHz



1800 MHz, samtals 50 MHz

Eiginleikar tíðnisviðanna

- 800 MHz
 - Mikil langdrægni, sellur geta verið stórar
 - Radíóbylgjur smjúga vel inn í hús
 - Hentar vel þar sem byggð er ekki þétt
 - Stærð sellu takmarkast af
 - Langdrægni
 - Afkastagetu
 - Er hentugt að hafa margar nálægar sellur á 800 MHz?
 - Trufla þær hver aðra?
- 1800 MHz
 - Langdrægni minni en á 800 MHz
 - Minni hætta á truflunum milli sella

Samanburður við aðra tækni

- Ljósnet og 4G
 - 4G getur ekki keppt við ljósnet og WiFi í tengingum til heimila og fyrirtækja
 - Hentar illa fyrir IPTV og jafningjanet
 - WiFi veitir þráðlausa upplifun
- 4G mjög öflugt fyrir
 - Fólk á ferð
 - Tilfallandi tengiparfir
 - Sumarbústaði
 - M2M
- Líkleg upplifun hraða
 - 10 – 20 Mb/s til notenda
 - 5 – 10 Mb/s frá notendum
 - Spurning hvort 5 ms seinkun skipti miklu, m.v. seinkun annars staðar í netum

Samanburður við aðra tækni

- PFS telur að fjárfesting og rekstur á LTE kerfi sem nær til 99,5% þjóðarinnar geti verið um 30 milljarðar kr.
- Gaman væri að sjá hver sambærilegur kostnaður væri við „Ljós í Fjós“

Vonir, Væntingar, Veruleiki

- Vonir manna gagnvart 4G eru misjafnar
 - Fara eftir hagsmunum hvers og eins
- Miklar væntingar bundnar við 4G
 - Verða ekki uppfylltar strax
 - Komast nær því með LTE-Advanced
- Veruleiki
 - LTE er gott kerfi
 - 3G og 2G verða áfram um árabíl enda mjög góð
 - LTE-Advanced verður frábært kerfi en spurningum um talþjónustu ekki svarað enn
 - „Hype“ kúrvan gildir líka um 4G eins og allar nýjungar

Þakka áheyrnina

