มาตรฐานและเทคโนโลยี
ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

คณะกรรมการมาตรฐาน กทช.

ธันวาคม 2548

ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการมาตรฐาน กทช.
สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151-60 เว็บไซต์: www.ntc.or.th

สารบัญ

	สารบัญ	**i**
1.	**ความเป็นมา**	**1**
2.	**บทนำ**	**3**
3.	**มาตรฐานทางเทคนิคของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ**	**4**
	WCDMA	7
	CDMA2000	8
	TD-SCDMA	9
	UWC-136/EDGE	10
	DECT	11
4.	**คลื่นความถี่สำหรับ 3G**	**13**
	การกำหนดความถี่วิทยุสำหรับ 3G โดย ITU	13
	การจัดสรรความถี่วิทยุสำหรับ 3G ของประเทศอื่น	14
	การจัดสรรความถี่วิทยุสำหรับ 3G ของประเทศไทย	16
5.	**Technology Migration**	**18**
6.	**Roaming/Interoperability and Quality of Service**	**21**
	Roaming between 2G and 3G systems	21
	Roaming between different 3G systems	21
	Quality of Service (QoS)	22
7.	**ข้อเสนอแนะสำหรับ กทช.**	**23**

ภาคผนวก ก. องค์ประกอบคณะกรรมการมาตรฐาน กทช.

ภาคผนวก ข. เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะของ ควอลคอมม์ อินเตอร์เนชั่นแนล อิงค์

ภาคผนวก ค. เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะของ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

ภาคผนวก ง. เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะของ บริษัท โนเกีย (ประเทศไทย) จำกัด

มาตรฐานและเทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

1. ความเป็นมา

คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ได้มีคำสั่งที่ 25/2548 เมื่อวันที่ 15 กันยายน 2548 แต่งตั้งคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ ผู้แทนจากสถาบันการศึกษา และผู้แทนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น จำนวน 10 คน ดังมีรายชื่อแสดงไว้ใน ภาคผนวก ก เพื่อรับผิดชอบการจัดทำมาตรฐานและลักษณะพึงประสงค์ทางเทคนิคด้านโทรคมนาคม และวิทยุคมนาคม ให้เป็นไปในลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ทางเทคโนโลยี ส่งเสริมสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานเกี่ยวกับการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมของ กทช. ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและเทคโนโลยี

คณะกรรมการมาตรฐาน กทช. มีหน้าที่รับผิดชอบดังต่อไปนี้

(1) ศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานทางด้านโทรคมนาคมในระดับสากล และเสนอแนะนโยบายและ Roadmap เกี่ยวกับมาตรฐานทางด้านโทรคมนาคมที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

(2) กำหนดมาตรฐานและลักษณะพึงประสงค์ทางด้านเทคนิคในกิจการโทรคมนาคมและกิจการวิทยุคมนาคม ซึ่งรวมถึงการกำหนดมาตรฐานระบบ โครงข่าย เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ ตลอดจนถึงซอฟต์แวร์โทรคมนาคมที่เกี่ยวข้อง โดยจัดลำดับความสำคัญในการกำหนดมาตรฐานให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสถานการณ์

(3) เสนอแนะการเลือกมาตรฐานโทรคมนาคมสำหรับโครงข่าย Next Generation Network เทคโนโลยี WiMax และเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 3 (3G) รวมทั้งเทคโนโลยีในอนาคตประเภทอื่น

(4) เสนอแนะแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้งาน ที่มีผลต่อการกำหนดมาตรฐานทางด้านโทรคมนาคม ตลอดจนมาตรการส่งเสริมสนับสนุนอุตสาหกรรมโทรคมนาคมที่เหมาะสมกับศักยภาพของอุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อมของประเทศไทย

(5) เสนอให้ กทช. แต่งตั้ง คณะอนุกรรมการเฉพาะกิจจัดทำมาตรฐานโทรคมนาคมรายประเภท ได้ตามความจำเป็นและเหมาะสม ตลอดจนกำกับดูแลการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการ

(6) พิจารณาทบทวน และกลั่นกรองร่างมาตรฐานโทรคมนาคมที่จัดทำโดยคณะอนุกรรมการเฉพาะกิจฯ ทั้งในแง่ของรูปแบบ ถ้อยคำ เนื้อหา และความถูกต้องสมบูรณ์ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกฎระเบียบ และมาตรฐานโทรคมนาคมอื่นที่ได้ประกาศกำหนดไปแล้ว ก่อนนำเสนอร่างมาตรฐานฉบับสมบูรณ์ต่อ กทช.

(7) ดำเนินการอื่นตามที่ กทช. มอบหมาย

(8) รายงานผลการปฏิบัติงานให้ กทช. ทราบทุก 3 เดือน

คณะกรรมการมาตรฐาน กทช. ในการประชุมครั้งที่ 2/2548 เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน 2548 ได้มีมติมอบหมายให้กรรมการ (ดร.เชียรช่วง กัลยาณมิตร) เป็นผู้รับผิดชอบการจัดทำ Information Paper and Recommendation เกี่ยวกับเรื่องมาตรฐานและเทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (Third Generation Mobile Systems) เพื่อเสนอต่อ กทช. เป็นข้อมูลและข้อเสนอแนะประกอบการกำหนดหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ประกอบกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวข้องต่อไป

กรรมการ (ดร.เชียรช่วง กัลยาณมิตร) ได้จัดให้มีการหารือกับผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมในวงจำกัด (Focus Group Discussion) ทั้งหมด 2 ครั้ง เมื่อวันที่ 8 ธันวาคม 2548 และ 19 ธันวาคม 2548 เพื่อขอทราบข้อมูลและรายละเอียดประกอบการพิจารณาจัดทำเอกสารนำเสนอต่อ กทช. โดยผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมที่เข้าร่วมการหารือ จำนวน 3 ราย ประกอบด้วย บริษัท โนเกีย (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด และ ควอลคอมม์ อินเตอร์เนชั่นแนล อิงค์ และมีผู้แทนจากฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. และ ฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการกำกับการดำเนินการออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ของสำนักงาน กทช. เข้าร่วมหารือด้วย

เอกสารที่ได้จัดทำนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินการตามหน้าที่รับผิดชอบที่ได้รับมอบหมายของคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะที่ได้ระบุไว้ในเอกสาร เป็นเพียงความคิดเห็นผู้จัดทำเท่านั้น มิได้เป็นนโยบายเกี่ยวกับมาตรฐานโทรคมนาคมของคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. หรือเป็นความคิดเห็นที่ผูกพันคณะกรรมการมาตรฐาน กทช. แต่อย่างใด

2. บทนำ

คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ได้มีนโยบายที่จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมในส่วนของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า 3G ให้แล้วเสร็จภายในเดือนธันวาคม 2548 โดยเป็นหนึ่งในหลักเกณฑ์การอนุญาตการประกอบกิจการโทรคมนาคม 4 รายการที่มีลำดับความสำคัญเป็นการเร่งด่วน ประกอบด้วยการประกอบกิจการโทรคมนาคมผ่านดาวเทียม การให้บริการ Voice over Internet Protocol (VoIP) การให้บริการอินเทอร์เน็ตเกตเวย์ และ การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (3G)

กทช. ได้จัดให้มี “การประชุมระดมความคิดเห็น 3G” เพื่อรับฟังและรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ประกอบการ ผู้ผลิต และประชาชนผู้สนใจทั่วไป มาเป็นข้อมูลประกอบการจัดทำหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมในส่วนของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ให้เหมาะสมต่อไป โดยจัดขึ้นที่สำนักงาน กทช. เป็นจำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง เมื่อวันที่ 27 กันยายน 2548 วันที่ 11 ตุลาคม 2548 และ วันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 ตามลำดับ

เอกสารที่ได้จัดทำขึ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานและเทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 พร้อมทั้งข้อเสนอแนะบางประการ เพื่อประกอบการพิจารณากำหนดนโยบายการอนุญาตให้ประกอบกิจการโทรคมนาคมของ กทช. โดยได้นำข้อมูลและข้อคิดเห็นของผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคม และจาก “การประชุมระดมความคิดเห็น 3G” ที่คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติได้จัดให้มีขึ้นข้างต้นมาพิจารณาด้วย

เอกสารนี้ จะนำเสนอข้อมูลและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับมาตรฐานและเทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วนคือ มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ 3G ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ มาตรฐาน/เทคโนโลยีที่เป็นมาตรฐานหลักที่มีใช้ในปัจจุบัน โดยพิจารณาเปรียบเทียบรายละเอียดทางเทคนิค คลื่นความถี่ที่มีใช้งาน การพัฒนาจากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีใช้งานอยู่เดิม อุปกรณ์ที่มีให้เลือกใช้งาน การทำงานหรือใช้งานร่วมกันได้ (roaming) ระหว่างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่เดิม หรือระบบ 3G ด้วยกันเอง และคุณภาพการให้บริการ โดยส่วนสุดท้ายจะเป็นข้อเสนอแนะประกอบการพิจารณาของ กทช.

ผู้จัดทำได้นำเอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ 3G ที่ได้รับจากหน่วยงานผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมที่เข้าร่วมหารือ ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของรายงานฉบับนี้ด้วย โดยภาคผนวก ข เป็นเอกสารข้อมูลจาก ควอลคอมม์ อินเตอร์เนชั่นแนล อิงค์ ภาคผนวก ค เป็นเอกสารข้อมูลจากบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด และภาคผนวก ง เป็นเอกสารข้อมูลจาก บริษัท โนเกีย (ประเทศไทย) จำกัด

3. มาตรฐานทางเทคนิคของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) ได้ริเริ่มจัดทำมาตรฐานทางเทคนิคของระบบโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล 2000 (International Mobile Telecommunications–2000 : IMT-2000) ซึ่งถือกันว่าเป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ต่อจากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบอนาลอก (รุ่นที่ 1) และระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบดิจิตอล (รุ่นที่ 2) มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 โดยดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องผ่านทางองคาพยพต่าง ๆ ของ ITU ไม่ว่าจะเป็น ITU-R ซึ่งรับผิดชอบการกำหนดย่านความถี่วิทยุและมาตรฐานทางเทคนิคด้านวิทยุคมนาคม ITU-T ซึ่งรับผิดชอบการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคในส่วนของโครงข่ายและโปรโตคอลในการติดต่อสื่อสาร ITU-D ซึ่งรับผิดชอบการศึกษา การจัดกิจกรรม และการให้ความช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาในการนำ IMT-2000 มาใช้งาน และ General Secretariat ซึ่งทำการวิจัย การวิเคราะห์ และการรวบรวมสถิติที่เกี่ยวกับ IMT-2000

ITU ได้กำหนดกรอบนโยบายเกี่ยวกับ IMT-2000 ไว้ว่า เป็นการโทรคมนาคมที่สามารถให้บริการที่หลอมรวมกันได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ในลักษณะประจำที่หรือเคลื่อนที่ และไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารทางเสียง ข้อมูล อินเทอร์เน็ต และมัลติมีเดีย โดยสามารถสนับสนุนการติดต่อสื่อสารในลักษณะดังต่อไปนี้ได้

- high data rates at a minimum of 144 kbit/s for all radio environments, up to 384 kbps for mobile users, and 2 Mbit/s in low-mobility and indoor environments;
- symmetrical and asymmetrical data transmission;
- circuit-switched and packet-switched services, such as Internet Protocol (IP) traffic and real-time video;
- improved voice quality (comparable to wireline service);
- greater capacity and improved spectrum efficiency;
- several simultaneous services to end-users and terminals, for multimedia services;
- seamless incorporation of 2G cellular systems; and
- global roaming between different 3G operational environments; and economies of scale and an open international standard that promises to meet the needs of the mass market.

ITU ได้กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคทั้งในส่วนของวิทยุและส่วนของโปรโตคอลโครงข่าย เป็นจำนวนมาก ดังมีรายละเอียดในตารางข้างล่างนี้

ITU-R Recommendations

Index	Number	Title
1	M.687	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
2	M.816	Framework for services supported on International Mobile Telecommunications 2000 (IMT-2000)
3	M.817	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000). *Network architectures*
4	M.818	Satellite operation within International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
5	M.819	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) for developing countries
6	M.1034	Requirements for the radio interface(s) for International Mobile Telecommunications 2000 (IMT-2000)
7	M.1035	Framework for the radio interface(s) and radio sub-system functionality for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
8	M.1036	Spectrum considerations for implementation of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) in the bands 1 885-2 025 MHz and 2 110 2 200 MHz
9	M.1167	Framework for the satellite component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
10	M.1224	Vocabulary of terms for International Mobile Telecommunications 2000 (IMT-2000)
11	M.1225	Guidelines for evaluation of radio transmission technologies for IMT-2000
12	M.1308	Evolution of land mobile systems towards IMT-2000
13	M.1311	Framework for modularity and radio commonality within IMT-2000
14	M.1343	Essential technical requirements of mobile earth stations for global non-stationary mobile-satellite service systems in the bands 1-3 GHz
15	M.1455	Key characteristics for the International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) radio interfaces
16	M.1457	Detailed specifications of the radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)
17	M.1480	Essential technical requirements of mobile earth stations of geostationary mobile-satellite service systems that are implementing the global mobile personal communications by satellite (GMPCS) – Memorandum of understanding arrangements in parts of the frequency band 1-3 GHz
18	SM.328	Spectra and bandwidth of emissions
19	SM.329	Unwanted emissions in the spurious domain

ITU-T Recommendations

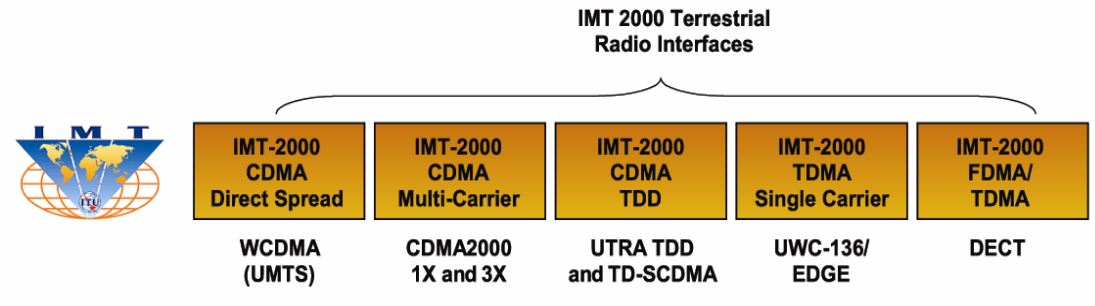
Index	Number	Title
1	Q.1701	Framework of IMT-2000 networks
2	Q.1711	Network functional model for IMT-2000
3	Q.1721	Information flows for IMT-2000 capability set 1
4	Q.1731	Radio-technology independent requirements for IMT-2000 layer 2 radio interface

ITU Publication

Handbook on land mobile (including wireless access), Volume 2: Principles and approaches on evolution to IMT-2000/FPLMTS

ในที่นี้ จะกล่าวถึงเฉพาะมาตรฐานทางเทคนิคในส่วนของการเชื่อมต่อวิทยุ (radio interface) สำหรับการติดต่อสื่อสารภาคพื้นโลก (terrestrial component) เท่านั้น โดยไม่กล่าวถึงการติดต่อสื่อสารภาคดาวเทียม (satellite component) แต่อย่างใด เนื่องจาก ITU ไม่ได้กำหนดให้มาตรฐานทางเทคนิคต้องเหมือนกันหรือสอดคล้องกันในส่วนดังกล่าว ซึ่ง ITU ได้กำหนดคุณสมบัติขั้นต่ำของ radio interface ของ IMT-2000 ไว้ในเอกสาร Recommendation ITU-R M.1455 “Key characteristics for the International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) radio interfaces” ซึ่งระบุคุณสมบัติหลายประการที่สำคัญไว้ทั้งในส่วนของ RF part และ baseband part

ITU ได้กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคในส่วนของวิทยุโดยละเอียดไว้ในเอกสาร Recommendation ITU-R M.1457 “Detailed specifications of the radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)” ซึ่งระบุมาตรฐานการเชื่อมต่อวิทยุที่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของ IMT-2000 อยู่ 5 แบบ ดังนี้



Source : ITU

WCDMA

เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่จัดทำและเสนอโดย 3GPP (Third Generation Partnership Project) โดยพัฒนาจากพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้เทคโนโลยี GSM เป็นหลัก

The IMT-2000 radio-interface specifications for CDMA Direct Spread technology are developed by a partnership of SDOs (see Note 1). This radio interface is called Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) FDD or Wideband CDMA (WCDMA).

NOTE 1 – Currently, these specifications are developed within the third generation partnership project (3GPP) where the participating SDOs are the Association of Radio Industries and Businesses (ARIB), China Wireless Telecommunication Standard Group (CWTS), the European Telecommunications Standards Institute (ETSI), T1 (Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS) Standards Committee T1), Telecommunications Technology Association (TTA) and Telecommunication Technology Committee (TTC).

These radio-interface specifications have been developed with the strong objective of harmonization with the TDD component (see § 5.3) to achieve maximum commonality. This was achieved by harmonization of important parameters of the physical layer. Furthermore, a common set of protocols in the higher layers is specified for both FDD and TDD.

In the development of this radio interface the CN specifications are based on an evolved GSM-MAP. However, the specifications include the necessary capabilities for operation with an evolved ANSI-41-based CN.

The radio-access scheme is Direct-Sequence CDMA (DS-CDMA) with information spread over approximately 5 MHz bandwidth using a chip rate of 3.84 Mchip/s. The radio interface is defined to carry a wide range of services to efficiently support both circuit-switched services (e.g. PSTN- and ISDN-based networks) as well as packet-switched services (e.g. IP-based networks). A flexible radio protocol has been designed where several different services such as speech, data and multimedia can simultaneously be used by a user and multiplexed on a single carrier. The defined radio-bearer services provide support for both real-time and non-real-time services by employing transparent and/or non-transparent data transport. The quality of service (QoS) can be adjusted in terms such as delay, bit error probability, and frame error ratio (FER).

The radio-interface specification includes enhanced features for High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA), allowing for downlink packet-data transmission with peak data rates exceeding 8 Mbit/s and simultaneous high-speed packet data and other services such as speech on the single carrier.

3GPP ได้ออกมาตรฐานทางเทคนิคของ WCDMA ออกมาแล้ว 4 ครั้ง ดังนี้

- 3GPP Release 99 (December 1999)
- 3GPP Release 4 (March 2001)
- 3GPP Release 5 (March 2002)
- 3GPP Release 6 (December 2004)

ผู้สนสามารถค้นคว้ารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก www.3gpp.org หรือ www.umts-forum.org

CDMA2000

เป็นมาตรฐานที่จัดทำและเสนอโดย 3GPP2 (Third Generation Partnership Project 2) โดยพัฒนาจากพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้เทคโนโลยี CDMA ตามมาตรฐาน IS-95 เป็นหลัก

The IMT-2000 radio interface specifications for CDMA multi-carrier (MC) technology are developed by a partnership of SDOs (see Note 1). This radio interface is called cdma2000, which consists of the 1X and 3X components. The 1X component includes enhancements for high rate packet data access.

NOTE 1 – Currently, these specifications are developed within the third generation partnership project 2 (3GPP2), where the participating SDOs are ARIB, CWTS, TIA, TTA and TTC.

In the development of this radio interface the CN specifications are based on an evolved ANSI-41 and IP network, but the specifications include the necessary capabilities for operation with an evolved GSM-MAP-based CN.

This radio interface is a wideband spread spectrum radio interface that utilizes CDMA technology in order to meet the needs of the 3G wireless communication systems and to meet the requirements for the 3G evolution of the current 2G TIA/EIA-95-B family of standards.

As shown in Fig. 13, this radio interface has a layered structure that provides a combination of voice, packet data, and circuit data services, according to the ISO/OSI reference model (i.e. Layer 1 – the physical layer, and Layer 2 – the link layer). Layer 2 is further subdivided into the link access control (LAC) sub-layer and the MAC sub-layer. Applications and upper layer protocols corresponding to OSI Layers 3 through 7 utilize the services provided by the LAC services, e.g. signalling services, voice services, data services (packet data and circuit data).

In this radio interface a generalized multimedia service model is supported. This allows any combination of voice, packet data, and circuit data services to be operated. The radio interface also includes a QoS control mechanism to balance the varying QoS requirements of multiple concurrent services (e.g. to support ISDN or RSVP network layer QoS capabilities).

The physical layer supports RF channel bandwidths of $N \times 1.25$ MHz, where N is the spreading rate number. Currently $N = 1$ and 3 is specified, and N can be easily extended to $N = 6, 9, 12$. The data rates, channel encoding, and modulation parameters supported on the traffic channels are specified by radio configurations. For Spreading rates 1 and 3, there are seven radio configurations for the reverse link and there are ten radio configurations for the forward link. Collectively, these radio configurations form the radio interface, which consists of the 1X and 3X components. Spreading rate 1 corresponds to 1X. Spreading rate 3 corresponds to 3X. Radio configurations 1 and 2 are specified to be backward compatible with TIA/EIA-95-B systems. The radio interface also supports a class of operational band plans as specified in the TIA/EIA/IS-2000 standard.

3GPP2 ได้ออกมาตรฐานทางเทคนิคของ CDMA2000 ออกมาแล้ว 7 ครั้ง ดังนี้

- CDMA2000 1x Release 0 (August 1999)
- CDMA2000 1x Release A (March 2000)
- CDMA2000 1x Release B (May 2000)
- CDMA2000 1x EV-DV Release C (May 2002)
- CDMA2000 1x EV-DV Release D (May 2004)

- CDMA2000 1x EV-DO (October 2000) or TIA/EIA IS-856
- CDMA2000 1x EVDO Release A (April 2004) or TIA/EIA IS-856A

ผู้สนใจสามารถค้นคว้ารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก www.3gpp2.org หรือ www.tia.org

TD-SCDMA

เป็นมาตรฐานที่จัดทำและเสนอโดย China Wireless Telecommunication Standard Group โดยพัฒนาจากพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้เทคโนโลยี GSM และเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ TDMA เป็นหลัก โดยเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานที่ 3GPP ให้การรับรอง โดยให้ชื่อ TD-SCDMA ว่าเป็น LCR TDD

The IMT-2000 radio interface specifications for CDMA TDD technology are developed by a partnership of standards development organizations (SDOs) (see Note 1) and CWTS. This radio interface is called the Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) time division duplex (TDD), where two options, called 1.28 Mcps TDD (TD-SCDMA - see Note 2) and 3.84 Mcps TDD can be distinguished.

The UTRA TDD specifications have been developed with the strong objective of harmonization with the FDD component (see § 5.1) to achieve maximum commonality. This was achieved by harmonization of important parameters of the physical layer and a common set of protocols in the higher layers are specified for both FDD and TDD, where 1.28 Mcps TDD has significant commonality with 3.84 Mcps TDD. UTRA TDD with the two options accommodates the various needs of the different Regions in a flexible way and is specified in a common set of specifications.

In the development of this radio interface the core network specifications are based on an evolved GSM-MAP. However, the specifications include the necessary capabilities for operation with an evolved ANSI-41-based core network.

The radio access scheme is direct-sequence code division multiple access. There are two chip rate options: the 3.84 Mcps TDD option, with information spread over approximately 5 MHz bandwidth and a chip rate of 3.84 Mchip/s and the 1.28 Mcps TDD option, with information spread over approximately 1.6 MHz bandwidth and a chip rate of 1.28 Mchip/s. The radio interface is defined to carry a wide range of services to efficiently support both circuit-switched services (e.g. PSTN- and ISDN-based networks) as well as packet-switched services (e.g. IP-based networks). A flexible radio protocol has been designed where several different services such as speech, data and multimedia can simultaneously be used by a user and multiplexed on a single carrier. The defined radio bearer services provide support for both real-time and non-real-time services by employing transparent and/or non-transparent data transport. The QoS can be adjusted in terms such as delay, BER and FER.

The radio-interface specification includes enhanced features for High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA), allowing for downlink packet-data transmission with peak data rates exceeding 8 Mbps and simultaneous high-speed packet data and other services such as speech on the single carrier.

NOTE 1 – Currently, these specifications are developed within the third generation partnership project (3GPP) where the participating SDOs are ARIB, CWTS, ETSI, T1, TTA and TTC.

NOTE 2 – The same name TD-SCDMA was previously used for one of the original proposals that was further refined following the harmonisation process.

UWC136/EDGE

เป็นมาตรฐานที่จัดทำและเสนอโดย Telecommunication Industry Association ของสหรัฐอเมริกา ร่วมกับ Universal Wireless Communications Consortium โดยพัฒนาจากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้เทคโนโลยี TDMA ตามมาตรฐาน TIA/EIA-136 เป็นหลัก โดยได้นำเทคโนโลยี GPRS และ EDGE มาร่วมใช้งานด้วย

The IMT-2000 radio interface specifications for TDMA single-carrier technology are developed by TIA TR45.3 with input from the Universal Wireless Communications Consortium. This radio interface is called Universal Wireless Communication-136 (UWC-136), which is specified by American National Standard TIA/EIA-136. It has been developed with the objective of maximum commonality between TIA/EIA-136 and GSM general packet radio service (GPRS).

This radio interface was designed to provide a TIA/EIA-136 (designated as 136)-based radio transmission technology that meets ITU-R's requirements for IMT-2000. It maintains the TDMA community's philosophy of evolution from 1st to 3rd generation systems while addressing the specific desires and goals of the TDMA community for a 3rd generation system.

This radio interface is an attractive and powerful evolutionary step for 136. The technology presented provides for future IMT-2000 services to existing operators, as well as providing new operators competitive features, services and technology. Additionally, the technology provides these same features and services in other bands around the world where regulatory approval has been granted to offer such services.

UWC-136 used a three component strategy for evolving the 136 technology to 3rd generation. The initial strategy consisted of enhancing the voice and data capabilities of the 30 kHz channels (designated as 136+), adding a 200 kHz carrier (EDGE) component for high-speed data (384 kbit/s) accommodating high mobility (designated as 136HS Outdoor), and adding a 1.6 MHz carrier component for very high-speed data (2 Mbit/s) in low mobility applications (designated as 136HS Indoor). This second phase update enhances the voice capabilities of the 30 kHz channel (designated as 136+), and adds an additional alternative 200 kHz carrier (EDGE) component for high speed data (384 kbit/s) (designated as 136EHS). The combined result constitutes this radio interface specification.

The 136HS Outdoor and Indoor components were developed to satisfy the requirements for an IMT-2000 radio transmission technology, with the additional requirement for the consideration of commercially effective evolution and deployment in current 136 networks. Such considerations include flexible spectrum allocation, spectrum efficiency, compatibility with 136 and 136+, and support of macrocellular performance at higher mobile speeds. 136EHS provides compatibility with GSM EGPRS, thus providing commercially effective evolution and global roaming.

The TDMA community continues to enhance UWC-136, regularly providing revisions to the standards.

This technology builds on the mature and powerful TIA/EIA-136 standard, which has evolved over many years. Thus, all TIA/EIA-136 services are included, and the capabilities of 384 kbit/s, and 2 Mbit/s high-speed data are added. Through TIA/EIA-136, this technology supports both full-rate (3 users/30 kHz) and half-rate (6 users/30 kHz)voice services.

มาตรฐานดังกล่าวแม้ว่าจะมีการกำหนดในรายละเอียดโดย TIA แล้ว แต่ยังไม่มีการนำมาใช้งานในเชิงพาณิชย์

DECT

เป็นมาตรฐานที่จัดทำและเสนอโดย European Telecommunications Standards Institute (ETSI) โดยพัฒนาจากระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิตอลที่ใช้เทคโนโลยี DECT เป็นหลัก

The IMT-2000 radio interface specifications for FDMA/TDMA technology are defined by a set of ETSI standards. This radio interface is called digital enhanced cordless telecommunications (DECT).

The individual layers are defined in different parts of the common interface (CI) standard. The standard specifies a TDMA radio interface with TDD. The radio frequency bit rates for the specified modulation schemes are 1.152 Mbit/s, 2.304 Mbit/s and 3.456 Mbit/s. The standard supports symmetric and asymmetric connections, connection oriented and connectionless data transport as well as variable bit rates up to 2.88 Mbit/s per carrier. The network layer contains the protocols for call control, supplementary services, connection oriented message service, connectionless message service and mobility management, including the security and confidentiality services.

In addition to the CI standard, access profile standards define minimum requirements for accessing specific networks and the interworking to these networks. For example, the generic access profile (GAP) standard defines the requirements when using the speech service and the DECT packet radio service (DPRS) standard defines the requirements for packet data transport.

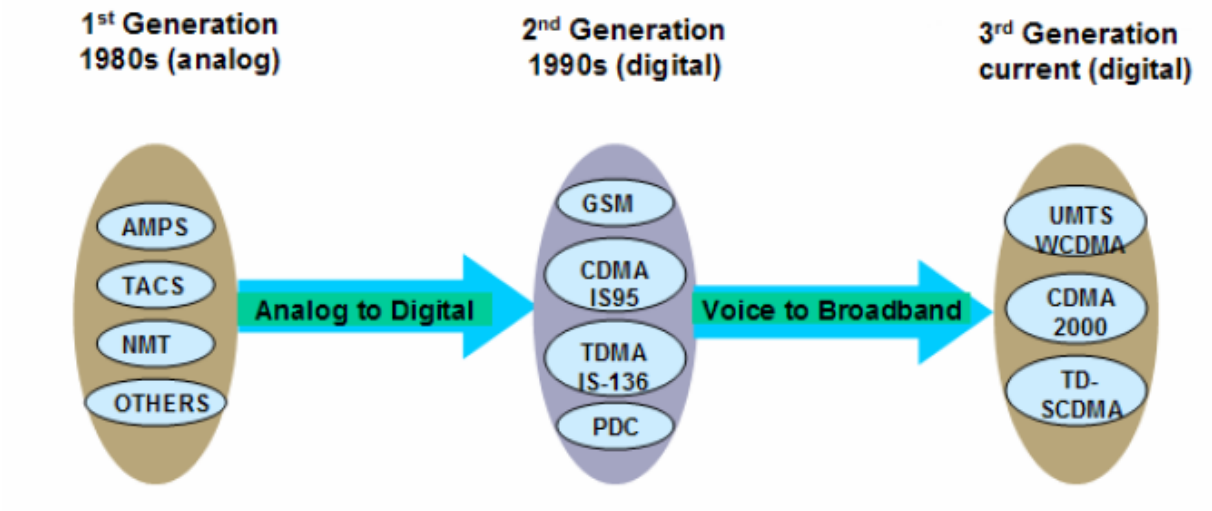
A high-level description of features and how the relevant ETSI standards interrelate to the different applications can be found in the ETSI Technical Report TR 101 178: “A high-level guide to the DECT standardization”.

This radio interface is a general radio access technology for wireless telecommunications. It is a high capacity digital technology, for wide cell radii ranging from a few metres to several kilometres, depending on application and environment. It provides telephony quality voice services, and a broad range of data services, including ISDN and packet data. It can be effectively implemented in a range from simple residential cordless telephones up to large systems providing a wide range of telecommunications services, including fixed wireless access.

มาตรฐานดังกล่าว แม้ว่าจะมีการกำหนดในรายละเอียดโดย ETSI แล้ว แต่ยังไม่มีการนำมาใช้งานในเชิงพาณิชย์แต่อย่างใด

กล่าวโดยสรุปได้ว่า มาตรฐานการเชื่อมต่อวิทยุที่นับว่าเป็นหลัก และมีอุปกรณ์สำหรับใช้งานในเชิงพาณิชย์ (ทั้งในส่วนของโครงข่ายสถานีฐาน และอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการ) อยู่ 3 แบบ คือ WCDMA CDMA2000 และ TD-SCDMA เท่านั้น

รูปและตารางในหน้าถัดไป แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของเทคโนโลยีและมาตรฐานการเชื่อมต่อวิทยุของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของแต่ละมาตรฐาน



	WCDMA	CDMA2000	TD-SCDMA
Inherited from	GSM	CDMA IS-95	GSM
Close loop power control	Supported	Supported	Supported
Handoff	Soft/hard handoff	Soft/hard handoff	Soft/hard handoff
Demodulation mode	Coherent	Coherent	Coherent
Chip rate (Mcps)	3.84	N*1.2288	1.28
Spreading Bandwidth	5MHz	N*1.25MHz	1.6MHz
Synchronization mode	Asynchronous/ Synchronous	Synchronous	Synchronous
Core network	GSM MAP	ANSI-41	GSM MAP

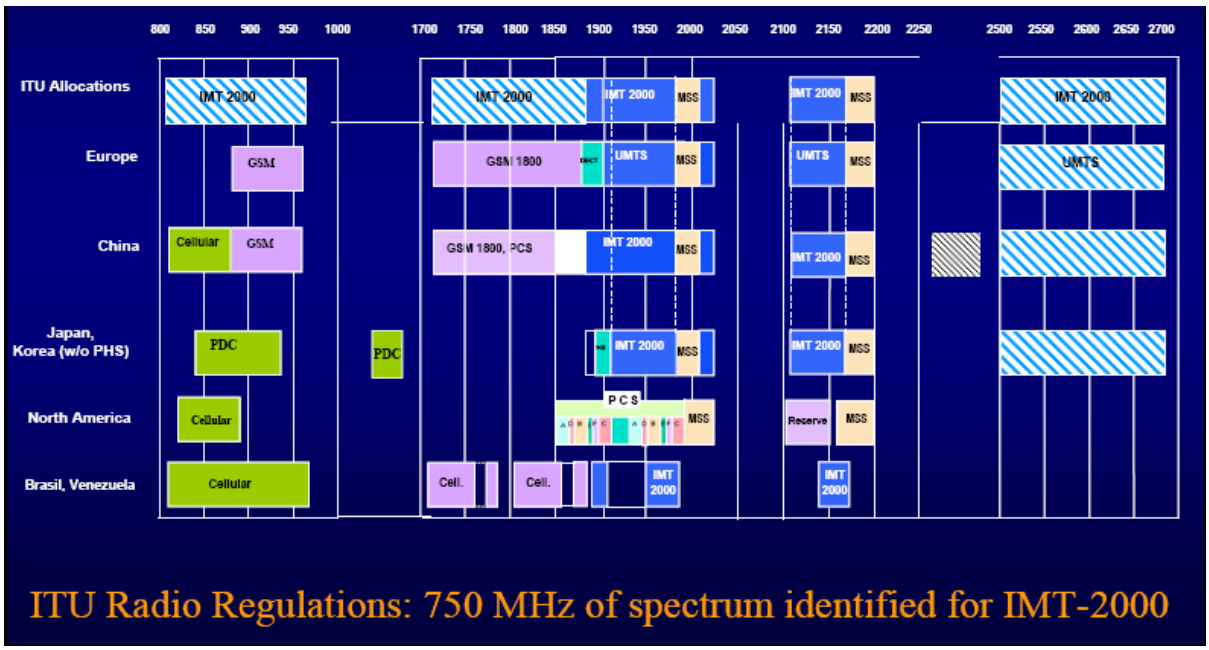
Source: Huawei Technology

4. คลื่นความถี่สำหรับ 3G

การกำหนดความถี่วิทยุสำหรับ 3G โดย ITU

ITU โดยการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (World Radiocommunication Conference: WRC) ได้กำหนดความถี่วิทยุไว้เป็นการเฉพาะสำหรับ IMT-2000 ทั้งหมด 5 ช่วง ดังนี้

806 – 960 MHz (WRC-2000)
1710 – 1885 MHz (WRC-2000)
1885 – 2025 MHz (WARC-92)
2110 – 2200 MHz (WARC-92)
2500 – 2690 MHz (WRC-2000)



source: ITU

ทั้งนี้ ข้อสงวนที่เกี่ยวกับ IMT-2000 ในข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) ได้ระบุไว้ว่า แต่ละประเทศอาจพิจารณาเลือกใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อทางวิทยุแบบใดแบบหนึ่งจากห้าแบบตามที่กล่าวไว้ในก่อนหน้านี้ ในย่านความถี่วิทยุย่านใดย่านหนึ่งในห้าย่านที่กำหนดไว้สำหรับ IMT-2000 โดยการใช้งานในลักษณะของ IMT-2000 ไม่ได้เป็นการห้ามใช้ความถี่วิทยุย่านนั้นสำหรับกิจการวิทยุคมนาคมอื่นที่กำหนดไว้สำหรับย่านความถี่วิทยุนั้นด้วย นอกจากนั้น แต่ละประเทศอาจพิจารณาอนุญาตให้ระบบ IMT-2000 ใช้ความถี่วิทยุย่านอื่นนอกเหนือจากที่ระบุไว้ข้างต้นได้ หากความถี่วิทยุย่านนั้นกำหนดให้ใช้สำหรับกิจการวิทยุคมนาคมเคลื่อนที่ได้

นอกจากย่านความถี่วิทยุจำนวน 5 ย่านดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ขณะนี้ ITU กำลังพิจารณากำหนดย่านความถี่วิทยุสำหรับ IMT-2000 เป็นการเพิ่มเติม ซึ่งมีผู้ผลิตและหน่วยงานต่าง ๆ ได้แสดงความสนใจที่จะขอให้กำหนดความถี่วิทยุย่าน 450 MHz เนื่องจากเป็นความถี่วิทยุย่านที่มีระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เดิมใช้งานอยู่แล้ว อาจสามารถ upgrade ได้ และการแพร่กระจายคลื่นในย่านความถี่วิทยุดังกล่าวสามารถไปได้ไกลกว่า เมื่อเทียบกับ

การใช้ความถี่วิทยุย่านอื่นที่กำหนดไว้สำหรับ IMT-2000 ซึ่งอาจเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่มีประชากรน้อย หรือพื้นที่ชนบทห่างไกล โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา

ITU กำลังอยู่ในระหว่างการพิจารณากำหนดย่านความถี่วิทยุสำหรับระบบที่เรียกกันว่า systems beyond IMT-2000 หรือ IMT-Advanced ซึ่งคาดการณ์ว่าจะรองรับความเร็วในการรับส่งข้อมูลได้ถึง 100 Mbps สำหรับกรณี high mobility และ1Gbps สำหรับกรณี low mobility ที่มีแนวโน้มเริ่มใช้งานในช่วงปี ค.ศ. 2015

การจัดสรรความถี่วิทยุสำหรับ 3G ของประเทศอื่น

ยุโรป

กลุ่มประเทศยุโรปได้จัดสรรความถี่วิทยุในช่วง 1920-1980/2110-2170 MHz สำหรับระบบ 3G ที่ใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ Frequency Division Duplex (FDD) และ 1900-1920 MHz และ 2010-2025 MHz สำหรับระบบ 3G ที่ใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ Time Division Duplex (TDD) โดยกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อทางวิทยุที่ใช้เทคโนโลยี WCDMA เป็นหลัก

กลุ่มประเทศยุโรปได้จัดสรรความถี่วิทยุให้กับผู้ประกอบการในลักษณะ block assignment โดยแตกต่างกันในรายละเอียดเล็กน้อย ไม่ว่าจะเป็น 2x10 MHz (FDD) + 5 MHz (TDD) หรือ 2x15 MHz (FDD) + 5 MHz (TDD)

สหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศทวีปอเมริกา

เนื่องจากสหรัฐอเมริกาได้กำหนดความถี่วิทยุย่าน 1.9 MHz สำหรับระบบสื่อสารส่วนบุคคล (Personal Communications System: PCS) จึงเป็นอุปสรรคในการกำหนดย่านความถี่วิทยุดังกล่าวเป็นการเฉพาะสำหรับ 3G โดยได้พิจารณาที่จะเปิดการจัดสรรความถี่วิทยุในช่วง 1710-1755 MHz/2110-2155 MHz สำหรับ 3G แทนในช่วงครึ่งปีแรกของ ค.ศ. 2006

อย่างไรก็ตาม หน่วยงานกำกับดูแลของสหรัฐอเมริกาได้อนุญาตให้ผู้ประกอบการระบบ PCS เดิม ซึ่งถือกันว่าเป็นเทคโนโลยี 2G ให้สามารถปรับปรุงระบบให้สามารถให้บริการในลักษณะ 3G ได้ โดยใช้ความถี่วิทยุเดิมในย่าน 800 MHz และ 1900 MHz โดยเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการเลือกมาตรฐานการเชื่อมต่อทางวิทยุที่เหมาะสมได้ ไม่ว่าจะเป็น WCDMA หรือ CDMA2000

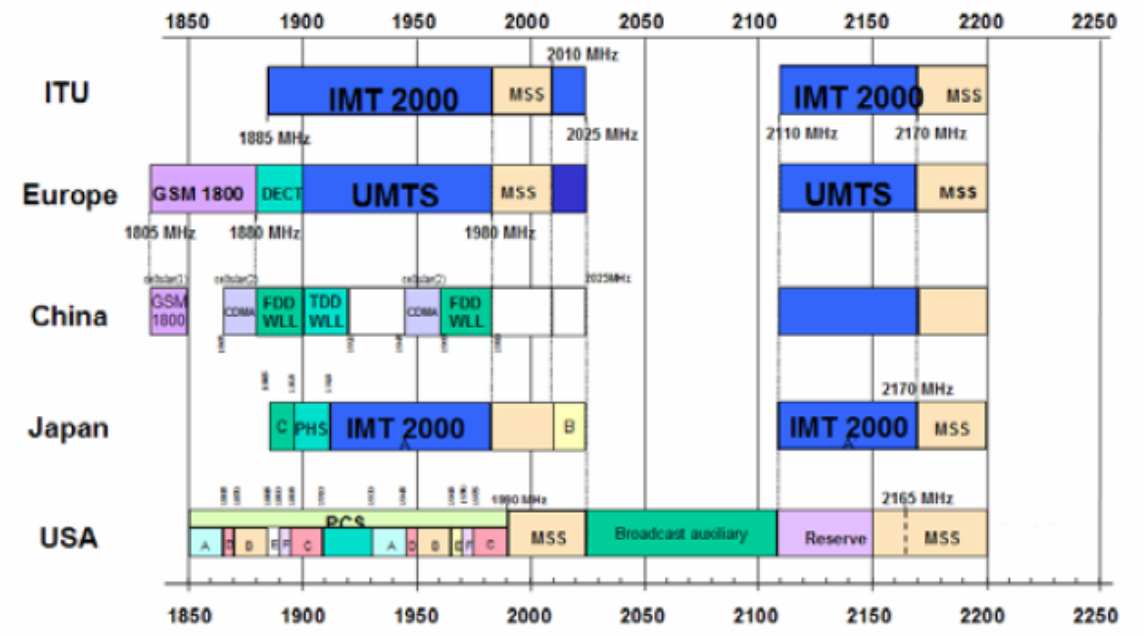
กลุ่มประเทศในอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้จะมีสภาพการใช้ความถี่วิทยุที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกับของสหรัฐอเมริกา ดังนั้น จึงยังไม่มีการจัดสรรความถี่วิทยุในย่าน 1.9/2.1 MHz สำหรับ 3G แต่ส่วนใหญ่ จะอนุญาตให้ผู้ประกอบการสามารถปรับปรุงระบบให้บริการในลักษณะของ 3G ได้ โดยใช้ความถี่วิทยุเดิมที่ได้รับอนุญาตไว้ในย่าน 800 MHz และ 1900 MHz โดยอาจจัดสรรเป็น 2x10 MHz หรือ 2x15 MHz (FDD)

กลุ่มประเทศเอเชียแปซิฟิก

ญี่ปุ่น ได้กำหนดความถี่วิทยุช่วง 1920-1980 MHz/2110-2170 MHz (FDD) และ 2010-2025 MHz (TDD) สำหรับ 3G เนื่องจากญี่ปุ่นจัดสรรความถี่วิทยุช่วง 1893.5-1919.6 MHz สำหรับระบบโทรศัพท์ไร้สายแบบดิจิตอล Personal Handy Phone (PHS) โดยจัดสรรในลักษณะ 2x20 MHz แต่ญี่ปุ่นได้อนุญาตให้ผู้ประกอบการรายเดิมสามารถปรับปรุงระบบให้บริการในลักษณะของ 3G ได้ด้วย โดยใช้ความถี่วิทยุเดิมที่ได้รับอนุญาตในย่าน 800 MHz

เกาหลีใต้ ได้กำหนดความถี่วิทยุช่วง 1.9/2.1 MHz เช่นเดียวกับที่กำหนดโดย ITU ไว้สำหรับ 3G โดยจัดสรรในลักษณะ 2x20 MHz ให้กับผู้ประกอบการ 3 ราย แต่เกาหลีใต้ได้อนุญาตให้ผู้ประกอบการรายเดิมสามารถระบบให้บริการในลักษณะ 3G ได้เช่นเดียวกับญี่ปุ่น โดยใช้ความถี่วิทยุเดิมที่ได้รับอนุญาตในย่าน 800 MHz (จัดสรรในลักษณะ 2x15 MHz) และย่าน 1700 MHz (จัดสรรในลักษณะ 2x20 MHz)

ฮ่องกง สิงคโปร์ ไต้หวัน และ มาเลเซีย ได้กำหนดความถี่วิทยุช่วง 1.9/2.1 MHz เช่นเดียวกับที่กำหนดโดย ITU ไว้สำหรับ 3G โดยจัดสรรในลักษณะ 2x15 MHz ทั้งนี้ ไม่ชัดเจนว่า ผู้ประกอบการรายเดิมสามารถปรับปรุงระบบให้สามารถให้บริการในลักษณะ 3G ได้เหมือนกันทุกประเทศหรือไม่



Source : Huawei Technology

การจัดสรรความถี่วิทยุสำหรับ 3G ของประเทศไทย

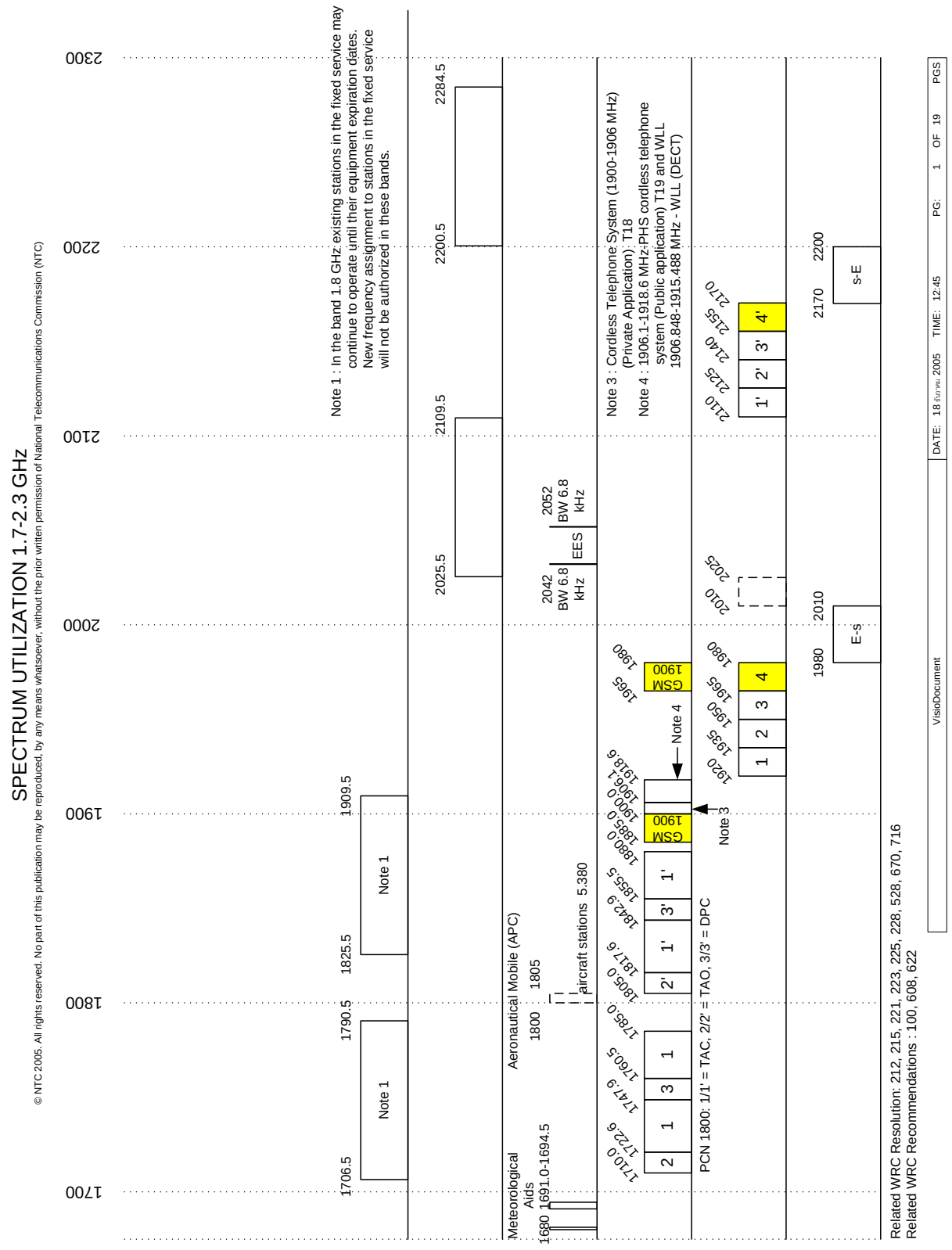
คณะกรรมการประสานงานการจัดและบริหารความถี่วิทยุแห่งชาติ (กบถ.) ได้กำหนดความถี่วิทยุย่าน 1920-1980 MHz คู่กับ 2110-2170 MHz ในลักษณะของเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ FDD และย่าน 2010-2025 MHz ในลักษณะของเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ TDD สำหรับ IMT-2000 Terrestrial Component

ในส่วนของ IMT-2000 Satellite Component นั้น ได้กำหนดความถี่วิทยุย่าน 1980-2010 MHz คู่กับ 2170-2200 MHz สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมไว้แล้ว ซึ่งสอดคล้องตามข้อกำหนดของ ITU

กบถ. ได้จัดสรรความถี่วิทยุในช่วง 1965-1980 MHz คู่กับ 2155-2170 MHz ให้ บมจ.ทีโอที และ บมจ. กสท. โทรคมนาคม เมื่อปี พ.ศ. 2542 เพื่อให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 แต่ยังไม่ได้เปิดให้บริการ เนื่องจากต้องรอนโยบายและหลักเกณฑ์การอนุญาตในเรื่องดังกล่าวจาก กทช.

ตารางแสดงให้เห็นถึงการใช้ความถี่วิทยุในย่านดังกล่าว แสดงไว้ในหน้าถัดไป

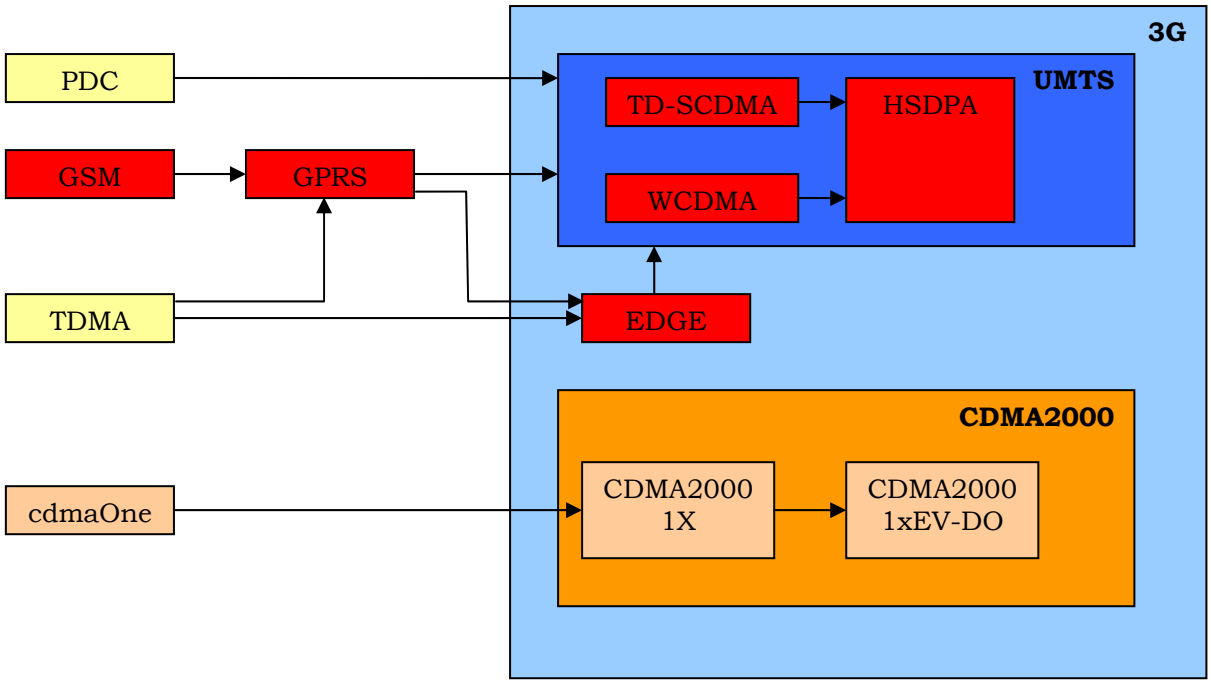
กบถ. ยังไม่เคยกล่าวถึงนโยบายการอนุญาตให้ผู้ประกอบการรายเดิมซึ่งได้รับอนุญาตให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในย่าน 470 MHz ย่าน 800 MHz ย่าน 900 MHz ย่าน 1800 MHz และย่าน 1900 MHz ว่าสมควรเพิ่มเติมเงื่อนไขการอนุญาตให้ดำเนินการปรับปรุงระบบให้บริการในลักษณะ 3G ได้ด้วยหรือไม่



source: www.ntc.or.th

5. Technology Migration

โดยหลักการแล้ว การพัฒนาต่อเทคโนโลยี จากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 2 หรือ 2G ไปเป็น 3G นั้น สามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่างนี้



Source: Qualcomm

โดยทั่วไปแล้ว ผู้ประกอบการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 2 ที่ใช้เทคโนโลยี GSM จะปรับเปลี่ยนระบบโดยใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อวิทยุ WCDMA ในขณะที่ผู้ประกอบการที่ใช้เทคโนโลยี cdmaOne จะปรับเปลี่ยนระบบโดยใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อวิทยุ CDMA2000

ผู้ประกอบการรายเดิมอาจพิจารณาปรับเปลี่ยนระบบจากเดิมที่เป็น 2G ไปเป็น 3G โดยใช้ความถี่วิทยุย่านเดิมก็ได้ ซึ่งเรียกกันว่า In-band Migration โดยไม่จำเป็นต้องพิจารณาขอรับการจัดสรรความถี่วิทยุย่านใหม่ แต่ต้องพิจารณาถึงความสามารถของระบบและอุปกรณ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดด้วย อย่างไรก็ตาม กฎระเบียบภายในประเทศต้องสามารถอนุญาตให้รองรับการดำเนินการในลักษณะดังกล่าวได้ด้วย ซึ่งในส่วนของประเทศไทยเอง จำเป็นต้องพิจารณาในประเด็นดังกล่าวด้วยเช่นเดียวกัน

การปรับปรุงระบบจากเทคโนโลยี GSM ไปเป็น WCDMA จำเป็นต้องเปลี่ยนระบบในส่วนของ terrestrial radio access network (UTRAN) เพื่อให้สามารถรองรับเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ CDMA (จากเดิมที่เป็น TDMA) และการเปลี่ยนหรือปรับปรุงระบบในส่วนของ Core Network (CN) ให้สามารถรองรับอินเตอร์เฟสและโครงข่ายแบบใหม่ได้ ดังมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางหน้าถัดไป

	CN	UTRAN
GSM to WCDMAR99	CN of WCDMAR99 supports Iu interface to UTRAN Transcoders is placed in CN side Supporting inter-system handover (WCDMA/GSM) Enhanced security and charging	Adopt new access technologies. Adopt ATM as interface of Core network to AN.
WCDMAR99 to WCDMAR4	Split MSC to MSC Server and MGW. Bear and control separate Traffic transport bearer can be IP , ATM or TDM Adopt Signaling transport can be IP or TDM TrFO	
WCDMAR4 to WCDMAR5	Introduce IMS Core network and IMS elements.	introduce HSDPA

Source: Huawei Technology

Designated Spectrum	3GPP Band Class	Uplink (Mobile to BTS)	Downlink (BTS to Mobile)	Rx Bandwidth	Duplex Spacing
UMTS2100	BC1	1920 – 1980	2110 – 2170	60 MHz	190 MHz
UMTS1900	BC2	1850 – 1910	1930 – 1990	60 MHz	80 MHz
UMTS1800	BC3	1710 – 1785	1805 – 1880	75 MHz	95 MHz
AWS	BC4	1710 – 1755	2110 – 2155	45 MHz	400 MHz
UMTS850	BC5	824 – 849	869 – 894	25 MHz	45 MHz
UMTS800	BC6	830 – 840	875 – 885	10 MHz	45 MHz
UMTS2600	BC7	2500 – 2570	2620 – 2690	70 MHz	120 MHz
UMTS900	BC8	880 – 915	925 – 960	35 MHz	45 MHz
UMTS1700	BC9	1750 - 1785	1845 - 1880	35 MHz	95 MHz

Source: Qualcomm

การปรับปรุงระบบจาก cdmaOne หรือ CDMA95 ไปเป็น CDMA2000 1x และ CDMA2000 1xEV-DO นั้น กระทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนระบบในส่วนของ terrestrial radio access network ซึ่งใช้เทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ CDMA เช่นเดิม แต่อาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนระบบในส่วนของ Core Network บางส่วนด้วย ดังมีรายละเอียดแสดงไว้ในตาราง

	CN	AN
CDMA 95 to CDMA 2000 1X	Introduce Packet Domain	
CDMA 2000 1X to CDMA EV-DO		Allocate a new special carrier to support the Data Service

Source: Huawei Technology

CDMA2000 are specified to operate in the following valid band classes under 3GPP2 spec (3GPP2 C.S0057-0):

- Band Class 0 – North American Cellular Band (“800”). Also in Korea, Australia, Hong Kong, China, Taiwan, and others
- Band Class 1 – North American PCS Band (“1900”)
- Band Class 2 – Total Access Communications System (TACS) Band (“900”)
- Band Class 3 – JTACS Band (Japanese “800 reversed”)
- Band Class 4 – Korean PCS Band (“1800”)
- Band Class 5 – Nordic Mobile Telephone (NMT)-450 Band
- Band Class 6 – IMT-2000 Band (1900 - 2100)
- Band Class 7 – North American Cellular Band (“700”)
- Band Class 8 – European PCN band (“1800”)
- Band Class 9 – European GSM band (“900”)
- Band Class 10 – Secondary 800MHz band (“800”)
- Band Class 11 – European PAMR band (“400”)
- Band Class 12 – PAMR band (“800”)

Source: Qualcomm

6. Roaming/Interoperability and Quality of Service

Roaming between 2G and 3G systems

การทำงานร่วมกันได้ระหว่างมาตรฐานที่แตกต่างกัน (Interoperability/Interstandard roaming) เป็นความสามารถของโครงข่ายไร้สายที่มี signaling protocol แตกต่างกัน สามารถจัดการในส่วนของการยอมรับให้เครื่องลูกข่ายของโครงข่ายหนึ่งใช้โครงข่ายของอีกโครงข่ายหนึ่งได้ โดยยังคงสภาพการให้บริการไว้อยู่ ซึ่งจำเป็นต้องมีสถาปัตยกรรมโครงข่ายและเครื่องลูกข่ายที่สามารถทำงานในลักษณะดังกล่าวได้ ตัวอย่างเช่นการทำงานร่วมกันระหว่าง ANSI-41 (CDMA) กับ MAP (GSM)

การทำงานร่วมกันนี้ จะใช้ฟังก์ชันการทำงานที่เรียกว่า Interworking and Interoperability Function (IIF) ซึ่งเป็นเสมือนเกตเวย์ที่จะรับผิดชอบการแปลงสัญญาณและข้อความระหว่างโครงข่ายทั้งสองแบบให้สามารถเข้ากันได้ โดยไม่ทำให้ข้อมูลของลูกข่ายทั้งสองโครงข่ายซ้ำซ้อนกัน สำหรับในส่วนของเครื่องลูกข่ายนั้น จะใช้ฟังก์ชันการจัดการข้อมูลเครื่องลูกข่ายที่เรียกว่า R-UIM (ในกรณีของ CDMA) และ SIM (ในกรณีของ GSM)

ปัจจุบัน ความสามารถของโครงข่ายและเครื่องลูกข่ายมีมากขึ้น เนื่องจากผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมมี chipset ให้เลือกมากขึ้น ซึ่งสามารถรองรับเทคโนโลยีได้อย่างหลากหลาย
โครงข่ายและเครื่องลูกข่ายที่สามารถทำงานร่วมกันได้ ตัวอย่างเช่น

- Roaming between CDMA2000 systems
- Roaming between WCDMA and GSM systems
- Roaming between GSM and CDMA2000 systems

Roaming between different 3G systems

ยังไม่มีการผลิต chipset ในเชิงพาณิชย์ปัจจุบัน ทั้งในแง่ของโครงข่าย และเครื่องลูกข่าย ที่สามารถรองรับการทำงานร่วมกันได้ใน chipset เพียงตัวเดียวระหว่าง WCDMA กับ CDMA2000 ได้ แต่ผู้ผลิตบางรายมีโครงการที่จะผลิต chipset ดังกล่าวภายในปี ค.ศ. 2006 ซึ่งอุปกรณ์โครงข่ายและเครื่องลูกข่ายที่ใช้ chipset ในลักษณะดังกล่าว จะปรากฏในตลาดหลังจากนั้นประมาณหนึ่งถึงสองปี อย่างไรก็ตาม ได้มีผู้ผลิตบางรายที่นำ chipset จำนวน 2 ตัวมาไว้ในเครื่องลูกข่ายเครื่องเดียว ทำให้สามารถทำงานร่วมกันกับโครงข่ายได้ทั้งที่เป็น WCDMA หรือ CDMA2000 แต่จะใช้ได้กับโครงข่ายระบบเดียวในขณะใดขณะหนึ่งเท่านั้น และผู้ใช้บริการต้องเลือกโครงข่ายเอง

Handover

เนื่องจาก Radio Access ของมาตรฐานการเชื่อมต่อทางวิทยุแต่ละมาตรฐาน ไม่สามารถทำงานร่วมกันได้ ทำให้การส่งต่อระหว่างเซลล์ (Handover) ไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อทางวิทยุที่แตกต่างกัน

Quality of Service (QoS)

นิยามของคุณภาพการให้บริการ (QoS)

“QoS refers to a set of parameters and procedures associated with a service and/or user, indicating some of the capabilities and constraints related to the delivery of the service to the users. End-to-end QoS aims to ensure the quality transfer of s ervice and subscriber data in the whole network (from the source point to the destination point) QoS reflects the network capability, that is, to deliver different QoS to different applications/services over the network.”

คุณภาพของการให้บริการนั้น อาจพิจารณาได้โดยการวัดปัจจัยดังต่อไปนี้

Bandwidth/throughput: Average rate of specific traffic flows between two network nodes.

Delay: the mean time elapsed from the transfer of data packets at one network node to their arrival at another.

Jitter: Variations of delay.

Packet loss rate: the percentage of lost packets during network transmission. It is used to measure the network capability of data forwarding.

Availability: the ratio of time when network services are available.

อย่างไรก็ตาม ในส่วนของหน่วยงานกำกับดูแลนั้น คุณภาพการให้บริการขั้นต่ำที่ควรพิจารณาอาจประกอบด้วย

Availability: Do user get the service?

Speed: How good or bad are the response times of services?

Accuracy: Is the service working properly?

ซึ่งอาจกำหนดโดยใช้พื้นที่ให้บริการ (coverage area) เป็นเงื่อนไขการอนุญาต ทำให้ผู้ประกอบการต้องดำเนินการให้คุณภาพการให้บริการในพื้นที่นั้น ๆ

ตัวอย่างที่น่าสนใจ เช่น สิงคโปร์ ซึ่งใช้การวัดคุณภาพการให้บริการแบบเคลื่อนที่ (drive test) แล้วเผยแพร่ผลการวัดคุณภาพการให้บริการทั้งในหนังสือพิมพ์และอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากไม่อยากได้ชื่อว่า เป็นผู้ประกอบการที่มีคุณภาพการให้บริการที่ด้อยกว่าคู่แข่ง

7. ข้อเสนอแนะสำหรับ กทช.

เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานเกี่ยวกับการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมของ กทช. ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและเทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 จึงมีข้อเสนอแนะ (Recommendations) ดังต่อไปนี้

- กทช. ควรพิจารณากำหนดย่านความถี่วิทยุที่สมควรนำมาให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ให้สอดคล้องตามที่กำหนดไว้โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ทั้งในส่วนของ terrestrial component และ satellite component

- ในส่วนของ terrestrial component กทช. ควรพิจารณากำหนดย่านความถี่วิทยุจำนวน 5 ย่าน ที่กำหนดไว้โดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ว่าความถี่วิทยุย่านใดบ้างที่สมควรจะนำมาพิจารณาประกอบการออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 โดยอาจพิจารณากำหนดลำดับความสำคัญก่อนหลังด้วยก็ได้ ทั้งนี้ เห็นว่าควรให้ลำดับความสำคัญที่ย่านความถี่วิทยุ 1.9/2.1 MHz ก่อน เนื่องจากไม่กระทบกระเทือนกับการให้บริการของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่เดิม

- หาก กทช. พิจารณากำหนดให้ย่านความถี่วิทยุ 1.9/2.1 MHz เป็นย่านความถี่วิทยุที่จะนำมาพิจารณาประกอบการออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 เป็นย่านแรกแล้ว กทช. จำเป็นต้องพิจารณาหลักการในการกำหนดจำนวนของผู้ประกอบการ และลักษณะการจัดสรรความถี่วิทยุย่าน 1920-1980 MHz คู่กับ 2110-2170 MHz ในลักษณะของเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ FDD และย่าน 2010-2025 MHz ในลักษณะของเทคโนโลยีการเข้าถึงแบบ TDD ว่าสมควรมีผู้ประกอบการจำนวนกี่ราย และแต่ละรายควรได้รับการจัดสรรความถี่วิทยุมากน้อยเพียงใด

- เนื่องจากมาตรฐานเชื่อมต่อทางวิทยุ (Radio Interfaces) ได้กำหนดไว้แล้วจำนวน 5 แบบ โดย ITU ในเอกสาร Recommendation ITU-R M.1457 “Detailed specifications of the radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)” ดังนั้น กทช. ควรกำหนดให้ผู้ประกอบการใช้มาตรฐานเชื่อมต่อทางวิทยุที่สอดคล้องกับมาตรฐานตามที่ ITU กำหนด

- กทช. ควรพิจารณาประเด็นเชิงนโยบายในเรื่องของความเป็นกลางทางเทคโนโลยี (Technology Neutrality) และการเลือกมาตรฐานทางเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่ง ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยพิจารณาจากสภาพแวดล้อมทางด้านโทรคมนาคมของประเทศเป็นสำคัญ ทั้งนี้ หากมีนโยบายที่จะเลือกมาตรฐานทางเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่ง ก็ควรที่จะมีมาตรการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศรวมทั้งการถ่ายโอนเทคโนโลยี (Technology Transfer) ให้กับผู้ผลิตภายในประเทศอย่างเป็นรูปธรรม

- กทช. ควรพิจารณาประเด็นเชิงนโยบายในเรื่องของ In-band Migration กับ New Network Rollout โดยเฉพาะในกรณีของผู้ประกอบการรายเดิมซึ่งได้รับอนุญาตให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 1 (1G) หรือรุ่นที่ 2 (2G) ในย่าน 470 MHz ย่าน 800 MHz ย่าน 900 MHz ย่าน 1800 MHz และย่าน 1900 MHz ไว้แล้ว ว่า สมควรเพิ่มเติมเงื่อนไขการอนุญาตให้ดำเนินการปรับเปลี่ยนระบบให้บริการในลักษณะ 3G ได้ด้วยหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

- หากมีการอนุญาตให้ปรับเปลี่ยนระบบให้ผู้ประกอบการรายเดิมสามารถให้บริการในลักษณะ 3G ได้ด้วย กทช. จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบการอนุญาต และเงื่อนไขการอนุญาตที่ชัดเจน และเป็นธรรมระหว่างผู้ประกอบการ
- ควรกำหนดเงื่อนไขการอนุญาตให้ผู้ประกอบการต้องเลือกใช้มาตรฐานทางเทคโนโลยีและโครงข่ายที่ทันสมัย โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและการลงทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต หากจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี
- ควรกำหนดเงื่อนไขการอนุญาตให้ผู้ประกอบการต้องรับประกันการทำงานด้วยกันได้ระหว่างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นที่ 2 กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 รวมทั้งระหว่างระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ด้วยกันเอง ถ้าจำเป็น
- เนื่องจากมาตรฐานการให้บริการของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ยังไม่สามารถกำหนดได้อย่างชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ อีกทั้ง สามารถปรับเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของการให้บริการ ดังนั้น กทช. ควรกำหนดมาตรฐานการให้บริการเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น
- ในการเลือกวิธีการออกใบอนุญาตให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 นั้น กทช. ควรคำนึงถึงแผนการเงิน การลงทุน แผนการขยายโครงข่ายและการให้บริการของผู้ขอรับใบอนุญาต รวมทั้งประโยชน์ที่ผู้บริโภคจะได้รับเป็นหลัก

ภาคผนวก ก.

องค์ประกอบคณะกรรมการมาตรฐาน กทช.

มติ กทช. ครั้งที่ 40/2548 เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2548

อนุมัติการแต่งตั้ง คณะกรรมการมาตรฐาน กทช. ในวาระเริ่มแรก โดยมีองค์ประกอบของคณะกรรมการฯ ดังนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม	ประธานกรรมการ
พลเอก ชิตศักดิ์ ประเสริฐ	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ถวิล พึ่งมา	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล	กรรมการ
ดร. เชียรช่วง กัลยาณมิตร	กรรมการ
นายบุญเสริม อึ้งภากรณ์	กรรมการ
นายทศพร เกตุอดิศร	กรรมการ
นายกสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์หรือผู้แทน	กรรมการ
ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีโทรคมนาคม	กรรมการและเลขานุการ
เจ้าหน้าที่สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีโทรคมนาคม	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ภาคผนวก ข.

เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะ

ของ

ควอลคอมม์ อินเตอร์เนชั่นแนล อิงค์

(ใช้ในกิจการของสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติเท่านั้น)

ภาคผนวก ค.

เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะ

ของ

บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

(ใช้ในกิจการของสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติเท่านั้น)

ภาคผนวก ง.

เอกสารข้อมูลและข้อเสนอแนะ

ของ

บริษัท โนเกีย (ประเทศไทย) จำกัด

(ใช้ในกิจการของสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติเท่านั้น)