### Mobile Broadband:Choices and Challenges

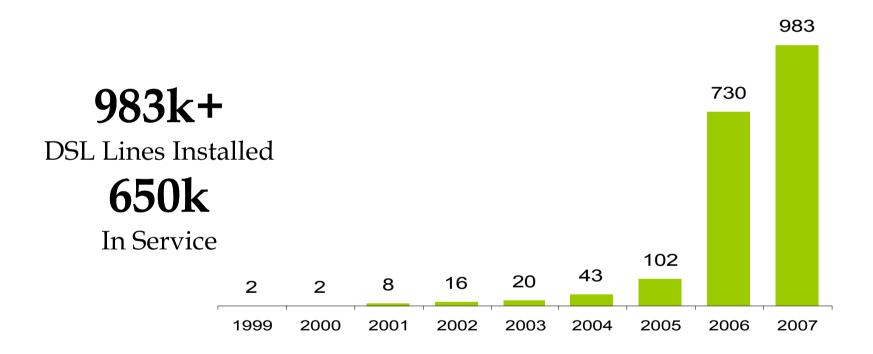
Dr. Bassam Hashem Research & Development Saudi Telecom Company bahashem@stc.com.sa



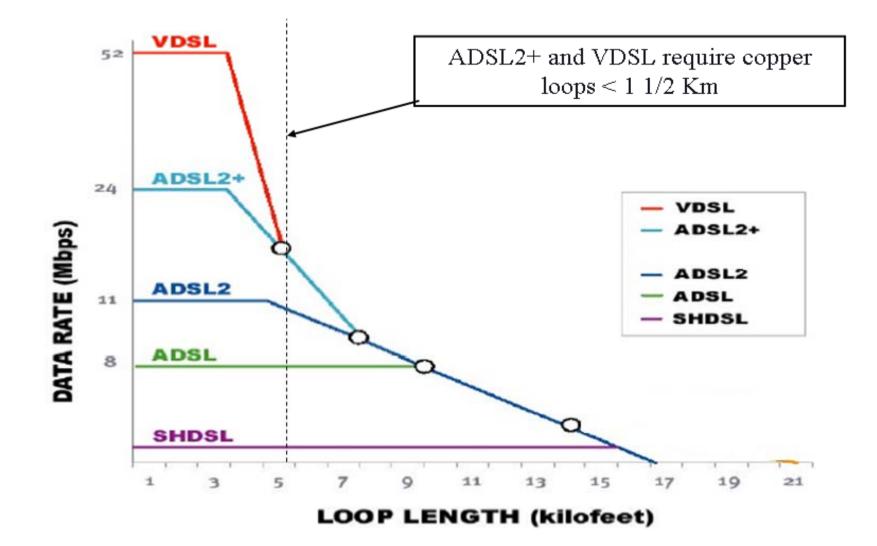
### Outline

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

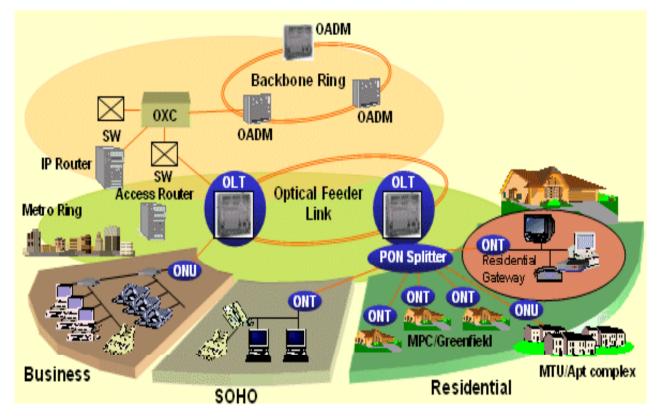
### **STC DSL lines**



### 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

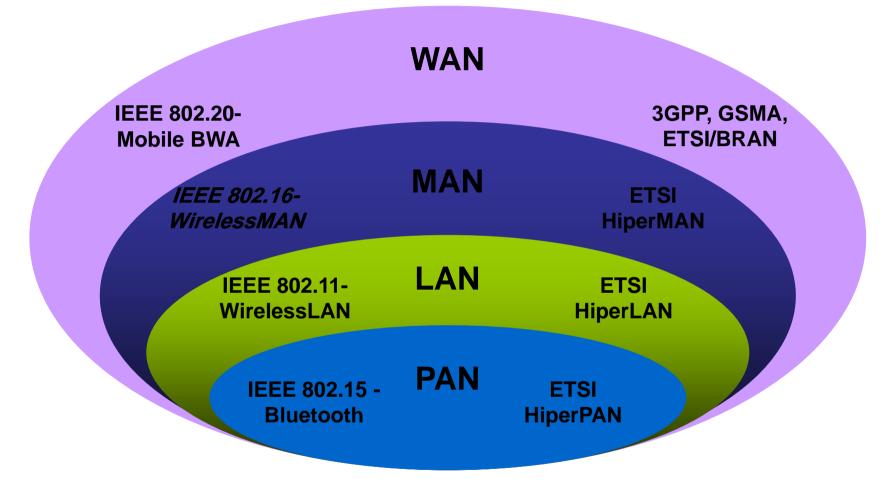
### Fixed- Portable-Mobile

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.

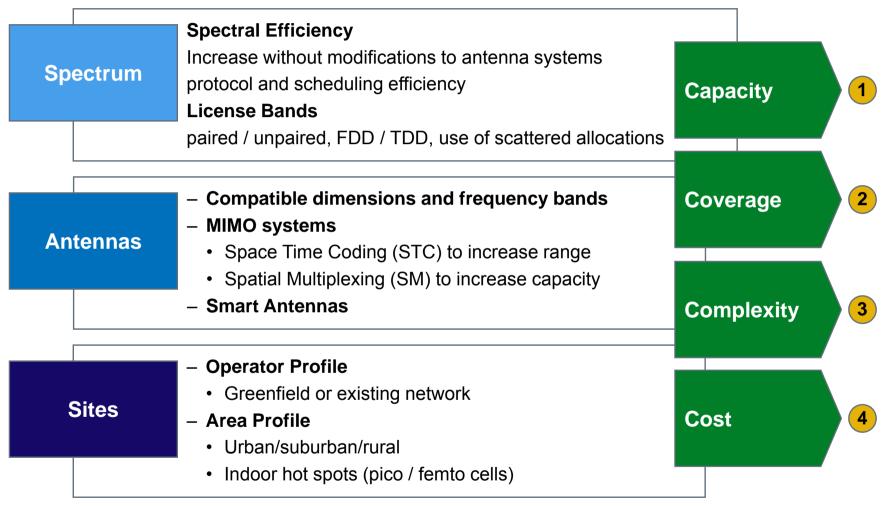
Interestingly, it seems that the mobile phone does indeed retain its appeal, even when pitted against the PC and TV. For instance, a recent McKinsey report highlighted that 35% of mobile TV is watched in the home.

### **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

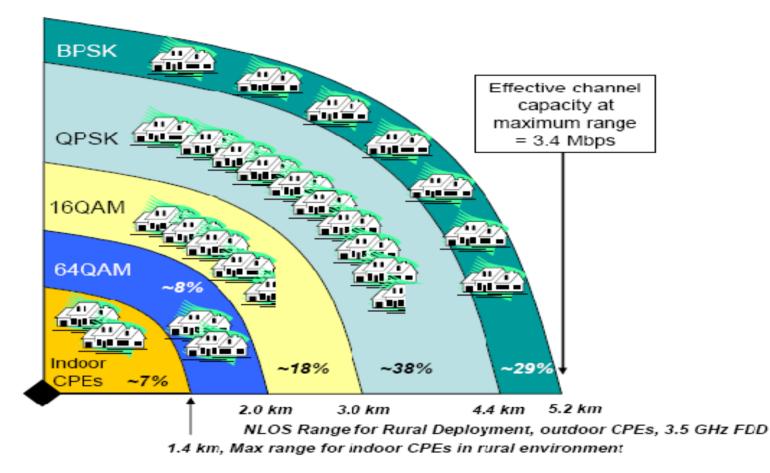
## The Typical Tricks

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

#### **Adaptive Modulation Coding**

		5 MHz (	Channel	10 MHz Channel			
Mod.	Code Rate	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		

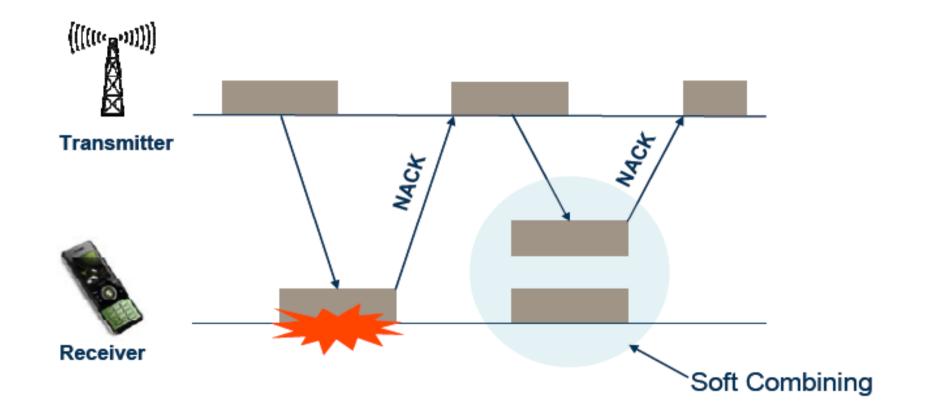
#### AMC: WiMAX Example



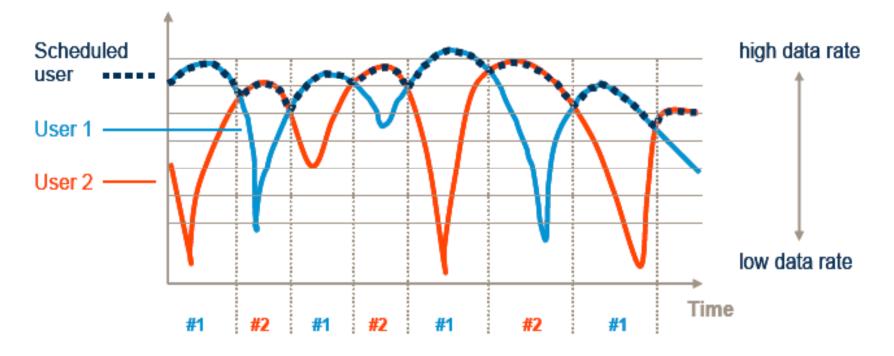
WiMAX Forum

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

#### HARQ



#### Scheduling

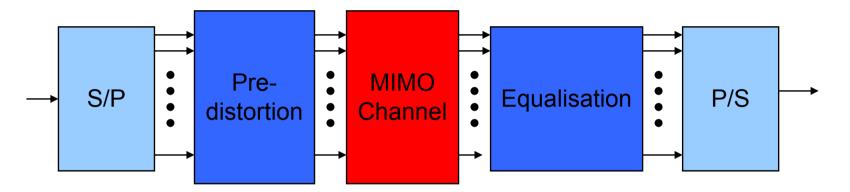


Scheduling: determines which end user to transmit to, at a given moment Channel-dependent Scheduling: transmit at fading peaks

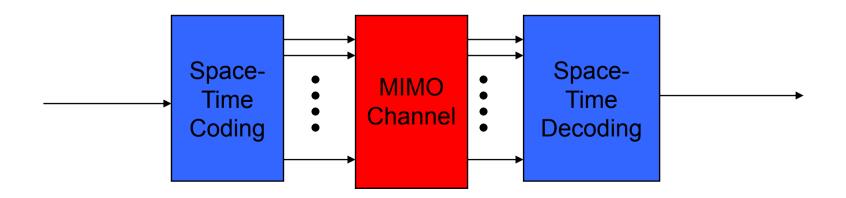
With OFDM, finer granularity: subcarriers

#### 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

🔁 FileZilla - Connect									a) 🗙
File Edit Transfer View	w Queue Server Help								
💇 - 🎼 🏷 Q [	📰 🔁 💁 😂 🎯 R 🛛 😵	Address:	User:	DU	Meter		Point (Quicksoppied)~	×	_
Command: TYPE I Response: 200 Type se Command: PORT 192, Response: 200 PORT of Command: RETR pdffa	168,200,53,10,37 command successful.	odffactory1.zipj	2189792 bytes).						< >
Local Site: E:\WiMaxTest	Downloads\	~	Remote Site: /wimax/						~
😟 🛅 UNet Demo	0	~	Filename A	File	Date		Permissions		~
- 🛅 Virtual Seri	ial Port		IGWB0(IP).doc	14 86	27/07/2005				
WiMax ZRY		persona a	IGWB1(IP).doc	12	27/07/2005	1110101	2.10 mbro 14 + 0.05 mbro		
- 🗁 WiMaxTest	tDownloads	~	🧿 igwbm.ini	4	20/07/2005	DL:	3.10 mbps UL: 0.06 mbps		
Filename /	Filesize Filetype	Last Modif	igwbs.ini	4368	28/07/2005	00:22			
<u>a.</u> .			ioeroit	7782400	30/01/2008	15:09			
D1.rar	53 MB WinRAR archive	09/02/2008	IPMessenger.exe	858525	26/01/2008	24:00			
			🔟 kljk	2752512	30/01/2008	24:49			
			OFTK before upragde.doc	24064	16/07/2005 28/09/2005	17:47 14:45			
			pdffactory.zip	222720 2189792	28/09/2005	13:04			
			pdffactory1.zip	2189792	04/02/2008	13:04			
			rminstddd.exe	5831160	12/01/2008	16:53			
			🗐 sp08 cold patch.txt	3276	21/07/2005	14:29			
			📳 tbl_BSC OLD.sql	3432	04/09/2005	11:11			
			These are prepaid Mobil	25088	09/08/2005	16:20			
			TNU TEST.txt	10977	23/07/2005	19:56			
			TRFINF.txt	153409	28/09/2005	14:48			
			TSR1 hardware TEST.doc	40960	23/07/2005	17:00			
<	1111	>	TSR1-MSOFTX3000.TXT	490691	20/07/2005	23:08			-
file with 56086473 bytes.			Selected 2 files with 4379584 by	/tes.					
Local Filename	Size Direct	ion Remot	e Filename	Host	Statu	IS			
:\WiMaxTestDownloads\p			pdffactory.zip	10.197.0.10	:21				
0:00:07 elaps E:\WiMaxTestDownloads\p		3%	1400140 bytes (175.0 KB/s) pdffactory1.zip	10.197.0.10	-21				
0:00:06 elaps		3%	960680 bytes (135.6 KB/s)						
E:\WiMaxTestDownloads\D	)1.rar 56086473 <	/wimax/	D1.rar	10.197.0.10	:21				
leady								Queue: 57 M	
🏭 start 🔰 😕 🛛	🧿 🥵 👋 😒 Googl 🛛 🔯	Арр	🙌 GCT 🛛 🚺 New T	MPS 8	k 🔽 Fi	leZill	7. Desktop 🐣 🌍 🥩 🗢 🖷		11:15

## 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

#### 31Mbps w/ MIMO Matrix B

NOT THE PERSON NAME OF A DRIVE OF	Lange - Beisen Miller Dasseller
aly from 112, 16, 1, 10;; (artags2); ( ) (ar: Mag 11, 212)	Bit junin Gran Brat
ely from TIZ, IK, I, TC: hyter=12 time=14rg TL=120	HAC Mary Bras (STricking)
aly from 112, 16, 1, 12: bytes=21 time=Sing FL=125	
aly from 172, 18, 1, 12: In terrily there Have TL=108	-28 HEL (B) & E (DV (B) & 41 104(Br) y Usbat
ely from 12.18.1.10: bries-10 time-Mag T1=13	
ely free 112, 18, 1, 10; bytes=10; ties=14es T1=128	
ply from 112.18,1.10; bytes=12 time=Nins 11,=128	Rds INS Pos Pratie vier
sty from 112, 11, 1, 12; bytes#12; time=Nag; 11,=135	13 SMM (077 (10) 20) = (12) (12)
ely from 172,18,1,10: bytes=82 time=New TL=108	20 SHOW CTC] _ 25HCREWCEWERLINE XCC
sty from 112,18,1, 12; to test 22; time=Hose T1,=128	-UKANSharefeet XXX
ally from TT2.T5.T.T2: Suffeet 12 Filest Marc TTL+125	-01/82:0
why from TELENIL TO: Surface TE time: Main TE = 105	1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
aly from TID. H. L. T.S. Surface/ULE Line: Mass TEXIS	1011 1103 1011 -0127ab
ely from 112,19,1,11= (sytes=00 files=14eq 71,=126	D ≤Q44(CTC)_ Det (+0.149245
ely fear 112.18.1.10: la factili timo: Mes 11.:105	-e setas
aly from (72,16,1,70) bytes=32 time=34ks F7L=26	-01/02/28
aly from (12.16.1.10; birtes=12 time=Nes (71.=135	-6332\$PG
ally from (12,18,1,12); hytes=32 time=New (12,13)	-610.003
ely from (12,18,1,10); bytes=12 time=New (12=12)	CLARATE D
sty from 172.18.1.12: bytes=12 time=Nos 71.=138	Halladadada
aly from TO2, TR. T. TO: Surface-OE Elimitation TO2-108	Riskerses and -utilitieste 6
	Watabarary Will
	Pdi/Typenited 122
22-232076 - amt-six = 1	G million- Million Ste 220 Chalminters
22 Jacob 12, 19, 2, 17 Jack 5	Ran of Rents D
0] Interval Transfer Bandwidth , ter	and a second sec
記 (.1-1.0 sec 1.74 取te 11.1 Mits/sec 1 济)	- EDLAND, THE - 3
22 1.1+1.0 min 1.72 昭和 日2 Ritalan 一部 23 1.1-1.0 min 1.12 昭和 20.3 Ritalan - 57	-@ MOS wr2/tBi
	- <u>2006/c2c2nt</u> 1150000
52] 1.1-4.0 eec 1.45 40.4e 10.9 46.1es/eec 171	- 22946rty200urt 4258366
的 4.1-3.7 sec 3.6 眼he 的4 能its/sec 23	(In 31 3920-37 Phy Son, 4-thered.
約 1.1-1.1 as: 1.6 単位 All Bits/as: 「約1	In II IS DO UN WARDOWNENG FALHE
图 1.1·12 m 1.4 图称 图1 新生地 目标:	In I BEN Twenture.
記 1.1-1.0 sec 5.65 B/te 10.5 あits/sec 目間:	In 31 (2014) Berchard Antonia In 31 (2014) Review Antonia
22] 1.1-1.1 pc 1.30 (Exten 11.1 (Exterior 1.42))	In 2 19 25 10 in telfc. dow/2019_101011甘
四 1.1-11.7 sec 1.6 电ter 30.4 mits/sec 1 位	Let 31 23/25/30 Service Roya Added
21 (J-11.1 sec 20.9 (Bits 10.1 (bits/sec 10.7	
	Benesi EnsyComplete Py See Advend RL Bater Laried

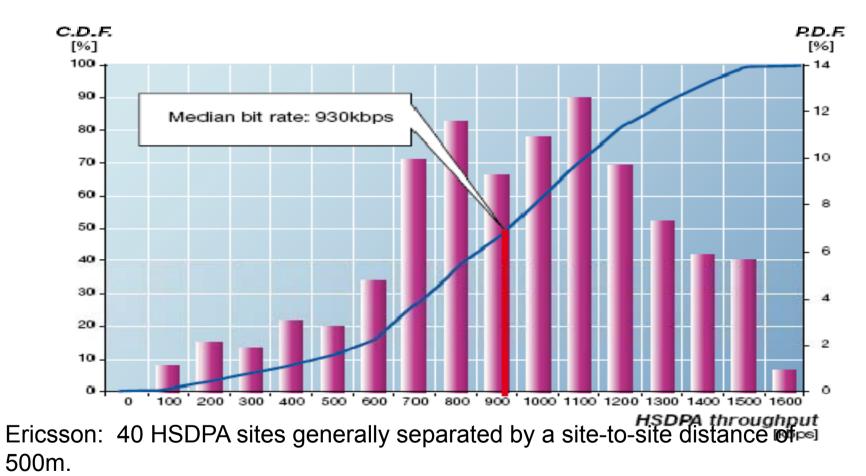
Max. DL Throughput (MIMO Matrix B) 31.7 Mbps @ 64QAM 3/4

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.



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

#### Can operators claim peak data rates?

Al Jazirah NewsPaper Monday 18/02/2008 G Issue 12926

الاقتصادية

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

«الجزيرة» -عبدالله الحصان

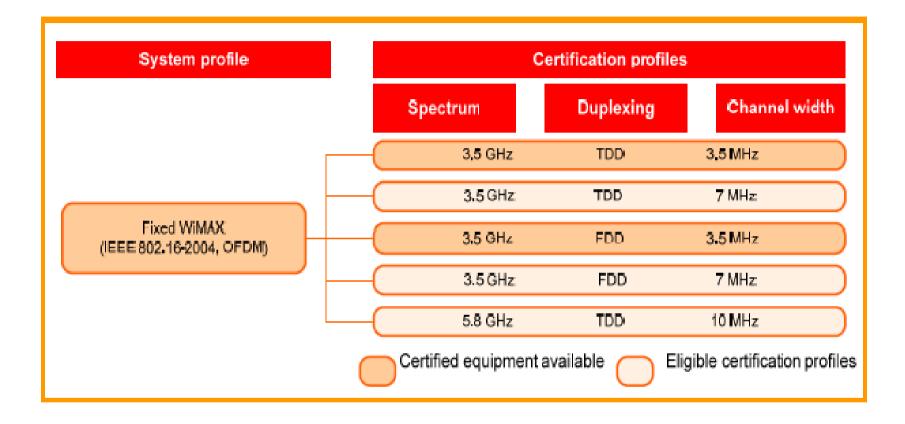
كشف نائب محافظ هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات لشـؤون السياسـات التنظيمية والـتراخيص المهنـدس عبدالرحمن بن عبدالله الفهيد أن الهيئة سـتحيل مزودي خدمات الإنترنت إلى لجنة الفصل في مخالفات نظام الاتصـالات فـي حـال الـتزامهم للمشــتركين بتقديـم سـرعات محــددة لخــدمات الإنترنــت عـبر الاتصـال إن الهيئـة ســتقوم بهـذه الخطـوة مـن خـلال دورهـا إن الهيئـة ســتقوم بهـذه الخطـوة مـن خـلال دورهـا الإشرافي والرقابي بالتحقيق في الأمر. وأضاف: توجـد الأن سـرعات قد تتجاوز لا ميجا بايت بالثانية، ولكنها متاحة في مواقع بعينها؛ لـذا من المهـم على طالبـي الخدمة التأكـد مسـبقـآ مـن توافـر هـذه التغطيـة فـي

موقعهم؛ لأن هناك العديد من المواقع ليست متاحة فيها هذه السرعة.



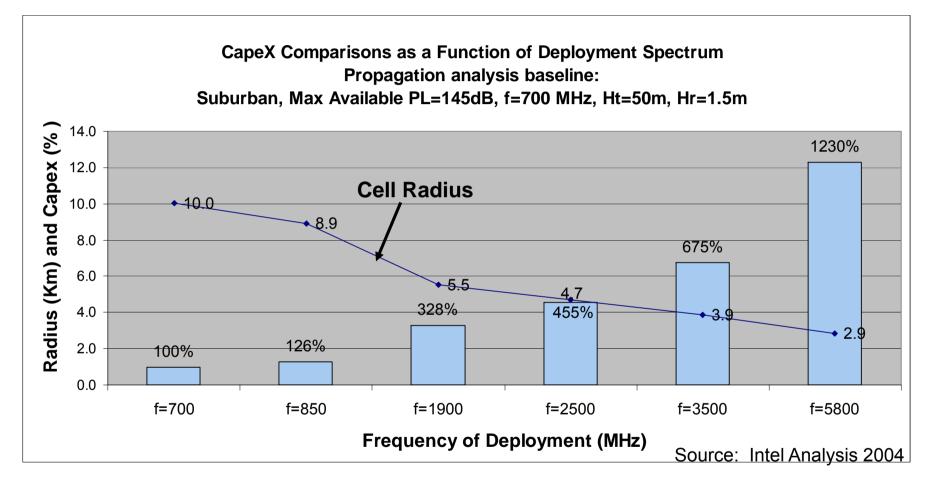
17977 338

#### System and certification profiles



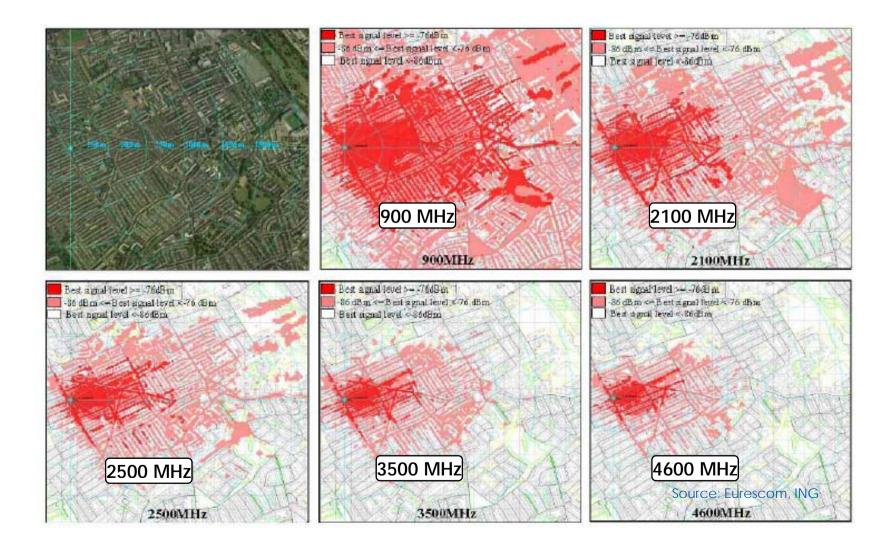
Interoperability? If not, need a standard?

#### 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





السنطاقيات الستردديسية										
ىلو	الترددات التناهية ال EHF		الترددات ا HF				الترددات التخفضة جداً . والتخفضة ، والتوسطة			
'	من ۳۰ إلى ۰۰۰ جي <del>ر</del> اهيرتز	۱ جیجاهو تر من ۱۰ پلی ۳۰ جیجاهو تر	من ۲ پلی ۲۰ من ۲ پلی ۱۰ جبجاهوتر	۳۰ میجاهرتز من ۹۹۰ پل. ۳۰۰ میجاهوتز	من ۳۰۰ پلی ۰۰ من ۳۰۰ پلی ۱۹۰ میجاهوتو	ىن ٣٠ پال ٣٠٠ مىجانلۇرىز	ەن ۳ پال ۳۰ مى <del>ج</del> اھوتر	VLF,LF,MF من ۹ پل ۲۰۰۰ کیلوهرتز	تحديدها	وعناصر
	۷ میجافرنز	۷ میجاهیرتز	۷ میجافرنز	ا میجاندرتر	۲۵ کیلوہیرنز	ەر ۱۳ كىلوھيرىز	۴ کيلوهيرنز	۳ کيلوهوٽز	المامل (ت)	عنصر تحليذ
	۱۰ امتار	۱۰ امتار	۱۰ امتار	۱۰ امتار	۱۰ امتار	۱۰ امتار	١	,	العامل (ع)	عنصر تحليد
	۲.	۱۰	۱۰	£	£	ź	٣	٢		تعاقل اللوائر غيراتجاه
، ئو ارة	اً – ۲۰ وحدة للة أقل من ٥ وات تساويها، ب– ٥٠ وحلة للة أكبر من ٥ وات	أ- ١٥ وحدة للقدرة أقل من أو تساوي ١٠- ٥ وحـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	أ ـ ١٥ وحدة للقدرة أقل من ١٠ وات أو تساويها ، ب. ٥ وحـــــــــــــــــــــــــــــــــــ	أ- ١٠ وحــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	أ - ١٠ وحــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	أ – ٥٠ وحدة للقدرة أقل من ١٠٠ وات أو تساويها ٠ ب– ١٠٠ وحدة للقدرة أكـبر من ١٠٠ وات ٠	<ul> <li>أ - ٢٠٠ وحدة للقدرة أقل من</li> <li>٥٠٠ وات أو تساويها ،</li> <li>ب - ٥٠٥ وحدة للقدرة أكبر</li> <li>من ٥٠٠ وحدة للقدرة أكبر</li> <li>٢ كيلووات أو تساويا،</li> <li>ج - ١٠٠ وحدة للقدرة أكبر</li> <li>من ١ كيلووات ،</li> </ul>	<ul> <li>أ - ٥٠٠ وحدة للغدرة أقل من</li> <li>٢ كيلووات أو تسلويه ٠</li> <li>ب - ١٠٠٠ وحدة للغدرة أكبر</li> <li>من ١ كيلووات وأقل من</li> <li>٢ كيلووات أو تساويها ٠</li> <li>ج - ١٥٠٠ وحدة للقسدرة أكسير</li> <li>من ٢ كيلووات ٠</li> </ul>	لقلرة )	معامل ا رق معامل كتافة
	۲. ۲	۰ ۳	۲۰۰	۲	····	۰ ۳	2.	3	دى ( <b>ط</b> ) ،  ذات كاف الطباف دي	النطاق الترد معامل الد إستخدام الآ التردا
	٥.	0.	0.	٥.	٥.	٥.	1	,	)) مادینه	(م معامل
	۲	۲	۲	*	۲	۲۰۰	۲.	,	ide:>	التغطبة
	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	`	الملكة كلها	الجغرافية (د)

جدول حساب المقابل المالي لاستخدام الترددات فى المملكة

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 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					
Cost	2,500,000.00	(SAR)				

#### 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) Kingdom-wide License Type Cost 1,785,714.29 (SAR)

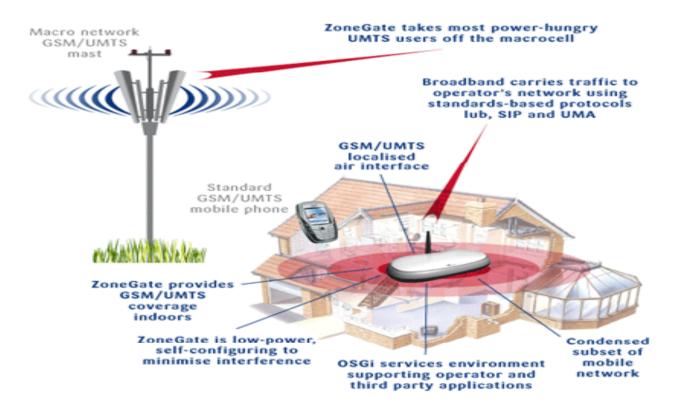
Being able to afford the cost doesn't mean that you can get the frequency!

### **Mesh Networking**



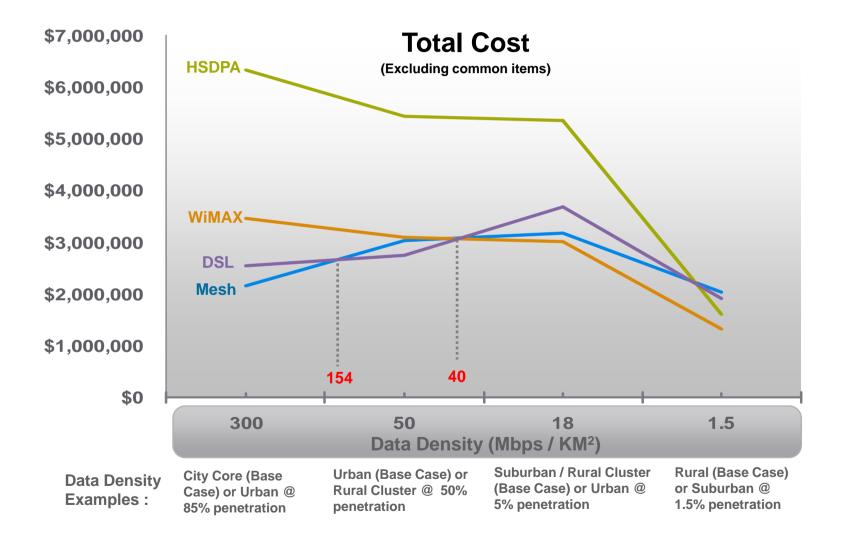
Number of hops? Delay? Privacy?

### Femto Cells



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

### **Cost Cross-Over Points**



### ACF in different business models

	Incumbent Operator	New Entrant		
Urban, high ADSL penetration	Negative ACF	Positive ACF after >5 years		
Urban, Iow 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			