



ข้อมูลประกอบการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ ต่อร่างแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ IMT

17 กรกฎาคม 2552

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์ 0 2271 0151-60 เว็บไซต์: www.ntc.or.th

| สารบัญ | | |
|--|--|-----------|
| เรื่อง | | หน้า |
| 1. วิวัฒนาการโทรศัพท์เคลื่อนที่ | | 1 |
| | 1.1 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 1 | 1 |
| | 1.2 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 | 2 |
| | 1.3 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 | 4 |
| | 1.4 มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 | 5 |
| 2. การดำเนินการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ในต่างประเทศ | | 8 |
| | 2.1 การดำเนินการของกลุ่ม 3GPP | 9 |
| | 2.2 การดำเนินการของกลุ่ม 3GPP2 | 11 |
| | 2.3 ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 มาตรฐาน WCDMA | 12 |
| | 2.4 ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 มาตรฐาน CDMA 2000 1x | 14 |
| 3. การดำเนินการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ในประเทศไทย | | 17 |
| 4. เทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 | | 19 |
| | 4.1 เทคโนโลยีด้านวิทยุ (Radio Technology) | 19 |
| | 4.2 เทคโนโลยีด้านโครงข่าย (Network Technology) | 21 |
| | 4.3 ย่านความถี่ (Bandwidth) | 22 |

บทที่ 1 วิวัฒนาการโทรศัพท์เคลื่อนที่

บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการพัฒนาเป็นอย่างมากจากเดิมใช้แค่รับส่งเสียงเพื่อการสนทนาเป็นส่วนใหญ่ขณะที่การใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นน้อยมาก จะมีก็แค่การรับ-ส่ง text message สั้นๆ หรือใช้ในการค้นหาข้อมูลเรื่องหุ้น ดูอัตราแลกเปลี่ยน พยากรณ์อากาศและอุณหภูมิประจำวันเท่านั้น การรับส่งค้นหาข้อมูลก็จะเป็นไปด้วยความล่าช้า ซึ่งจะต่างจากพฤติกรรมของผู้ใช้บริการในปัจจุบันที่มีความต้องการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อการรับส่งข้อมูลมากขึ้น เกิดความนิยมการใช้บริการ short message ในการส่งข้อความถึงกันและกัน หรือเพื่อแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามชิงรางวัลหรือทายผลกีฬาที่ถ่ายทอดสดทางโทรทัศน์ มีการใช้ในการเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตเพื่อรับส่ง e-mail และค้นหาข้อมูลต่างๆทาง web-site ที่ต้องการ มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการส่งภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ถ่ายจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MMS) ตลอดจนใช้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับชมรายการสดทางโทรทัศน์

จากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการนี้ทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับปรุงระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้มีการพัฒนาตามความประสงค์ของผู้ใช้บริการที่ปัจจุบันมีความต้องการใช้บริการ Broadband ทั้งแบบประจำที่และแบบเคลื่อนที่มากขึ้น ในขณะเดียวกันราคาของอุปกรณ์ก็ได้ลดลงจากเดิมลงมามาก ดังจะเห็นได้จากแนวทางการพัฒนาของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1 เมื่อเกือบ 40 ปีก่อนมาเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 GSM และ Digital AMP เมื่อประมาณ 15 ปีก่อน และยุคที่ 3 ในปัจจุบันและจะเป็นยุคที่ 4 ในอนาคตอันใกล้

1.1 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 1

การพัฒนากิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่เริ่มต้นมาเกือบ 40 ปีแล้วในทุกภูมิภาคของโลกโดยในยุคที่ 1 จะเป็นแบบ Analog ที่ให้บริการด้านรับส่งเสียงเพียงอย่างเดียว มีผู้กำหนดมาตรฐานการให้บริการเป็นกลุ่มในแต่ละภูมิภาคของโลกที่สำคัญและเป็นที่ยอมรับกันในขณะนั้น ได้แก่

- กลุ่มประเทศในแถบ Nordic ได้ออกข้อกำหนด Nordic Mobile Telephone (NMT) ในปี 1970 ไว้สองมาตรฐาน คือ NMT 450 สำหรับการใช้งานย่านความถี่ 450 MHz และ NMT 900 สำหรับการใช้งานย่านความถี่ 900 MHz และเปิดให้บริการเชิงพาณิชย์ในปี 1981 และ 1986 ตามลำดับ ทั้งสองแบบนี้ Modulation จะเป็นแบบ Frequency Modulation โดยมี Multiple Access แบบ FDMA

- ในปี ค.ศ.1983 สหรัฐอเมริกา FCC ได้จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 800 MHz (824-894 MHz) สำหรับใช้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ AMPS(Advanced Mobile Phone System) โดยมีความกว้างช่วงความถี่ 30MHz ต่อมาเมื่อมีการใช้งานหนาแน่น โดยเฉพาะในเมืองใหญ่จึงได้พัฒนาโดยลดความกว้างลงเหลือ 10 MHz เรียกขานนี้ว่า Narrowband AMPS แม้ว่าจะให้บริการได้เป็นสามเท่าของเดิมทำให้ Grade of Service ดีขึ้นแต่จากความกว้างแคบลงทำให้ FM Deviation ลดลงและ Signal to noise Ratio ก็ลดลงทำให้คุณภาพของสัญญาณลดลงกว่าระบบ AMPS
- ในปี ค.ศ. 1985 ประเทศอังกฤษได้มีการใช้มาตรฐานตามระบบ AMPS แต่ใช้ความถี่ย่าน 900 MHz โดยมีความกว้างของช่องสัญญาณเท่ากับ 25 MHz เรียกขานว่า TACS (Total Access Communications System) โดยมีประเทศอิตาลี และประเทศออสเตรเลีย ใช้ด้วย
- ในทวีปเอเชีย ประเทศญี่ปุ่น โดย บริษัท NTT ก็ได้กำหนดมาตรฐานของตนในย่านความถี่ 800 MHz โดยมีความกว้างของความถี่ที่ 25 MHz รับส่งสัญญาณแบบ Frequency Modulation โดยมีการเข้าถึงโครงข่ายแบบ FDMA เช่นเดียวกัน

1.2 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2

จากยุค 1 ซึ่งเป็นแบบ Analog ที่ผู้ใช้บริการใช้สื่อสารทางเสียงอย่างเดียว การใช้งานไม่แพร่หลายมาก เนื่องจากเครื่องลูกข่ายมีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก มีแบบให้เลือกน้อยและราคาแพง การดักฟังและการลักลอบใช้งานทำได้ง่าย มีปัญหาเรื่องสายหลุด(Dropped Call) และจากการที่ในแต่ละประเทศใช้มาตรฐานต่างกันทำให้ผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้บริการข้ามแดนกันได้

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น คณะกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมภาคพื้นยุโรป (CEPT) จึงได้ตั้งคณะทำงานชื่อ Group Special Mobile หรือ GSM เพื่อศึกษาเรื่อง Harmonization of the Technical and Operation Characteristics of a Public Mobile Communications System in the 900 MHz Band ในปี 1982 เพื่อใช้ในการจัดทำมาตรฐาน GSM โดยมีสาระสำคัญดังนี้

- ระบบต้องสามารถใช้งานในย่านความถี่ 890-925 MHz และ 935-960 MHz
- ต้องสามารถใช้งานร่วมกับระบบที่มีอยู่เดิมในย่านความถี่ 900 MHz ได้
- โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM สามารถนำไปใช้งานได้ในทุกประเทศที่เข้าร่วมใน CEPT
- มีบริการใหม่เพิ่มจากการสื่อสารทางเสียง

ในปีค.ศ. 1989 งานออกข้อกำหนดทางเทคนิคของ CEPT ได้โอนไปอยู่กับ European Telecommunication Standards Institute (ETSI) ทำให้คณะกรรมการ GSM ไปขึ้นอยู่กับ ETSI ในขณะเดียวกันประเทศอังกฤษได้เสนอความต้องการให้มีโครงข่าย Personnel Communication Network (PCN) สำหรับความถี่ย่าน 1800 MHz เพิ่มเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM ด้วย

ในปี 1996 High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) ถูกเสนอให้เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน GSM Phase 2 เทคโนโลยีนี้ยอมให้เครื่องลูกข่ายใช้ Time slot มากกว่าหนึ่งทำให้ความเร็วของการรับส่งข้อมูลสูงขึ้นจาก 14.4 kbps เป็น 64 kbps แต่โดยที่ยังคงใช้ Circuit Switched อยู่จึงไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ Bandwidth ดีขึ้น ต่อมา ระบบ GSM ได้นำเอา Packet Switching มาใช้และเป็นจุดกำเนิดของระบบ GPRS ซึ่งทำให้ความเร็วการรับส่งข้อมูลอยู่ที่ 171.2 kbps มาตรฐาน Phase 2 นี้แล้วเสร็จในปี 1999

ในปี 1999 ได้มีการนำเทคโนโลยี EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) ที่ยังคงใช้ช่องความถี่วิทยุและ Multiple Access แบบ TDMA เช่นเดียวกับ GSM แต่ Modulation เป็นแบบ 8PSK มาใช้ ทำให้สามารถเพิ่มความเร็วการรับส่งข้อมูลได้สูงถึง 384 kbps

ในสหรัฐอเมริกามีการพัฒนา Digital Cellular หลายมาตรฐานดังนี้

- United States Digital Cellular System (USDC) ได้นำเอาระบบ Digital มาใช้โดยได้ใช้คลื่นความถี่ย่าน 800 MHz เช่นเดียวกับระบบ AMPS สามารถรองรับผู้ใช้ได้ 3-6 เท่าของ AMPS ทั้งนี้ Electronic Industries Association and Telecommunication Industries Association (EIA/TIA) ได้กำหนดมาตรฐาน IS 54 ในปี 1990 ให้มีการใช้งานร่วมกับ AMPS โดยใช้ช่วงความถี่และแผนความถี่เดียวกัน ใช้สถานีฐานร่วมกัน เครื่องลูกข่ายเป็นแบบ Dual Mode ใช้งานได้ทั้งสองระบบ เรียกว่า Digital AMPS
- TDMA หรือ IS 136 ใช้ Multiple Access แบบ TDMA ใช้ย่านความถี่ 800 MHz มีความกว้างของ Spectrum เท่ากับ 1MHz ใช้เทคโนโลยีแบบ EDGE
- CDMA (Code Division Multiple Access) ที่บริษัท Qualcomm สหรัฐอเมริกาได้พัฒนาขึ้นและ TIA กำหนดเป็นมาตรฐาน IS 95 ระบบนี้มี Capacity สูงเป็น 10-20 เท่าของระบบ Analog มีค่าความกว้างของ Bandwidth เท่ากับ 1.25 MHz
- ในประเทศญี่ปุ่นได้พัฒนาเป็นระบบ Digital มาตั้งแต่ปี 1991 เรียกว่าระบบ Pacific Digital Cellular (PDC) หรือ Japan Digital Cellular (JDC) โดยใช้ Multiple Access

แบบ TDMA/FDD ระบบนี้มีการใช้งานเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น ไม่มีประเทศใดนำมาใช้
ให้บริการเลยต่างจาก GSM และ CDMA

1.3 โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3

นับตั้งแต่ระบบ Digital Cellular นำมาให้บริการในโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 เป็นต้นมา
ผู้ให้บริการให้ความนิยมในการใช้รับส่งข้อมูลนอกเหนือจากเสียงมากขึ้น ทำให้ทั้งประเทศในทวีป
ยุโรป อเมริกา และเอเชียเริ่มทำการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบให้มีความสามารถสูงขึ้นโดยประเทศญี่ปุ่นซึ่ง
ไม่ได้มีบทบาทมากในการทำมาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 ได้ทำการพัฒนาจัดทำมาตรฐาน
โครงข่ายขึ้นเองและจัดให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 เป็นชาติแรก ซึ่งต่อมาเมื่อทางยุโรปได้ทำ
มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 เสร็จทางญี่ปุ่นจึงได้ปรับมาตรฐานตามจนเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ในปีค.ศ. 1992 ทางทวีปยุโรปโดยคณะทำงาน GSM ได้มีการประชุมและตกลงที่จะ
ทำการศึกษาระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 เรียกว่าระบบ Universal Mobile Telecommunication System
(UMTS) โดยให้ทันใช้งานในปี 2000 ซึ่งต่อมาในคณะทำงานนี้ได้เปลี่ยนชื่อเป็นคณะ SMG (Special
Mobile Group)

ในปีค.ศ. 1996 ITU ได้มีแนวคิดที่ต้องการให้โทรคมนาคมเคลื่อนที่ทั่วโลกอยู่บนมาตรฐาน
เดียวกันภายใต้ชื่อ Future Public Land Mobile Telephone Network (FPLMTS) โดยจะทำการพิจารณา
ถึงแนวทางการพัฒนาจากการพัฒนาระบบเดิม ความถี่ที่จะนำมาใช้งาน ความร่วมมือของนานาประเทศ
ในการใช้ความถี่ใหม่เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั่วโลก มาตรฐานนี้จะรวมถึง Function ของโทรศัพท์
ติดตามตัว โทรศัพท์ไร้สาย โทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมเข้าด้วยกัน
โดยจะใช้น้ำหนักความถี่ 1885-2025 MHz และ 2110-2200 MHz ตามที่กำหนดไว้โดยที่ประชุม World
Administrative Radio Conference (WARC) ในปีค.ศ. 1992

ในปีค.ศ. 1998 ได้มีการพิจารณารวมข้อเสนอของประเทศในทวีปยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา
ประเทศญี่ปุ่น ประเทศจีน และประเทศเกาหลีรวม 16 ข้อเสนอโดย 10 ข้อเสนอเป็นเรื่องของระบบ
FPLMTS ที่ใช้งานบนพื้นโลก ส่วนอีก 6 ข้อเสนอเป็นเรื่องของบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม
ผลการประชุมไม่สามารถตกลงมาตรฐานใดมาตรฐานเดียวให้ใช้งานทั่วโลกได้ แต่ก็ตกลงที่จะรับ
มาตรฐานสำหรับ FPLMTS ไว้ 5 กลุ่ม คือ

- มาตรฐาน WCDMA
- มาตรฐาน CDMA 2000
- มาตรฐาน TD-SCDMA
- มาตรฐาน EDGE
- มาตรฐาน DECT

ทั้งนี้ได้เรียกกลุ่มมาตรฐานนี้ว่า IMT 2000 (International Mobile Telecommunications 2000) ตามปีที่มาตรฐานแล้วเสร็จ อย่างไรก็ตาม มาตรฐานที่ทั่วโลกทั้งผู้ผลิตอุปกรณ์และผู้ประกอบการนำมาให้บริการในโอกาสต่อมาเป็นที่ยอมรับเพียง 2 มาตรฐานคือ มาตรฐาน WCDMA จากกลุ่มทวีปยุโรป และมาตรฐาน CDMA 2000 จากสหรัฐอเมริกา

การจัดทำมาตรฐาน WCDMA ได้ดำเนินการภายใต้องค์กรที่จัดตั้งในปีค.ศ. 1998 คือ 3GPP (3rd. Generation Partnership Project) องค์กรนี้มีองค์กรที่กำหนดมาตรฐานของยุโรป คือ European Telecommunications Standard (ETSI) ของประเทศเกาหลีใต้คือ Telecommunication Technology Association (TTA) ของประเทศญี่ปุ่นคือ Association of Radio Industries and Business (ARIB) และ Telecommunications Technology Committee (TTC) ของประเทศสหรัฐอเมริกาคือ Standardization Committee T1-Technology (T1) ของประเทศจีนคือ China Wireless Telecommunication Standard (CWTS) รวมทั้งกลุ่มผู้ผลิตอุปกรณ์และผู้ให้บริการ โครงข่ายได้แก่ GSM Association, UMTS Forum, Global Mobile Suppliers Association, IPv6 Forum, และ Universal Wireless Communication Consortium มาเข้าร่วมสนับสนุนการจัดทำมาตรฐาน IMT2000 ที่พัฒนาจาก GSM และมาตรฐานการเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ UTRA

ในส่วนของมาตรฐาน CDMA 2000 ได้มีการจัดตั้งกลุ่ม 3GPP2 ในปี 1992 โดยมีองค์กร TTA ของประเทศสหรัฐอเมริกา, TTA ประเทศเกาหลีใต้, ARIB ประเทศญี่ปุ่น เป็นผู้ร่วมสนับสนุนในการกำหนดมาตรฐาน

ทั้งสองกลุ่มมีนโยบายร่วมกันในการพัฒนาโครงข่ายจากยุคที่ 2 เป็นยุคที่ 3 ในอันที่จะประกันการลงทุนในโครงข่ายเดิมให้ได้ประโยชน์อย่างสูง และให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจาก 2G ไป 3G เป็นไปด้วยความราบรื่น (Smooth Transition)

1.4 มาตรฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3

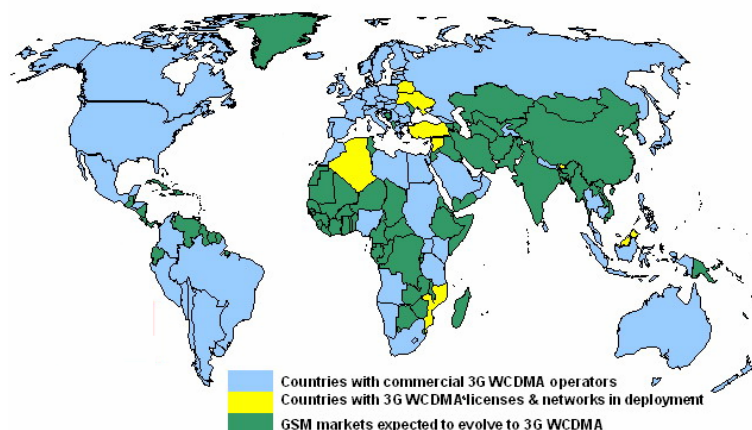
หลักการสำคัญที่ IMT 2000 ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของอุปกรณ์โครงข่ายและเครื่องลูกข่าย รวมทั้งมาตรฐานด้านคลื่นความถี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ได้แก่

- มี Platform สำหรับการหลอมรวมบริการต่างๆ ทั้งทางเสียง ข้อมูล อินเทอร์เน็ตและบริการพหุสื่อ ทั้งแบบประจำที่และแบบเคลื่อนที่
- มีความสามารถที่จะนำไปใช้ได้ทุกโครงข่ายทั่วโลก (Global Roaming)
- มีการเชื่อมต่อบริการโดยไม่ขาดตอน (Seamless Service)
- มีอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Transmission Rate) มากกว่า 144 Kbps ในทุกสถานะ สูงถึง 2 Mbps ในสถานะกึ่งเคลื่อนที่ และสูงถึง 384 Kbps ในสถานะเคลื่อนที่

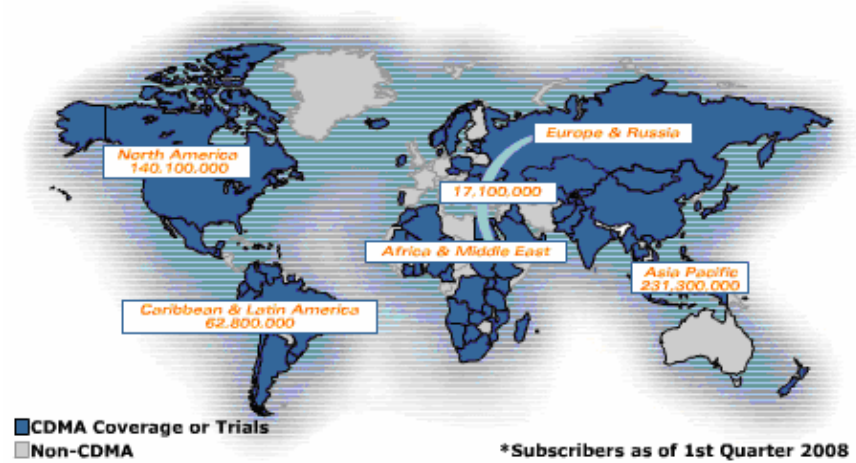
นอกจากนี้ยังแนะนำให้หน่วยงานกำกับดูแลดำเนินการจัดหาความถี่ตามที่ระบุไว้สำหรับ IMT 2000 สำหรับการพัฒนาระบบรวมทั้งให้กำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของระบบตามข้อเสนอแนะของ ITU สำหรับผู้ที่ขออนุญาตประกอบการ ITU ได้กำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ (Radio Interface) ของ IMT 2000 ไว้ 6 มาตรฐานคือ

- IMT-2000 CDMA Direct-Spread หรือ UTRA FDD WCDMA หรือ WCDMA เป็นวิวัฒนาการของ GSM มีความกว้างของแถบคลื่นความถี่/ช่องสัญญาณที่ 5 MHz โดยมี UMTS Terrestrial Radio Access Network แบบ FDD
- IMT-2000 CDMA Multi-Carrier หรือ CDMA 2000 1x เป็นวิวัฒนาการของระบบ CDMA ซึ่งมีความกว้างของแถบคลื่นความถี่/ช่องสัญญาณเท่ากับ 1.25 MHz และอยู่บน Framework แบบ FDD
- IMT-2000 CDMA TDD (Time Code) หรือ TD-SCDMA มี UMTS Terrestrial Radio Access Network แบบ TDD ซึ่งเป็นข้อเสนอของประเทศไทย
- IMT-2000 TDMA Single Carrier หรือ UWC-136 หรือ EDGE มี Interface แบบ TDMA (IS-136) และ UWC 136 (EDGE)
- IMT-2000 FDMA/TDMA(Frequency-time) หรือ DECT ใช้ FDMA TDMA/TDD ส่วนใหญ่จะใช้งานภายในอาคาร
- IMT-2000 OFDMA TDD WMAN

แผนที่แสดงประเทศที่มีโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ WCDMA และ CDMA 2000



ที่มา : The Global Mobile Suppliers Association (GSA) - ข้อมูล ณ เดือนพฤษภาคม 2008



ที่มา : CDMA Development Group (CDG) – ข้อมูล ณ ไตรมาสแรกของปี 2008

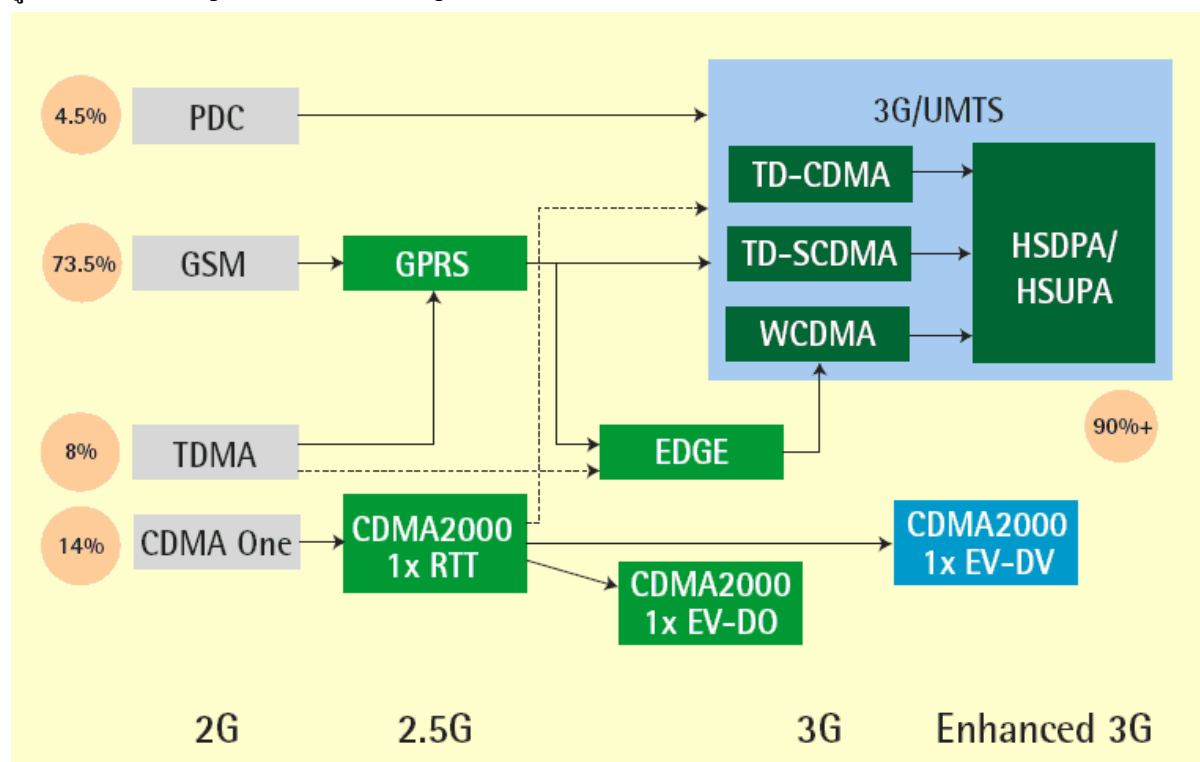
บทที่ 2 การดำเนินการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ในต่างประเทศ

จุดมุ่งหมายที่คณะกรรมการ IMT 2000 ต้องการให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 มีมาตรฐานเดียวใช้เหมือนกันทั่วโลกนั้น ไม่สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ก็เนื่องจากทั้งผู้ผลิตและผู้ประกอบการยังคงคำนึงถึงต้นทุนและมีความต้องการพัฒนา Hardware/Software โดยการ upgrade โครงข่ายเดิม อย่างไรก็ดีตาม จาก 5 มาตรฐานที่กำหนดจะเหลือเพียง 4 มาตรฐานที่มีการวิวัฒนาการต่อไปทั้งด้านอุปกรณ์โครงข่ายและเครื่องลูกข่าย คือ

- WCDMA ที่พัฒนามาจาก GSM
- CDMA 2000 ที่พัฒนาจาก CDMA
- TD-SCDMA ที่เป็นมาตรฐานของประเทศจีน
- IMT-2000 OFDMA TDD WMAN มาตรฐานล่าสุดในตระกูล IMT-2000 ที่ได้รับการอนุมัติในปี ค.ศ. 2007

จาก White Paper ของ UMTS Forum เมื่อเดือน ตุลาคม 2005 ได้มองแนวทางการพัฒนาของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 ทั้งระบบ GSM, PDC, TDMA, และ CDMA One ไปยัง 3G และต่อไปถึง Enhanced 3G อยู่เพียง 2 กลุ่มคือ กลุ่ม 3GPP และกลุ่ม 3GPP2 ตามรูปที่ 2.1 3G Operator Evolution Options from The UMTS Forum

รูปที่ 2.1 3G Operator Evolution Options



ที่มา : UMTS Forum

2.1 การดำเนินการของกลุ่ม 3GPP

กลุ่ม 3GPP ได้กำหนดมาตรฐานและพัฒนาโครงข่าย WCDMA หลายครั้งต่อเนื่องนับตั้งแต่มาตรฐาน 3GPP R99 หรือ R3 ที่กำหนดมาในปี 1999 ที่ได้รวมข้อกำหนดที่จำเป็นของระบบ WCDMA เช่น ความเร็วของการรับส่งข้อมูลที่ 2Mbps ความสามารถในการรองรับบริการหลากหลายเทคนิคที่จำเป็นในการเชื่อมต่อระหว่างระบบ WCDMA และ GSM เป็นต้น ในปี 2001 ได้กำหนดมาตรฐาน 3GPP R4 ที่มีการเปลี่ยนแปลงด้าน Circuit Switch ของ Core Network โดยมีการแยก User Plane กับ Control Plane ของอุปกรณ์ Mobile Switching Center (MSC) เป็น Media Gateway และ MSC Server ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้กำหนด IP Header Compression สำหรับการประยุกต์ใช้งานประเภท IP based ในปีต่อมา 2002 มาตรฐาน 3GPP R5 ได้กำหนดมาตรฐานของโครงข่ายเป็นโครงข่าย IP (End-to-End packet Switched Cellular ที่ใช้ IP เป็น Transport protocol) แทนการใช้ Signaling No. 7 ที่ใช้ใน Circuit Switched นอกจากนี้ยังเพิ่มคุณสมบัติใหม่ที่สำคัญ คือ การเพิ่ม HSPA (High Speed Packet Access) อันเป็นวิวัฒนาการที่สำคัญต่อ 3GPP Air Interface ในอันที่จะเพิ่มความเร็วในการรับส่ง High Speed Broadband ทั้งนี้การส่งข้อมูลจากโครงข่าย (High Speed Downlink Packet Access : HSDPA) ทางทฤษฎีได้ถึง 14.4 Mbps per User โดยยังคงใช้ Bandwidth 5 MHz เท่าเดิม ในปี 2005 มาตรฐาน 3GPP R6 กำหนดให้มีการปรับปรุงโครงข่ายให้มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล และ Throughput ให้

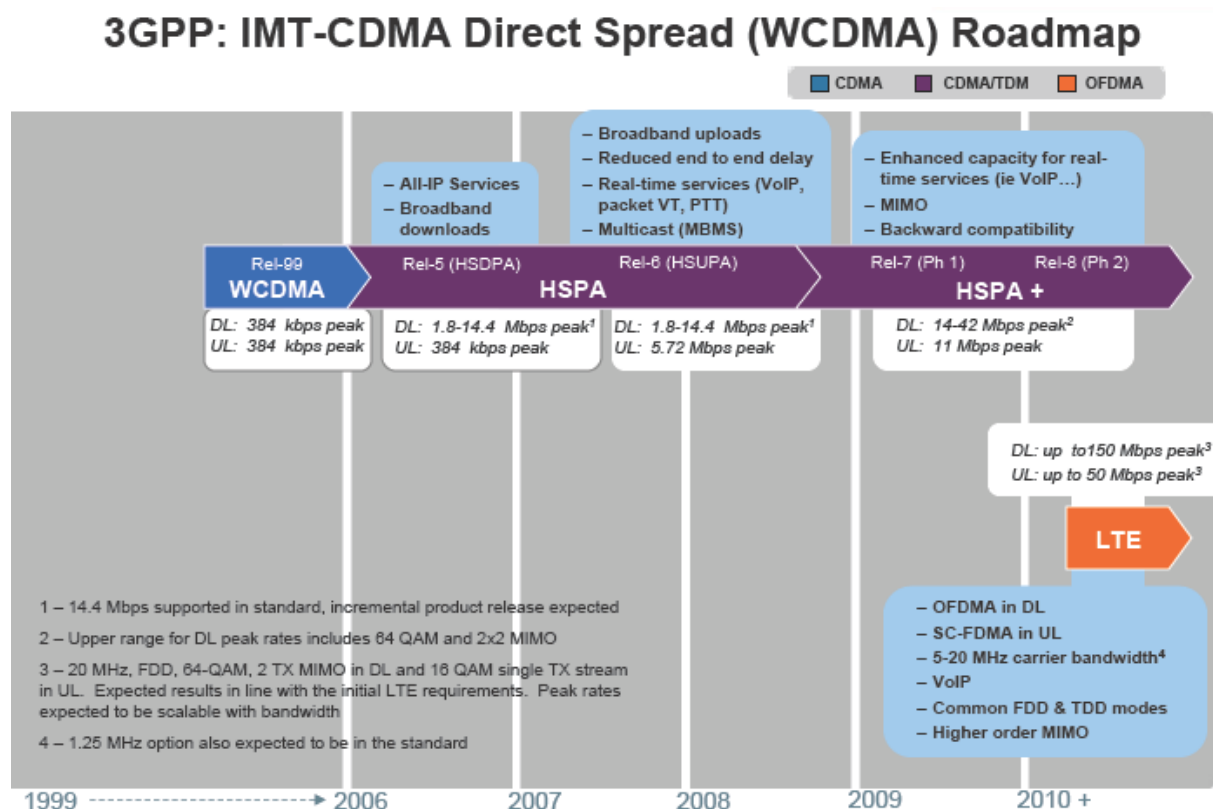
สูงขึ้นโดยการเพิ่มคุณสมบัติที่สำคัญ คือ High Speed Uplink Packet Access (HSUPA) ทำให้ความเร็วของการรับส่งข้อมูลเทียบเท่า Ethernet-based Network ที่ใช้ในโครงข่ายประจำที่

ด้วย HSDPA และ HSUPA ทำให้ผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงในขณะที่เคลื่อนที่ ดังนั้น HSPA จึงเป็นกุญแจสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้ประกอบการที่จะเห็นว่ามาตรฐาน WCDMA มีความสามารถที่จะแข่งขันกับมาตรฐานอื่นได้

หากคำนึงถึงการพัฒนาต่อไปในอนาคต บริษัท Qualcomm เจ้าของลิขสิทธิ์ CDMA ได้มองการพัฒนาสู่อนาคตของกลุ่ม 3GPP (ดังรูป 2.2) ว่าจะมีความเร็วของการรับส่งจะสูงถึง 150 Mbps Down link และ 50 Mbps Up link และในอีกไม่นาน 3 GPP Long Term Evolution (3 GPP LTE) ที่เป็นการวิวัฒนาการก้าวต่อไปของ GSM/UMTS สำหรับ Mobile Broadband Access

อุปกรณ์ LTE มีเป้าหมายในการเพิ่ม Capacity และ Data rate เพื่อสนับสนุนบริการใหม่ๆ ที่ต้องการทั้งคุณภาพและความสามารถสูง ต้องการอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูลทั้งขาขึ้นและขาลงที่สูงมาก โดยระบบใหม่นี้จะเป็นระบบ IP อย่างสมบูรณ์แต่ก็สามารถเชื่อมต่อกับระบบเดิมได้ และเป็นที่คาดว่าจะสามารถนำมาให้บริการเชิงพาณิชย์ได้ในปี 2009-2010 ข้อกำหนดของ LTE Radio Access Technology คาดว่าจะกำหนดได้ในมาตรฐาน 3GPP Release 8 ในมาตรฐานนี้ LTE สามารถทำงานได้ในหลายช่วงความถี่ตั้งแต่ 1.4-20 MHz โดยใช้ทั้ง FDD และ TDD mode ภายใต้มultiple Access แบบ OFDMA

รูปที่ 2.2 Roadmap ของเทคโนโลยี WCDMA โดยกลุ่ม 3GPP



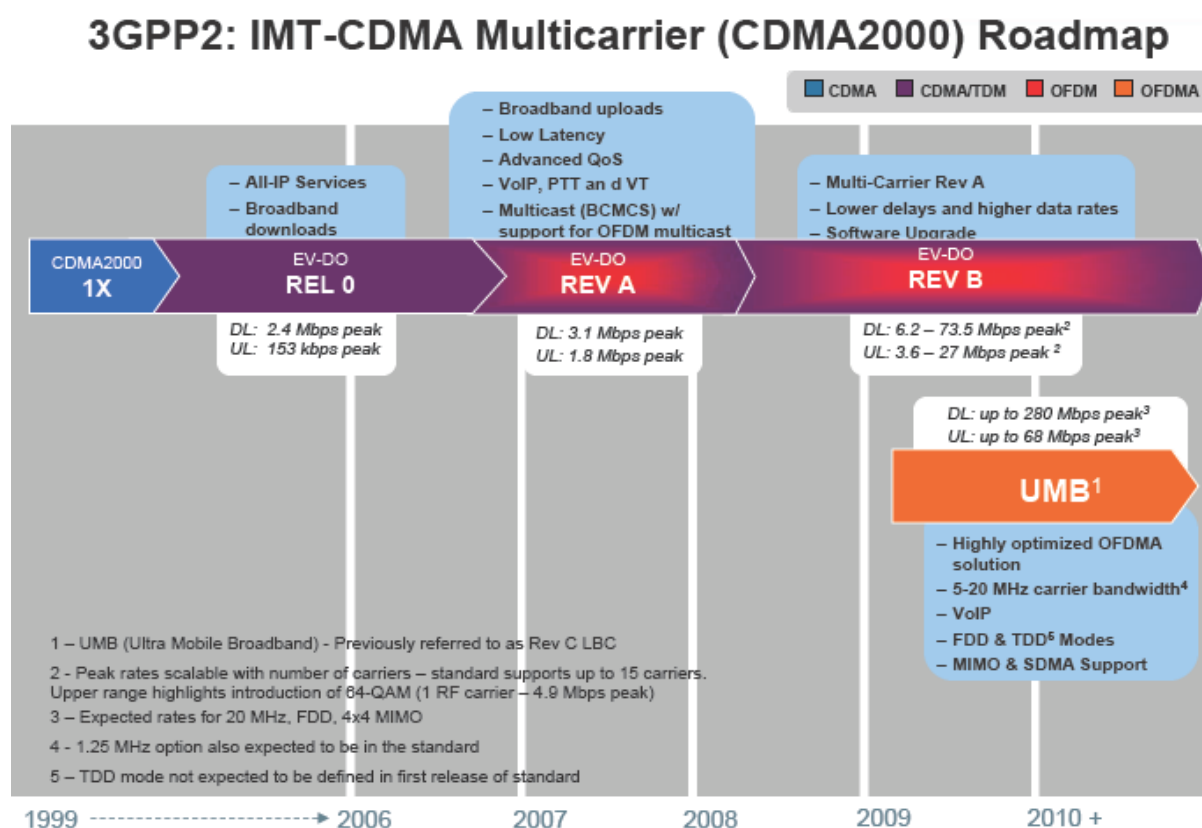
ที่มา : กลุ่ม 3GPP

2.2 การดำเนินการของกลุ่ม 3GPP2

กลุ่ม 3GPP2 ได้ทำการพัฒนามาตรฐาน CDMA 2000 1X ที่มีมาตั้งแต่ปี 1999 เป็น มาตรฐาน CDMA 2000 EV-DO Rel 0 ที่มีความเร็วด้าน Down link เท่ากับ 2.4 Mbps Peak และความเร็วด้าน Up link เท่ากับ 153 Kbps Peak โดยได้มีการใช้งานเชิงพาณิชย์ในปี 2006 และต่อมาในปี 2007 ได้กำหนด มาตรฐาน CDMA 2000 EV-DO Rev A โดยกำหนดความเร็วของการรับส่งด้าน Down link เป็น 3.1 Mbps peak และความเร็วของการรับส่งด้าน Up link เป็น 1.8 Mbps peak และเป็นที่ยอมรับว่าในปี 2009 จะได้เห็นมาตรฐาน CDMA 2000 EV-DO Rev B ที่สามารถเพิ่มความเร็วของการรับส่งด้าน Down link เป็น 6.2-73.5 Mbps peak และความเร็วในการรับส่งด้าน Up link เป็น 3.6-27 Mbps peak ทั้งนี้ในการ พัฒนาจะยังคงสามารถใช้ Core Network เดิมได้เป็นส่วนใหญ่โดยด้าน Hardware จะเปลี่ยน Card บางส่วนเท่านั้น พร้อมๆ กับการทำ Software Upgrade

สำหรับการพัฒนาในอนาคตของกลุ่ม 3GPP2 (ตาม Qualcomm Roadmap ในรูป 2.3) ตั้งแต่ปี 2010 เป็นต้นไป UMB (Ultra Mobile Broadband) ซึ่งจะใช้ Multiple Access แบบ OFDMA ทั้ง FDD และ TDD Mode (TDD Mode อาจไม่ได้ปรากฏในมาตรฐานแรกที่จะออกมา) และจะมี Carrier Bandwidth เท่ากับ 5-20 MHz ระบบนี้คาดว่าจะสามารถรับส่งด้วยความเร็วด้าน Down link สูงถึง 280 Mbps peak ส่วนด้าน Up link จะสามารถรับส่งด้วยความเร็วสูงถึง 68 Mbps peak

รูปที่ 2.3 เทคโนโลยี CDMA 2000 โดยกลุ่ม 3GPP2



ที่มา : กลุ่ม 3GPP2

2.3 ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 มาตรฐาน WCDMA

จากการสำรวจของ Global Mobile Suppliers Association (GSA) ในรายงาน GSM/3G Market /Technology Update เมื่อ 10 มีนาคม 2008 ปรากฏว่า

- มีโครงข่าย WCDMA จำนวน 211 โครงข่ายให้บริการเชิงพาณิชย์แล้วใน 91 ประเทศ
- ส่วนแบ่งการตลาดของโครงข่าย WCDMA มากกว่าร้อยละ 72 จากโครงข่าย 3G ทั้งหมด 293 โครงข่ายที่ได้ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้วทั่วโลก
- มี WCDMA Terminal devices ได้นำออกสู่ตลาดแล้วกว่า 800 ชนิด(ข้อมูล ตุลาคม 2007)
- มีลูกค้า WCDMA เพิ่มขึ้นประมาณ 6.9 ล้านรายต่อเดือนในครึ่งปีหลังของปี 2007 และทั้งปี 2007ลูกค้าเพิ่ม 80 ล้านราย ทำให้สิ้นปี 2007 มีลูกค้ากว่า 179 ล้านราย
- มีผู้ให้บริการตกลงที่จะใช้ HSDPA จำนวน 220 รายใน 92 ประเทศทั่วโลก และได้ให้บริการไปแล้ว 185 ราย เฉพาะปี 2007 มีผู้ให้บริการ HSDPA ถึง 80 ราย ทั้งนี้ 65 % ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์ได้ให้บริการที่ความเร็วที่ 3.6 Mbps peak หรือสูงกว่า และ 20% ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์ไปแล้วให้บริการที่ความเร็ว 7.2 Mbps peak หรือสูงกว่า
- มีโครงข่ายที่ให้บริการเชิงพาณิชย์แบบ HSUPA แล้วกว่า 34 โครงข่ายใน 26 ประเทศ
- มีอุปกรณ์ HSDPA จำนวน 403 devices อยู่ในท้องตลาดโดยผู้ผลิต 80 ราย

ระบบ WCDMA ที่ให้บริการอยู่ทั่วโลกตามมาตรฐาน 3G (IMT-2000 Direct Spread) ส่วนใหญ่จะให้บริการในย่านความถี่ IMT 2000 Core band คือ ความถี่ช่วง 1920-1980 MHz จับคู่กับความถี่ช่วง 2110-2170 MHz

นอกจากนั้น ระบบ WCDMA รวมถึง HSPA ที่ให้บริการในปัจจุบันได้มีผู้ประกอบการใช้ย่านความถี่ในหลายย่านความถี่ทั้ง 850, 900, 1700, และ 1800MHz, เพิ่มจาก 1900, และ 2100 MHz

อนึ่งย่านความถี่ล่าสุดที่กำหนดเพิ่มเติมในปี 2007 คือช่วง 2300-2400 MHz ได้มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้งานแล้วและการให้ใบอนุญาตในการประกอบการความถี่ย่านนี้สำหรับ Wireless/Mobile Services ได้เริ่มแล้ว และจะคงมีต่อเนื่องไปในปีหน้าโดยผู้ให้บริการจะได้มีโอกาสในการขอใช้ความถี่ใหม่นี้ในการขยายธุรกิจการให้บริการ Mobile Broadband ทั้งนี้ผู้ผลิตอุปกรณ์ก็แสดงความสนใจอย่างมากที่จะผลิตอุปกรณ์สำหรับความถี่ย่านนี้มาจำหน่าย

ในสหรัฐอเมริกาได้มีการประมูลความถี่ (Auction) 62 MHz of Spectrum ในความถี่ย่าน 700 MHz ซึ่งจะเป็นระบบ WCDMA-HSPA เช่นกัน

ขณะเดียวกันมีแนวโน้มสูงมากที่จะมีการนำเอาความถี่ย่าน 900 MHz ที่ปัจจุบันใช้ในโครงข่าย GSM/EDGE มาใช้ในระบบ WCDMA-HSPA เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขยายพื้นที่บริการ ข้อกำหนดทางเทคนิคของ WCDMA-HSPA ในย่าน 900 MHz (UMTS 900) ได้กำหนดโดยกลุ่ม 3GPP เรียบร้อยแล้วตั้งแต่เดือนธันวาคม 2005 โดยทำการกำหนดคู่ความถี่ในช่วง 880-915 MHz (up link) และ ช่วง 925-960 MHz (down link) ทั้งนี้ได้มีผู้เปิดให้บริการและเตรียมเปิดให้บริการในหลายประเทศ ดังนี้¹

- Elisa ได้เป็นผู้ให้บริการรายแรกของโลกที่เปิดให้บริการเชิงพาณิชย์ UMTS 900 ในประเทศฟินแลนด์ เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2007
- Elisa ก็ได้เปิดให้บริการ UMTS 900 ในประเทศ Estonia เมื่อเดือนมกราคม 2008
- Vodafone และ Optus ประเทศออสเตรเลียได้ประกาศที่จะใช้ความถี่ย่าน 900 MHz ในการขยายพื้นที่บริการ 3G/HSPA โดยใช้ความถี่ย่าน 900 MHz มาเสริมระบบ 3G/HSPA ที่ใช้ความถี่ย่าน 2100 MHz เมื่อเดือนธันวาคม 2007
- ในประเทศฝรั่งเศส Orange ประกาศความสำเร็จการทดลอง UMTS-HSDPA ย่านความถี่ 900 MHz ตั้งแต่เดือนมกราคม 2006 และ SFR ได้เสร็จการทดลองในเดือนกุมภาพันธ์ 2007 ขณะเดียวกันหน่วยงานกำกับดูแล (ARCEP) ได้อนุมัติแผนการที่จะอนุญาตให้ผู้ประกอบการ GSM ปัจจุบันสามารถนำเอาความถี่เดิมย่าน 900 MHz มาให้บริการ 3G และได้ประกาศว่าผู้ที่ขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G รายใหม่ (ใบอนุญาตรายที่ 4 ของระบบ UMTS) จะได้รับให้ดำเนินการในย่านความถี่ 900 MHz ทันทีที่ผู้ประกอบการที่มีอยู่เดิมคืนความถี่ย่านนี้มา ย่านความถี่นี้จะได้คืนในปลายปี 2009 สำหรับการบริการในเมืองที่มีประชากรหนาแน่นและในปลายปี 2012 สำหรับในส่วนที่เหลือของประเทศ
- ในประเทศนิวซีแลนด์ Vodafone ได้ทำสัญญากับผู้ผลิตที่จะติดตั้งระบบ UMTS 900 ปลายเดือนพฤษภาคม 2007 โดยจะเริ่มติดตั้งในเดือนกรกฎาคม 2007 โดยมีกำหนดการเปิดบริการในครึ่งปีแรกของปี 2008
- ในประเทศโปรตุเกส Vodafone ได้ทำการทดสอบในเดือนธันวาคม 2006 สำหรับระบบ 900 MHz

¹ ข้อมูลจาก Global Mobile Suppliers Association : Information Paper GSM/3G Market /Technology Update ฉบับวันที่ 30 มกราคม 2008

- ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์จะมีการต่ออายุใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM จำนวน 3 รายคือ Orange, Sunrise, และ Swisscom Mobile ที่จะหมดอายุในเดือนพฤษภาคม 2008 ใบอนุญาตนี้จะมีอายุ 5 ปีและจะยอมให้ดำเนินการให้บริการ UMTS 900 ได้
- ในประเทศเยอรมัน ประเทศอังกฤษ ประเทศสเปนและประเทศโปรตุเกสยังอยู่ระหว่างการประกาศที่จะทำการพิจารณาขานความถี่ที่ขณะนี้ผู้ประกอบการระบบ GSM ใช้ให้บริการอยู่ทั้งย่านความถี่ 900 MHz และย่านความถี่ 1800 MHz ว่าจะดำเนินการอย่างไรในอนาคตอันใกล้ที่ใบอนุญาตเหล่านี้จะหมดอายุลง ทั้งนี้รวมถึงการนำกลับมาเพื่อเอามาให้บริการ 3G ต่อไปซึ่งเป็นก้าวแรกของการทำ GSM Reframing

ในขณะที่ความถี่ย่าน 850 MHz ซึ่งสามารถนำมาให้บริการ WCDMA-HSPA ได้ในทำนองเดียวกับความถี่ย่าน 900 MHz โดยมีข้อดีทำนองเดียวกันและใช้งานกันกว้างขวางในสหรัฐอเมริกาและออสเตรเลียก็มีการพิจารณาที่จะนำมาใช้สำหรับระบบ UMTS เช่นกัน

ในด้านเครื่องถูกขาย Nokia 6121 สามารถใช้งานได้ทั้ง WCDMA-HSDPA ในย่าน 900 MHz และ 2100 MHz และสามารถร่วมใช้กับ GSM/EDGE ในความถี่ย่าน 850/900/1800/1900 MHz

โดยสรุป ทั่วโลกมีผู้ประกอบการให้บริการระบบ WCDMA และย่านความถี่ที่ใช้ตามตารางที่ 1 ในภาคผนวก 1

2.4 ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 มาตรฐาน CDMA 2000 1x

จากข้อมูลสถิติของ CDG (CDMA Development Group) ณ.วันที่ 13 มีนาคม 2008² ในการให้บริการตามมาตรฐาน CDMA 2000 1x ซึ่งรวมกันทั้งที่เป็นระบบ CDMA 2000 1x และระบบ CDMA 2000 1x EV-DO ปรากฏว่าทั่วโลกมีผู้ให้บริการทั้งหมดใน 99 ประเทศจำนวนทั้งสิ้น 252 ราย โดยจะอยู่ในย่าน

- Asia Pacific มีผู้ให้บริการ 29 ประเทศจำนวนผู้ให้บริการ 70 ราย
- North America มีผู้ให้บริการ 2 ประเทศจำนวนผู้ให้บริการ 40 ราย
- Latin America มีผู้ให้บริการ 46 ประเทศจำนวนผู้ให้บริการ 45 ราย
- Europe มีผู้ให้บริการ 12 ประเทศจำนวนผู้ให้บริการ 48 ราย
- Africa และ Middle East มีผู้ให้บริการ 30 ประเทศจำนวนผู้ให้บริการ 49 ราย

² ข้อมูลจาก Website CDG (CDMA Development group) เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2008

จากจำนวนที่ให้บริการจะมีการให้บริการในระบบ CDMA 2000 1x ในเชิงพาณิชย์แล้ว 248
โครงข่าย และอยู่ระหว่างเตรียมการให้บริการอีก 28 โครงข่าย จะเป็นระบบ

- CDMA 1x Ev-DO Rel.0 ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้วจำนวน 83 โครงข่าย อยู่ระหว่างการเตรียมการให้บริการอีก 51 โครงข่าย
- CDMA 2000 1x Ev-DO Rev.A ที่มีผู้ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้ว 25 โครงข่าย และอยู่ระหว่างการเตรียมการเปิดให้บริการอีก 29 โครงข่าย

นอกจากนี้ ยังมีผู้ที่ให้บริการทำการทดสอบการให้บริการโดยจะเป็นระบบ CDMA 2000 1x อยู่ 5 โครงข่าย เป็นระบบ CDMA 2000 1x Ev-DO Rel.0 อยู่ 4 โครงข่าย และเป็นระบบ CDMA 2000 1x Rev.A อยู่ 1 โครงข่าย

การให้บริการโดยผู้ให้บริการข้างต้นเป็นการดำเนินการใช้ความถี่ย่าน 800/850/1900 MHz ในขณะที่เริ่มมีการนำเอาความถี่ย่าน 450 MHz มาให้บริการร่วมด้วย ซึ่งมีผู้ให้บริการแล้วใน 47 ประเทศทั่วโลก ซึ่งมีจำนวนผู้ให้บริการอยู่ 83 ราย แยกเป็นผู้ให้บริการในย่าน

- Asia Pacific จำนวน 15 ประเทศ 19 ราย
- Latin America จำนวน 4 ประเทศ 4 ราย
- Europe and Russia จำนวน 11 ประเทศ 43 ราย
- Africa และ Middle East จำนวน 17 ประเทศ 17 ราย

โดยจะเป็นระบบ CDMA 2000 1x ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้วทั่วโลกจำนวน 76 โครงข่าย และอยู่ระหว่างเตรียมเปิดให้บริการอีก 13 โครงข่าย ทั้งนี้จะเป็นการให้บริการในระบบ

- CDMA 2000 1x Ev-DO Rel.0 ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้ว 25 โครงข่าย และอยู่ระหว่างเตรียมการเปิดให้บริการอีก 20 โครงข่าย
- CDMA 2000 1x Ev-DO Rev. A ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์แล้ว 6 โครงข่าย และอยู่ระหว่างเตรียมการเปิดให้บริการอีก 7 โครงข่าย

ขณะเดียวกันยังมีผู้ให้บริการอยู่ระหว่างการทดสอบการให้บริการในระบบ CDMA 2000 1x อยู่ 4 รายและระบบ CDMA 2000 1x Ev-DO อยู่ 2 ราย

ในส่วนของจำนวนผู้ใช้บริการทั่วโลกในระบบ CDMA 2000 หากรวมทั้ง CDMA 2000 1x รวมกับ CDMA 2000 1x Ev-DO Rel. 0 และระบบ CDMA 2000 1x Ev-DO Rev. A จะมีจำนวน 417,500,000 ราย แต่ถ้านับเฉพาะระบบ CDMA 2000 1x Ev-DO Rel.0 กับระบบ CDMA 2000 1x Ev-DO Rev. A จะมีจำนวน 90,564,000 ราย

ทั้งนี้รายชื่อประเทศ รายชื่อผู้ให้บริการ ระบบที่ให้บริการ ความถี่ที่ใช้ในการให้บริการ ตลอดจนสถานะของการให้บริการ จะปรากฏในตารางที่ 2 ในภาคผนวก 1

บทที่ 3 การดำเนินการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ได้รับการจัดสรรคลื่นความถี่โดยตรงจากกรมไปรษณีย์โทรเลข คือ บมจ.ทีโอที และบมจ.กสท โทรคมนาคม และบริษัทเอกชนที่ดำเนินการให้บริการภายใต้สัญญาความร่วมมือการทำงานกับหน่วยงานรัฐวิสาหกิจทั้งสองหน่วย ได้แก่ บมจ.แอ็ดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS), บมจ.โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น (DTAC), บริษัท ทรูมูฟ จำกัด (TRUE MOVE), บริษัท ดิจิทัลโฟน จำกัด (DPC) รวมทั้งยังมีหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่เกิดจากการร่วมทุนระหว่าง บมจ.ทีโอที และบมจ.กสท โทรคมนาคม คือ บริษัท เอซีที โมบาย จำกัด (THAI MOBILE) นอกจากนี้ บมจ.กสท โทรคมนาคม ยังได้มอบหมายให้ บริษัท HUTCHISON ร่วมดำเนินการด้านการตลาดในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ CDMA ในกรุงเทพมหานคร จังหวัดในภาคกลาง และจังหวัดในชายฝั่งทะเลตะวันออกและฝั่งตะวันตก รวมทั้งสิ้น 25 จังหวัด

การจัดสรรความถี่สำหรับการให้บริการแก่หน่วยงานใด ในย่านใดบ้างและผู้ให้บริการคือหน่วยงานใดให้บริการในระบบใดเป็นไปตามตารางข้างล่าง

| ความถี่ที่ได้รับการจัดสรร Up link MHz | ความถี่ที่ได้รับการจัดสรร Down Link MHz | ระบบที่ใช้ | หน่วยงานที่ได้รับ | หน่วยงานผู้ให้บริการ |
|--|--|------------------|-------------------|----------------------|
| 479-483.5 | 489-493.5 | NMT | ทีโอที | TOT |
| 824-835 845-846.5 | 869-880 890-891.5 | AMPS CDMA2000 | กสท โทรคมนาคม | CAT TELECOM |
| 835-845 846.5-849 | 880-890 891.5-894 | AMPS | กสท โทรคมนาคม | DTAC |
| 897.5-905 905-915 | 942-5-950 950-960 | GSM | ทีโอที | AIS |
| 1710-1722.6 | 1805-1817.6 | PCN | กสท โทรคมนาคม | TRUE MOVE |
| 1722.6-1747.9 1760.5-1785 | 1817.6-1842.9 1855.5-1880 | PCN | กสท โทรคมนาคม | DTAC |
| 1747.9-1760.5 | 1842.9-1855.5 | PCN | กสท โทรคมนาคม | DPC |
| 1885-1900 | 1965-1980 | GSM | ทีโอที | THAI MOBILE |
| 1965-1980 | 2155-2170 | IMT2000 | ทีโอที | THAI MOBILE |

จากการจัดสรรความถี่ที่มีผู้ประกอบการได้รับไปแล้วในปัจจุบันนั้น ได้มีการจัดสรรย่านความถี่ช่วง 1965-1980 MHz และช่วงความถี่ 2155-2170 MHz ให้กับ บมจ.ทีโอทีและบมจ.กสท โทรคมนาคมไปแล้ว ซึ่งภายหลัง บมจ. กสท ได้โอนคลื่นดังกล่าวให้ บมจ. ทีโอที แต่จนถึงปัจจุบันยังมีได้นำมาให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3

นอกจากนี้ ย่านความถี่ที่ได้จัดสรรให้แก่บมจ.ทีโอทีและบมจ.กสทโทรคมนาคมที่ทั้งสองหน่วยงานดำเนินการเอง และมอบให้บริษัทเอกชนร่วมให้ดำเนินการในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 1 และโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 ในปัจจุบันก็อยู่ในย่านความถี่ที่ ITU กำหนดให้ใช้ในการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ได้เช่นกัน และได้มีผู้ประกอบการพัฒนาโครงข่ายบนย่านความถี่วิทยุเดิม (In-band migration) ไปสู่โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3

สำหรับแนวโน้มในอนาคต การพัฒนาการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของไทยไปสู่การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 สำหรับผู้ประกอบการเดิมในปัจจุบันก็คงเป็นไปในแนวทางที่เป็นอยู่ในประเทศต่างๆทั่วโลก ก็จะใช้มาตรฐานที่มีผู้นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันทั่วโลกคือ

- มาตรฐาน WCDMA ซึ่งเป็นมาตรฐานที่มีจำนวนผู้ประกอบการส่วนใหญ่ในโลกที่นิยมมาให้บริการ มีการให้บริการหลายย่านความถี่ที่ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 ในปัจจุบันสามารถนำเอามาพัฒนาระบบเดิมให้เป็นระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3 ได้ ซึ่ง บมจ. แอควานซ์ อินโฟร เซอร์วิส ได้ให้บริการแล้วในบางพื้นที่
- มาตรฐาน CDMA 2000 เป็นมาตรฐานที่ปัจจุบัน บมจ.กสทโทรคมนาคมได้นำมาเปิดให้บริการแล้ว

บทที่ 4 เทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 3

4.1 เทคโนโลยีด้านวิทยุ (Radio Technology)

มาตรฐาน IMT-2000 ถูกกำหนดมาให้เกิดความยืดหยุ่นสูง สามารถรองรับการให้บริการต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เทคนิคของการเข้าถึงโครงข่ายทางวิทยุเพื่อให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อทางวิทยุ 6 แบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะมีเทคนิคการเข้าถึงอยู่ได้หลายรูปแบบ คือ

4.1.1 FDMA (Frequency Division Multiple Access) ในระบบนี้ความถี่ที่ได้รับจัดสรรเพื่อให้บริการจะถูกแบ่งเป็นช่องความถี่ย่อย ๆ แต่ละช่องสามารถนำมาใช้ในการสนทนาด้วยเสียงพูด หรือทำการรับส่งข้อมูล โดยในช่องย่อยนี้ ช่องใดช่องหนึ่งจะถูกกำหนดให้กับผู้ใช้บริการรายใดรายหนึ่งในแต่ละครั้ง ผู้ใช้บริการรายอื่นต้องใช้ช่องย่อยอื่นไม่สามารถใช้ช่องนี้ได้จนกว่าผู้ใช้บริการรายนี้ยุติการสนทนาโดยการวางหูโทรศัพท์หรือมีการย้ายข้าม Cell ไปที่อื่น FDMA เป็นที่นิยมนำมาใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 1

4.1.2 TDMA (Time Division Multiple Access) เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในระบบ Digital Cellular โดยจะทำการแบ่งช่อง Cellular เป็น Time slots ทั้งนี้เพื่อที่จะเพิ่มจำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการรับส่ง ผู้ใช้บริการไม่แต่เพียงได้รับการจัดสรรความถี่ แต่ได้รับการจัดสรรช่วงเวลาในความถี่นั้นให้ด้วย TDMA ถูกนำมาใช้ในระบบ D-AMPS, GSM และ PDC

4.1.3 CDMA (Code Division Multiple Access) ต่างจาก 2 แบบแรก โดย Multiplexing scheme จะใช้ย่านความถี่ทั้งหมดที่ได้รับการจัดสรรเพื่อ Multiplex ข้อมูลของผู้ใช้บริการทุกรายทั่วย่านความถี่ในเวลาเดียวกัน ผู้ใช้บริการจะได้รับการกำหนด Carrier frequency และ Code ที่เรียกว่า Pseudo random noise code ซึ่งหลังจาก Digitize ข้อมูลแล้ว CDMA จะทำหน้าที่กระจายข้อมูลเหล่านี้ไปยังย่านความถี่ที่ได้รับการจัดสรร ข้อมูลของผู้ใช้บริการแต่ละรายจะวางทับกันในแต่ละช่องที่กำหนดรหัสเอาไว้ สัญญาณเสียงแบบ Narrow band จะกระจายทั่ว Pseudo noise code เพื่อกระจายกำลังของสัญญาณส่งไปทั่ว Carrier spectrum ผู้เครื่องรับ ซึ่งจะใช้รหัสเดียวกันในการถอดรหัสสัญญาณ Wideband ที่ส่งมาและทำการถอดรหัสเป็นสัญญาณเสียงแบบ Narrow band หลักการนี้จะนำมาใช้ในการจัดทำระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 และยุคที่ 3

4.1.4 WCDMA (Wideband CDMA) จะต่างจาก CDMA ที่ใช้งานในโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุค 2 ที่ Carrier bandwidth โดยในส่วนของ WCDMA จะอยู่ที่ 5 MHz. ขณะที่ CDMA ยุค 2 เช่น IS-95 จะอยู่ที่ 1.25 MHz. ทั้งนี้ในส่วนของ CDMA 2000 ซึ่งใช้ Multi carrier arrangement จะใช้ 5 MHz. เช่นเดียวกัน WCDMA มี 2 แบบที่ใช้ คือ WCDMA ใน Frequency Division Duplex Mode (FDD) และ WCDMA

ใน Time Division Duplex Mode (TDD) โดยทั้ง 2 ระบบรู้จักกันในนามของ DS – CDMA (Direct Sequence CDMA)

4.1.5 FDD และ TDD Mode

UMTS ได้กำหนดพื้นฐานของ Radio Interface ในการดำเนินการอยู่ 2 แบบ คือ FDD และ TDD FDD หรือ Frequency Division Duplex จะใช้ 2 ช่องสัญญาณสำหรับการส่งข้อมูล Up link (ส่งข้อมูลจากสถานีลูกข่ายไปยังสถานีฐาน) และ Down link (ส่งข้อมูลจากสถานีฐานมายังสถานีลูกข่าย) แบบ Paired spectrum โดยจะส่งข้อมูลกันคนละความถี่ในเวลาเดียวกัน และป้องกันการแยกจากกันอย่างเด็ดขาด FDD จะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมแก่การสื่อสารทางเสียง แต่พบว่าจะทำให้ไม่เหมาะกับการรับส่งข้อมูล โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้อินเตอร์เน็ตเบราว์เซอร์เป็นที่นิยมมากขึ้น FDD จะเหมาะแก่การใช้งานให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ส่วนใหญ่จึงนิยมใช้กับสถานะแวดล้อมของ Macro หรือ Micro cell ที่มีการเคลื่อนที่สูง³

TDD หรือ Time Division Duplex การส่งข้อมูลทางด้าน Up link และ Down link เป็นแบบ Unpaired spectrum ใช้ความถี่เดียวกัน โดยแบ่งการส่งคนละช่วงเวลา การกำหนดรหัสและ Bandwidth ถูกดำเนินการตามความต้องการในทิศทางของ Up link และ Down link โดยในการส่งจะแบ่งช่วงเวลาเป็น Frame ในแต่ละ Frame จะแบ่งช่วงเวลาย่อยเป็น sub frame 2 sub frame (สำหรับ Up link และ Down link คนละ sub frame) โดยการส่งข้อมูลทิศทาง Up link จะส่งในช่วงเวลา Up link sub frame และการส่งข้อมูลทิศทาง Down link จะส่งในช่วงเวลา Down link sub frame ระบบ TDD สามารถรองรับการเปลี่ยนช่วงเวลาของ frame โดยการเปลี่ยนช่วงเวลาของ sub frame ทั้งด้าน Up link และ Down link โดยขึ้นอยู่กับปริมาณทราฟฟิกของ Up link และ Down link ทำให้ TDD มีความยืดหยุ่นต่อการจัดการด้าน Bandwidth TDD จะเหมาะกับสภาพแวดล้อมที่มีความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิกสูง เช่น บริเวณสนามบิน ศูนย์การค้า ชุมชนกลางเมืองใหญ่ สนามกีฬา ตลอดจนภายในอาคารสำนักงานที่มีพนักงานหนาแน่น⁴

ในด้านอุปกรณ์ อุปกรณ์ TDD ส่วนประกอบของภาครับและภาคส่งบางส่วนสามารถใช้งานร่วมกันได้ ต่างจาก FDD ที่ต้องเป็นคนละชุด ทำให้ราคาของอุปกรณ์ TDD ต่ำกว่าอุปกรณ์ FDD แต่จากการที่ FDD ใช้ช่องสัญญาณ 2 ช่องสัญญาณทำให้สามารถรองรับจำนวนสถานีลูกข่ายได้มากกว่า อย่างไรก็ตาม TDD จะมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ Bandwidth ได้ดีกว่า FDD สามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนของ frame ในการรองรับ Asymmetry traffic ที่มีทิศทาง Down link มากกว่า Up link ได้ โดยที่มีข้อดีข้อเสียคนละอย่างกัน การจะเลือกใช้เทคโนโลยี FDD หรือ TDD ขึ้นอยู่กับการออกแบบของงาน งบประมาณการลงทุน และคุณสมบัติของระบบที่ต้องการนำมาใช้งาน

³ ที่มา : Deployment of IMT-2000 Systems ITU Version 0g : 24 September 2002

⁴ ที่มา : Deployment of IMT-2000 Systems ITU Version 0g : 24 September 2002

4.2 เทคโนโลยีด้านโครงข่าย (Network Technology)

มาตรฐานด้านโครงข่ายของ IMT 2000 จะรองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อของโครงข่าย 2 แบบ คือ UMTS MAP และ ANSI-41 โดยจะมีเทคโนโลยีและ Protocol ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการดำเนินการทาง IMT 2000 Core network 2 แบบ คือ Asynchronous Transfer Mode (ATM) และ Internet Protocol (IP)

4.2.1 ATM จะเป็นระบบชุมสายที่มีความเร็วสูง Delay ต่ำ สามารถรองรับทราฟฟิกทุกรูปแบบ ATM คือ layer 2 protocol หรือ data link protocol ใน OSI model ซึ่งมี function ต่าง ๆ ดังนี้

- Flow control ระหว่าง CPE (Customer Premises Equipment) และ Data Terminal Equipment (DTE) และระหว่าง DTE กับ DTE
- Detection of corrupted data
- Sequencing of traffic
- Conversion of bit stream จาก Physical layer ไปยัง stream of frames สำหรับใช้ใน network layers

ATM เป็นแบบ Connection oriented คือ จะมีการทำให้เกิดเสมือนการเชื่อมต่อตรงระหว่างต้นทางกับปลายทางเพื่อรับส่งข้อมูล จุดหมายปลายทางจะถูกกำหนดเมื่อมีการเรียกติดต่อ (Call set-up) โดยข้อมูลทั้งหมดก็จะถูกส่งไปยังปลายทางด้วยความเร็วสูงสุดผ่านโครงข่ายการเชื่อมต่อลักษณะนี้เรียกว่า Virtual circuit นอกจากนี้ ATM เป็นแบบ Packet oriented transfer mode ขึ้นอยู่กับ Fixed length cells แต่ละ cell จะประกอบด้วย Information field และ Header ซึ่งใช้ในการกำหนด Virtual channel เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่ต้องการ ATM จะใช้ Statistical Multiplexing เพื่อใช้ bandwidth ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะทำได้ โครงข่าย ATM จะมี 2 ส่วนคือ

- ATM end-station หรือ CSU ประกอบด้วย Network Interface Cards (NICS) ซึ่งจะช่วยในการ Segmentation และ Recovery (SAR) ของ non-ATM protocol โดยใช้ ATM adaptation layer (AAL)
- ATM Core switch จะทำหน้าที่เป็น error detection และ call forwarding ข้อดีของ ATM คือ การให้บริการในหลากหลายย่านความถี่ สนับสนุน non-standard virtual bit rates สนับสนุน SDH hierarchy สนับสนุน traffic types และ multiple protocols หลากหลายรูปแบบ

4.2.2 Internet Protocol (IP) คือ layer 3 protocol หรือ network layer ใน OSI Model ทำหน้าที่ในการ segmentation และ re-assembly ของ large user data packets, addressing, deliver of user data, quality of service negotiation และ Internet working operation

IP เป็นแบบ Connectionless protocol โดยทราฟฟิกจะถูกส่งไปแบบ hop-by-hop ถึงจุดหมายปลายทาง โดยอาจไปยังปลายทางโดยตรงเลย หรือผ่าน Router อื่นภายในโครงข่ายก่อน ในการส่ง data

packet IP node จะดู header ของข้อมูลที่เข้ามาว่ามีจุดหมายปลายทางที่ใด โดยจะตรวจสอบจาก Routing table ที่มีอยู่หากพบจะส่งไปยังปลายทางที่กำหนดไว้ หากไม่พบจะทำการคำนวณเปรียบเทียบหาเส้นทางที่จะไปปลายทางได้ในราคาที่ถูกลงที่สุด แล้วส่งไปทางทิศทางนั้น

IP มีข้อดีที่มีการใช้กันแพร่หลายใน Platforms ต่าง ๆ เป็นเทคโนโลยีที่มีการทดสอบ และยอมรับในการใช้งานที่ให้ประสิทธิภาพสูง และมีผลิตภัณฑ์และผู้ผลิตมากมาย

4.3 ย่านความถี่ (Bandwidth)

จากการประชุม World Radio Conference (WRC) ของ ITU ตั้งแต่ปี 1992 เป็นต้นมา ได้มีการกำหนดย่านความถี่สำหรับ IMT 2000 ไว้ดังนี้

| ความถี่วิทยุ (MHz) | ข้อบังคับวิทยุ / ที่ประชุม |
|-----------------------|----------------------------|
| 1885-2025 / 2110-2200 | 5.388/ WARC-92 |
| 1710-1885 | 5.384A/WRC-2000 |
| 2500-2690 | 5.384A/ WRC-2000 |
| 806-960 | 5.317A/WRC-2000 |
| 790-806 | 5.317A/WRC-07 |
| 450-470 | 5.384A/WRC-07 |
| 2300-2400 | 5.384A/WRC-07 |

ในด้านการประกอบกิจการ หน่วยงานกำกับดูแลทั่วโลกได้จัดสรรความถี่สำหรับผู้ให้บริการและผู้ผลิตอุปกรณ์ได้ผลิตตามย่านความถี่ที่จัดสรรแล้ว ดังนี้

| GSM & WCDMA | CDMA 2000 |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 900 MHz Cellular band | 850 MHz US Cellular band |
| 850 – 915 MHz for up link | 824 – 849 MHz for up link |
| 935 – 960 MHz for down link | 869 – 894 MHz for down link |
| 1800 MHz DCS band | 1900 MHz PCS band |
| 1710 – 1785 MHz for up link | 1850 – 1910 MHz for up link |
| 1805 – 1880 MHz for down link | 1930 – 1990 MHz for down link |
| 2100 MHz IMT 2000 band | 2100 MHz IMT 2000 band |
| 1920 – 1980 MHz for up link | 1920 – 1980 MHz for up link |
| 2110 – 2170 MHz for down link | 2110 – 2170 MHz for down link |
| 900 MHz E-GSM band | 450 MHz NMT band |

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 880 – 890 MHz for up link | 452.5 – 457.475 MHz for up link |
| 925 – 935 MHz for down link | 462.5 – 467.475 MHz for down link |

ที่มา : ITU, Global Mobile Supplier Association (GSA), และ CDMA Development Group (CDG)

จากย่านความถี่ที่นิยมใช้ทั้งด้าน WCDMA และ CDMA จะมีช่วงความถี่ที่อาจเกิดการรบกวนได้ ดังนี้

- ช่วงความถี่ 890 – 894 MHz อาจเกิดรบกวนจาก Up link ของ GSM & WCDMA ช่วง 890 – 915 MHz กับ Down link ของ U.S. Cellular band ที่ 869 – 894 MHz
- ช่วงความถี่ 1930 – 1980 MHz อาจเกิดรบกวนจาก Down link ของ 1900 MHz PCS band ช่วง 1930 – 1990 MHz กับ Up link ของ CDMA IMT 2000 band ช่วง 1920 – 1980 MHz
- ช่วงความถี่ 1850 – 1880 MHz อาจเกิดรบกวนจาก Down link ของ GSM PCS (1800 MHz) ช่วง 1805 – 1880 MHz กับ up link ของ CDMA US PCS (1900 MHz) ช่วง 1850 – 1910 MHz

ในการจัดสรรย่านความถี่ที่เหมาะสมในการให้บริการ IMT 2000 ยังไม่มีการกำหนดชัดเจนเนื่องจากความกว้างของคลื่นความถี่สามารถยืดหยุ่นได้ตาม System capacity, Speed และ Application โดยหากได้รับการจัดสรรคลื่นความถี่ที่เหมาะสมจะทำให้ศักยภาพของการให้บริการต่ำมีข้อจำกัด แม้จะจัดสรรได้จำนวนมากมาย ขณะเดียวกันหากต้องการศักยภาพสูง ผู้ที่ได้รับการจัดสรรจะลดจำนวนลง

ทาง UMTS Forum ได้จัดทำตารางทางเลือกของการจัดสรรคลื่นความถี่วิทยุ IMT 2000 เทียบกับ ศักยภาพการให้บริการตามตารางข้างล่างนี้

| ทางเลือก | ลักษณะเป็นคู่ | ลักษณะไม่เป็นคู่ | ศักยภาพบริการ |
|----------|---------------|------------------|---------------------|
| 1 | 2 x 5 MHz | – | มีข้อจำกัด |
| 2 | 2 x 5 MHz | 5 MHz | มีข้อจำกัด |
| 3 | 2 x 10 MHz | – | มีข้อจำกัดบางประการ |
| 4 | 2 x 10 MHz | 5 MHz | มีข้อจำกัดบางประการ |
| 5 | 2 x 15 MHz | – | มีข้อจำกัดบางประการ |
| 6 | 2 x 15 MHz | 5 MHz | ไม่มีข้อจำกัด |
| 7 | 2 x 20 MHz | – | ไม่มีข้อจำกัด |
| 8 | 2 x 20 MHz | 5 MHz | ไม่มีข้อจำกัด |

ที่มา : UMTS Forum

การจัดสรรตามทางเลือกที่ 1 หรือที่ 2 จะได้รับจัดสรรความถี่น้อยไป ทำให้บริการมีข้อจำกัด ส่วนการจัดสรรแบบปานกลางตามทางเลือกที่ 3 ถึงที่ 5 แม้จะมีศักยภาพสูงขึ้นแต่ยังคงขาดความ

ยัดหุ่่นไม่สามารถรองรับบริการที่สลับซับซ้อนได้ ดังนั้นหากต้องการบริการที่มีศักยภาพเต็มที่ทั้งเรื่องความเร็วของการรับส่ง ความยัดหุ่่นของระบบในการรองรับปริมาณกราฟิกและบริการที่ซับซ้อน ตลอดจนมีคลื่นที่ครอบคลุมบริการกว้างขวาง ก็ควรเลือกใช้ทางเลือกที่ 6 ถึงที่ 8

อนึ่ง การจัดสรรความถี่สำหรับประเทศในทวีปยุโรป และอเมริกา มักจะได้รับการจัดสรรแบบ $(2 \times 10) + 5$ MHz หรือ $(2 \times 15) + 5$ MHz ขณะที่ในทวีปเอเชีย เช่น ฮองกง และสิงคโปร์ จะได้รับการจัดสรรแบบ 2×15 MHz แต่ประเทศมาเลเซีย และประเทศเกาหลี จะได้รับการจัดสรรแบบ $(2 \times 15) + 15$ MHz
