

# Mobile Broadband: Choices and Challenges

Dr. Bassam Hashem  
Research & Development  
Saudi Telecom Company  
[bahashem@stc.com.sa](mailto:bahashem@stc.com.sa)



# Outline

- Introduction
- Fixed Broadband
- Cellular: 3G-3.5G- LTE
- Mobile WiMAX (Wave1 and Wave 2)
- Mesh Networks
- Femto Cells

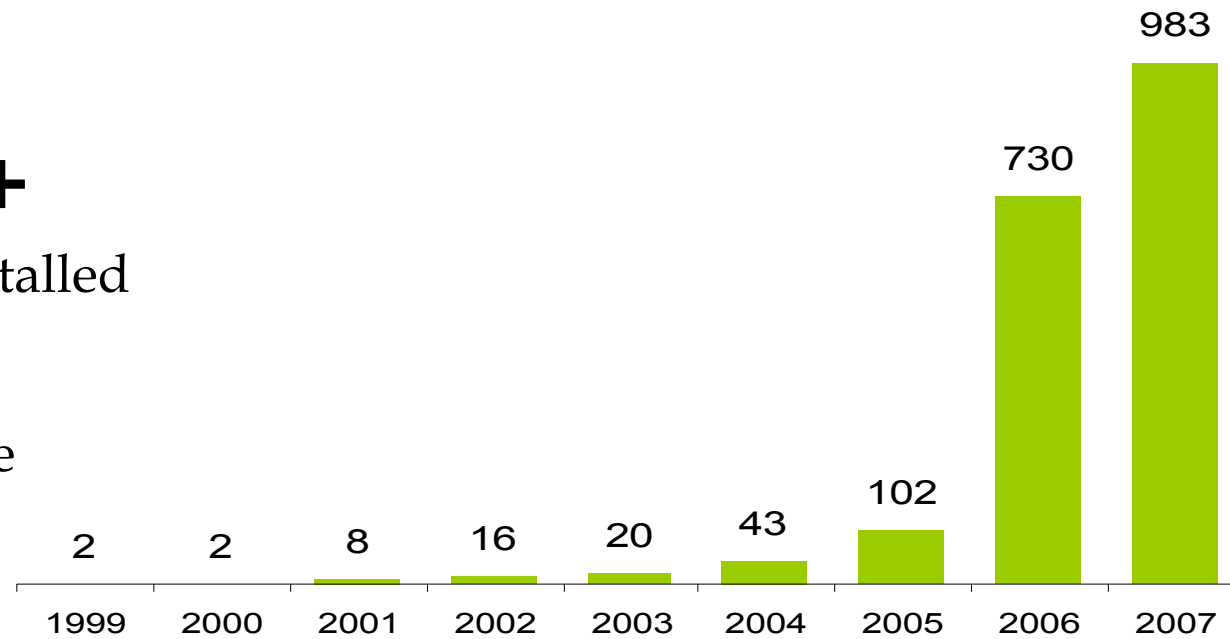
# STC DSL lines

**983k+**

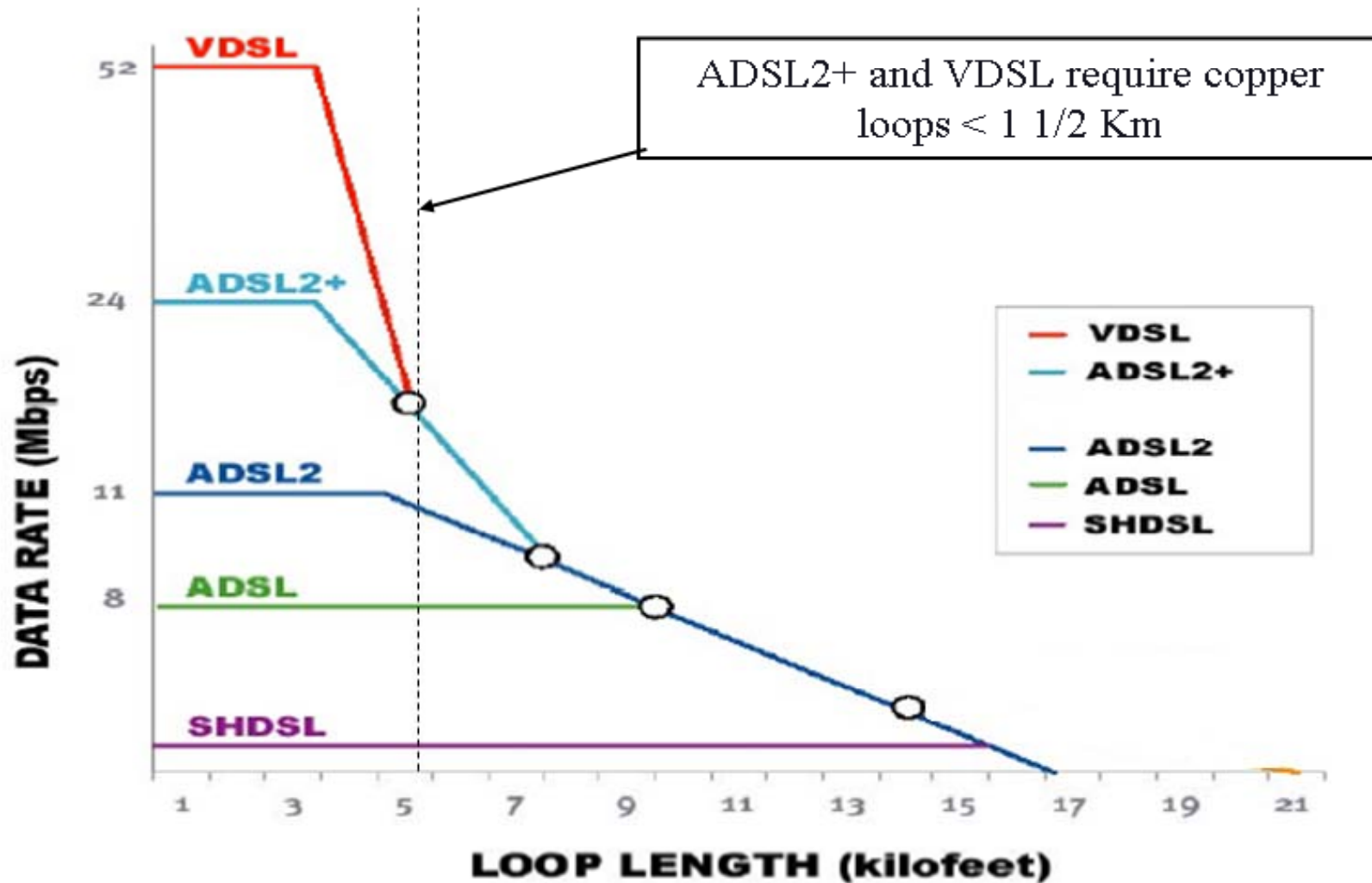
DSL Lines Installed

**650k**

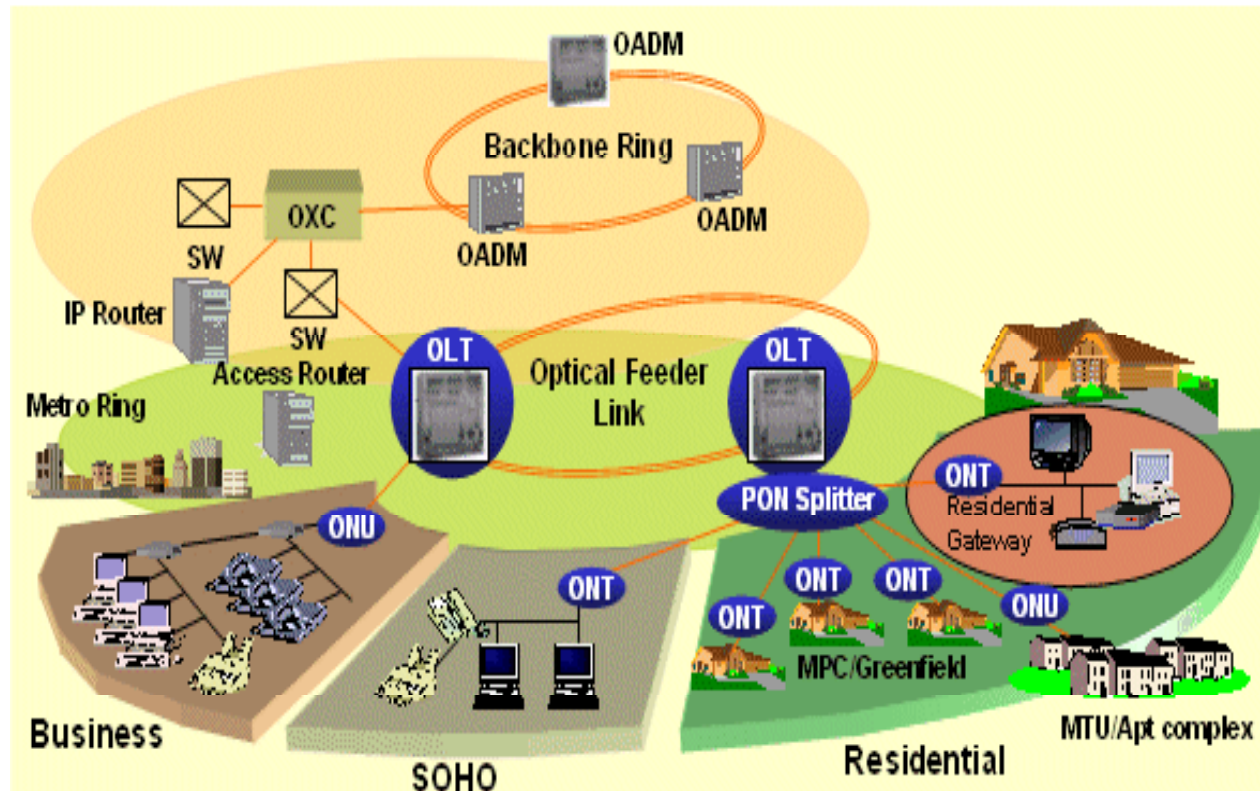
In Service



# Getting more from Copper



# Fiber to the Home



Already three regions are covered by STC as pilot projects in Riyadh, Dammam, Jeddah

“Verizon is aiming to spend as much as US\$23 bn by 2010 on its fiber rollout, which by then is forecast to pass 18 million households in the US. The network is already being used to deliver new **bandwidth-hungry services, says McKeehan, at the heart of which is the FiOS IPTV product.** Over the course of 2006, Verizon states that the capex per home passed has fallen by 28 percent, from US\$2221 to US\$1730”

Michael McKeehan, Verizon's director of internet and technology policy

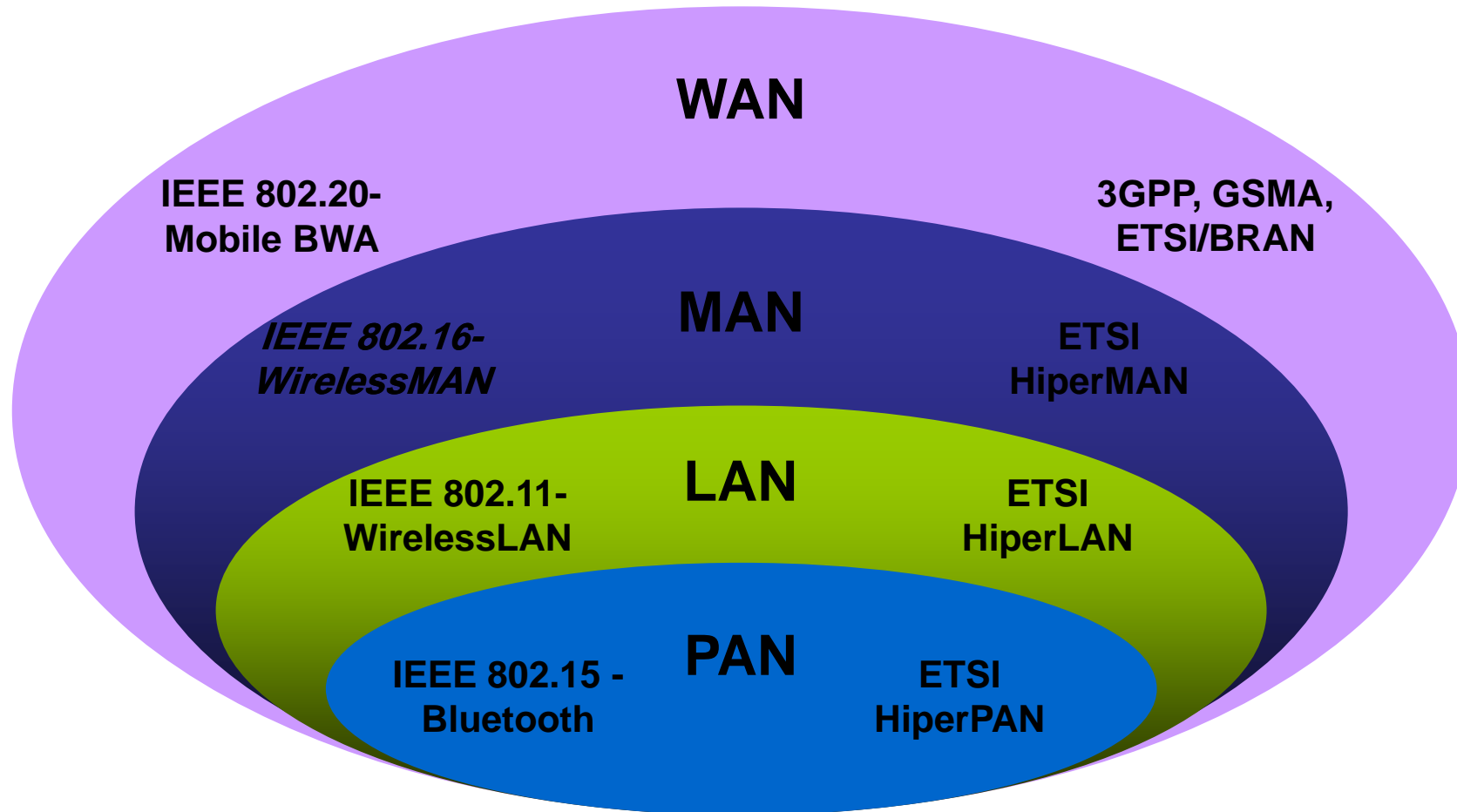
# Fixed- Portable-Mobile

Can not count on the idea of prices of fixed services being lower than mobile. “Homezone” operators are allowing voice and data at cheaper rate when you are in a predefined location.

In simple words: mobile systems can serve fixed users! Cost of serving fixed users not reduced.

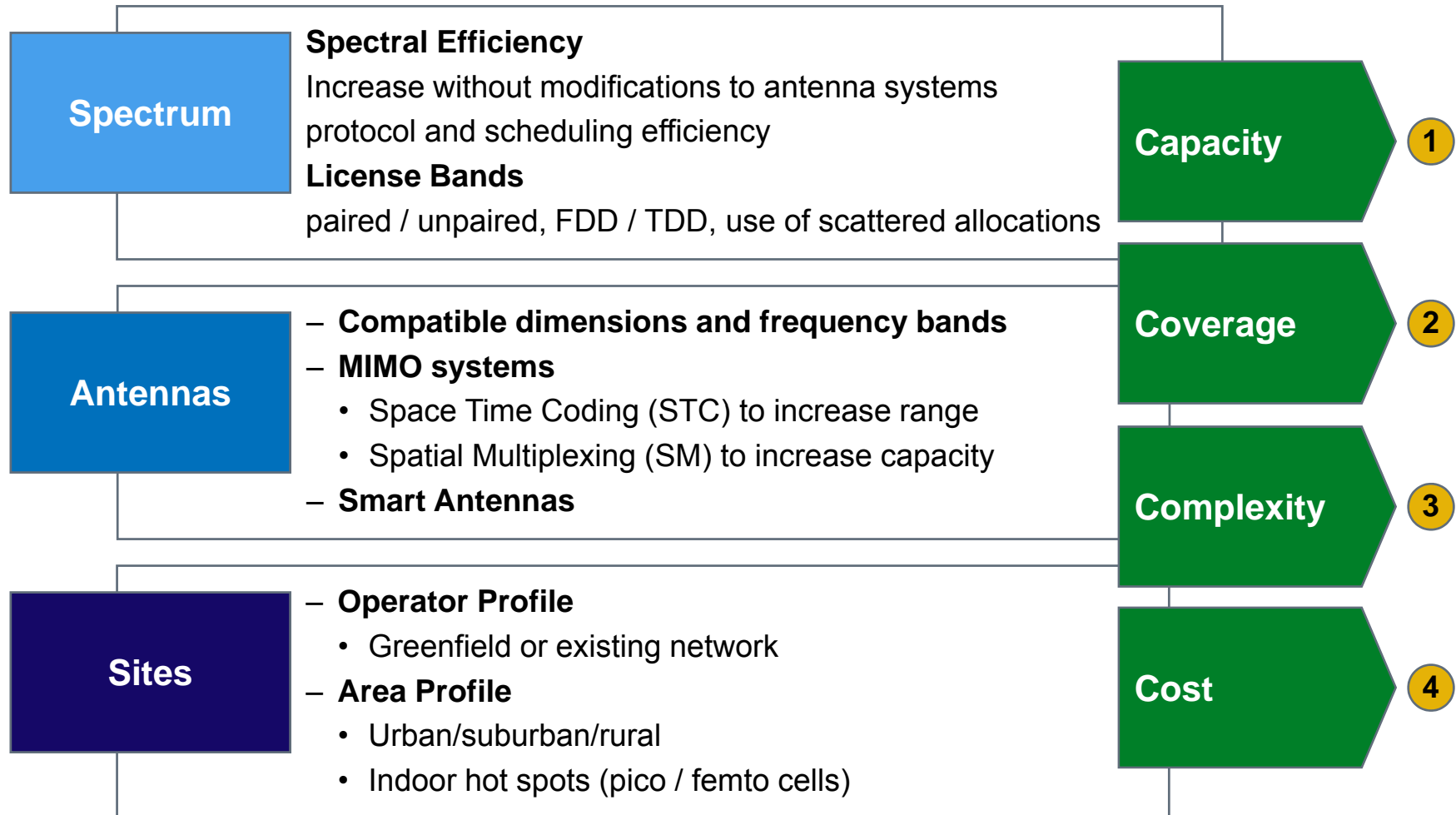
Interestingly, it seems that the mobile phone does indeed retain its appeal, even when pitted against the PC and TV. For instance, a recent McKinsey report highlighted that 35% of mobile TV is watched in the home.

# Broadband Wireless Standards



Most of the time, systems proponents claim that the system is simply the BEST

# Deployment Considerations



\*Source: "Next Generation Mobile Networks", NGMN White Paper, Dec. 2006



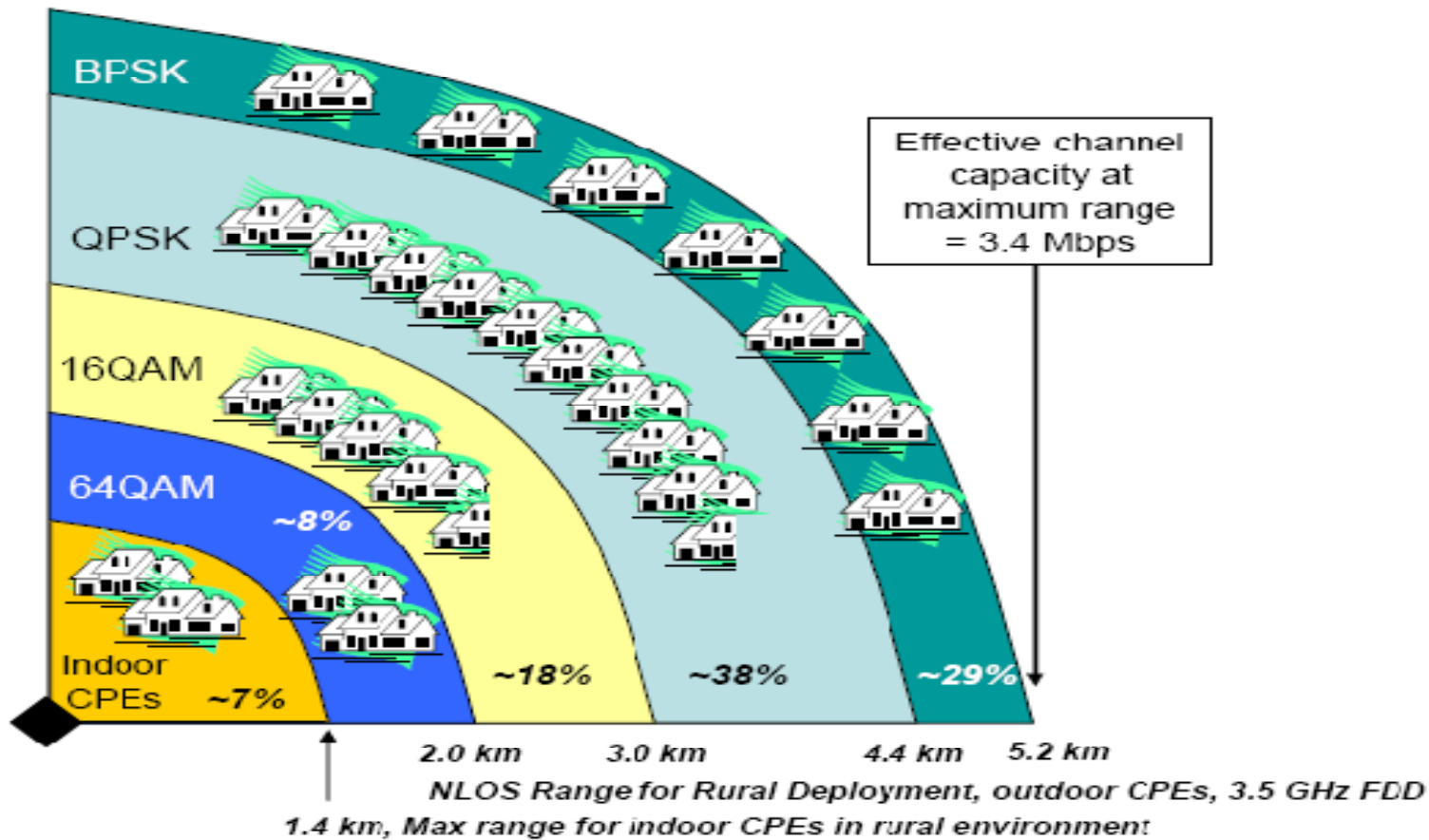
# The Typical Tricks

- Adaptive Modulation Coding
- HARQ
- Scheduling
- MIMO
- Smaller cells
- More frequency

# Adaptive Modulation Coding

Mod.	Code Rate	5 MHz Channel		10 MHz Channel	
		Downlink Rate, Mbps	Uplink Rate, Mbps	Downlink Rate, Mbps	Uplink Rate, Mbps
QPSK	1/2 CTC, 6x	0.53	0.38	1.06	0.78
	1/2 CTC, 4x	0.79	0.57	1.58	1.18
	1/2 CTC, 2x	1.58	1.14	3.17	2.35
	1/2 CTC, 1x	3.17	2.28	6.34	4.70
	3/4 CTC	4.75	3.43	9.50	7.06
16QAM	1/2 CTC	6.34	4.57	12.67	9.41
	3/4 CTC	9.50	6.85	19.01	14.11
64QAM	1/2 CTC	9.50	6.85	19.01	14.11
	2/3 CTC	12.67	9.14	25.34	18.82
	3/4 CTC	14.26	10.28	28.51	21.17
	5/6 CTC	15.84	11.42	31.68	23.52

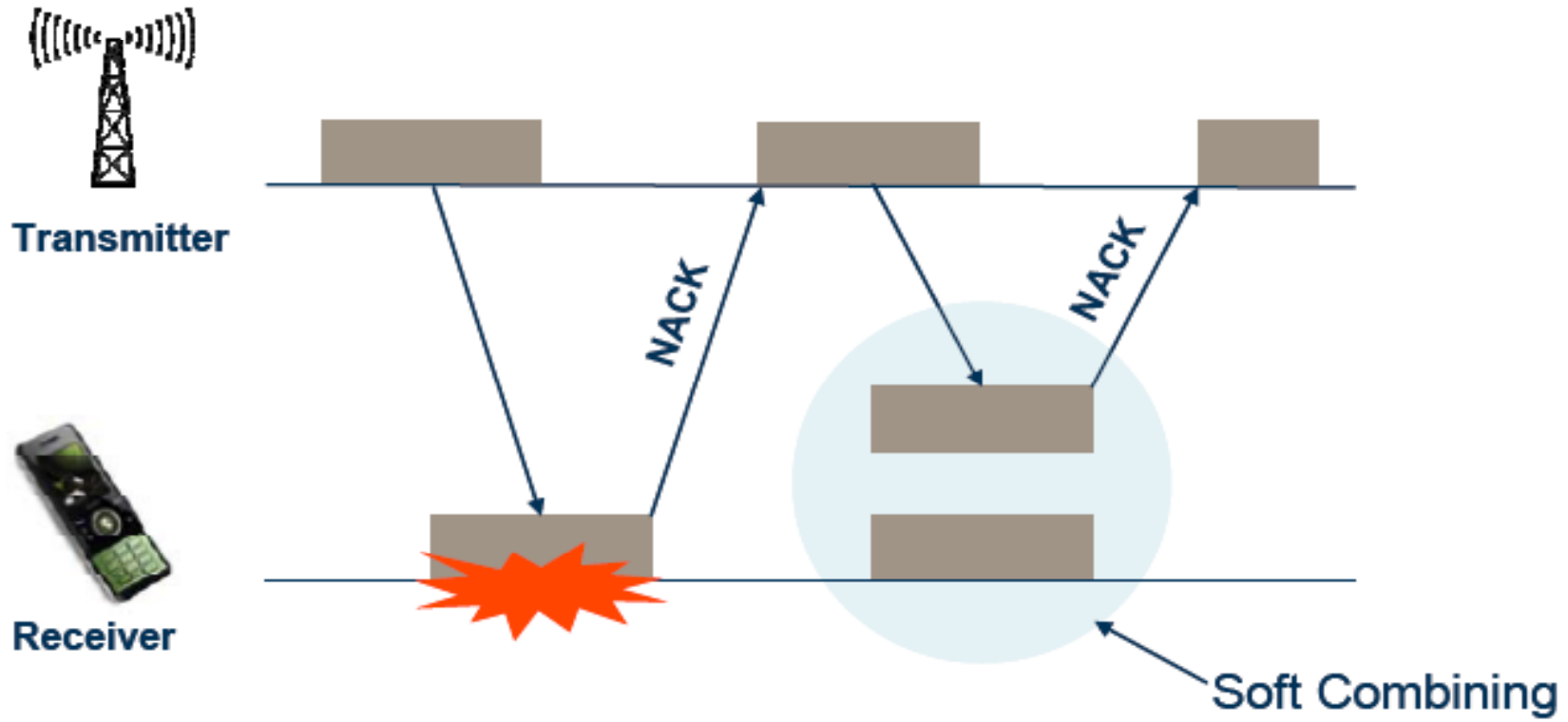
# AMC: WiMAX Example



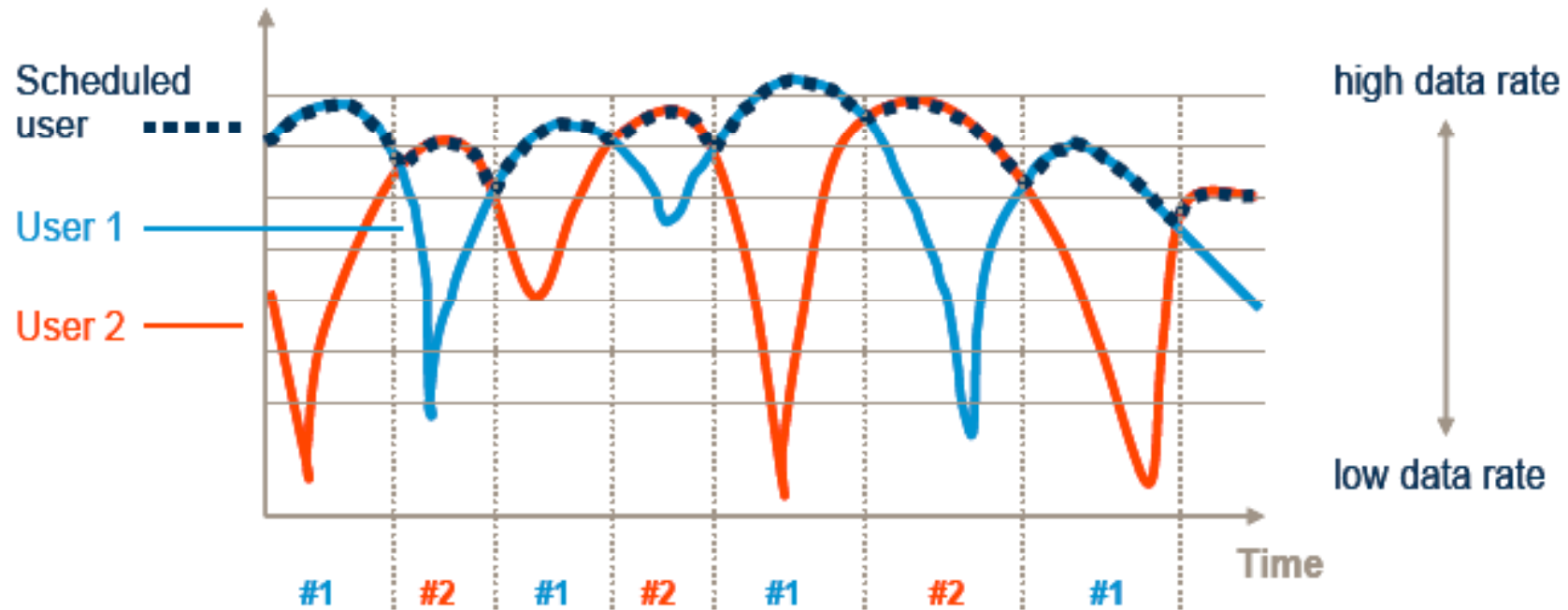
WiMAX Forum

Less than 1Km coverage in real deployments  
Need for external antennas (cost, headache!)

# HARQ



# Scheduling



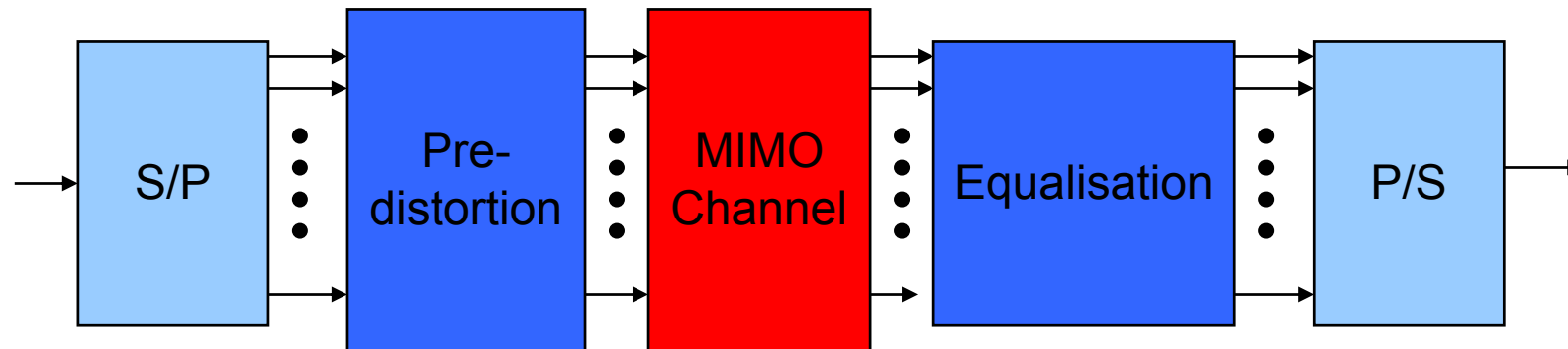
**Scheduling:** determines which end user to transmit to, at a given moment

**Channel-dependent Scheduling:** transmit at fading peaks

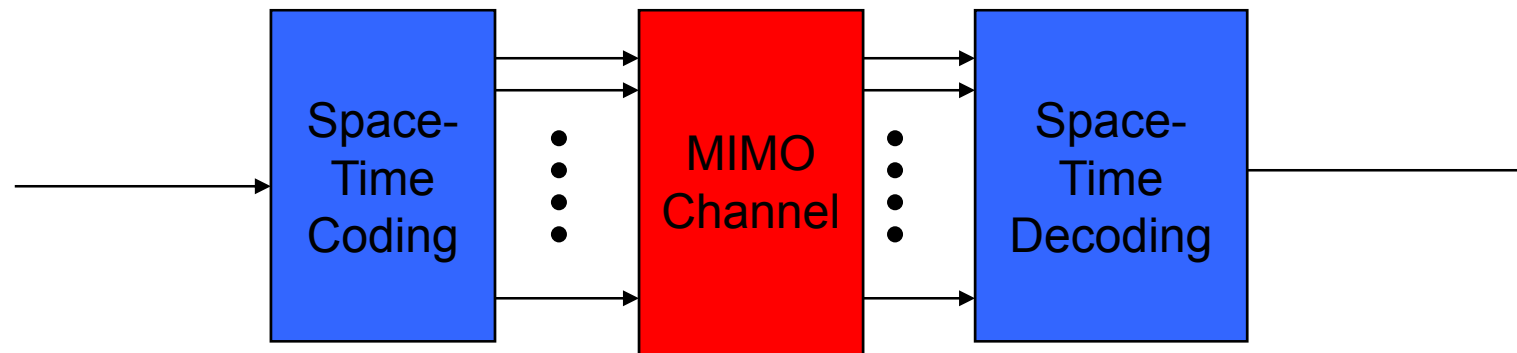
With OFDM, finer granularity: subcarriers

## Two Kinds of MIMO (correlated chs?)

- Spatial Multiplexing (MATRIX-B)



- Space-Time Coding (MATRIX-A)



# HSDPA MIMO Gain

- Recent results for Rel-7 WCDMA proposals from Ericsson and Nokia
- Network simulations comparing 1x2 Rx Diversity with 2x2 MIMO for HSPDA.
- Ericsson results very promising:
  - Macro-cell deployment shows throughput improvement of 20% for 2x2 and 50% for 4x4.
  - Micro-cell deployment with strong LOS shows 10-20% improvement for 2x2 and 35-40% for 4x4.
  - Micro-cell deployment with no LOS gives 30% for 2x2 and over 100% with 4x4!
- Nokia results less detailed and less optimistic. Unable to show any significant improvement using MIMO (sometimes even degradation!)

# Mobile WiMAX: Filed Measurements

The screenshot shows the FileZilla interface connected to 10.197.0.10. The remote site is /wimax/. The local site is E:\WiMaxTestDownloads\. The transfer progress bar at the bottom shows the following data:

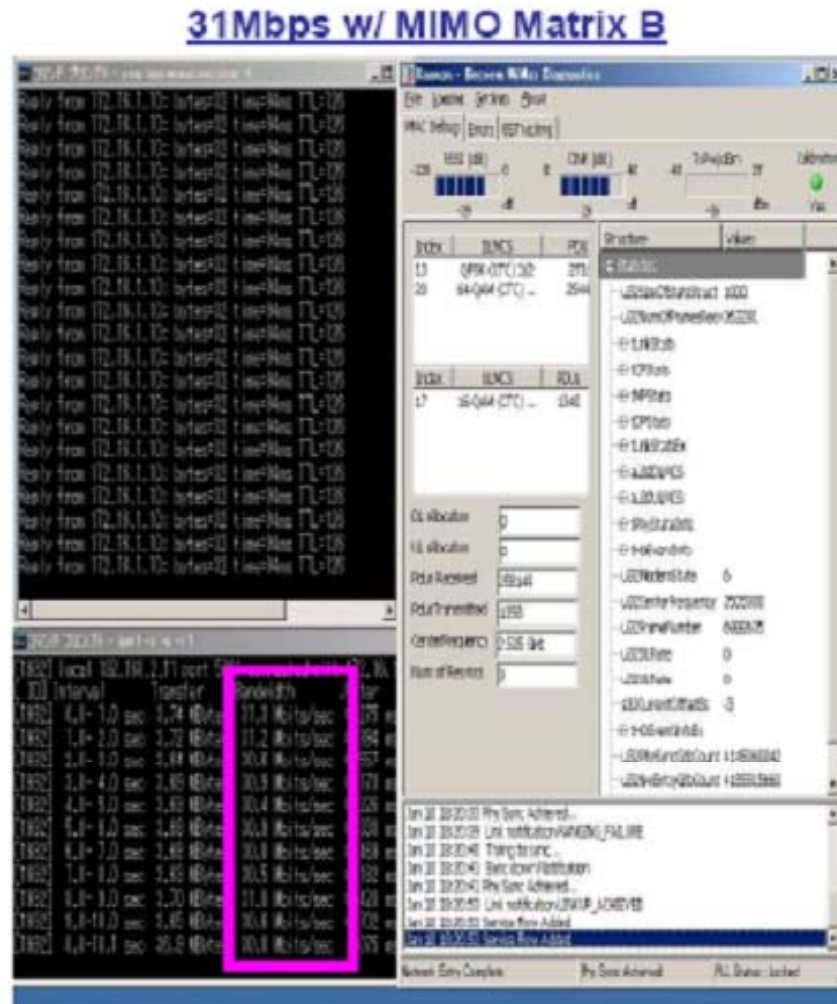
Local Filename	Size	Direction	Remote Filename	Host	Status
E:\WiMaxTestDownloads\pdfactory.zip	2189792	<<---	/wimax/pdfactory.zip	10.197.0.10:21	0:00:07 elapsed 0:00:03 left 63%
E:\WiMaxTestDownloads\pdfactory1...	2189792	<<---	/wimax/pdfactory1.zip	10.197.0.10:21	0:00:06 elapsed 0:00:07 left 43%
E:\WiMaxTestDownloads\D1.rar	56086473	<--	/wimax/D1.rar	10.197.0.10:21	

The DU Meter window shows a red bar representing data usage, with a status bar at the bottom indicating DL: 3.10 mbps and UL: 0.06 mbps.

Ground floor 3.2 Mbps (16 QAM) and First Floor 7Mbps(64QAM)  
Near window, 5MHz channel



# Mobile WiMAX with MIMO (2x2) 10 MHz channel/ Philippines



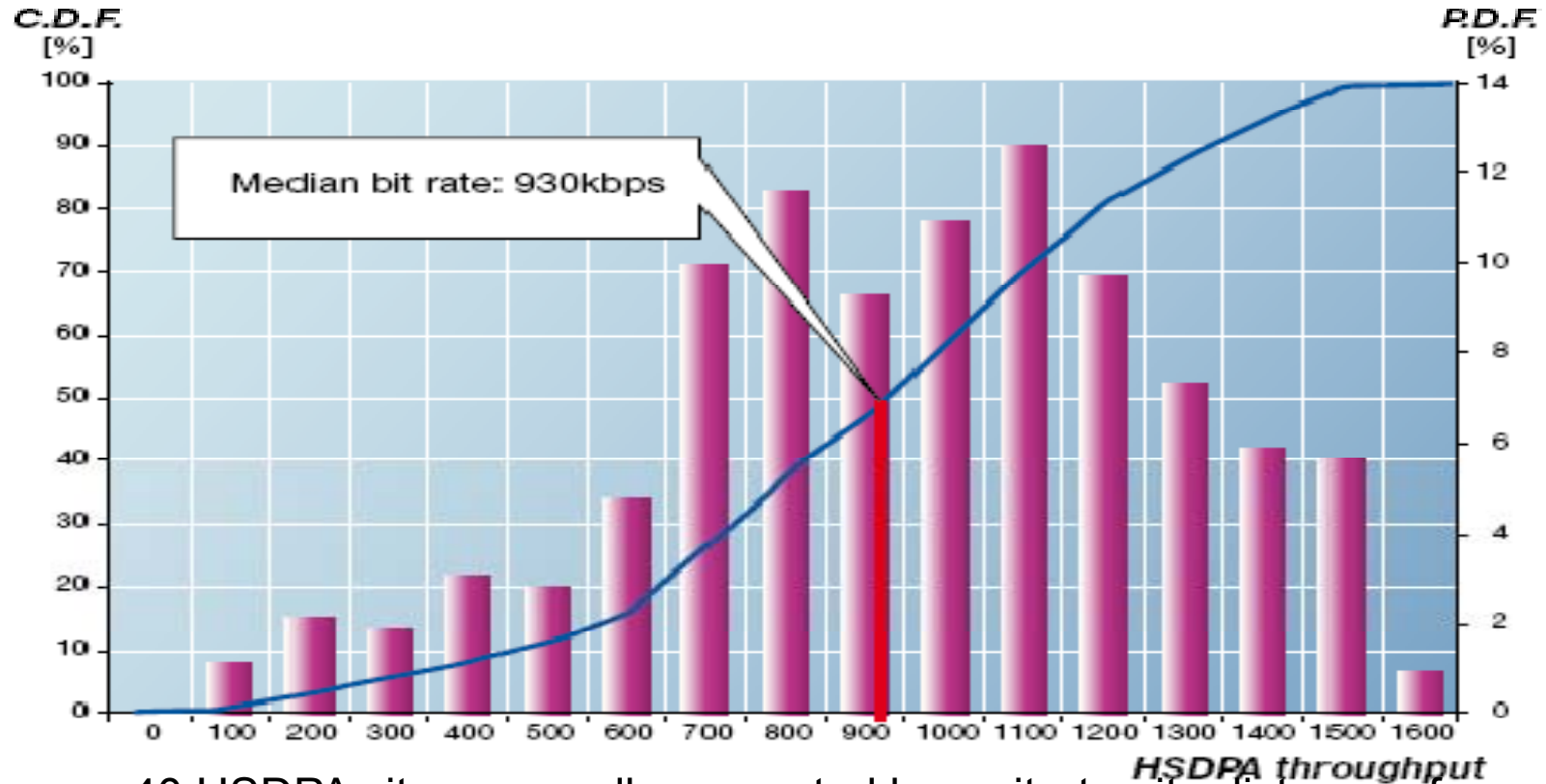
Max. DL Throughput (MIMO Matrix B)  
31.7 Mbps @ 64QAM 3/4

Max. UL Throughput  
6.4 Mbps @ 16QAM 3/4

Ave. DL Throughput (MIMO Matrix B)  
28.7Mbps @ 64QAM 3/4

Ave. UL Throughput  
5.8 Mbps @ 16QAM 3/4

# HSDPA bit-rate: stationary during poor radio conditions.



Ericsson: 40 HSDPA sites generally separated by a site-to-site distance of 500m.

Can give 7.2 Mbps but not for many users and not at most locations!

# Can operators claim peak data rates?

## في حال عدم التزامهم بتوفير السرعة التي أعلنوها للمشاركين هيئة الاتصالات تحيل مزودي خدمات الإنترنت إلى لجنة الفصل



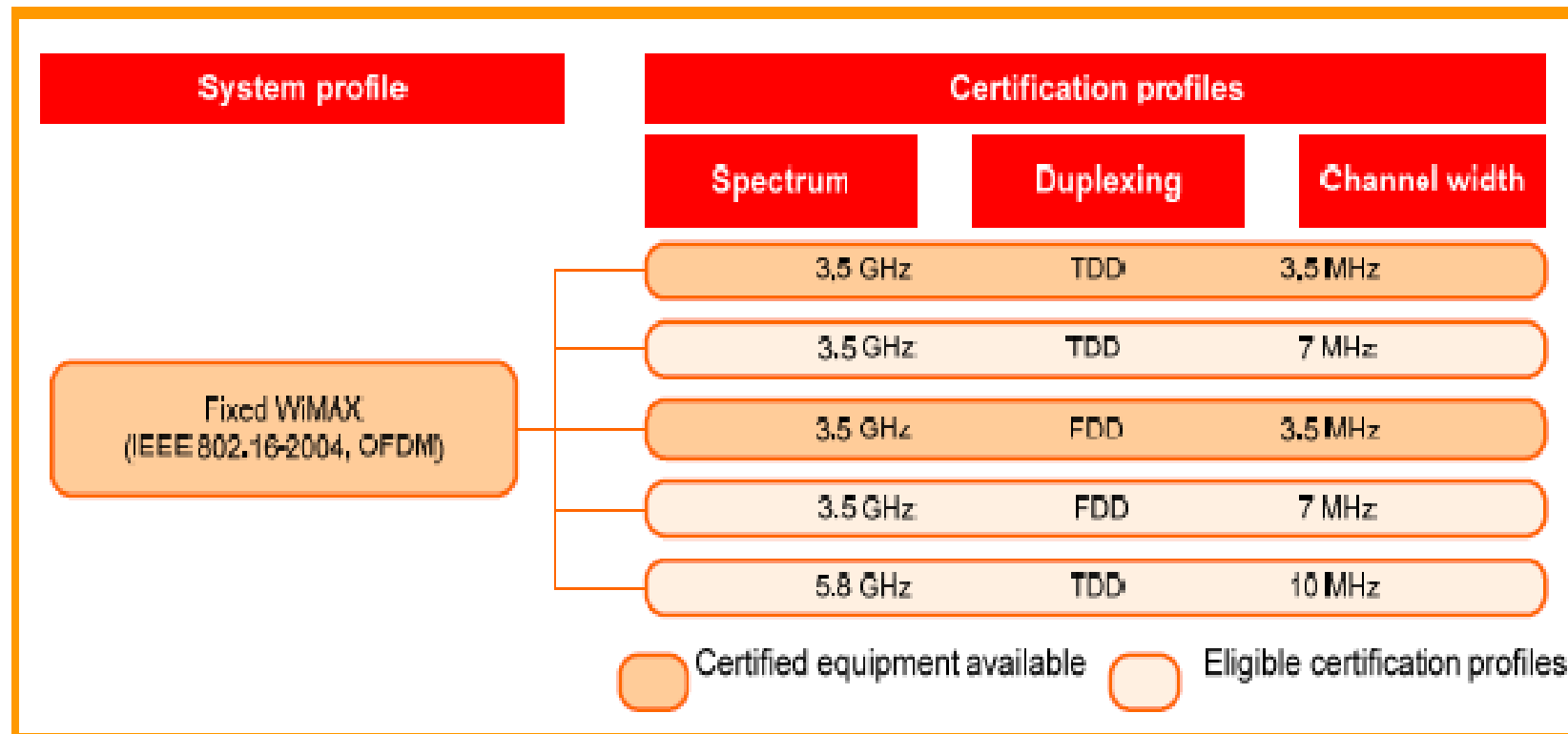
«الجزيرة» -عبدالله الحصان

كشف نائب محافظ هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات لشؤون السياسات التنظيمية والتراخيص المهندس عبدالرحمن بن عبدالله الفهيد أن الهيئة ستحيل مزودي خدمات الإنترنت إلى لجنة الفصل في مخالفت نظام الاتصالات في حال التزامهم للمشاركين بتقديم سرعات محددة لخدمات الإنترنت عبر الاتصال اللاسلكي دون أن ينفذوا ذلك الالتزام. وقال لـ(الجزيرة) إن الهيئة ستقوم بهذه الخطوة من خلال دورها الإشرافي والرقابي بالتحقيق في الأمر. وأضاف: توجد الآن سرعات قد تتجاوز ٧ ميجا بايت بالثانية، ولكنها متاحة في مواقع بعينها؛ لذا من المهم على طالبي الخدمة التأكد مسبقاً من توافر هذه التغطية في



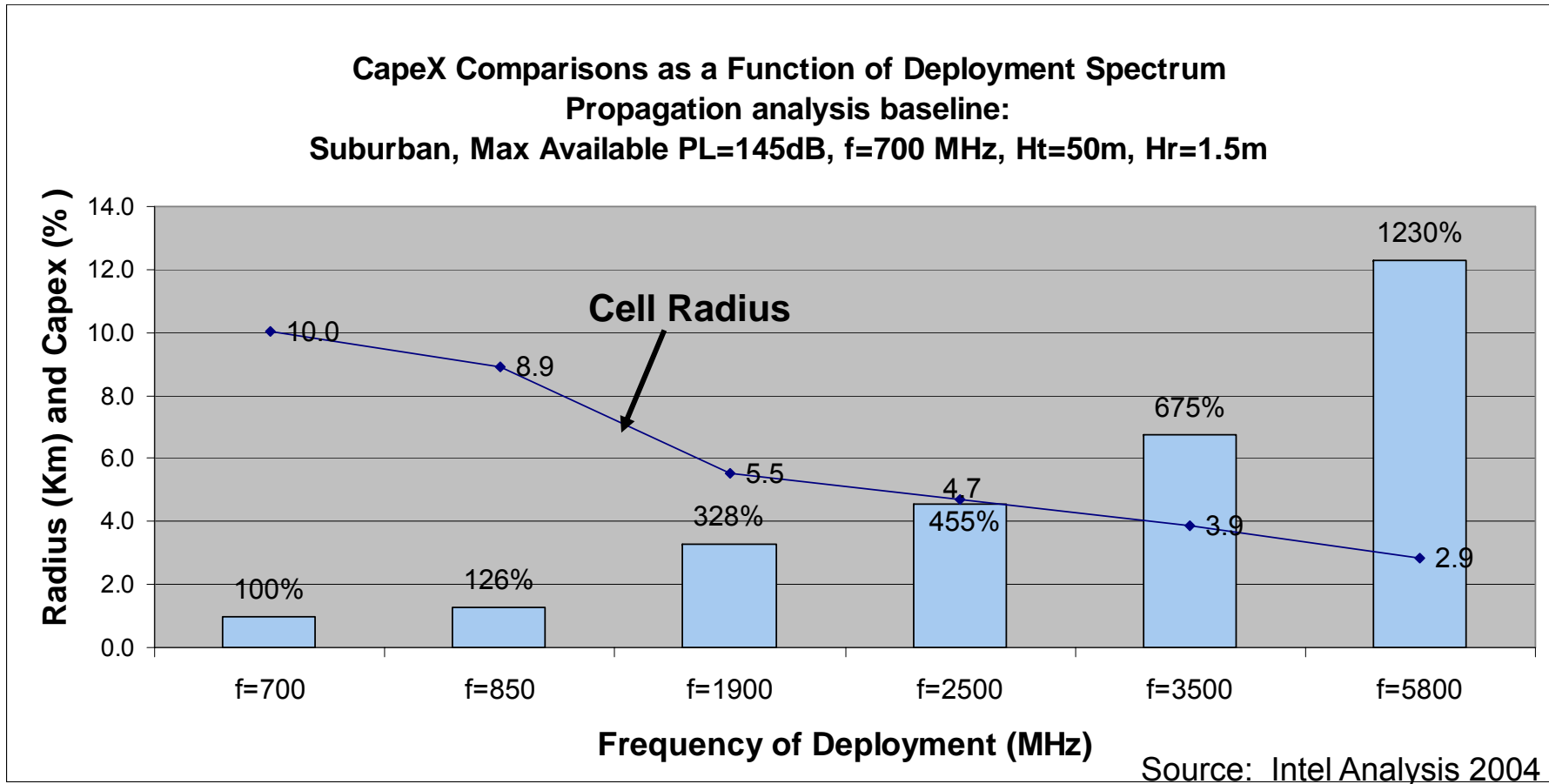
مواقعهم؛ لأن هناك العديد من المواقع ليست متاحة في هذه السرعة.

# System and certification profiles



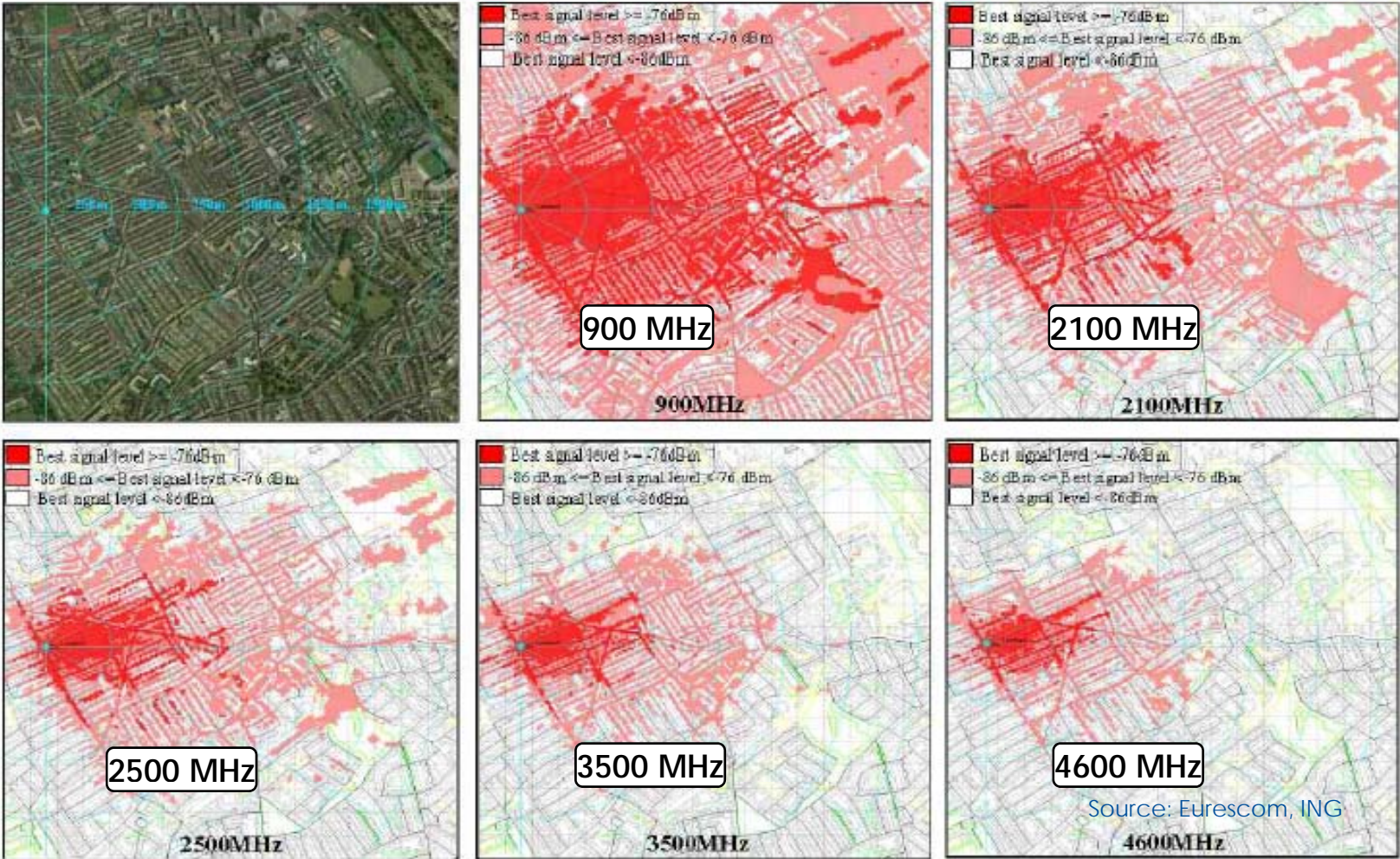
Interoperability? If not, need a standard?

# Advantage of lower frequencies



- At 2.5 GHz, need 4 times more base stations than at 700 MHz.
- Cell size radius goes from 10 km at 700 MHz to 2.9 km at 5.8 GHz.
- Lower frequencies preferred

# Frequency Impact (Urban environment)



جدول حساب المقابل المالي لاستخدام الترددات في المملكة

النطاقات الترددية								المعاملات وعناصر تحديدها
الترددات الشائعة المأوى EHF من ٣٠ إلى ١٠٠٠ جيجاهرتز	الترددات الأكثر علواً SHF من ٣ إلى ٣٠ جيجاهرتز		الترددات فوق العالية UHF من ٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ ميجاهرتز		الترددات العالية جداً VHF من ٣٠ إلى ٣٠٠ ميجاهرتز	الترددات العالية HF من ٣ إلى ٣٠ ميجاهرتز	الترددات المنخفضة جداً ، والمنخفضة ، والمتوسطة VLF,LF,MF من ٩ إلى ٣٠٠٠ كيلوهرتز	
٧ ميجاهرتز	٧ ميجاهرتز	٧ ميجاهرتز	١ ميجاهرتز	٢٥ كيلوهرتز	١٢٫٥ كيلوهرتز	٣ كيلوهرتز	٣ كيلوهرتز	عنصر تحديد العامل (ن)
١٠ انتار	١٠ انتار	١٠ انتار	١٠ انتار	١٠ انتار	١٠ انتار	١	١	عنصر تحديد العامل (ع)
٣٠	١٠	١٠	٤	٤	٤	٣	١	معامل الهوائي المتقل أو غير إتجاهي (ج)
أ - ٢٠ وحدة للقدرة تساويها ، ب - ٥٠ وحدة للقدرة أكثر من ٥ وات ،	أ - ١٥ وحدة للقدرة تساوي أو تساوي ١٠ وات ، ب - ٥٠ وحدة للقدرة أكبر من ١٠ وات ،	أ - ١٥ وحدة للقدرة أقل من ١٠ وات أو تساويها ، ب - ٥٠ وحدة للقدرة أكبر من ١٠ وات ،	أ - ١٠ وحدات للقدرة أقل من ٢٥ وات أو تساويها ، ب - ٥٠ وحدة للقدرة أكبر من ٢٥ وات ،	أ - ١٠ وحدات للقدرة أقل من ٥٠ وات أو تساويها ، ب - ٥٠ وحدة للقدرة أكبر من ٥٠ وات ،	أ - ٥٠ وحدة للقدرة أقل من ١٠٠ وات أو تساويها ، ب - ١٠٠ وحدة للقدرة أكبر من ١٠٠ وات ،	أ - ٢٠٠ وحدة للقدرة أقل من ٥٠٠ وات أو تساويها ، ب - ٥٠٠ وحدة للقدرة أكبر من ٥٠٠ وات وأقل من ١ كيلوات أو تساويها ، ج - ١٠٠٠ وحدة للقدرة أكبر من ١ كيلوات ،	أ - ٥٠٠ وحدة للقدرة أقل من ١ كيلوات أو تساويها ، ب - ١٠٠٠ وحدة للقدرة أكبر من ١ كيلوات وأقل من ٢ كيلوات أو تساويها ، ج - ١٥٠٠ وحدة للقدرة أكبر من ٢ كيلوات ،	معامل القدرة (ق)
٢٠	١٠٠	٢٠٠	٢٠٠	١٠٠	١٠٠	٥٠	٥	معامل كثافة الطلب على النطاق الترددي (ط)
٣	٣	٣	٣	٣	٣	١	١	معامل المدن ذات الإستخدام المكثف للطيف الترددي (م)
٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	١	١	معامل المنطقة
٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠	١	معامل الجغرافية (د)
١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠	١	المملكة كلها

تقوم الهيئة بحساب المقابل المالي لاستخدام الترددات طبقاً للمعادلة التالية :

المقابل المالي لإستخدام الترددات = ت × ن × ع × ج × ق × ط × م × د ريال

حيث (ن) هو معامل عرض النطاق ، (ع) هو معامل ارتفاع الهوائي فوق سطح الأرض ، (ج) هو معامل هوائي متنقل أو هوائي غير إتجاهي ، (ق) هو معامل القدرة ، (ط) هو معامل كثافة الطلب على النطاق الترددي ، (م) هو معامل المدن ذات الاستخدام المكثف للطيف الترددي ، (د) هو معامل التغطية الجغرافية .

# WiMAX Spectrum Cost

## WiMax 2.5GHz

License cost summary:		
Frequency Range	(2600-2605) / (2600-2605)	(MHz)
Bandwidth	5	(MHz)
Average Antenna Height	25	(Meter)
Average Power	20	(Watt)
License Type	Kingdom-wide	
<b>Cost</b>	<b>2,500,000.00</b>	<b>(SAR)</b>

## WiMax 3.5GHz

License cost summary:		
Frequency Range	(3400-3405) / (3400-3405)	(MHz)
Bandwidth	5	(MHz)
Average Antenna Height	25	(Meter)
Average Power	20	(Watt)
License Type	Kingdom-wide	
<b>Cost</b>	<b>1,785,714.29</b>	<b>(SAR)</b>

Being able to afford the cost doesn't mean that you can get the frequency!

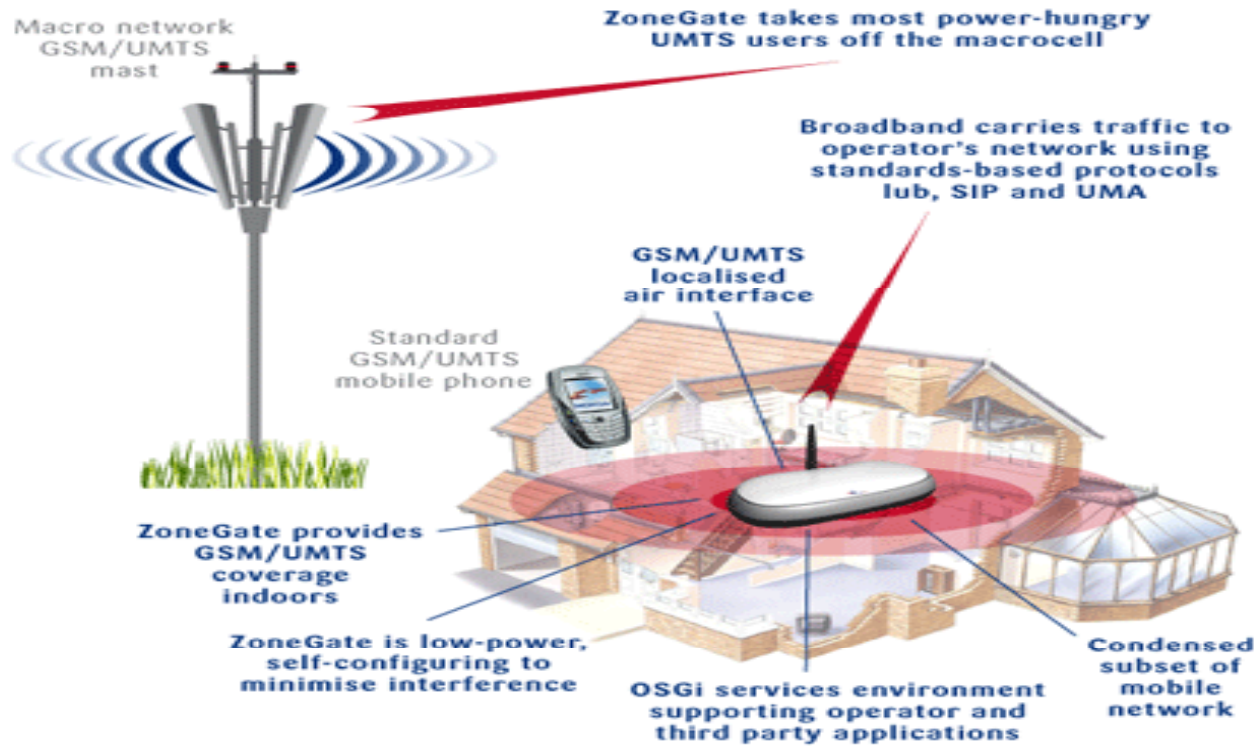


# Mesh Networking



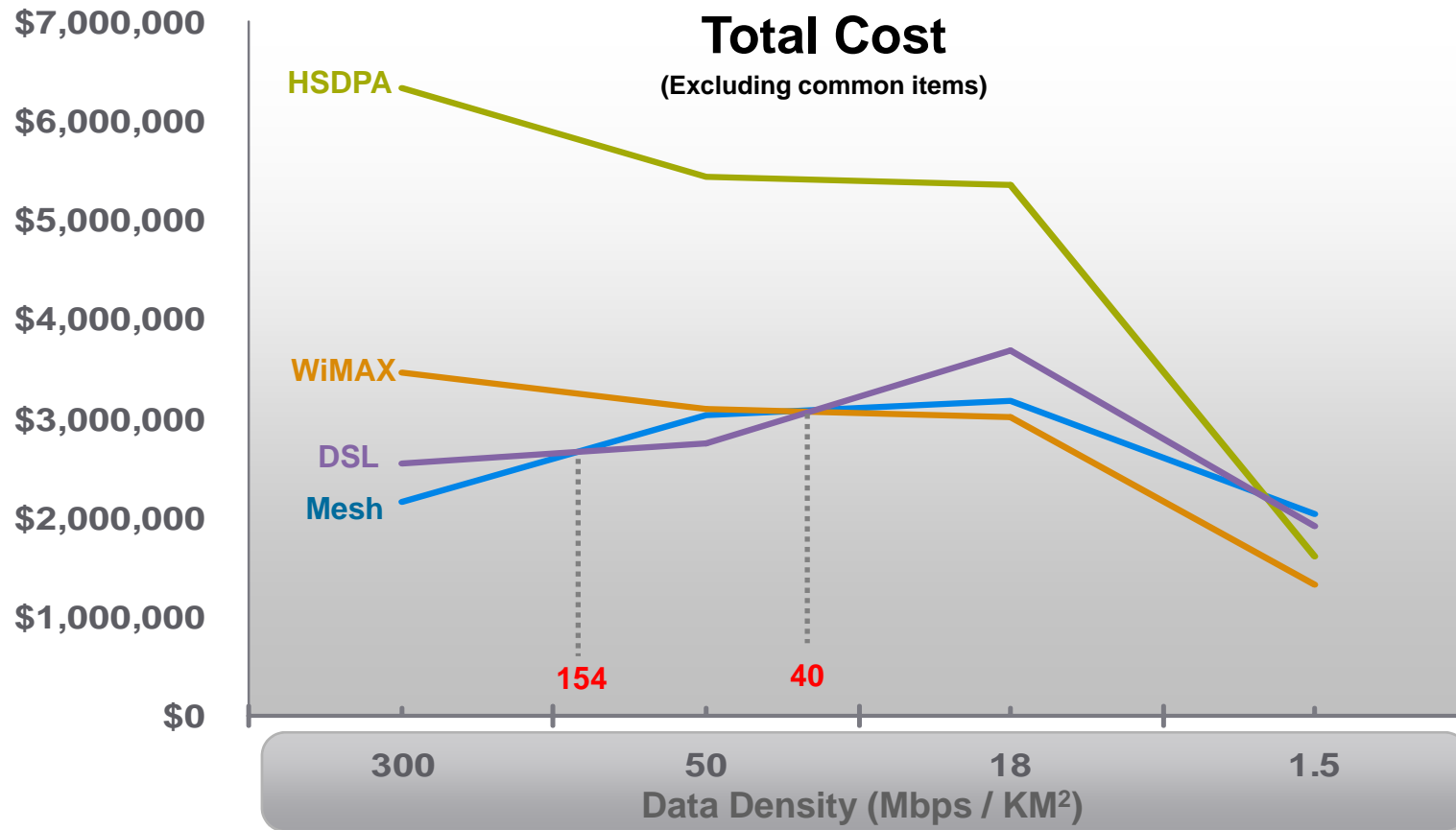
Number of hops? Delay? Privacy?

# Femto Cells



Signals gets attenuated by walls? Get the BTS inside the home.  
Interference? Cost? User Movement?

# Cost Cross-Over Points



Data Density Examples :

300 City Core (Base Case) or Urban @ 85% penetration

50 Urban (Base Case) or Rural Cluster @ 50% penetration

18 Suburban / Rural Cluster (Base Case) or Urban @ 5% penetration

1.5 Rural (Base Case) or Suburban @ 1.5% penetration

# ACF in different business models

	Incumbent Operator	New Entrant
Urban, high ADSL penetration	Negative ACF	Positive ACF after >5 years
Urban, low ADSL penetration	Positive ACF after >4, 5 years	Positive ACF after >4 years
Rural, high ADSL penetration	Negative ACF	Positive ACF after >5 years
Rural, low ADSL penetration	Positive ACF after >5 years	Positive ACF after >4 years
Nomadic	Marginal, depending on assumptions	