แผนการจัดสรรคลื่นความถี่

สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ของประเทศไทย ระยะ 5 ปี

(พ.ศ. 2567 – 2571)

กสทช.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

2567

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร ..... ก

ส่วนที่ 1 วัตถุประสงค์เชิงนโยบาย (Policy Objectives) 1

ส่วนที่ 2 คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในประเทศไทย 3

ส่วนที่ 3 การจัดสรรคลื่นความถี่ที่ผ่านมาสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย 10

ส่วนที่ 4 การประมาณการปริมาณความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี ของประเทศไทย 13

ส่วนที่ 5 บทวิเคราะห์การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี พ.ศ. 2567 – 2571 16

5.1 คลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาต 17

5.2 คลื่นความถี่ที่ว่างและรอการจัดสรร 21

5.3 คลื่นความถี่ที่ยังอยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมในการจัดสรร 23

5.4 คลื่นความถี่ที่กำลังศึกษา 27

ส่วนที่ 6 แผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทยระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571) 29

ภาคผนวก 1 การใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย 36

ภาคผนวก 2 ประมาณการอุปสงค์ของคลื่นความถี่ 62

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 คลื่นความถี่ช่วง 850 MHz 17

ภาพที่ 2 คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz 18

ภาพที่ 3 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz 19

ภาพที่ 4 คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz 20

ภาพที่ 5 คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz 21

ภาพที่ 6 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (TDD) 21

ภาพที่ 7 คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz 22

ภาพที่ 8 คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz 23

ภาพที่ 9 คลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz 24

ภาพที่ 10 คลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz 24

ภาพที่ 11 คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz 25

ภาพที่ 12 คลื่นความถี่ย่าน 600 MHz 27

ภาพที่ 13 คลื่นความถี่ย่าน 3700 – 4200 MHz 27

ภาพที่ 14 คลื่นความถี่ย่าน 6425 – 7125 MHz 28

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดสรรคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ของภาคส่วนต่างๆ และเพียงพอต่อการให้บริการโทรคมนาคมในอนาคตอย่างมีคุณภาพ ให้ทันกาล และสอดคล้องกับสากล เป็นหนึ่งในประเด็นท้าทายที่สำคัญ โดยความท้าทายในการบริหารจัดการทรัพยากรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เช่น การปรับเปลี่ยนการใช้คลื่นความถี่ การกำหนดเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ที่รองรับการใช้เทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งการประสานงานคลื่นความถี่บริเวณชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับประเทศสมาชิกจะได้นำไปใช้ประโยชน์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งการจำกัดระดับความแรงสัญญาณของสถานีวิทยุคมนาคม เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางกรอบแนวทางการอนุญาตและกำกับดูแลที่สอดคล้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ และเหมาะสมกับบริบทอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย

ในปี 2568 และปี 2570 ประเทศไทยจะมีคลื่นความถี่ที่ได้จัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลที่จะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งาน ได้แก่ คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz 1500 MHz 2100 MHz และ 2300 MHz โดยสำนักงาน กสทช. ได้ศึกษาความต้องการ Spectrum ด้วยหลัก Spectrum Demand Model using Mobile Traffic เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการใช้คลื่นความถี่ และปริมาณ Traffic การรับส่งข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า spectrum demand ปี พ.ศ. 2572 จะมีความต้องการ อยู่ที่ 739 MHz ดังนั้น เพื่อให้มี spectrum supply สำหรับคลื่นความถี่ย่านต่ำและคลื่นความถี่ย่านกลางแล้ว ควรมีการนำคลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในปี 2568 และ 2570 และคลื่นความถี่ที่รอการจัดสรรอยู่มาจัดสรรใหม่ภายในช่วง 5 ปี

แผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทยระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571) เบื้องต้น สำนักงาน กสทช. ได้พิจารณาคลื่นความถี่ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) คลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาต (2) คลื่นความถี่ที่ว่างและรอการจัดสรร (3) คลื่นความถี่ที่ยังอยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมในการจัดสรร และ (4) คลื่นความถี่ที่กำลังศึกษา และจัดทำกรอบระยะเวลาเบื้องต้นในการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย โดยเตรียมจัดสรรคลื่นในกลุ่มที่ (1) และ (2) ในปี 2568 ประกอบด้วย 6 ย่านความถี่ ดังนี้ 850 MHz 1500 MHz 1800 MHz 2100 MHz 2300 MHz และ 26 GHz

สำหรับคลื่นความถี่ย่านอื่น ๆ นั้น นอกจากจะต้องมีการศึกษาความพร้อมในส่วนของ ecosystem ทั้งในประเทศและต่างประเทศแล้ว โดยเฉพาะคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จำเป็นต้องศึกษาผลกระทบที่จะเกิดจากการปรับปรุงคลื่นความถี่มาใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในขณะที่คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz จำเป็นต้องศึกษาการใช้ร่วมกันระหว่างกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลและกิจการดาวเทียมเฉพาะส่วน GSO Gateway และ NGSO Gateway ก่อน

ส่วนที่ 1

วัตถุประสงค์เชิงนโยบาย (Policy Objectives)

กสทช. มีนโยบายการบริหารคลื่นความถี่และการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่อันเป็นทรัพยากรสื่อสารของชาติเพื่อประโยชน์สาธารณะ โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดของประชาชนในระดับชาติ และระดับท้องถิ่นในด้านการศึกษา วัฒนธรรม ความมั่นคงของรัฐ และประโยชน์สาธารณะอื่น รวมทั้งการแข่งขันโดยเสรีอย่างเป็นธรรม และต้องดำเนินการในลักษณะที่มีการกระจายการใช้ประโยชน์โดยทั่วถึง ในด้านกิจการต่าง ๆ ให้เหมาะสม ตลอดจนสอดคล้องกับแนวนโยบายของรัฐบาลที่มุ่งพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล

การจัดสรรทรัพยากรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เป็นรากฐานสำคัญสำหรับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงรองรับการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยยุคใหม่ การเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดสรรทรัพยากรคลื่นความถี่เพื่อรองรับความต้องการของภาคส่วนต่าง ๆ ในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์อย่างเต็มประสิทธิภาพ นำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศด้วยการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

สำนักงาน กสทช. ได้จัดทำแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567-2571) เพื่อเป็นแผนที่นำทางที่แสดงถึงกรอบเวลาเบื้องต้นในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ของภาคส่วนต่าง ๆ เพียงพอต่อการให้บริการโทรคมนาคมในอนาคตอย่างมีคุณภาพ ให้ทันกาล และสอดคล้องกับสากล โดยมีวัตถุประสงค์เชิงนโยบายสำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทยตามลำดับความสำคัญดังนี้

1) เพื่อจัดสรรคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศและประชาชนส่วนรวม

2) เพื่อยกระดับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการให้บริการเพื่อเสริมสร้างศักยภาพในการตอบสนองต่อความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นในอนาคต

3) เพื่อส่งเสริมการแข่งขันในตลาด ยกระดับคุณภาพบริการ เพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภคโดยรวม

ทั้งนี้ การจัดสรรคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ของภาคส่วนต่าง ๆ และเพียงพอต่อการให้บริการโทรคมนาคมในอนาคตอย่างมีคุณภาพ ให้ทันกาล และสอดคล้องกับสากล เป็นหนึ่งในประเด็นท้าทายที่สำคัญ โดยความท้าทายในการบริหารจัดการทรัพยากรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เช่น การปรับเปลี่ยนการใช้คลื่นความถี่ การกำหนดเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ที่รองรับการใช้เทคโนโลยีใหม่ รวมทั้งการประสานงานคลื่นความถี่บริเวณชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อให้เป็นแนวทางสำหรับประเทศสมาชิกจะได้นำไปใช้ประโยชน์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้งการจำกัดระดับความแรงสัญญาณของสถานีวิทยุคมนาคม เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางกรอบแนวทางการอนุญาตและกำกับดูแลที่สอดคล้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ และเหมาะสมกับบริบทอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทย

สำนักงาน กสทช. จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยมีการดำเนินการศึกษาครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ศึกษาปริมาณคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ซึ่งรวมถึงคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz และคลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในระยะเวลา 5 ปี (2567 - 2571) และพิจารณาจัดทำข้อเสนอแนวทางและแผนการดำเนินงานเพื่อปรับปรุงการใช้งานคลื่นความถี่ (clearing the spectrum) สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz โดยคำนึงถึงผู้ได้รับผลกระทบจากการเตรียมความพร้อมดังกล่าว

2) ศึกษาความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันและอนาคต เพื่อรองรับการเติบโตของบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล และคำนึงถึงความเหมาะสมกับสภาพตลาดของประเทศไทย

สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย การศึกษาทั้ง 2 ด้านดังกล่าว คือ การศึกษาด้านอุปทานและอุปสงค์ของคลื่นความถี่ในประเทศไทย เพื่อนำมาประกอบการจัดทำแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT Spectrum Roadmap) ในระยะเวลา 5 ปี (2567 - 2571) โดยที่ประเด็นสำคัญเชิงนโยบาย สำนักงาน กสทช. ได้เตรียมการศึกษาในมิติทางเศรษฐกิจ ทางสังคม และทางด้านกฎหมาย รวมไปถึงความพร้อมของอุปกรณ์เพื่อรองรับการใช้งาน และการ utilization ของบริการที่เกิดจากการนำคลื่นความถี่ไปใช้ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่อันเป็นทรัพยากรสื่อสารของชาติเพื่อประโยชน์สาธารณะ โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดของประชาชน อันจะก่อให้เกิดผลดีต่อการพัฒนากิจการโทรคมนาคมของประเทศ เช่น เทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) และสอดคล้องกับการพัฒนาของประเทศต่างๆ ทั่วโลก ตลอดจนสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของประเทศไทยต่อไป

ส่วนที่ 2

คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในประเทศไทย

คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล สามารถแบ่งกลุ่มคลื่นความถี่ตามคุณสมบัติของคลื่นความถี่ ได้แก่ คลื่นความถี่ย่านต่ำกว่า 1 GHz (Low band) คลื่นความถี่ย่านความถี่ระหว่าง 1 GHz ถึง 6 GHz (Mid band) และคลื่นความถี่ย่านความถี่สูงกว่า 24 GHz (High band) ดังนี้

2.1 ภาพรวมคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

2.1.1 คลื่นความถี่ย่านต่ำกว่า 1 GHz (Low Band)

คลื่นความถี่ย่านต่ำ เป็นคลื่นความถี่เพื่อรองรับความครอบคลุมของสัญญาณ (Coverage) เป็นบริเวณกว้างประกอบด้วยย่านความถี่สำคัญ ๆ ดังนี้

(1) คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz

คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz มีคุณสมบัติเด่นที่มุ่งเน้นการให้บริการครอบคลุมพื้นที่การใช้งาน ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 4G สำหรับการใช้งาน โดยส่วนใหญ่ใช้กับกลุ่มอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรมจำนวนมาก เช่น ชิปเซ็ต โมดูล ปัจจุบันมีการใช้งานแพร่หลาย อาทิ NB - IoT และ LTE – M โดยมีประเทศที่มีการใช้งานย่านดังกล่าว เช่น เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ฮังการี นอร์เวย์ รัสเซีย เป็นต้น[1]

สำหรับประเทศไทย แผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้กำหนดให้เป็นกิจการประจำที่ (T – PPDR) การใช้คลื่นความถี่สำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและกิจการ T – IMT อย่างไรก็ดี จำเป็นต้องศึกษาและวิเคราะห์ความเหมาะสมในการจัดสรรสำหรับกิจการ IMT โดยต้องไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกันระหว่างกิจการ และอุปกรณ์การใช้งานที่รองรับ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์การใช้งานสูงสุดในการจัดสรรคลื่นความถี่ในแต่ละกิจการ

(2) คลื่นความถี่ย่าน 700 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz ได้จัดสรรความถี่ช่วง 703 – 748/ 758 – 803 MHz ขนาด 2×45 MHz แล้ว เป็นความถี่วิทยุแบบเป็นคู่ (paired frequency) ที่ใช้วิธี Frequency Division Duplex (FDD) โดยเป็นคลื่นความถี่ย่านต่ำที่มุ่งเน้นการให้บริการครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 4G และ 5G โดยมีผู้ได้รับการจัดสรร ได้แก่ บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN) บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC) บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTN) และบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (NT)

(3) คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 850 MHz ได้มีการจัดสรรไปแล้วเป็นความถี่วิทยุแบบเป็นคู่ (paired frequency) ที่ใช้วิธี Frequency Division Duplex (FDD) ในช่วงความถี่ช่วง 824 – 839/ 869 – 884 MHz (FDD) ขนาด 2×15 MHz เป็นคลื่นความถี่ย่านต่ำที่มีการใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคม

[1] https://gsacom.com/paper/low-frequency-spectrum-bands-lte-450-mhz-600-mhz/

เคลื่อนที่สากลในประเทศไทยในปัจจุบัน โดย NT ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าว ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 3G โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568

หากพิจารณาความพร้อมในการนำคลื่นความถี่ย่าน 850 MHz มาจัดสรรใหม่ภายหลังการสิ้นอายุ เพื่อลดการรบกวนระหว่างกัน จึงจำเป็นต้องมี Guard band ขนาด 5 MHz จึงทำให้ความกว้างของคลื่นความถี่ลดจากขนาด 2×15 MHz มาเป็นขนาด 2×10 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างกิจการระบบราง (RAIL) และภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ที่ได้จัดสรรเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

(4) คลื่นความถี่ย่าน 900 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 900 MHz ได้จัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 890 – 915/935 – 960 MHz จำนวน 2×25 MHz แล้ว เป็นความถี่วิทยุแบบเป็นคู่ (paired frequency) ที่ใช้วิธี Frequency Division Duplex (FDD) โดยเป็นคลื่นความถี่ย่านต่ำที่มุ่งเน้นการให้บริการครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 4G โดยมีผู้ได้รับการจัดสรร ได้แก่ AWN TUC และ DTN

2.1.2 คลื่นความถี่ย่านระหว่าง 1 GHz ถึง 6 GHz (Mid Band)

คลื่นความถี่ย่านกลาง มีคุณสมบัติที่มุ่งเน้นรองรับความจุของโครงข่าย (Capacity) ประกอบด้วยย่านความถี่สำคัญ ๆ ดังนี้

(1) คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz

ปัจจุบัน ประเทศไทย ได้ใช้งานคลื่นความถี่ช่วง 1427 – 1518 MHz โดย NT เป็นผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อใช้งานในกิจการประจำที่ โดยนำไปใช้งานในการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม และนำไปใช้งานในการให้บริการโทรศัพท์สาธารณะทางไกลชนบท โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ทั้งนี้ ที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2015 (World Radiocommunication Conference 2015 : WRC – 15) ได้กำหนดให้ใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลสำหรับประเทศไทย ซึ่งสำนักงาน กสทช. ได้กำหนดคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว เป็นกิจการ IMT จึงต้องศึกษาความเหมาะสมในการจัดสรรคลื่นความถี่ ศึกษา ecosystem อุปกรณ์ที่รองรับ รวมถึงมีการประเมินมูลค่าคลื่น และจัดทำแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลต่อไป

(2) คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz

การจัดสรรคลื่นความย่าน 1800 MHz ได้จัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 1710 – 1785/1805 – 1880 MHz แล้ว เป็นความถี่วิทยุแบบเป็นคู่ (paired frequency) ที่ใช้วิธี Frequency Division Duplex (FDD) เป็นคลื่นความถี่ย่านกลาง เพื่อรองรับปริมาณการใช้งาน รับ - ส่ง ข้อมูล (Data) ที่มากขึ้น รองรับเทคโนโลยี 4G สำหรับประเทศไทยมีผู้ได้รับการจัดสรรแล้ว ได้แก่ AWN TUC DTN เป็นจำนวน 2×40 MHz

หากพิจารณาความพร้อมในการนำคลื่นความถี่ช่วง 1750 – 1785/1845 - 1880 MHz (FDD) ขนาด 2×35 MHz ที่ยังว่างอยู่มาจัดสรร ซึ่งที่ผ่านมา สำนักงาน กสทช. ได้มีการประกาศเชิญชวนให้ผู้สนใจเข้ารับการจัดสรรคลื่นความถี่ในปี 2563 แต่ก็ยังไม่มีผู้สนใจ ปัจจุบัน สำนักงาน กสทช. จึงอยู่ในระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าวใหม่ ไม่ว่าจะเป็นด้านกฎหมาย รวมถึงได้ศึกษาการประเมินมูลค่าคลื่นใหม่ เพื่อดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับย่านดังกล่าวต่อไป

(3) คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz มีการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1980/2110 – 2170 MHz เป็นความถี่วิทยุแบบเป็นคู่ (paired frequency) ที่ใช้วิธี Frequency Division Duplex (FDD) เป็นย่านความถี่ที่รองรับเทคโนโลยี 3G สำหรับประเทศไทยซึ่งได้จัดสรรแล้วเป็นจำนวน 2×60 MHz ผู้ได้รับการจัดสรรแล้ว ได้แก่ AWN TUC DTN และ NT ทั้งนี้ สำหรับ NT จะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในปี 2568 และปี 2570 สำหรับรายอื่น ซึ่งสำนักงาน กสทช. จะต้องดำเนินการประเมินมูลค่าคลื่น จัดทำแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และศึกษาความเหมาะสมในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับย่านดังกล่าวต่อไป

สำหรับคลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz จำนวน 15 MHz ซึ่งเป็นความถี่วิทยุแบบไม่เป็นคู่ (unpaired frequency) ที่ใช้วิธี Time Division Duplex (TDD) ขนาด 15 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ยังไม่ได้มีการจัดสรรคลื่นความถี่ ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 3G/4G และยังสามารถพัฒนาเพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G ได้ ด้วยคุณสมบัติของคลื่นความถี่ที่สามารถใช้งาน bandwidth ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(4) คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 2310 – 2370 MHz แบบไม่เป็นคู่ (unpaired frequency) ที่ใช้วิธี Time Division Duplex (TDD) ขนาด 60 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ใช้งานเพื่อรองรับการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วสูง ซึ่งถูกกำหนดเงื่อนไขการใช้งานความถี่วิทยุสำหรับกิจการ Broadband Wireless Access (BWA) ตามประกาศ กทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการ Broadband Wireless Access (BWA) ย่านความถี่ 2300 – 2400 MHz ปัจจุบันถือครองโดย NT ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 4G โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568

นอกจากนี้ ยังมีคลื่นความถี่ส่วนที่ยังไม่ได้จัดสรร คือ ย่าน 2300 – 2310 MHz จำนวน 10 MHz ซึ่งเมื่อรวมกับคลื่นความถี่ข้างต้นจะเป็น 2300 – 2370 MHz รวมเป็น 70 MHz ซึ่งสำนักงาน กสทช. ต้องนำมาศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว รวมถึงการประเมินมูลค่าคลื่น จัดทำแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และศึกษาความเหมาะสมในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับย่านดังกล่าวต่อไป

(5) คลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz มีการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 2500 – 2690 MHz แบบเป็นไม่เป็นคู่ (unpaired frequency) ที่ใช้วิธี Time Division Duplex (TDD) ขนาด 190 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ใช้งานเพื่อรองรับการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วสูง เป็นย่านความถี่ที่มีการใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล รองรับเทคโนโลยี 4G และ 5G โดยมีผู้ได้รับการจัดสรร ได้แก่ AWN และ TUC

(6) คลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz

สถานะปัจจุบันของคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz จากการประชุม กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันพุธที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 ที่ประชุมมีมติ รับทราบและเห็นชอบแนวทางการปรับปรุงคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz โดยกำหนดให้ใช้ร่วมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

(IMT) โดยเสนอให้จัดทำเป็นนโยบายระยะกลาง (3 – 5 ปี) ในการนำคลื่นความย่านนี้มาจัดสรรร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz ต่อไป

(7) คลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz

สถานะปัจจุบันของคลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz จากการประชุม กสทช. ครั้งที่ 19/2563 เมื่อวันพุธที่ 28 ตุลาคม 2563 ที่ประชุมมีมติ ให้ยุติการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 – 3700 MHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ตั้งแต่ 11 กันยายน 2564 เป็นต้นไป และปรับปรุงแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย (Spectrum Roadmap for Mobile Communication in Thailand) ในส่วนของการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

2.1.3 คลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 24 GHz (High Band)

คลื่นความถี่ย่าน High band เป็นย่านความถี่ที่อยู่ในช่วงที่เรียกว่า ***Millimeter wave*** ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่มีความยาวคลื่นสั้นมากในระดับมิลลิเมตร ปัจจุบันยังมีการใช้งานคลื่นความถี่ในช่วงนี้ไม่มากนัก มีขนาดความกว้างแถบความถี่ (Bandwidth) ที่กว้างมากจึงสามารถรองรับความจุได้สูงมาก (Ultra-high capacity) และความหน่วง (Latency) ที่ต่ำมาก โดยสถานีฐานส่งสัญญาณได้ครอบคลุมรัศมีขนาดเล็ก ซึ่งจะมุ่งเน้นใช้งานในพื้นที่ที่มีปริมาณการใช้งานสูงหรือมีความต้องการอัตราข้อมูลที่สูง จะนำมาใช้สำหรับ 5G

(1) คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 26 GHz มีการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 24.3 – 27.0 GHz แบบไม่เป็นคู่ (unpaired frequency) ที่ใช้วิธี Time Division Duplex (TDD) สำหรับคลื่นย่านดังกล่าวเป็นคลื่นความถี่ที่ใช้งานเพื่อรองรับการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วสูงตามคุณสมบัติของคลื่นความถี่ เทคโนโลยี 5G ปัจจุบันได้จัดสรรไป 2600 MHz โดยมีผู้ได้รับการจัดสรร ได้แก่ AWN TUC DTN และ NT และคงเหลืออีก 100 MHz ในคลื่นความถี่ช่วง 25.1 – 25.2 GHz

(2) คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz

คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz[2] สำหรับกรณีประเทศไทย จากการประชุม กสทช. ครั้งที่ 29/2565 เมื่อวันพุธที่ 26 ตุลาคม 2565 ที่ประชุมมีมติเห็นชอบตามผลการพิจารณาคณะอนุกรรมการด้านคลื่นความถี่และมาตรฐานทางเทคนิค โดยเห็นชอบในหลักการของแนวทางการใช้คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz ในส่วนของคลื่นความถี่ 27.0 – 27.5 GHz ให้เป็นไปตามแนวทาง ที่ระบุให้ใช้ร่วมกันระหว่างกิจการดาวเทียมเฉพาะส่วน GSO Gateway และ NGSO Gateway และกิจการ IMT โดยสำนักงาน กสทช. อยู่ในระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ร่วมกัน และการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว รวมถึงการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ การจัดทำแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และศึกษาความเหมาะสมในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับย่านดังกล่าวต่อไป

[2] National Spectrum Positions, GSA (Global mobile Suppliers Association) เดือน มิถุนายน 2566

2.2 การปรับปรุงประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

2.2.1 ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล มีแผนที่จะปรับปรุงย่านความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) โดยส่วนที่มีแผนจะปรับเปลี่ยนเดิมมีรายละเอียดดังนี้

Footnotes	รายละเอียดเชิงอรรถ
T-IMT	คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication – IMT) ตามที่กำหนดโดยสภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ 450 – 470 MHz 698 – 960 MHz 1427 – 1518 MHz 1710 -2025 MHz 2110 – 2200 MHz 2300 - 2400 MHz 2500 - 2690 MHz 3.4 – 3.7 GHz 24.25 – 29.5 GHz 37 – 43.5 GHz และ 66 – 71 GHz ทั้งนี้ กรอบเวลาและเงื่อนไขการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการ IMT ประเทศไทย ให้เป็นไปตามที่ กสทช. กำหนด
T-P6	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุเพื่อรองรับการใช้ย่านความถี่ 1427 – 1518 MHz ย่านความถี่ 37 – 43.5 GHz และย่านความถี่ 66 – 71 GHz เพื่อใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2568
T-P11	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คลื่นความถี่ 3.4 - 3.7 กิกะเฮิรตซ์ ทั้งนี้ ยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ
T-P12	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คลื่นความถี่ 27 – 29.5 GHz ทั้งนี้ จะกำหนดเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมและกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลต่อไป

2.2.2 ปัจจุบัน สำนักงาน กสทช. อยู่ระหว่างดำเนินการปรับปรุง (ร่าง) ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม เพื่อให้สอดรับกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว และเป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยมีแผนการปรับปรุงคลื่นความถี่ย่านต่าง ๆ ดังนี้

Footnotes	รายละเอียดเชิงอรรถ	
	รายละเอียดเชิงอรรถ (ปัจจุบัน)	**รายละเอียดเชิงอรรถ (ที่จะปรับปรุง)**
T-P4	กสทช. จะปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ ย่านความถี่ 470 -960 MHz ให้เป็นไปตามประกาศ กสทช. ว่าด้วยแผนความถี่วิทยุและหลักเกณฑ์การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ที่เกี่ยวข้อง	(สำนักงาน กสทช. อยู่ระหว่างการพิจารณายกเลิกเนื่องจากดำเนินการแล้วเสร็จ
T-P6	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุเพื่อรองรับการใช้ย่านความถี่ 1427 – 1518 MHz ย่านความถี่ 37 – 43.5 GHz และย่านความถี่ 66 – 71 GHz เพื่อใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2568	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุเพื่อรองรับการใช้ย่านความถี่ 1427-1518 MHz และ 4.8 – 4.99 GHz เพื่อใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2568 (ปรับปรุงตามมติ กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566)
T-P11	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คลื่นความถี่ 3.4 - 3.7 กิกะเฮิรตซ์ ทั้งนี้ ยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ	กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คลื่นความถี่ 3.3 – 3.7 GHz โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2568 (ปรับปรุงตามมติ กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566)
T-IMT	คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication – IMT) ตามที่กำหนดโดยสภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ 450 – 470 MHz 698 – 960 MHz 1427 – 1518 MHz 1710 -2025 MHz 2110 – 2200 MHz 2300 - 2400 MHz 2500 - 2690 MHz 3.4 – 3.7 GHz 24.25 – 29.5 GHz 37 – 43.5 GHz และ	คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications – IMT) ตามที่กำหนดโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (450-470 MHz 698-960 MHz 1417-1528 MHz 1710-2025 MHz 2110-2200 MHz 2300-2400 MHz 2500-2 690 MHz 3.3 – 3.7 GHz 4.8 – 4.99 GHz 7.025-7.125 GHz 24.25-

Footnotes	รายละเอียดเชิงอรรถ	
	รายละเอียดเชิงอรรถ (ปัจจุบัน)	**รายละเอียดเชิงอรรถ (ที่จะปรับปรุง)**
	66 – 71 GHz ทั้งนี้ กรอบเวลาและเงื่อนไขการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว สำหรับกิจการ IMT ประเทศไทย ให้เป็นไปตามที่ กสทช. กำหนด (ดู T-P4 T-P6 T-P11 และ T-P12 ประกอบ)	27.5 37-43.5 GHz และ 66-71 GHz) ทั้งนี้ กรอบเวลาและเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสาหรับกิจการ IMT ในประเทศไทย ให้เป็นไปตามที่ กสทช. กาหนด (ดู T-P6 T-P11 และ T-P12 ประกอบ) (ปรับปรุงตามมติ กสทช. ครั้งที่ 29/2565 เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2565 มติ กสทช. ครั้งที่ ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 และผลการประชุม WRC-23)

ส่วนที่ 3

การจัดสรรคลื่นความถี่ที่ผ่านมาสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย

3.1. การจัดสรรคลื่นความถี่ที่ผ่านมาสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย

กสทช. ได้อนุญาตให้ผู้ได้รับใบอนุญาตใช้คลื่นความถี่สำหรับการประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยแสดงรายละเอียดการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ดังนี้

การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย

ความถี่ย่าน	ปีที่จัดสรร	การจัดสรรคลื่นความถี่	การจัดสรรคลื่นความถี่		
			ระยะเวลาที่อนุญาต	จำนวนที่จัดสรร (MHz)	ราคาอนุญาต (ไม่รวม VAT: ลบ.)
2100 MHz	2555	ครั้งที่ 1	15 ปี	90	41,625.00
1800 MHz	2558	ครั้งที่ 2	18 ปี	60	80,778.00
900 MHz	2558	ครั้งที่ 3	15 ปี	20	76,298.00
900 MHz	2559	ครั้งที่ 4	15 ปี	20	75,654.00
1800 MHz	2561	ครั้งที่ 5	15 ปี	20	25,022.00
900 MHz	2561	ครั้งที่ 6	15 ปี	10	38,064.00
700 MHz	2562	ครั้งที่ 7	15 ปี	60	52,752.00
700 MHz	2563	ครั้งที่ 8	15 ปี	30	51,460.00
2600 MHz	2563	ครั้งที่ 8	15 ปี	190	37,433.89
26 GHz	2563	ครั้งที่ 8	15 ปี	2600	11,627.29
รวม				**3,100**	**490,714.18**

สำนักงาน กสทช. ได้จัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลด้วยวิธีการประมูลไปทั้งสิ้น 3,100 MHz (ยกเว้นครั้งที่ 7 ปี 2562) โดยครั้งแรกในประเทศไทย เมื่อปี 2555 ซึ่งเป็นการประมูลคลื่นความถี่ในย่าน 2100 MHz ด้วยวิธีการประมูลในรูปแบบ Simultaneous Multi-Round Auction (SMRA) โดยสำนักงาน กสทช. ได้ใช้วิธีการประมูลรูปแบบดังกล่าวกับการประมูลคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz และ 900 MHz ซึ่งจัดประมูลในปี 2558 2559 และ 2561 ด้วยตามลำดับ และในปี 2562 สำนักงาน กสทช. ได้มีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลครั้งล่าสุดเมื่อปี 2563 ประกอบด้วยย่านความถี่ 700 MHz 2600 MHz และ 26 GHz สำนักงาน กสทช.

ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจัดสรรคลื่นความถี่ด้วยวิธีการประมูลแบบ SMRA เป็นวิธีการประมูลแบบ Clock Auction และการประมูลคลื่นความถี่หลายย่านพร้อมกัน (Multiband Auction) อีกด้วย

นอกจากการจัดสรรตามตารางข้างต้นแล้ว บริษัท NT ยังได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz และ 2300 MHz อีกเป็นจำนวน 120 MHz ทำให้ปัจจุบันประเทศไทย มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลรวมทั้งสิ้น 3,220 MHz สามารถรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 2G 3G 4G และ 5G ปรากฏในตาราง

ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

ย่านความถี่	ผู้รับใบอนุญาต	ปริมาณ คลื่นความถี่ (MHz)	เทคโนโลยี
700 MHz	AWN	40	4G/5G
	DTN	20	4G/5G
	TUC	20	4G/5G
	NT	10	4G/5G
รวม		**90**	
850 MHz	NT	30	3G
รวม		**30**	
900 MHz	AWN	20	2G/3G/4G
	DTN	10	2G/3G
	TUC	20	2G/3G
รวม		**50**	
1800 MHz	AWN	40	4G
	DTN	10	2G/4G
	TUC	30	2G/4G
รวม		**80**	
2100 MHz	AWN	30	3G/4G
	DTN	30	3G/4G
	TUC	30	3G/4G
	NT	30	3G
รวม		**120**	
2300 MHz	NT	60	4G
รวม		**60**	
2600 MHz	AWN	100	4G/5G
	TUC	90	4G/5G
รวม		**190**	
26 GHz	TUC	800	5G
	AWN	1200	5G

ย่านความถี่	ผู้รับใบอนุญาต	ปริมาณ คลื่นความถี่ (MHz)	เทคโนโลยี
	NT	400	5G
	DTN	200	5G
รวม		**2600**	
รวมเฉพาะคลื่นความถี่ย่านต่ำและย่านกลาง		**620**	
รวมทั้งสิ้น		**3,220**	

สำหรับปี 2568 และปี 2570 ประเทศไทยจะมีคลื่นความถี่ที่ได้จัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลที่จะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานแล้ว ได้แก่ คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz 1500 MHz 2100 MHz และ 2300 MHz ดังนั้น หากไม่มีการจัดสรรคลื่นที่กำลังจะหมดอายุจะทำให้ปริมาณคลื่นความถี่สำหรับการประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยลดลงจากตารางข้างต้น

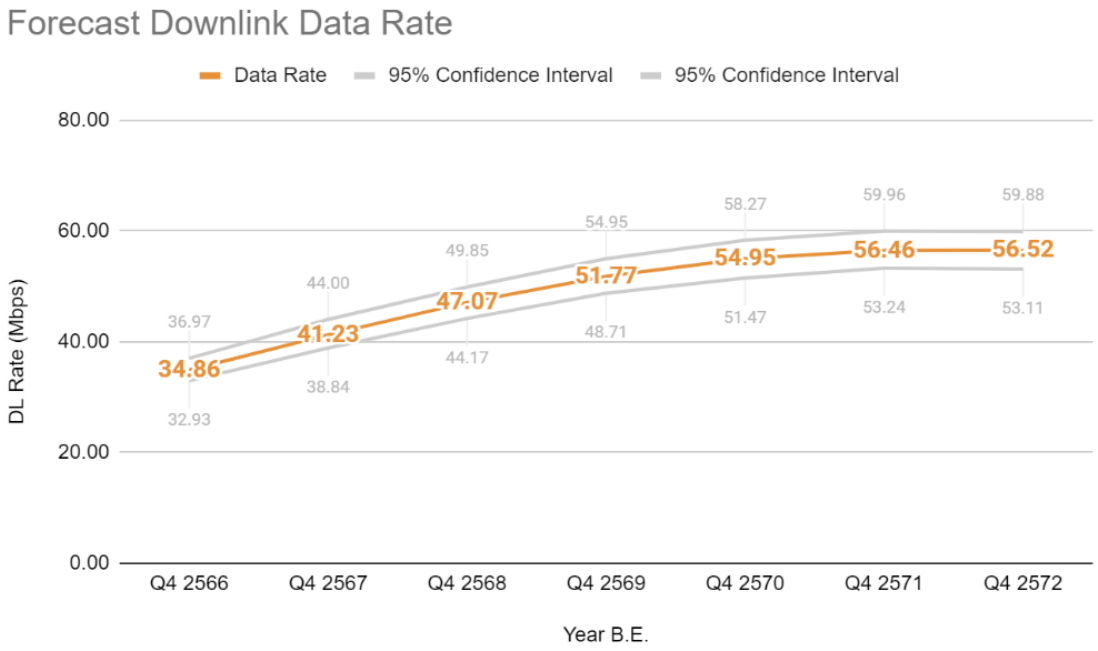
ส่วนที่ 4

การประมาณการปริมาณความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี ของประเทศไทย

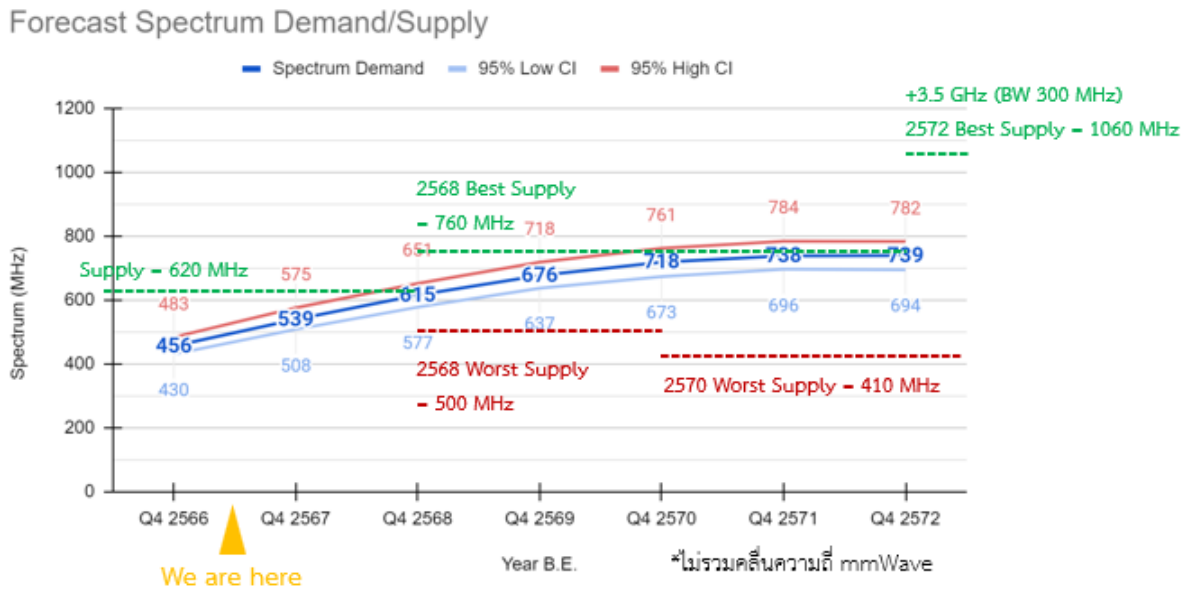
สำนักงาน กสทช. ได้ศึกษาปริมาณคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (ด้านอุปทาน) และการศึกษาปริมาณความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันและอนาคตเพื่อรองรับการเติบโตกับสภาพตลาดของประเทศไทย (ด้านอุปสงค์) โดยใช้แบบจำลองตามหลักการของ GSM Association (GSMA) ซึ่งใช้หลัก Spectrum Demand Model using Mobile Traffic เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการใช้คลื่นความถี่ และปริมาณ Traffic การรับส่งข้อมูล ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวเป็นโมเดลที่ได้รับความนิยมใช้วิเคราะห์สำหรับกิจการ IMT เพราะสามารถเปรียบเทียบผลกับต่างประเทศ สามารถหาข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ได้ และสอดคล้องกับแนวทางการศึกษาสากล (รายละเอียดการศึกษาของ “ประมาณการอุปสงค์ของคลื่นความถี่” เป็นไปตามภาคผนวก 2)

การศึกษาในส่วนนี้ จะพิจารณาที่ความต้องการการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ของผู้บริโภค เพื่อมุ่งเน้นไปที่การรักษาอรรถประโยชน์ของผู้บริโภคเป็นสำคัญ หากผู้บริโภคมีความต้องการการใช้คลื่นเกินกว่าปริมาณคลื่นที่มีการใช้งานอยู่ในอุตสาหกรรม จะเป็นสัญญาณว่าหน่วยงานกำกับดูแลจะต้องดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม แต่หากความต้องการการใช้คลื่นน้อยกว่าปริมาณคลื่นที่มีการใช้งานอยู่ในอุตสาหกรรม จะเป็นสัญญาณว่ายังไม่มีความจำเป็นในแง่ของการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่

การศึกษาเริ่มจากการประมาณการอัตราการรับส่งข้อมูล (Traffic) ต่อคน โดยผลการศึกษาพบว่าในปี 2568 และปี 2570 มีค่าประมาณการความต้องการรับส่งข้อมูลต่อคนที่ 47.07 Mbps และ 54.95 Mbps ตามลำดับ และมีแนวโน้มการคาดการณ์จนถึงปี 2572 ปรากฏตามรูปต่อไปนี้



ต่อมานำค่าประมาณการความต้องการรับส่งข้อมูลต่อคนดังกล่าว มาใช้เป็นปัจจัยหลักร่วมกับชุดข้อมูลของปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ การกระจายตัวของประชากร การกระจายตัวของสถานีวิทยุคมนาคม พฤติกรรมการใช้งาน ประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของเทคโนโลยี และการรับส่งข้อมูลบนโครงข่ายอื่น (Offloading) เพื่อคำนวณและประมาณการความต้องการคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมรายตำบล โดยผลการศึกษาพบว่าในปี 2568 ปริมาณความต้องการคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคม (พื้นที่เขตเมือง) อยู่ที่ 615 MHz และในปี 2570 ปริมาณความต้องการเพิ่มขึ้นเป็น 718 MHz ในขณะที่ปัจจุบันมีปริมาณคลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรสำหรับสำหรับกิจการโทรคมนาคมอยู่ที่ 620 MHz (ไม่รวมคลื่นความถี่ย่านสูง) หากสำนักงาน กสทช. ไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเพิ่มเติม จะส่งผลให้ในปี 2568 มีคลื่นความถี่คงเหลือ 500 MHz เนื่องจากมีคลื่นความถี่บางกลุ่มกำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในปี 2568 และหากในปี 2570 ยังคงไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเพิ่มอีกจะมีคลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรสำหรับใช้งานในกิจการโทรคมนาคมคงเหลือที่ 410 MHz ในขณะที่ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่อยู่ที่ 718 MHz โดยผลการศึกษาปรากฏตามรูปต่อไปนี้



บทวิเคราะห์และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การประมาณการณ์ spectrum demand ปี พ.ศ. 2572 จะมีความต้องการ Spectrum อยู่ที่ 739 MHz (ช่วงความเชื่อมั่น 694 – 782 MHz) จากเดิมปี พ.ศ. 2570 มีค่า 718 MHz ดังนั้น เพื่อให้มี spectrum supply สำหรับคลื่นความถี่ย่านต่ำและคลื่นความถี่ย่านกลางแล้ว ควรมีการนำคลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในปี 2568 และ 2570 และคลื่นความถี่ที่รอการจัดสรรอยู่มาจัดสรรใหม่ภายในช่วง 5 ปี นี้

ข้อจำกัดของการศึกษา

(1) ข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่คือปริมาณข้อมูลที่ core network ซึ่งไม่รวมปริมาณข้อมูลจากส่วนอื่นของ network นอกจากนี้ข้อมูลมาจาก network ของ vendor รายเดียวเท่านั้น จึงไม่อาจสะท้อนปริมาณการใช้งานที่แท้จริงของผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นปริมาณการใช้งานขั้นต่ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการศึกษาแบบ conservative เพื่อให้ผลลัพธ์ไม่เป็นการประมาณค่าความต้องการการใช้คลื่นสูงเกินจริง

(2) ข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่มีจำนวนข้อมูลเพียง 32 จุดแต่ใช้ในการพยากรณ์ถึง 28 จุดในอนาคต จึงทำให้โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนมีสูงมาก ในทางปฏิบัติข้อมูลสามารถใช้พยากรณ์อนาคตได้ราว 1 ใน 4 ของความยาวข้อมูล

ส่วนที่ 5

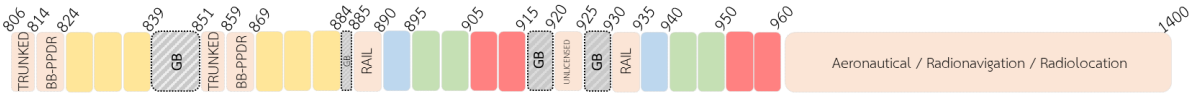
บทวิเคราะห์การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี พ.ศ. 2567 – 2571

จากการคาดการณ์ spectrum demand ปี พ.ศ. 2572 และเพื่อให้มี spectrum supply สำหรับคลื่นความถี่ย่านต่ำและคลื่นความถี่ย่านกลางเพียงพอ ควรมีการนำคลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในปี 2568 และ 2570 และคลื่นความถี่ที่รอการจัดสรรอยู่มาจัดสรรใหม่ภายในช่วง 5 ปี มาจัดสรรใหม่ โดยสำนักงาน กสทช. ได้จัดทำแนวทางในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571) โดยพิจารณาจากคลื่นความถี่ทั้ง 4 กลุ่ม ดังนี้

การจำแนกคลื่นความถี่ออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อวิเคราะห์แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่

5.1 คลื่นความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาต

1) คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz (FDD) ขนาด 2×10 MHz



ภาพที่ 1 คลื่นความถี่ช่วง 850 MHz

หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz ได้จัดสรรให้บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (NT) ได้รับอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่ช่วง 824 – 839/869 – 884 MHz ขนาด 2×15 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired Band) รูปแบบ FDD ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 3G โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 850 MHz ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ได้มีการจัดสรรใช้งานในกลุ่มทวีปเอเชีย อาทิ อินเดีย[3] อินโดนีเซีย[4] ฟิลิปปินส์[5] รวมไปถึงได้มีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวอย่างแพร่หลายในกลุ่มประเทศโซนอเมริกา สำหรับประเทศไทย สำนักงาน กสทช. ได้พิจารณาจากปัจจัยรอบด้านเนื่องจากคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวมีการใช้งานร่วมกับกิจการอื่นที่อยู่ข้างเคียง ดังปรากฏตามภาพที่ 1 ซึ่งมีแถบป้องกัน (Guard Band) การรบกวนจากกิจการคมนาคมขนส่งทางราง (Rail) ขนาด 1 MHz ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการป้องกันการรบกวนคลื่นความถี่ ดังนั้น เพื่อลดผลกระทบการรบกวนกันของการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 850 MHz และสามารถใช้งานได้ร่วมกันของกิจการอื่น ควรกำหนด Guard Band ตั้งแต่ช่วงความถี่ 834 – 839/879 – 884 MHz เพิ่มเติม

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 3,488 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 215 รุ่น และสำหรับเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 676 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 23 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

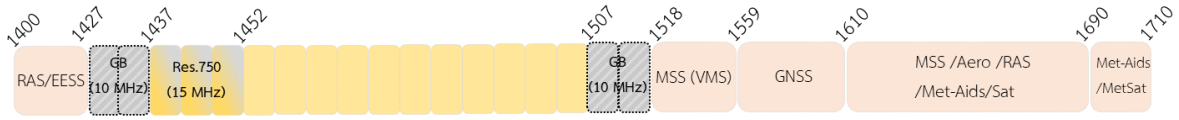
ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมการใช้งาน (Ecosystem) ภายในประเทศซึ่งมีความพร้อมในการใช้งานเนื่องจากมีการใช้งานในปัจจุบันอยู่แล้ว แต่เพื่อป้องกันการรบกวนกับกิจการระบบรางและภารกิจสาธารณะภัยได้ จึงควรนำคลื่นความถี่ช่วง 824 – 834/869 – 879 MHz ขนาด 2×10 MHz มาพิจารณาในการจัดสรรใหม่ในปี 2568

[3] https://www.nepalitelecom.com/2017/02/frequency-bands-2g-3g-4g-mobile-india.html

[4] https://tekno-kompas-com.translate.goog/read/2021/06/24/16020067/daftar-pita-frekuensi-operator-seluler-di-indonesia-dan-alokasinya?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=th&_x_tr_hl=th

[5] https://ntc.gov.ph/philippine-table-of-frequency-allocations/

2) คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz ขนาด 55 MHz



ภาพที่ 2 คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz

หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz ซึ่ง NT ได้รับอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถิช่วง 1427 - 1518 MHz ขนาด 91 MHz โดยมีการใช้งานกิจการประจำที่ (Fixed Service) ปัจจุบันมีการนำไปใช้งานในการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม และการนำไปใช้งานในการให้บริการโทรศัพท์สาธารณะทางไกลชนบท ซึ่งจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ทั้งนี้ มติ กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันพุธที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 ที่ประชุมมีมติเห็นชอบการยุติการใช้คลื่นความถี่ย่านความถี่ 1427 – 1518 MHz เพื่อเตรียมการรองรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT)

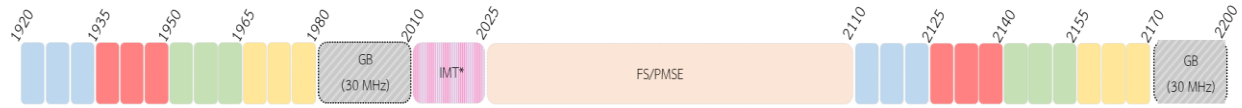
การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ได้มีการจัดสรรใช้งานไปแล้วเพียง 1 ประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น และมีประเทศที่มีแผนการใช้งานเพื่อรองรับเทคโนโลยี 4G/5G อีกจำนวน 3 ประเทศ ได้แก่ ปากีสถาน สิงคโปร์ และเวียดนาม ซึ่งยังอยู่ในกระบวนการทดลองทดสอบและศึกษาการใช้งานคลื่นความถี่ต่อไป (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566) นอกจากนี้ ตามมาตรฐาน 3GPP และ LTE Band และ 5G NR Band มีแนวทางที่สามารถนำมาจัดสรรรูปแบบ Supplementary Downlink (SDL) ได้แก่ n75 (ช่วงความถี่ 1432 – 1517 MHz) และ n76 (ช่วงความถี่ 1427 – 1432 MHz)

สำหรับประเทศไทย เพื่อเป็นการคุ้มครองกิจการข้างเคียง (มี Guard band 10 MHz ทั้ง 2 ข้าง) และเพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั่วประเทศจำเป็นต้องจำกัดกำลังส่งของคลื่นความถี่ช่วง 1427 – 1452 MHz เพื่อจำกัดกำลังส่งของการแพร่นอกแถบ (Out-of-band emission) หรือการแพร่แปลกปลอม (Spurious emission) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน Resolution 750 (Rev.WRC-19) ของข้อบังคับวิทยุ ดังนั้น จึงทำให้สามารถนำคลื่นความถี่มาจัดสรรได้ตั้งแต่ช่วง 1452 – 1507 MHz ซึ่งมีแถบกว้างความถี่จำนวน 55 MHz มาจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลต่อไป

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 340 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 33 รุ่น และสำหรับเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 31 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) ยังไม่มีอุปกรณ์รองรับการใช้งาน (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ คลื่นความถี่ย่านนี้จะอยู่ในกระบวนการทดลองทดสอบและศึกษาการใช้งานในหลายประเทศ สำนักงาน กสทช. เห็นว่าคลื่นความถี่นี้กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาตในปี 2568 และมีความพร้อมของอุปกรณ์ภาครับ จึงควรนำคลื่นความถี่ช่วง 1452 – 1507 MHz มีแถบกว้างความถี่จำนวน 55 MHz มาจัดสรรความถี่ในปี 2568

3) คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (FDD) ขนาด 2×60 MHz



ภาพที่ 3 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz

หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ปัจจุบันมีการจัดสรรสำหรับกิจการ IMT สำหรับเชงาน ในลักษณะแบบเป็นคู่ (paired Band) รูปแบบ FDD โดยมีการจัดสรรคลื่นความถี่เป็น 2 กรณี ดังนี้

3.1) กรณีคลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1965/2110 – 2155 MHz

สำนักงาน กสทช. ได้จัดสรรคลื่นความถี่ให้ใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ขนาด 2×45 MHz รองรับเทคโนโลยี 3G แล้ว โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 6 ธันวาคม 2570

3.2) กรณีคลื่นความถี่ช่วง 1965 – 1980/2155 – 2170 MHz

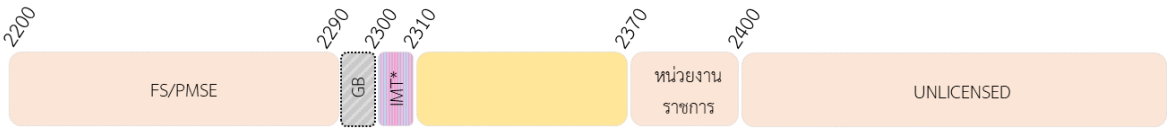
คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ช่วงความถี่ดังกล่าว NT ได้รับอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่ ขนาด 2×15 MHz รองรับเทคโนโลยี 3G โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568

การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ที่ได้จัดสรรไปแล้ว ได้แก่ ออสเตรเลีย มาเก๊า บังกลาเทศ มาเลเซีย (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566)

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G จำนวน 3,959 รุ่น และ 5G จำนวน 941 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena) แม้ว่าปัจจุบันคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวจะรองรับเทคโนโลยี 3G/4G ในประเทศไทย แต่จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายสามารถที่จะรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

ทั้งนี้ คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่มีความพร้อม และมีผู้ใช้บริการอยู่ในปัจจุบัน จึงควรดำเนินการในการจัดสรรในปี 2568 ได้แก่ คลื่นความถี่ช่วง 1965 – 1980/2155 – 2170 MHz ขนาด 2×15 MHz และคลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1965/2110 – 2155 MHz ขนาด 2×45 MHz ซึ่งสามารถที่จะนำมาประมูลล่วงหน้าพร้อมกันได้ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมสามารถวางแผนธุรกิจได้ล่วงหน้าอีกด้วย เนื่องจากคลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1965/2110 – 2155 MHz ขนาด 2×45 MHz จะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้ในปี 2570

4) คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz ขนาด 70 MHz



ภาพที่ 4 คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz

หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz ปัจจุบัน NT ได้รับอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่ช่วง 2310 – 2370 MHz ขนาด 60 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบไม่เป็นคู่ (Unpaired Band) รูปแบบ TDD ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 4G โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ประกอบกับประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่แห่งชาติ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ในส่วนตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ได้กำหนดช่วงความถี่ย่าน 2300 – 2310 MHz ใช้ในกิจการ IMT ขนาด 10 MHz ดังนั้น หากนำคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวรวมกับคลื่นความถี่ที่สิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานของ NT มาผนวกแล้ว จะทำให้สามารถจัดสรรคลื่นความถี่ได้ตั้งแต่ช่วง 2300 – 2370 MHz สำหรับกิจการ IMT ขนาด 70 MHz

สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ได้แก่ ออสเตรเลีย สิงคโปร์ กัมพูชา เกาหลีใต้ จีน เป็นต้น (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566)

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 3,209 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 187 รุ่น และสำหรับเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 474 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 21 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ จึงควรนำคลื่นความถี่ 2300 MHz ในช่วง 2300 – 2370 MHz ขนาด 70 MHz นำมาจัดสรรในปี 2568 เพราะเป็นคลื่นความถี่ที่มี ecosystem พร้อม

5.2 คลื่นความถี่ที่รอการจัดสรร

1) คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz (FDD) ขนาด 2×35 MHz

ภาพที่ 5 คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ในย่าน 1710 – 1785/1805 – 1880 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired Band) รูปแบบ FDD สำหรับกิจการ IMT ได้ถูกจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 1710 – 1750/1805 – 1845 MHz ขนาด 2×40 MHz ไปแล้ว โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้งานในวันที่ 15 กันยายน 2576 โดยจากการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz ที่ผ่านมา ยังคงเหลือคลื่นความถี่ในย่าน 1750 – 1785/1845 – 1880 MHz ขนาด 2×35 MHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่ว่างและรอการจัดสรร โดยสามารถนำมาจัดสรรได้ภายในปี 2568

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 4,040 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 260 รุ่น และสำหรับเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 744 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 771 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ เนื่องจากมีความพร้อมในการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายภาครับและภายในประเทศก็มีการใช้งานอยู่ จึงควรนำคลื่นความถี่ช่วง 1750 – 1785/1845 – 1880 MHz ขนาด 2×35 MHz มาพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568

2) คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (TDD)

ภาพที่ 6 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (TDD) หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ช่วง 2010 – 2025 MHz ขนาด 15 MHz ถูกกำหนดการใช้งานในลักษณะที่ไม่เป็นคู่ความถี่ (Unpaired band) รูปแบบ duplex mode : TDD ซึ่งตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่แห่งชาติ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ในส่วนตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ได้กำหนดให้ใช้งานสำหรับกิจการ IMT

ความพร้อมในการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz สามารถดำเนินการได้เนื่องจากเป็นคลื่นความถี่ที่ยังว่าง รอการจัดสรร อีกทั้งยังถูกกำหนดสำหรับกิจการ IMT อย่างไรก็ตาม สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว ยังมีข้อกังวลในส่วนประเด็นการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว เนื่องจากการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2023 (WRC-23) อยู่ระหว่างการพิจารณากำหนด

คลื่นความถี่ใหม่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) จนกว่าจะมีผลการพิจารณาในการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027 (WRC-27) โดยตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ประเทศไทยอยู่ภูมิภาคที่ 3 ตามกำหนด ซึ่งมีการพิจารณาคลื่นความถี่ ดังนี้ คลื่นความถี่ช่วง 2010 - 2025 MHz (โลกสู่อวกาศ ในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2160 – 2170 MHz (อวกาศสู่โลก ในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2120 – 2160 MHz (อวกาศสู่โลก ในทุกภูมิภาค) สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz เป็นการให้บริการภาคพื้นดิน อาจจะต้องมีการใช้งานร่วมกัน หากผลการพิจารณาจากการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027 (WRC-27) กำหนดให้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวสามารถให้บริการ สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) ร่วมได้ด้วย

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 979 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 55 รุ่น และสำหรับเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 1 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ เนื่องจากมีความพร้อมในส่วนของการจัดสรรคลื่นความถี่ รวมไปถึงอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ทั้งเทคโนโลยี 4G และ 5G <u>จึงควรนำคลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz ขนาด 15 MHz มาพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568 ซึ่งอาจจะมีการใช้งานร่วมกันกับสำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) ร่วมด้วย</u>

3) คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz ขนาด 100 MHz

ภาพที่ 7 คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz

หน่วย: GHz

คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz ช่วง 24.30 – 27.00 GHz จำนวน 2600 MHz สำหรับการใช้งานในลักษณะที่ไม่เป็นคู่ความถี่ (Unpaired band) รูปแบบ TDD ได้จัดสรรเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2563 ซึ่งรองรับเทคโนโลยี 5G โดยจะสิ้นสุดการใช้งานโดยประมาณในปี 2579

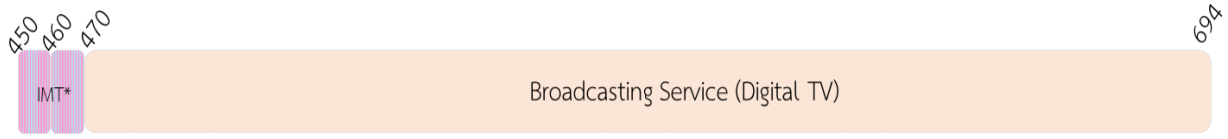
ความพร้อมในการนำคลื่นความถี่ช่วง 25.10 – 25.20 GHz จำนวน 100 MHz ที่ยังว่างและรอการจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ซึ่งสามารถนำมาจัดสรรได้ แต่อย่างไรก็ดี ช่วงคลื่นความถี่ดังกล่าวอาจจะไม่เพียงพอต่อการนำไปให้บริการแก่ผู้ใช้บริการรายใหม่ได้

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G ไม่มีอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยีดังกล่าว แต่มีอุปกรณ์ภาครับที่สามารถรองรับการใช้งานคลื่นความถี่และเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 28 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 3 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ เนื่องจากมีความพร้อมในส่วนของการจัดสรรคลื่นความถี่เนื่องจากเป็นช่วงคลื่นความถี่ที่ยังว่างและรอการจัดสรร รวมไปถึงอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ทั้งเทคโนโลยี 5G <u>จึงควรนำคลื่นความถี่ช่วง 25.10 – 25.20 GHz จำนวน 100 MHz มาพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568</u>

5.3 คลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อม

1) คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz ขนาด 20 MHz



ภาพที่ 8 คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz ช่วงความถี่ 450 – 470 MHz ขนาด 20 MHz ตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้มีการกำหนดเชิงอรรถประเทศไทย เป็นกิจการ IMT (T - IMT) กิจการทั่วไป (T – General use) และภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (T – PPDR) ซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานกิจการเคลื่อนที่ทางทะเลจำกัดสำหรับสถานีบนเรือและกิจการสำรวจพิภพผ่านดาวเทียม

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ยังไม่ปรากฏข้อมูลเครื่องลูกข่าย (อ้างอิงจาก GSMArena) รวมถึงสำนักงาน กสทช. ยังไม่มีการอนุญาตผ่านมาตรฐานทางเทคนิคเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดลูกข่าย ระบบ Cellular Mobile สำหรับรองรับคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว สำหรับการใช้งาน (อ้างอิงจากองค์กร 450 MHz Alliance)[6] มีแพร่หลายในทวีปแอฟริกา ทวีปอเมริกา เป็นต้น ซึ่งลักษณะการใช้งานบริการสาธารณะ (เช่นรถเมล์ รถราง, รถไฟ, โทรศัพท์, ไฟฟ้า การขนส่ง เครือข่ายความปลอดภัยสาธารณะ และการเชื่อมต่อในชนบท รองรับกริดอัจฉริยะ มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า

ความพร้อมในการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 450 MHz คลื่นความถี่ช่วง 450 – 470 MHz ขนาด 20 MHz สำหรับประเทศไทยยังไม่เคยนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ประกอบกับความพร้อมในส่วนของอุปกรณ์ลูกข่ายที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากเป็นการนำไปใช้กับกลุ่มอุตสาหกรรม กลุ่มเซนเซอร์ เป็นส่วนใหญ่

ทั้งนี้ คลื่นความถี่ช่วง 450 – 470 MHz ควรนำมาจัดสรรภายหลัง เนื่องจากต้องศึกษาความพร้อมของอุปกรณ์ ที่รองรับการใช้งานซึ่งคาดการณ์ว่าในอนาคตจะมีอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเพิ่มขึ้นต่อไป

2) คลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz

หน่วย: MHz

6 https://450alliance.org/wp-content/uploads/2024/01/450Alliance-Annual-Global-Update-2023-ver-P.pdf

ภาพที่ 9 คลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz

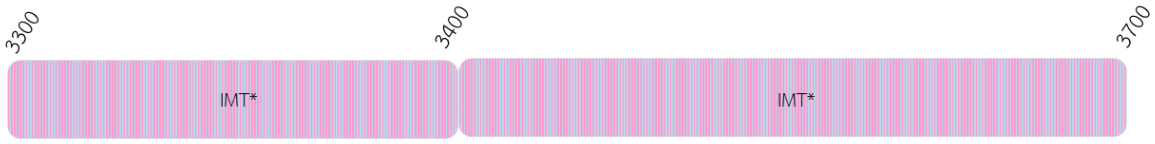
คลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz ขนาด 100 MHz โดยตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้กำหนดให้เป็นกิจการวิทยุหาตำแหน่ง กิจการวิทยุสมัครเล่น ปัจจุบันอยู่ระหว่างการปรับปรุงแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่เพื่อกำหนดให้ใช้สำหรับกิจการ IMT สำหรับประเทศไทย ซึ่งคลื่นความถี่ดังกล่าวเป็นคลื่นย่านกลางที่มีความสำคัญสำหรับเทคโนโลยี 5G ปัจจุบันคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว ในการประชุม กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันพุธที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 ที่ประชุมมีมติ รับทราบและเห็นชอบรายงานผลการศึกษาแนวทางและความเป็นไปได้ในการกำหนดคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz สำหรับกิจการ IMT โดยกำหนดให้นำไปจัดสรรร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz

สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว สำหรับกิจการ IMT ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ได้แก่ ฮ่องกง ฟิลิปปินส์ เป็นต้น (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566) แต่อย่างไรก็ดี คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวยังมีประเด็นพิจารณาในเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากมีการใช้งานที่อาจรบกวนกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) จึงเป็นเหตุผลอันสำคัญที่จะต้องกำหนดแนวทางในการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันต่อไป

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายไม่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G แต่มีอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 1,005 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 29 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ <u>คลื่นความถี่ช่วง 3300 – 3400 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมในการจัดสรร</u> ซึ่งมีประเด็นทางเลือกเชิงนโยบายในการนำคลื่นความถี่มาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT อันจะส่งผลทำให้เกิดการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับภาคส่วนต่างๆ และมุมมองในมิติทางเศรษฐกิจที่จะส่งผลต่อการขับเคลื่อนประเทศไทยต่อไป <u>จึงควรนำมาจัดสรรภายหลังจากปี 2568</u>

3) คลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz



ภาพที่ 10 คลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ช่วงความถี่ 3400 – 3700 MHz ขนาด 300 MHz ตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ได้กำหนดให้เป็นกิจการ IMT สำหรับประเทศไทย ซึ่งคลื่นความถี่ดังกล่าวเป็นคลื่นย่านกลางที่มีความสำคัญสำหรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งปัจจุบันยังอยู่ในระหว่างปรับปรุงการนำคลื่นความถี่ย่าน Extended C – Band เพื่อนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ต่อไป ประกอบกับในการประชุม กสทช. ครั้งที่ 19/2563 เมื่อวันพุธที่ 28 ตุลาคม 2563 ที่ประชุมมีมติให้ยุติการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 – 3700 MHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ตั้งแต่ 11 กันยายน 2564 เป็นต้นไป โดยให้สำนักงาน กสทช. ดำเนินการให้สอดคล้องกับผลการทดสอบ Guard

Band จากภาคสนาม ทั้งนี้ เพื่อมิให้มีผลกระทบกับการรับชมรวมทั้งเพื่อให้มีปริมาณคลื่นความถี่ที่เหมาะสมและเพียงพอสำหรับการใช้งานในกิจการ IMT เทคโนโลยี 5G ในคลื่นความถี่ 3500 MHz

สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 เช่น ออสเตรเลีย ปากีสถาน และบังกลาเทศ เป็นต้น (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566) แต่อย่างไรก็ดี คลื่นความถี่ย่านดังกล่าว ยังมีประเด็นพิจารณาในเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากมีการใช้งานที่อาจรบกวนกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) จึงเป็นเหตุผลอันสำคัญที่จะต้องกำหนดแนวทางในการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันต่อไป

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 199 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 12 รุ่น และอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็นประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 1,005 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 29 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ <u>คลื่นความถี่ช่วง 3400 - 3700 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมในการจัดสรร</u> ซึ่งมีประเด็นทางเลือกเชิงนโยบายในการนำคลื่นความถี่มาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT อันจะส่งผลทำให้เกิดการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับภาคส่วนต่างๆ และมุมมองในมิติทางเศรษฐกิจที่จะส่งผลต่อการขับเคลื่อนประเทศไทยต่อไป <u>จึงควรนำมาจัดสรรภายหลังจากปี 2568</u>

4) คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz ขนาด 500 MHz

ภาพที่ 11 คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz หน่วย: GHz

คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz ช่วง 27.0 – 27.5 GHz ขนาด 500 MHz สำหรับประเทศไทยอยู่ระหว่างปรับปรุงประกาศ กสทช. ว่าด้วยแผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่และตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ สำหรับกิจการ IMT ต่อไป โดยในปัจจุบันยังถูกกำหนดเป็นกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (โลกสู่อวกาศ) กิจการติดต่อระหว่างดาวเทียม และกิจการเคลื่อนที่ ประกอบกับในการประชุม กสทช. ครั้งที่ 29/2565 เมื่อวันพุธที่ 26 ตุลาคม 2565 ที่ประชุมมีมติเห็นชอบแนวทางการใช้คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz สำหรับกิจการ IMT ในช่วงความถี่ 27.0 – 27.5 GHz โดยใช้งานร่วมกับกิจการดาวเทียมเฉพาะ GSO Gateway และ NGSO Gateway สำหรับประเทศไทย อยู่ระหว่างเตรียมความพร้อมในการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการดาวเทียม และกิจการ IMT รวมถึงต้องศึกษา และทดลองทดสอบการใช้งานร่วมกันระหว่างสองกิจการเพื่อป้องกันการรบกวนกัน อีกทั้ง ยังต้องมีการป้องกันการรบกวนกันระหว่างคลื่นความถี่ย่าน 26 GHz ในช่วง 26.0 – 27.0 GHz ที่มีผู้ได้รับการจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ที่มีการใช้งานแล้ว

สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ในประเทศอื่นๆ ของ ITU Region 3 ได้แก่ ฮ่องกง อินเดีย ญี่ปุ่น สิงคโปร์ เป็นต้น (อ้างอิงจาก GSA เดือนมิถุนายน 2566)

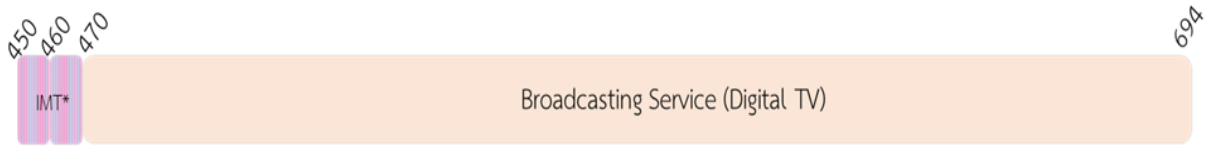
สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายไม่มีอุปกรณ์รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G แต่มีอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G โดยแบ่งเป็น

ประเภทอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) จำนวน 28 รุ่น และอุปกรณ์แท็บเล็ต (Tablet) จำนวน 3 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ คลื่นความถี่ช่วง 27.0 – 27.5 GHz เป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมในการจัดสรร ซึ่งต้องศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการดาวเทียม และกิจการ IMT ที่ต้องทดลองทดสอบผลการรบกวนกัน รวมถึงการศึกษาระยะแถบกั้นความถี่ (Gurad Band) ระหว่างคลื่นความถี่ 28 GHz และ 26 GHz ซึ่งมีอาจส่งผลกระทบต่อหลายภาคส่วน นำมาจัดสรรภายหลังจากปี 2568

5.4 คลื่นความถี่ที่กำลังศึกษา

1) คลื่นความถี่ย่าน 600 MHz



ภาพที่ 12 คลื่นความถี่ย่าน 600 MHz หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 600 MHz สำนักงาน กสทช. อยู่ระหว่างพิจารณาคลื่นความถี่ช่วง 612 – 652/663 – 703 MHz ปัจจุบันยังไม่ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการ IMT เนื่องจากมีการใช้งานในกิจการโทรทัศน์ (Digital TV) ซึ่งตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม กำหนดให้สำหรับกิจการ กิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการเคลื่อนที่กิจการประจำที่ และกิจการวิทยุนำทาง ซึ่งที่ประชุม AWG-29 พิจารณาให้ใช้งานลักษณะ Reverse Duplex รูปแบบการใช้งานในลักษณะที่เป็นคู่ความถี่ (Paired band) รูปแบบ FDD

ความพร้อมในการจัดสรรปัจจุบันคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวมีการใช้งานสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล และอยู่ในระหว่างการศึกษาความเหมาะสมในการนำคลื่นความถี่บางส่วนมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ตามโครงการศึกษา เรื่อง "การศึกษาฉากทัศน์กิจการแพร่ภาพกระจายเสียงในอนาคตของประเทศไทยภายใต้สภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป"

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ มีอุปกรณ์รองรับเทคโนโลยี 4G จำนวน 296 รุ่น และ 5G จำนวน 169 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ <u>คลื่นความถี่ย่านดังกล่าว เป็นคลื่นความถี่ที่กำลังศึกษาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT สำหรับประเทศไทยต่อไป</u>

2) คลื่นความถี่ย่าน 3700 – 4200 MHz

ภาพที่ 13 คลื่นความถี่ย่าน 3700 – 4200 MHz หน่วย: MHz

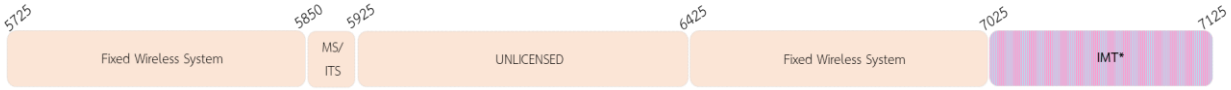
คลื่นความถี่ย่าน 3700 - 4200 MHz ขนาด 500 MHz ปัจจุบันถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (อวกาศสู่โลก) กิจการเคลื่อนที่ ยกเว้น กิจการเคลื่อนที่ทางการบิน เป็นไปตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม ซึ่งปัจจุบัน ยังไม่ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการ IMT

ความพร้อมในการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3700 – 4200 MHz สำหรับปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) ย่าน C – Band ซึ่งยังคงมีประชาชนผู้รับชมผ่านช่องทางดังกล่าวอยู่ จึงต้องศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ต่อไป

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันมีอุปกรณ์ภาครับเครื่องลูกข่ายรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G จำนวน 46 รุ่น และ 5G จำนวน 1032 รุ่น (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ <u>คลื่นความถี่ช่วง 3700 – 4200 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ยังคงเป็นคลื่นความถี่ที่กำลังศึกษาความเป็นไปได้ และความเหมาะสมในการนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT สำหรับประเทศไทยต่อไป</u>

3) คลื่นความถี่ย่าน 6425 – 7125 MHz



ภาพที่ 14 คลื่นความถี่ย่าน 6425 – 7125 MHz หน่วย: MHz

คลื่นความถี่ย่าน 6425 – 7125 MHz ขนาด 700 MHz ปัจจุบันถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (โลกสู่อวกาศ) กิจการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นไปตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม และปัจจุบันยังไม่ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการ IMT อย่างไรก็ดี ความพร้อมสำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ ที่ประชุม WRC - 23 ได้มีการกำหนดให้คลื่นความถี่ย่าน 7025 – 7125 MHz สามารถนำไปจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ทุกเขตภูมิภาค (Region) ที่ 1 – 3 ซึ่งปัจจุบัน สำนักงาน กสทช. อยู่ระหว่างเตรียมบรรจุคลื่นความถี่ย่าน 7025 – 7125 MHz ลงในแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่

สำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ ปัจจุบันยังไม่มีอุปกรณ์ที่รองรับคลื่นความถี่ย่านนี้ (อ้างอิงจาก GSMArena)

ทั้งนี้ <u>คลื่นความถี่ช่วง 6425 – 7125 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ยังคงเป็นคลื่นความถี่ที่กำลังศึกษาความเป็นไปได้ และความเหมาะสมในการนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT สำหรับประเทศไทยต่อไป</u>

จากที่กล่าวมาแต่ละย่านข้างต้น คลื่นความถี่ในกลุ่ม 5.4 ถึงแม้จะมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล แต่ปัจจุบันยังไม่ได้ระบุให้นำมาใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล รวมถึงยังต้องรอผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากระยะเวลา 5 ปี คือ พ.ศ. 2567 – 2571 คลื่นความถี่ในกลุ่ม 5.4 จึงยังไม่สามารถจะนำมาจัดสรรได้ในกรอบข้างต้น

ส่วนที่ 6

แผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)

สำหรับแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571) สำนักงาน กสทช. ได้พิจารณาคลื่นความถี่และจัดทำกรอบระยะเวลาเบื้องต้นในการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ประกอบด้วย คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz 850 MHz 1500 MHz 1800 MHz 2100 MHz 2300 MHz 3500 MHz (3300 - 3700 MHz) 26 GHz และ 28 GHz โดยมีรายละเอียด ดังนี้

<u>แผนการจัดสรรในปี 2568</u>

เนื่องจากคลื่นความถี่ที่จะหมดอายุ คือ คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz 1500 MHz 2100 MHz และ 2300 MHz ดังนั้น หากไม่มีการจัดสรรคลื่นที่กำลังจะหมดอายุจะทำให้ปริมาณคลื่นความถี่สำหรับการประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยลดลง อย่างไรก็ดี คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz จะหมดอายุทั้งในปี 2568 และ 2570 ดังนั้น อาจมีการพิจารณาประมูลล่วงหน้าพร้อมกันในปี 2568 ได้ สำหรับคลื่นความถี่ที่ยังเหลือจากการจัดสรร เช่น คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz และย่าน 26 GHz ก็มีความพร้อมและสามารถนำมาประมูลพร้อมกับคลื่นความถี่ที่กำลังจะหมดอายุได้

สำหรับคลื่นความถี่ย่านอื่นๆ เช่น ย่าน 450 MHz 3500 MHz และ 28 GHz นั้น นอกจากจะต้องมีการศึกษาความพร้อมในส่วนของ ecosystem ทั้งในประเทศและต่างประเทศแล้วคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จำเป็นต้องศึกษาผลกระทบที่จะเกิดจากการปรับปรุงคลื่นความถี่มาใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในขณะที่คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz จำเป็นต้องศึกษาการใช้ร่วมกันระหว่างกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลและกิจการดาวเทียมเฉพาะส่วน GSO Gateway และ NGSO Gateway ก่อน

ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
1. ความถี่ที่กำลังจะสิ้นสุดการอนุญาต		
850 MHz	2 x 10	▪ จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 มีขนาด 2 x 15 MHz (30 MHz) ช่วงความถี่ 824 – 839/869 – 884 MHz ▪ เพื่อป้องการการรบกวนระหว่างคลื่นความถี่ย่าน 900 MHz คลื่นความถี่ที่ใช้งานระบบราง จึงควรกำหนด Guard Band ตั้งแต่ช่วงความถี่ 834 – 839/879 – 884 MHz เพิ่มเติม ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568

ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
1500 MHz	55	▪ จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 มีขนาด 91 MHz ช่วงความถี่ 1427 – 1518 MHz ▪ แนวทางที่นำมาจัดสรรรูปแบบ Supplementary Downlink (SDL) ได้แก่ n75 (ช่วงความถี่ 1432 – 1517 MHz) และ n76 (ช่วงความถี่ 1427 – 1432 MHz) สำหรับประเทศไทย สำหรับการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านช่วง 1427 – 1507 MHz ขนาด 55 MHz ▪ ปัจจุบันสำหรับประเทศไทยมีอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตนำมาใช้งานแล้ว แต่คลื่นความถี่ย่านนี้จะอยู่ในกระบวนการทดลองทดสอบและศึกษาการใช้งานในหลายประเทศ ▪ สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz มีความจำเป็นต้องจำกัดกำลังส่งของคลื่นความถี่ช่วง 1427 – 1507 MHz ซึ่งต้องจำกัดกำลังส่งของการแพร่นอกแถบ (Out-of-band emission) หรือการแพร่แปลกปลอม (Spurious emission) ให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน Resolution 750 (Rev.WRC-19) ของข้อบังคับวิทยุ เพื่อเป็นการคุ้มครองกิจการสำรวจพิภพผ่านดาวเทียม (EESS) ในคลื่นความถี่ช่วง 1400 – 1427 MHz ดังนั้น จึงทำให้สามารถนำเอาคลื่นความถี่มาจัดสรรได้ตั้งแต่ช่วง 1437 – 1507 MHz ส่งผลทำให้แถบกว้างความถี่มีขนาดลดลงจาก 70 MHz เมื่อรวมปัจจัยข้างต้นทำให้สามารถนำคลื่นความถี่มาจัดสรรได้ตั้งแต่ช่วง 1452 – 1507 MHz มีแถบกว้างความถี่จำนวน 55 MHz มาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ต่อไป ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568

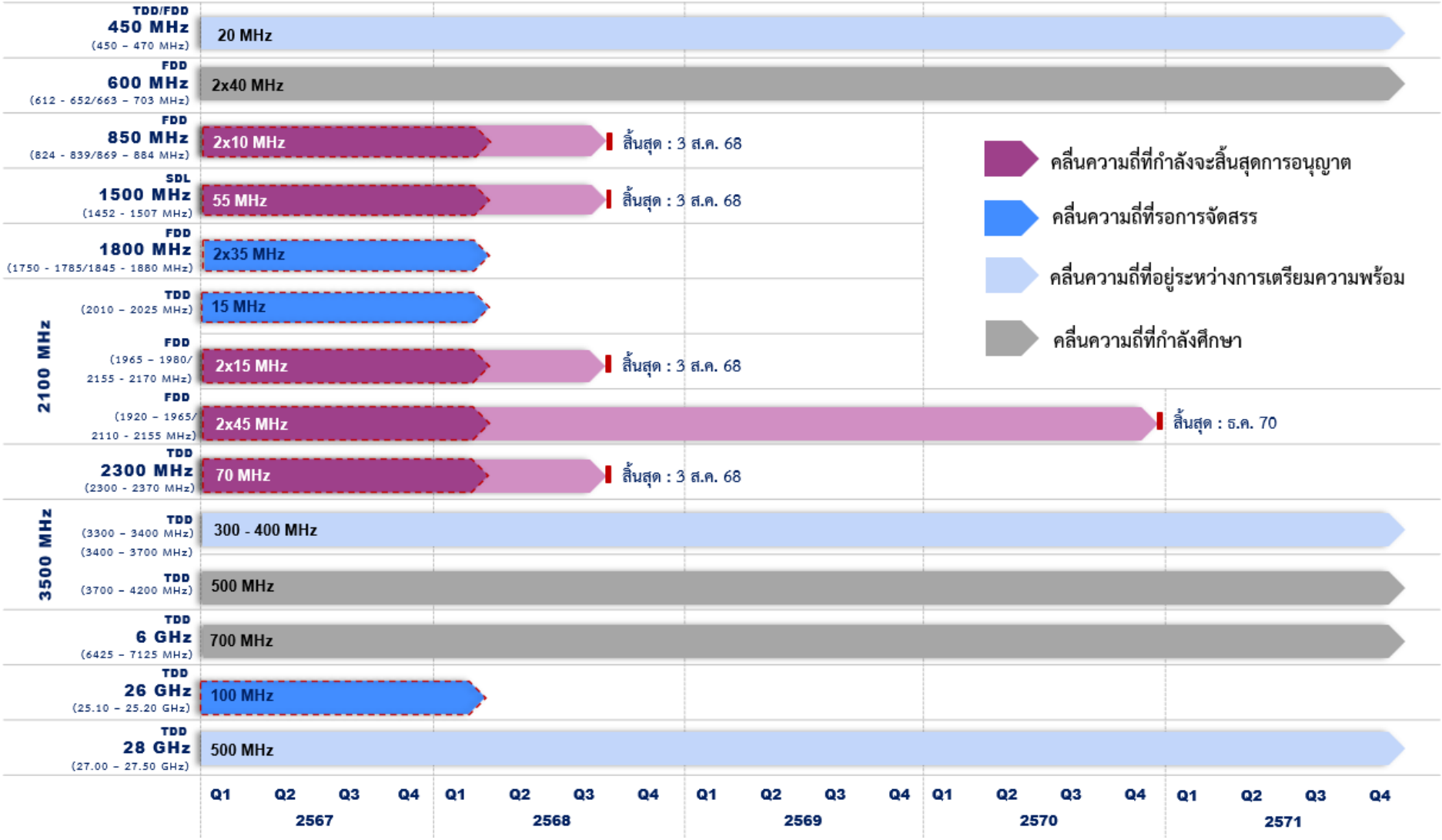
ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
2100 MHz (FDD)	2 x 60	▪ จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 มีจำนวน 2x15 MHz (30 MHz) ช่วงความถี่ 1965 – 1980/2155 - 2170 MHz ▪ จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 6 ธันวาคม 2570 มีช่วงความถี่ 1920 – 1965/2110 - 2155 MHz ขนาด 2 x 45 MHz (90 MHz) ▪ สามารถที่จะนำมาประมูลล่วงหน้าพร้อมกันได้ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมสามารถวางแผนธุรกิจได้ล่วงหน้า ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์ภาครับสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (FDD) มีความพร้อม และปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568
2300 MHz	70	▪ คลื่นความถี่ช่วง 2310 – 2370 MHz ขนาด 60 MHz จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ▪ คลื่นความถี่ช่วง 2300 – 2310 MHz ขนาด 10 MHz ถูกกำหนดสำหรับกิจการ IMT ยังว่างและไม่ได้จัดสรร ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่มีความพร้อมในการใช้งาน รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G และ 5G ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568
2. คลื่นความถี่ที่รอการจัดสรร		
1800 MHz	2 x 35	▪ คลื่นความถี่ช่วง 1750 – 1785/1845 – 1880 MHz ขนาด 2 x 35 MHz ยังว่างและรอการจัดสรร ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์ภาครับสำหรับการใช้งาน มีความพร้อมในการใช้งาน รองรับเทคโนโลยี 4G และ 5G ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568
2100 MHz (TDD)	15	▪ คลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz ขนาด 15 MHz ยังเป็นคลื่นความถี่ที่ว่างและรอการจัดสรร ▪ ที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2023 (WRC-23) อยู่ระหว่างการพิจารณากำหนดคลื่นความถี่ใหม่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) ซึ่งยังคงมีการพิจารณาจนถึงการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027

ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
		(WRC-27) โดยตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ สำหรับประเทศไทยจัดอยู่ภูมิภาคที่ 3 ตามกำหนดแล้ว ซึ่งมีการพิจารณาคลื่นความถี่ ดังนี้ คลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz (โลกสู่อวกาศในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2160 – 2170 MHz (อวกาศสู่โลกในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2120 – 2160 MHz (อวกาศสู่โลกในทุกภูมิภาค) โดยคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว อาจจะต้องมีการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการ IMT และสำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่มีความพร้อมในการใช้งาน รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G และ 5G ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568
26 GHz	100	▪ คลื่นความถี่ช่วง 25.1 – 25.2 GHz ขนาด 100 MHz เป็นคลื่นความถี่ว่างและรอการจัดสรร ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่มีความพร้อมรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G เท่านั้น ▪ ช่วงคลื่นความถี่ที่มีขนาด 100 MHz อาจจะไม่เพียงพอต่อการนำไปให้บริการแก่ผู้ใช้บริการรายใหม่ได้ ▪ ควรพิจารณาจัดสรรใหม่ในปี 2568
3. คลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อม		
450 MHz	20	▪ คลื่นความถี่ย่านความถี่ 450 MHz ช่วงความถี่ 450 – 470 MHz ได้มีการกำหนดให้ใช้งานกับกิจการ IMT (T - IMT) กิจการทั่วไป (T – General use) และภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (T – PPDR) ยังไม่เคยจัดสรรสำหรับกิจการ IMT อีกทั้ง ความพร้อมในส่วนของอุปกรณ์ลูกข่ายที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก ▪ ควรนำมาจัดสรรภายหลังปี 2568 เพื่อให้มีความพร้อมสำหรับอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน ซึ่งคาดการณ์ว่าจะมีความแพร่หลายมายิ่งขึ้นในอนาคต

ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
3300 – 3400 MHz	100	▪ สำนักงาน กสทช. อยู่ระหว่างการเพิ่มเติมคลื่นความถี่ช่วง 3300 – 3400 MHz ในแผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่ สำหรับใช้งานในกิจการ IMT ▪ มีส่วนของประเด็นทางเลือกนโยบายที่เกี่ยวข้อง ในการปรับปรุงการใช้งานคลื่นความถี่ ในการกำหนดแนวทางการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการอื่น ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ มีความพร้อมรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G เท่านั้น ▪ ควรนำมาจัดสรรภายหลังปี 2568
3400 – 3700 MHz	300	▪ สำนักงาน กสทช. ได้กำหนดคลื่นความถี่ช่วง 3400 – 3700 MHz ในแผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่ สำหรับใช้งานในกิจการ IMT ▪ การนำคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าวมาใช้งาน ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่มีความสำคัญสำหรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งสามารถรองรับกับเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกันได้ ▪ มีส่วนของประเด็นทางเลือกนโยบายที่เกี่ยวข้อง ในการปรับปรุงการใช้งานคลื่นความถี่ ในการกำหนดแนวทางการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการอื่น ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ มีความพร้อมรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G ▪ ควรนำมาจัดสรรภายหลังปี 2568
28 GHz	500	▪ สำนักงาน กสทช. ได้กำหนดคลื่นย่าน 28 GHz คลื่นความถี่ช่วง 27.0 – 27.5 GHz ในแผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่ สำหรับใช้งานในกิจการ IMT ▪ การนำคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าวมาใช้งานยังคงต้องศึกษาและทดลองทดสอบผลการรบกวนกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการดาวเทียม รวมถึงการศึกษาระยะแถบกั้นความถี่ (Gurad Band) ระหว่างกิจการ IMT ระหว่างคลื่นความถี่ย่าน 26 GHz และ 28 GHz ▪ ความพร้อมสำหรับอุปกรณ์ที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ มีความพร้อมรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G และ 5G ▪ ควรนำมาจัดสรรภายหลังปี 2568

ย่านความถี่	ขนาดคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาจัดสรรได้ (MHz)	ข้อมูลโดยสรุป/หมายเหตุ
4. คลื่นความถี่ที่กำลังศึกษา		
600 MHz	2 x 40	▪ ปัจจุบันคลื่นความถี่ย่าน 600 MHz ช่วงความถี่ 612 – 652/ 663 – 703 MHz มีการใช้งานสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล และอยู่ในระหว่างการศึกษาความเหมาะสมในการนำคลื่นความถี่บางส่วนมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT
3700 – 4200 MHz	500	▪ ปัจจุบันคลื่นความถี่ช่วง 3700 - 4200 MHz ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (อวกาศสู่โลก) กิจการเคลื่อนที่ ยกเว้น กิจการเคลื่อนที่ทางการบิน และยังไม่ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการ IMT ซึ่งต้องศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ต่อไป
(Upper) 6 GHz	700	▪ สำนักงาน กสทช. จัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 6425 – 7125 MHz ให้สำหรับกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (โลกสู่อวกาศ) กิจการเคลื่อนที่ และยังไม่ถูกจัดสรรให้สำหรับกิจการ IMT ▪ การประชุม WRC - 23 ได้กำหนดให้คลื่นความถี่ช่วง 7025 – 7125 MHz สามารถนำไปจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ทุกเขตภูมิภาค

แผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย (Spectrum Roadmap for Mobile Communication in Thailand)

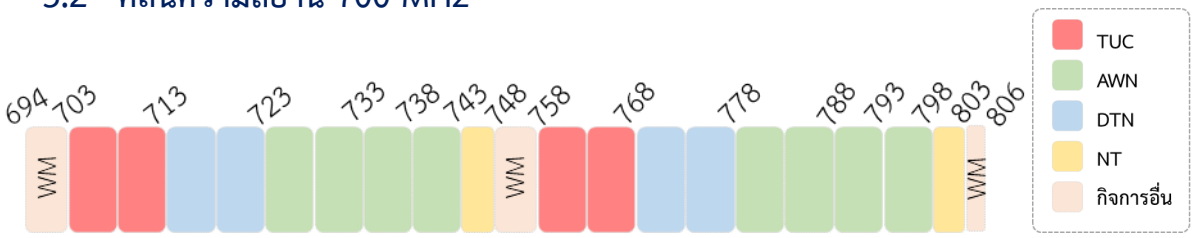


การใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย

5.1 คลื่นความถี่ย่าน 450 MHz

ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดคลื่นความถี่ช่วง 450 – 470 MHz สำหรับกิจการ IMT ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 20 MHz ▪ Duplex Mode: FDD หรือ TDD ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	ปัจจุบันคลื่นความถี่ช่วง 450 – 470 MHz ตามประกาศ เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) และที่แก้ไขเพิ่มเติม กำหนดเชิงอรรถประเทศไทย เป็นกิจการ IMT และภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 450 – 470 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n31 (452.5 – 457.5/462.5 – 467.5 MHz) 2) n72 (451 – 456/461 – 466 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 31 (452.5 – 457.5/462.5 – 467.5 MHz) 2) LTE Band 72 (451 – 456/461 – 466 MHz) 3) LTE Band 73 (450 – 455 /460 – 465 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) ไม่มีอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	ความถี่ย่าน 450 – 470 MHz เป็นย่านความถี่ที่การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2015 (World Radiocommunication Conference 2015 : WRC-15) ได้กำหนดให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สำหรับประเทศไทย
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายหลังปี 2568

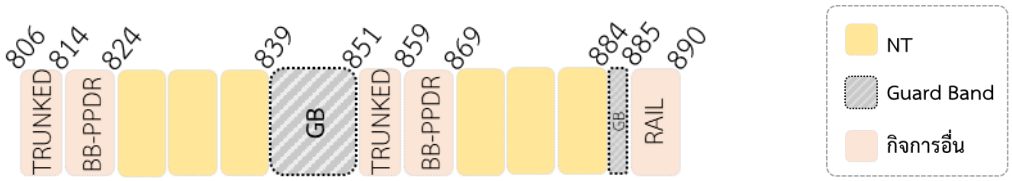
5.2 คลื่นความถี่ย่าน 700 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดคลื่นความถี่ 703 - 748/758 - 803 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired band) - ช่วงความถี่ 703 - 748 MHz เป็นความถี่รับของสถานีฐาน (Base RX) - ช่วงความถี่ 758 - 803 MHz เป็นความถี่ส่งของสถานีฐาน (Base TX) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 10 MHz (จำนวน 3 ชุด) และ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 3 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 90 MHz ▪ Duplex Mode: FDD ▪ คำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 4/2562 เรื่อง มาตรการแก้ไขปัญหาการประกอบกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม ลงวันที่ 11 เมษายน 2562 ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications – IMT) ย่านความถี่ 703 – 748/758 – 809 เมกะเฮิรตซ์ ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ย่าน 700 MHz 1800 MHz 2600 MHz และ 26 GHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 100%** ▪ **การจัดสรรคลื่นความถี่ปี 2562** : ตามคำสั่งหัวหน้า คสช. ที่ 4/2562 ลงวันที่ 11 เมษายน 2562 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 703 - 713/758 - 768 MHz (20 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น - ได้รับอนุญาตเมื่อ 27 ธันวาคม 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 26 ธันวาคม 2578 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 713 - 723/768 - 778 MHz (20 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ดีแทค ไตรเน็ต - ได้รับอนุญาตเมื่อ 24 ธันวาคม 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 23 ธันวาคม 2578 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 723 - 733/778 - 788 MHz (20 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 15 มกราคม 2564 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 14 มกราคม 2579

	▪ **การจัดสรรคลื่นความถี่ปี 2563** : จัดสรรคลื่นความถี่ ครั้งที่ 8 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 733 – 738/788 – 793 MHz (10 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 1 เมษายน 2564 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 31 มีนาคม 2579 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 738 – 743/793 - 798 MHz (10 MHz)** คลื่นความถี่ข้างต้นได้รับการโอนมาจาก บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ โดยมีระยะเวลาการอนุญาตตามมติ กสทช. ครั้งที่ 17/2566 เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2566 - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 23 สิงหาคม 2566 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 31 มีนาคม 2579 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 743 - 748/798 - 803 MHz (10 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ - ได้รับอนุญาตเมื่อ 1 เมษายน 2564 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 31 มีนาคม 2579

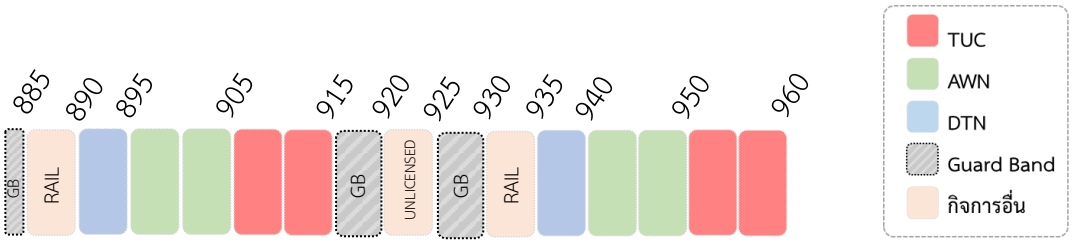
5.3 คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดคลื่นความถี่ 824 – 839/869 - 884 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบไม่เป็นคู่ (Unpaired band) - ช่วงความถี่ 824 – 839 MHz เป็นความถี่รับของสถานีฐาน (Base RX) - ช่วงความถี่ 869 - 884 MHz เป็นความถี่ส่งของสถานีฐาน (Base TX) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 3 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 30 MHz ▪ Duplex Mode: FDD ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ย่านความถี่ 824 – 839/869 – 884 MHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ช่วง 824 – 839/869 – 884 MHz โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่วันที่ 3 สิงหาคม 2568
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 824 – 834/869 - 879 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n5 (824 – 849/869 – 894 MHz) 2) n18 (815 – 830/860 – 875 MHz (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 5 (824 – 849/869 – 894 MHz) 2) LTE Band 18 (815 – 830/860 – 875 MHz) 3) LTE Band 19 (830 – 845/875 – 890 MHz) 4) LTE Band 26 (814 – 849/859 – 894 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 676 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 23 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 3,488 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 215 รุ่น

นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ สำนักงาน กสทช. จะดำเนินการเตรียมการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 824 – 839/869 – 884 MHz (2×5 MHz) โดย บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ ซึ่งจะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

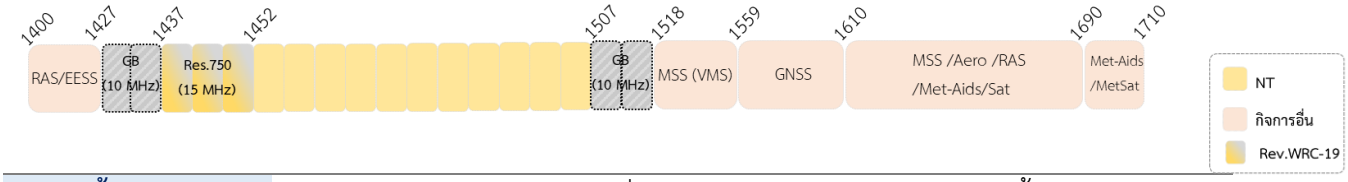
5.4 คลื่นความถี่ย่าน 900 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดคลื่นความถี่ 890 - 915/935 - 960 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired band) - ช่วงความถี่ 890 – 915 MHz เป็นความถี่รับของสถานีฐาน (Base RX) - ช่วงความถี่ 935 - 960 MHz เป็นความถี่ส่งของสถานีฐาน (Base TX) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 10 MHz (จำนวน 2 ชุด) และ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 1 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 50 MHz ▪ Duplex Mode : FDD ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications – IMT) ย่านความถี่ 895 - 915/940 - 960 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคม ย่าน 895 – 915 MHz/940 – 960 MHz ▪ คำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 16/2559 เรื่อง การประมูลคลื่นความถี่เพื่อกิจการโทรคมนาคม ลงวันที่ 12 เมษายน 2559 ▪ คำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 4/2562 เรื่อง มาตรการแก้ไขปัญหาการประกอบกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม ลงวันที่ 11 เมษายน 2562 ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคม ย่าน 890 – 895/935 - 940 MHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 100%** ▪ **จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2558 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 3** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 905 – 915/950 - 960 MHz (20 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น - ได้รับอนุญาตเมื่อ 16 มีนาคม 2559 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 30 มิถุนายน 2574 ▪ **จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2559 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 4** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 895 – 905/940 - 950 MHz (20 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 1 กรกฎาคม 2559 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 30 มิถุนายน 2574

	▪ **จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2561 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 6** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 890 - 895/935 - 940 MHz (10 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ดีแทค ไตรเน็ต - ได้รับอนุญาตเมื่อ 16 ธันวาคม 2561 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 ธันวาคม 2576

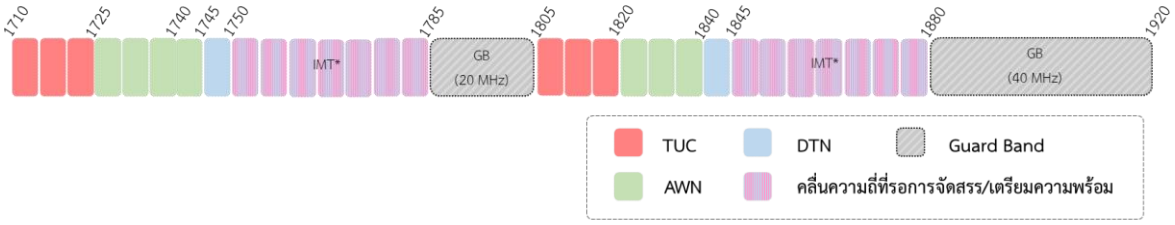
5.5 คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ ปัจจุบันมีการใช้งานความถี่ช่วง 1427 - 1518 MHz ภายหลังสิ้นสุดการอนุญาตจะมีการจัดสรรช่วงความถี่ 1452 – 1507 MHz ต่อไป ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 90 MHz ภายหลังสิ้นสุดการอนุญาตจะปรับเปลี่ยนขนาดคลื่นความถี่เป็น 55 MHz ▪ Duplex Mode: ภายหลังสิ้นสุดการอนุญาต จะปรับเปลี่ยนรูปแบบเป็น SDL
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ คลื่นความถี่ย่าน 1481.25 - 1509.25 /1432.25 - 1460.25 MHz ปัจจุบันมีการใช้งานในกิจการประจำที่ มีการนำไปใช้งานในการสำรวจและผลิตปิโตรเลียม และการนำไปใช้งานในการให้บริการโทรศัพท์สาธารณะทางไกลชนบท ▪ ผู้รับใบอนุญาต : บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ▪ ระยะเวลาการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ : - เริ่มต้น 16 เมษายน 2530 - สิ้นสุด 3 สิงหาคม 2568
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 1427 - 1518 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) SDL 2.1) n75 (1432 – 1517 MHz) 2.2) n76 (1427 – 1432 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 11 (1427.9 – 1447.9/1475.9 – 1495.9 MHz) 2) LTE Band 21 (1447.9 – 1462.9/1495.9 – 1510.9 MHz) 3) LTE Band 32 (1452 – 1496 MHz) 4) LTE Band 45 (1447 – 1467 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 31 รุ่น 2) ประเภท Tablet ไม่มีอุปกรณ์รองรับ (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 340 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 33 รุ่น

นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ คลื่นความถี่ย่าน 1427 - 1518 MHz (L-band) เป็นย่านความถี่ที่การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2015 (World Radiocommunication Conference 2015 : WRC-15) ได้กำหนดให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สำหรับประเทศไทย ▪ คลื่นความถี่ L – Band (คลื่นความถี่ย่าน 1500 MHz) สามารถนำมาจัดสรรสำหรับกิจการ IMT ในคลื่นความถี่ช่วง 1452 - 1507 MHz โดยมีแถบกว้างความถี่จำนวน 55 MHz เนื่องจากมีความจำเป็นต้องจำกัดกำลังส่งในการแพร่นอกแถบ (Out-of-band emission) และการแพร่แปลกปลอม (Spurious emission) ในคลื่นความถี่ช่วง 1427 - 1452 MHz ซึ่งเป็นไปตามข้อมติที่ 750 (Rev.WRC-19) ของข้อบังคับวิทยุ เพื่อคุ้มครองกิจการสำรวจพิภพผ่านดาวเทียม (EESS) ในคลื่นความถี่ช่วง 1400 - 1427 MHz รวมถึงมีความจำเป็นต้องเพิ่ม แถบกั้นความถี่ (Guard band) เพื่อคุ้มครองการใช้งานกิจการวิทยุดาราศาสตร์ และกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมต่อไป
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

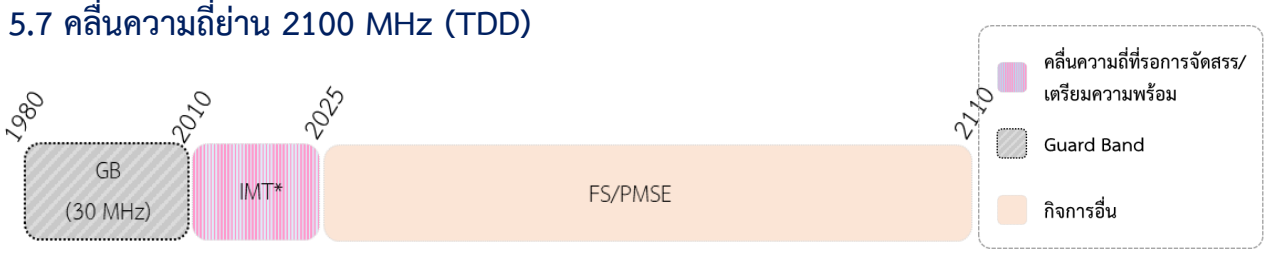
5.6 คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดย่านความถี่ 1710 - 1785/1805 - 1880 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired band) - ช่วงความถี่ 1710 - 1785 MHz เป็นความถี่รับของสถานีฐาน (Base RX) - ช่วงความถี่ 1805 - 1880 MHz เป็นความถี่ส่งของสถานีฐาน (Base TX) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 15 MHz (จำนวน 2 ชุด) และ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 9 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 150 MHz (ได้รับการจัดสรร 80 MHz) ▪ Duplex Mode: FDD ▪ ประเภทการใช้งาน : IMT 2000 / IMT Advance ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) ย่านความถี่ 1710 - 1785/ 1805 – 1880 เมกะเฮิรตซ์ ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคม ย่าน 1740 - 1785 /1835 - 1880 MHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 53.33%** ▪ **การจัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2558 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 2** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1710 - 1725/1805 - 1820 MHz (30 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น - ได้รับอนุญาตเมื่อ 4 ธันวาคม 2558 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 กันยายน 2576 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1725 - 1740/1820 - 1835 MHz (30MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2558 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 กันยายน 2576 ▪ **การจัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2561 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 5** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1740 - 1745/1835 - 1840 MHz (10 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 24 กันยายน 2561 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 กันยายน 2576

	➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1745 - 1750/1840 - 1845 MHz (10 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ดีแทค ไตรเน็ต - ได้รับอนุญาตเมื่อ 16 ธันวาคม 2561 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 กันยายน 2576
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 1750 – 1785/1845 - 1880 MHz ขนาด 2×35 MHz ที่ยังว่างและรอการจัดสรร รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n3 (1710 – 1785/1805 – 1880 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 3 (1710 – 1785/1805 – 1880 MHz) 2) LTE Band 9 (1749.9 – 1784.9/1844.9 – 1879.9 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 744 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 27 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 4,040 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 260 รุ่น
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

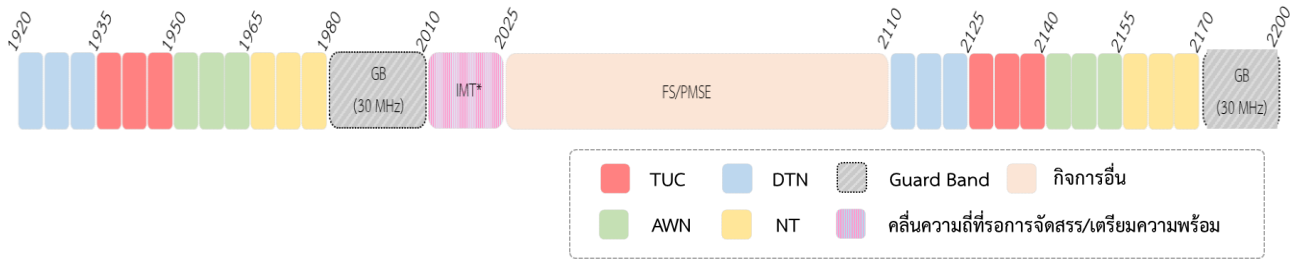
5.7 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (TDD)



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดย่านความถี่ 2010 – 2025 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบไม่เป็นคู่ (Unpaired band) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 3 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 15 MHz ▪ Duplex Mode: TDD ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) ย่านความถี่ 1920 – 1980/ 2110 – 2170 MHz และย่านความถี่วิทยุ 2010 – 2025 MHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (TDD) เป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างรอการจัดสรร
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 2010 - 2025 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n34 (2010 – 2025 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 34 (2010 – 2025 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 1 รุ่น 2) ประเภท Tablet ไม่มีอุปกรณ์รองรับการใช้งาน (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 979 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 55 รุ่น
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571) ▪ การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2023 (WRC-23) อยู่ระหว่างการพิจารณากำหนดคลื่นความถี่ใหม่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS) ซึ่งจะยังคงมีการประชุมต่อเนื่องจนถึงการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027 (WRC-27) โดยตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ ประเทศไทย

	อยู่ภูมิภาคที่ 3 ตามกำหนด ซึ่งมีการพิจารณาคลื่นความถี่ ดังนี้ คลื่นความถี่ช่วง 2010 – 2025 MHz (โลกสู่อวกาศ ในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2160 – 2170 MHz (อวกาศสู่โลก ในภูมิภาคที่ 1 และ3) และช่วง 2120 – 2160 MHz (อวกาศสู่โลก ในทุกภูมิภาค) โดยคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว อาจจะต้องมีการใช้งานร่วมกัน หากผลการพิจารณาจากการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027 (WRC-27) กำหนดให้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวสามารถให้บริการ สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (MSS)
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

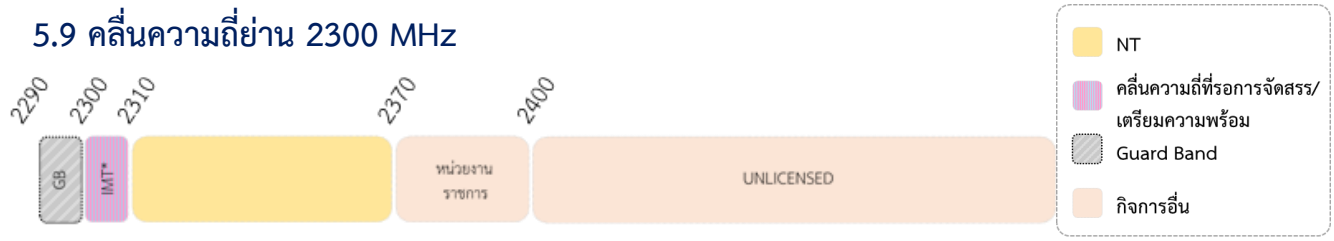
5.8 คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (FDD)



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดย่านความถี่ 1920 – 1980/2110 - 2170 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบเป็นคู่ (Paired band) - ช่วงความถี่ 1920 - 1980 MHz เป็นความถี่รับของสถานีฐาน (Base RX) - ช่วงความถี่ 2110 – 2170 MHz เป็นความถี่ส่งของสถานีฐาน (Base TX) ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ในลักษณะเป็นคู่ เท่ากับ ขนาด 2 x 5 MHz (จำนวน 12 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 120 MHz ▪ Duplex Mode: FDD ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) ย่านความถี่ 1920 – 1980/ 2110 – 2170 MHz และย่านความถี่วิทยุ 2010 – 2025 MHz ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications – IMT) ย่าน 2.1 GHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 100%** ▪ จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2555 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1920 – 1935/2110 – 2125 MHz (2x15 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ดีแทค ไตรเน็ต - ได้รับอนุญาตเมื่อ 7 ธันวาคม 2555 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 6 ธันวาคม 2570 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1935 – 1950/2125 - 2140 MHz (2x15 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด - ได้รับอนุญาตเมื่อ 7 ธันวาคม 2555 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 6 ธันวาคม 2570 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1950 - 1965/2140 - 2155 MHz (2x15 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด - ได้รับอนุญาตเมื่อ 7 ธันวาคม 2555 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 6 ธันวาคม 2570

	➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 1965 – 1980/2155 - 2170 MHz (2×15 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ - ได้รับอนุญาตเมื่อ - - วันสิ้นสุดการอนุญาต 3 สิงหาคม 2568
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ สำนักงาน กสทช. จะดำเนินการเตรียมการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 1965 – 1980/ 2155 - 2170 MHz (2×15 MHz) ซึ่ง บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ▪ คลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1965/2110 - 2155 MHz (2×45 MHz) ที่จะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 6 ธันวาคม 2570 ▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)
กรอบเวลาเบื้องต้น	สำหรับคลื่นความถี่ช่วง 1920 – 1980/2110 – 2170 MHz ขนาด 2×60 MHz มาดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

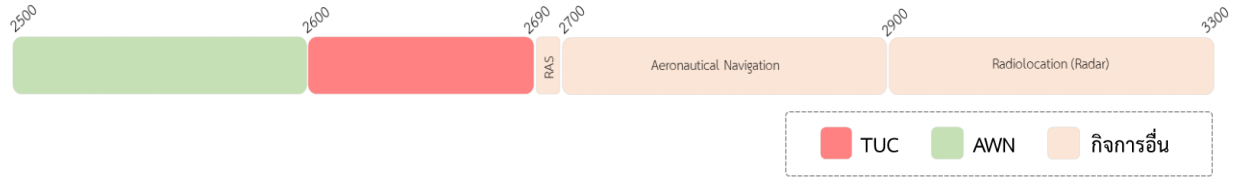
5.9 คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดย่านความถี่ 2300 - 2400 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะแบบไม่เป็นคู่ (Unpaired band) ▪ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ช่วง 2310 – 2370 MHz ซึ่งจะสิ้นการอนุญาตวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 60 MHz ▪ Duplex Mode: TDD ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology สำหรับกิจการ Broadband Wireless Access (BWA) ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการ Broadband Wireless Access (BWA) ย่านความถี่วิทยุ 2300 – 2400 MHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ ความถี่ช่วง 2300 – 2310 MHz ขนาด 10 MHz มีการใช้งานในกิจการประจำที่ ใช้งานแท่นขุดเจาะสำรวจและผลิตปิโตรเลียมแปลงสำรวจในทะเลอ่าวไทย ▪ ความถี่ช่วง 2310 – 2370 MHz ขนาด 60 MHz จัดสรรให้กับบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) สิ้นสุดการอนุญาตวันที่ 3 สิงหาคม 2568
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน โดยสำนักงาน กสทช. กำหนดการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 2300 - 2370 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n30 (2305 – 2315/2350 – 2360 MHz) 2) n40 (2300 – 2400 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 30 (2305 – 2315/2350 – 2360 MHz) 2) LTE Band 40 (2300 – 2400 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 474 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 21 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 3,209 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 187 รุ่น

นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ สำนักงาน กสทช. จะดำเนินการเตรียมการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 2300 – 2370 MHz (70 MHz) ซึ่ง บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ ได้รับอนุญตให้ใช้งานคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าว โดยจะสิ้นสุดการอนุญาตในวันที่ 3 สิงหาคม 2568 ▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

5.10 คลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz



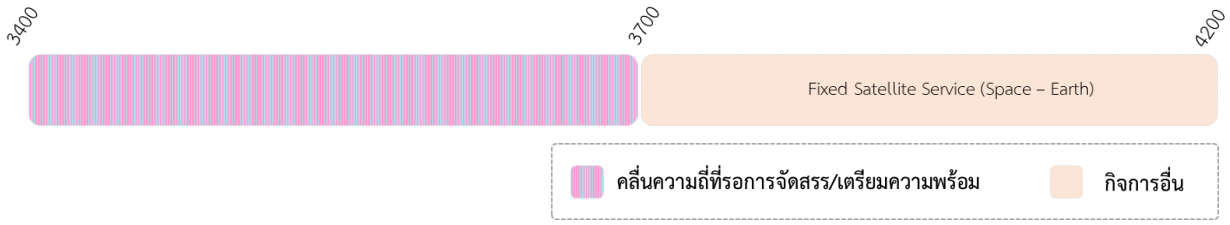
ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดความถี่วิทยุ 2500 - 2690 MHz สำหรับใช้งานในลักษณะไม่เป็นคู่ (Unpaired frequency) ▪ ช่วงความถี่ 2500 - 2690 MHz เป็นความถี่รับ – ส่งของสถานีฐาน ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ เท่ากับ ขนาด 10 MHz (จำนวน 19 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 190 MHz ▪ ประเภทการใช้งาน : IMT 2020 / IMT Advanced ▪ Duplex Mode: TDD ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) ย่านความถี่ 2500 - 2690 MHz ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ย่าน 700 MHz 1800 MHz 2600 MHz และ 26 GHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 100%** ▪ จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2563 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 8 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 2500 – 2600 MHz (100 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 20 กุมภาพันธ์ 2578 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 2600 - 2690 MHz (90 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น - ได้รับอนุญาตเมื่อ 16 มีนาคม 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 15 มีนาคม 2578

5.11 คลื่นความถี่ย่าน 3300 MHz

ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดความถี่วิทยุ 3300 – 3400 MHz สำหรับกิจการ IMT ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 100 MHz ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology ▪ Duplex Mode : TDD
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	คลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อม สำหรับกิจการ IMT
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 1427 - 1518 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n77 (3300 – 4200 MHz) 2) n78 (3300 – 3800 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีการใช้งานเทคโนโลยี 4G ในคลื่นความถี่ย่านนี้ ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 1,005 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 29 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายที่รองรับการใช้งานเทคโนโลยี 4G
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ การประชุม กสทช. ครั้งที่ 5/2566 เมื่อวันพุธที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 ที่ประชุมมีมติ เห็นชอบผลการพิจารณาของคุณอนุกรรมการด้านคลื่นความถี่และมาตรฐานทางเทคนิค ตามเอกสารที่สำนักงาน กสทช. เสนอ ดังนี้ 1) รับทราบรายงานผลการศึกษา เรื่อง แนวทางและความเป็นไปได้ในการกำหนดคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) 2) เห็นชอบแนวทางการปรับปรุงคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz โดยกำหนดให้ใช้ร่วมกับกิจการ IMT ดังนี้ (1) กำหนดคลื่นความถี่ย่านนี้สำหรับกิจการ IMT โดยเสนอให้จัดทำเป็นนโยบายระยะกลาง (3 – 5 ปี) ในการนำคลื่นความถี่ย่านนี้มาจัดสรรร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 3400 – 3700 MHz ต่อไป

	(2) ปรับปรุงประกาศ กสทช. ว่าด้วยแผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่และตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติในส่วนที่เกี่ยวข้อง และจัดทำแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการ IMT (3) เสนอแก้ไขข้อบังคับวิทยุ โดยการเพิ่มชื่อของประเทศไทยในเชิงอรรถระหว่างประเทศ ว่าด้วยการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3300 – 3400 MHz สำหรับกิจการ IMT ในการประชุม WRC-23 ▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายหลังปี 2568

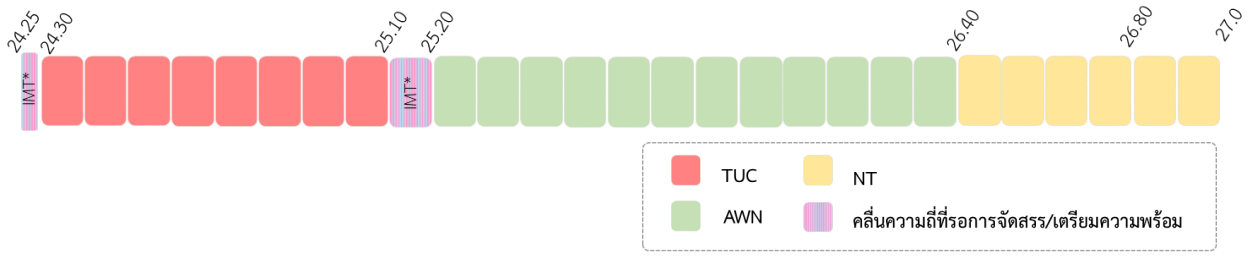
5.12 คลื่นความถี่ย่าน 3400 - 3700 MHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ/สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ กำหนดความถี่วิทยุ 3400 - 3700 MHz สำหรับกิจการ IMT ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 300 MHz ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology ▪ Duplex Mode : TDD
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ คลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อม สำหรับกิจการ IMT ▪ การประชุม กสทช. ครั้งที่ 16/2563 เมื่อวันพุธที่ 28 ตุลาคม 2563 ที่ประชุมมีมติเห็นชอบปรับปรุงแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย (Spectrum Roadmap for Mobile Communication in Thailand) ในส่วนของการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ให้สอดคล้องกับกรอบเวลาการปรับปรุงการใช้ความถี่ย่าน 3500 MHz และกรอบระยะเวลาดำเนินการตามมาตรการป้องกันการรบกวนคลื่นความถี่และมาตรการลดผลกระทบจากการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ 3500 MHz ต่อไป ▪ ดำเนินการเพื่อเตรียมความพร้อมการปรับปรุงการนำคลื่นความถี่ย่าน Extended C-Band เพื่อนำมาใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (Satellite Relocation & Implementation Phase)
Ecosystem	▪ สำนักงาน กสทช. ได้กำหนดการใช้งานคลื่นความถี่ช่วง 3400 – 3700 MHz สำหรับการกำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n48 (3550 – 3700 MHz) 2) n77 (3300 – 4200 MHz) 3) n78 (3300 – 3800 MHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) LTE Band 42 (3400 – 3600 MHz) 2) LTE Band 43 (3550 – 3700 MHz) 3) LTE Band 48 (3600 – 3800 MHz) ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 1,005 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 29 รุ่น

	(2) สำหรับเทคโนโลยี 4G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 199 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 12 รุ่น
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายหลังปี 2568

5.13 คลื่นความถี่ย่าน 24.25 - 27.0 GHz



ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดความถี่วิทยุ 24.25 - 27.0 GHz สำหรับใช้งานในลักษณะไม่เป็นคู่ (Unpaired frequency) ▪ ช่วงความถี่ 24.25 - 27.0 GHz เป็นความถี่รับ - ส่งของสถานีฐาน ▪ ประเภทการใช้งาน : IMT 2020 / IMT Advanced ▪ ขนาดความกว้างแถบคลื่นความถี่ เท่ากับ ขนาด 100 MHz (จำนวน 27 ชุด) ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 2700 MHz (ได้รับการจัดสรร 2600 MHz) ▪ Duplex Mode : TDD ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications - IMT) ย่านความถี่ 24.25 - 27 GHz ▪ ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ย่าน 700 MHz 1800 MHz 2600 MHz และ 26 GHz
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ **มีการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว : 94.55%** ▪ **จัดสรรคลื่นความถี่ : ปี 2563 : จัดสรรคลื่นความถี่ครั้งที่ 8** ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 24.3 – 25.1 GHz (800 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น - ได้รับอนุญาตเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2564 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 16 กุมภาพันธ์ 2579 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 25.2 – 26.4 GHz (1200 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค - ได้รับอนุญาตเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2564 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 17 กุมภาพันธ์ 2579 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 26.4 – 26.8 GHz (400 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ - ได้รับอนุญาตเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 22 พฤศจิกายน 2578 ➢ **ช่วงความถี่วิทยุ 26.8 – 27.0 GHz (200 MHz)** - ผู้รับใบอนุญาต : บจ. ดีแทค ไตรเน็ต - ได้รับอนุญาตเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2563 - วันสิ้นสุดการอนุญาต 23 กุมภาพันธ์ 2578

Ecosystem	▪ สำนักงาน กสทช. กำหนดการจัดสรรคลื่นความถี่ช่วง 25.1 – 25.2 GHz กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n257 (26.50 – 29.50 GHz) 2) n258 (24.25 – 27.50 GHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีการใช้งานเทคโนโลยี 4G ในคลื่นความถี่ย่านนี้ ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 28 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 3 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายรองรับการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าว
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในปี 2568

5.14 คลื่นความถี่ย่าน 27.0 – 27.5 GHz

ข้อมูลพื้นฐานสำคัญ	▪ กำหนดความถี่วิทยุ 27.0 - 27.5 GHz สำหรับกิจการ IMT ▪ ประเภทการใช้งาน : Neutral Technology ▪ ขนาดคลื่นความถี่ (Bandwidth) : 500 MHz ▪ Duplex Mode :TDD
สถานการณ์ใช้งานปัจจุบัน	▪ คลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อม สำหรับกิจการ IMT ▪ คลื่นความถี่ช่วง 27.0 - 27.5 GHz ใช้งานร่วมกับกิจการดาวเทียมเฉพาะ GSO Gateway และ NGSO Gateway
นโยบายและแนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่	▪ กสทช. ที่ประชุมครั้งที่ 29/2565 เมื่อวันพุธที่ 26 ตุลาคม 2565 ที่ประชุมมีมติเห็นชอบ ตามผลการพิจารณาคณะอนุกรรมการด้านคลื่นความถี่และมาตรฐานทางเทคนิค โดยเห็นชอบแนวทางการใช้คลื่นความถี่ย่าน 28 GHz สำหรับกิจการ IMT ใช้คลื่นความถี่ 27.0 – 27.5 GHz ▪ ดำเนินการจัดสรรเป็นไปตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567 – 2571)
Ecosystem	▪ กำหนดแผนความถี่วิทยุตาม 3GPP สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 1427 - 1518 MHz รายละเอียด ดังนี้ (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) n257 (26.50 – 29.50 GHz) 2) n258 (24.25 – 27.50 GHz) (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีการใช้งานเทคโนโลยี 4G ในคลื่นความถี่ย่านนี้ ▪ ความพร้อมของอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน (อ้างอิง GSMarena) (1) สำหรับเทคโนโลยี 5G 1) ประเภท Smart Phone จำนวน 28 รุ่น 2) ประเภท Tablet จำนวน 3 รุ่น (2) สำหรับเทคโนโลยี 4G ไม่มีอุปกรณ์เครื่องลูกข่ายรองรับการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าว
กรอบเวลาเบื้องต้น	ดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ภายหลังปี 2568

ประมาณการอุปสงค์ของคลื่นความถี่

สำนักวิเคราะห์นโยบายเชิงปริมาณ (ปว.)
สำนักบริหารคลื่นความถี่ (คบ.)

บทสรุปผู้บริหาร

การบริหารจัดการคลื่นความถี่เป็นภารกิจหลักของ กสทช. เพื่อให้ทุกภาคส่วน คือ ประชาชน ผู้ประกอบการ และรัฐ ได้รับประโยชน์สูงสุดจากการใช้คลื่นความถี่อันเป็นทรัพยากรของชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด บริการที่ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่เป็นบริการที่มีการลงทุนสูง และมีระยะเวลายาวนาน ดังนั้นการพิจารณาจัดสรรคลื่นความถี่จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยรอบด้าน หนึ่งในปัจจัยดังกล่าวคือ ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณความต้องการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่

ในการพยากรณ์คลื่นความถี่ แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้น คือ การพยากรณ์ปริมาณทราฟิกในอนาคต และ การแปลงค่าทราฟิกให้เป็นปริมาณคลื่นความถี่ หลักการที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณทราฟิกในอนาคตคือการใช้แบบจำลองทางสถิติ พยากรณ์จากข้อมูลปริมาณการใช้งานในอดีตด้วยข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ที่ core network แล้วนำมาแปลงให้กลายเป็นทราฟิก (ความเร็ว) จากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว ปริมาณการใช้งาน และเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลด โดยตั้งสมมติฐานคือเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดไม่เพิ่มขึ้น (ผู้ใช้บริการไม่ต้องรอโหลดข้อมูลนานขึ้น) สุดท้ายนำค่าทราฟิกที่พยากรณ์ได้ไปคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น การกระจายตัวของประชากร การกระจายตัวของสถานีวิทยุคมนาคม พฤติกรรมการใช้งาน และประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของเทคโนโลยี โดยจากผลการศึกษาพบว่าทราฟิก ณ สิ้นปี 2572 อยู่ที่ 56.51 Mbps ต่อคน เพิ่มขึ้นจากทราฟิก ณ สิ้นปี 2565 ที่ 28.28 Mbps อยู่เกือบ 2 เท่า ส่งผลให้ปริมาณคลื่นความถี่ที่ต้องการ ณ สิ้นปี 2572 มีค่า 739 เมกะเฮิรตซ์ สูงกว่าปริมาณคลื่นความถี่ 620 เมกะเฮิรตซ์ (ไม่รวมคลื่นความถี่ย่านสูง) ที่ได้จัดสรรไปแล้ว

จากข้อมูลที่เสนอข้างต้น ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อการบริหารจัดการคลื่นความถี่คือ ควรจัดประมูลคลื่นความถี่อย่างเร่งด่วน เพื่อรองรับความต้องการจากการที่สิทธิการใช้คลื่นความถี่เดิมของผู้ให้บริการกำลังจะหมดอายุ เพื่อให้ผู้ใช้บริการไม่เกิดความขัดข้องในการใช้งาน และจัดทำแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคตอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ผู้ประกอบการมีเวลาในการเตรียมการลงทุนและลดผลกระทบต่อผู้ใช้บริการให้น้อยที่สุด

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร 63

1. ที่มาและความสำคัญ 65

2. กรอบแนวคิดในการดำเนินงาน 67

2.1 การพยากรณ์ปริมาณทราฟิก 67

2.2 การแปลงค่าปริมาณทราฟิกเป็นปริมาณคลื่นความถี่ 68

3. วิธีการพยากรณ์ปริมาณคลื่นความถี่ 70

3.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการทราฟิก 70

3.2 การแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิก 74

3.3 การแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่ 75

4. ข้อจำกัดของการศึกษา 78

4.1 ข้อจำกัดการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ 78

4.2 ข้อจำกัดการแปลงปริมาณการใช้งานเป็นทราฟิก 78

4.3 ข้อจำกัดของการแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่ 78

5. ผลการศึกษา 79

5.1 การพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ 79

5.2 การแปลงปริมาณการใช้งานเป็นปริมาณทราฟิก 83

5.3 การแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่ 84

6. วิเคราะห์ผลการศึกษา 87

7. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 88

ภาคผนวก 89

1. ที่มาและความสำคัญ

(1) คลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและไม่สามารถกีดกันการเข้าถึงได้ นั่นคือ ใครก็สามารถสร้างคลื่นความถี่ได้ ทำให้การใช้คลื่นความถี่อาจถูกรบกวนได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้อำนาจรัฐเข้ามาบริหารจัดการสิทธิการใช้คลื่นความถี่ต่าง ๆ เพื่อให้การใช้งานคลื่นความถี่นำมาซึ่งประสิทธิภาพสูงสุดต่อสาธารณะ เป็นที่มาของการจัดตั้งองค์กรที่มีหน้าที่ในการจัดการเรื่องดังกล่าว ตามพระราชบัญญัติจัดตั้งคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) หนึ่งในภารกิจหลักของ กสทช. ที่บัญญัติไว้คือ การจัดสรรคลื่นความถี่

(2) การจัดสรรคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเรื่องท้าทายเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการใช้งานคลื่นความถี่ การคาดคะเนอนาคตเพื่อบ่งบอกการใช้งานคลื่นความถี่แต่ละย่าน ความต้องการคลื่นความถี่ และ การรักษาประโยชน์สาธารณะสูงสุดโดยสร้างสมดุลระหว่างประโยชน์ของประชาชน ประโยชน์ของผู้ประกอบการ และประโยชน์ของรัฐ

(3) การจัดสรรคลื่นที่ดีจะต้องพิจารณาใน 3 มิติ คือ (1) มิติด้านอุปทาน กล่าวคือ หน่วยงานกำกับดูแลจะจัดสรรคลื่น**ย่านใด** ในข้อนี้หน่วยงานกำกับดูแลจะต้องเลือกคลื่นที่จะจัดสรร ซึ่งเป็นผลมาจากความเข้าใจในด้านการใช้งานของคลื่นแต่ละย่าน การเลือกจัดสรรคลื่นย่านที่เหมาะสม จะทำให้ประโยชน์สาธารณะเพิ่มสูงที่สุด หากเลือกจัดสรรคลื่นที่ไม่มีการใช้งานหรือมีการใช้งานน้อย จะทำให้ไม่มีผู้เข้าร่วมประมูลหรือมีน้อยราย ซึ่งทำให้หน่วยงานกำกับดูแลเสียทรัพยากรและเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์หรือคลื่นที่จัดสรรไม่ได้รับมูลค่าที่เหมาะสม

(4) มิติที่ (2) มิติด้านราคา กล่าวคือ หน่วยงานกำกับดูแลจะจัดสรรคลื่นใน**ราคาเท่าใด** ในข้อนี้หน่วยงานกำกับดูแลจะต้องกำหนดราคาขั้นต่ำของคลื่นที่จะจัดสรร เพื่อกำหนดมูลค่าของทรัพยากรของประเทศที่จะจัดสรร เงินที่ได้จากการจัดสรรทรัพยากรของประเทศจะถูกนำส่งให้รัฐเพื่อนำไปพัฒนาประโยชน์สาธารณะต่อไป อย่างไรก็ตามหน่วยงานกำกับดูแลจะต้องตระหนักถึงผลกระทบต่อผู้บริโภคจากการตั้งราคาคลื่นด้วย เนื่องจากแรงจูงใจของภาคธุรกิจคือกำไรและราคาของคลื่นคือต้นทุน จึงต้องตระหนักถึงการส่งผ่านต้นทุนของผู้ประกอบการไปสู่ผู้บริโภค จากการตั้งราคาคลื่นด้วย

(5) มิติที่ (3) คือ มิติเวลา กล่าวคือ หน่วยงานกำกับดูแลจะจัดสรรคลื่น**เมื่อใด** ในข้อนี้หน่วยงานกำกับดูแลจะต้องเลือกช่วงเวลาที่จะจัดสรรคลื่น การเลือกช่วงเวลาที่ภาคส่วนต่าง ๆ ยังไม่พร้อมใช้คลื่น จะทำให้ผู้บริโภคไม่ได้รับประโยชน์จากคลื่น ทำให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนที่สูงขึ้นซึ่งแน่นอนว่าจะต้องถูกส่งผ่านไปที่ผู้บริโภค และทำให้ภาครัฐได้รับเงินจากการให้สิทธิ์การใช้งานคลื่นที่น้อยกว่าความเป็นจริง หรือการไม่จัดสรรคลื่นจะทำให้ผู้บริโภคได้รับบริการที่มีคุณภาพแย่ลง หรือมีราคาสูงขึ้น ส่วนภาคธุรกิจไม่สามารถใช้ทรัพยากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันได้ และภาครัฐไม่สามารถนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ทำให้เกิดค่าเสียโอกาส ในขณะที่การเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการจัดสรรคลื่น จะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์จากการใช้คลื่น ผู้ประกอบการสามารถใช้คลื่นในการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขัน และรัฐได้ผลตอบแทนจากการจัดสรรคลื่นอย่างเหมาะสม ส่งผลให้ประโยชน์สาธารณะเพิ่มขึ้นสูงที่สุด

(6) สำนักงาน กสทช. เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดสรรคลื่นความถี่ ในพ.ศ. 2566 จึงได้จัดประชุมหารือแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ภายในสำนักงาน มีการเสนอฉากทัศน์ที่เป็นไปได้หลายรูปแบบ

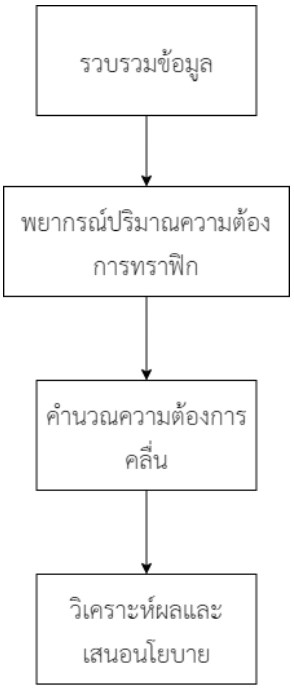
เพื่อให้การจัดสรรคลื่นเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด นอกจากนี้ที่ประชุมยังมีข้อเสนอให้พิจารณาปัจจัยด้านอุปสงค์เพิ่มเติมเพื่อให้การศึกษาวิเคราะห์เป็นไปอย่างรอบด้าน ครบทุกมิติ

(7) งานศึกษาชิ้นนี้จึงมุ่งหวังที่จะตอบคำถามในด้านอุปสงค์การใช้คลื่นและมิติที่ 3 ของการจัดสรรคลื่น (มิติเวลา – หน่วยงานกำกับดูแลควรจัดสรรคลื่นเมื่อใด) โดยพิจารณาที่ความต้องการการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ของผู้บริโภค เพื่อมุ่งเน้นไปที่การรักษาอรรถประโยชน์ของผู้บริโภคเป็นสำคัญ หากผู้บริโภคมีความต้องการการใช้คลื่นเกินกว่าปริมาณคลื่นที่มีการใช้งานอยู่ในอุตสาหกรรม จะเป็นสัญญาณว่าหน่วยงานกำกับดูแลจะต้องดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม แต่หากความต้องการการใช้คลื่นน้อยกว่าปริมาณคลื่นที่มีการใช้งานอยู่ในอุตสาหกรรม จะเป็นสัญญาณว่ายังไม่มีความจำเป็นในแง่ของการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่

2. กรอบแนวคิดในการดำเนินงาน

(8) ในการตอบคำถามเกี่ยวกับความต้องการการใช้คลื่นเพื่อบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ จะต้องทำการพยากรณ์ปริมาณความต้องการการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ในอนาคต จากนั้นแปลงค่าความต้องการการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ให้กลายเป็นความต้องการคลื่น โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วที่ต้องการต่อคน จำนวนประชากร สัดส่วนการใช้งานพร้อมกัน (activity factor) สัดส่วนการใช้งานบนโครงข่ายอื่น (offload ratio) จำนวนสถานีฐาน ประสิทธิภาพคลื่น และจำนวนคลื่น ดังจะอธิบายอย่างละเอียดในหัวข้อ 2.2 การแปลงค่าปริมาณทราฟิกเป็นปริมาณคลื่นความถี่

(9) แนวทางการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การพยากรณ์ค่าปริมาณทราฟิกที่ผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต้องการใช้ในอนาคตถึงปี 2572 และ (2) การแปลงค่าปริมาณทราฟิกในอนาคตให้กลายเป็นปริมาณความต้องการการใช้คลื่นเพื่อบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ดังนี้



ภาพที่ 15 กรอบการดำเนินการศึกษา

(10) เมื่อได้ผลการพยากรณ์ความต้องการการใช้คลื่นสำหรับบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่แล้ว จะวิเคราะห์ค่าดังกล่าวเพื่อเสนอนโยบายการจัดสรรคลื่นต่อไป

2.1 การพยากรณ์ปริมาณทราฟิก

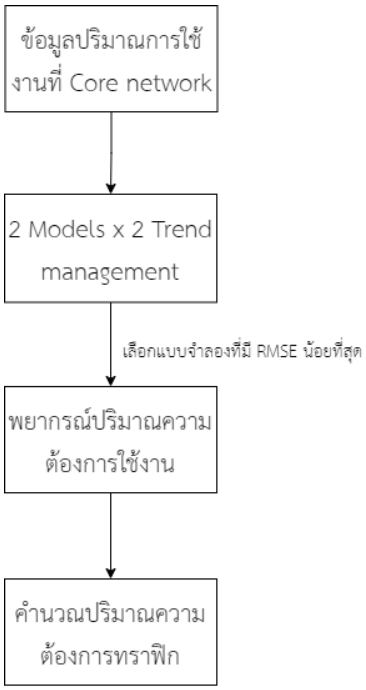
(11) ในการพยากรณ์ปริมาณทราฟิกที่ผู้ใช้บริการต้องการใช้ จะทำโดยการพยากรณ์ปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณปริมาณทราฟิกที่ต้องการใช้ต่อไป

(12) ในการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ จะใช้เทคนิคอนุกรมเวลาประกอบกับการใช้ Neural Network ในการประมาณการ เพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์

(13) เนื่องจากการแปลงค่าทราฟิกที่ผู้ใช้ต้องการใช้ให้กลายเป็นปริมาณคลื่นความถี่ จะต้องใช้ปริมาณทราฟิกในหน่วย Mbps ต่อผู้ใช้ ดังนั้น ในขั้นตอนการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้งานจะทำการปรับหน่วยให้ตรงกัน เพื่อที่จะนำไปแปลงเป็นปริมาณคลื่นที่ต้องการใช้ในอนาคตได้

(14) ในการพยากรณ์ทราฟิก จะใช้ conservative approach เป็นสำคัญ เนื่องจากการคาดการณ์อนาคตมีความคลาดเคลื่อน หากใช้ค่าที่สูงจะทำให้ปริมาณคลื่นที่ต้องการมีค่ามากเกินไป อาจนำไปสู่การประมูลคลื่นที่ไม่มีผู้เข้าร่วม

(15) กรอบแนวคิดของการพยากรณ์ปริมาณทราฟิกเป็นดังนี้



ภาพที่ 16 กรอบแนวคิดของการพยากรณ์ปริมาณทราฟิก

2.2 การแปลงค่าปริมาณทราฟิกเป็นปริมาณคลื่นความถี่

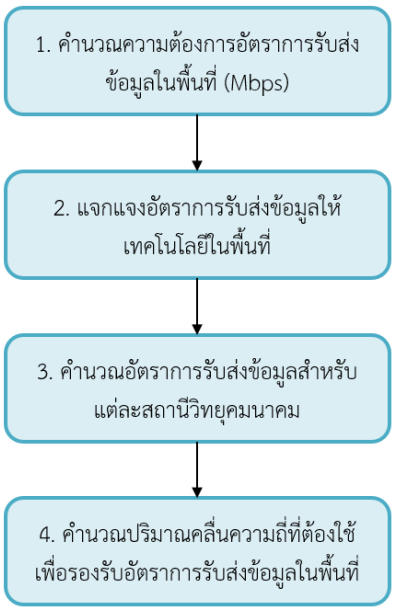
(16) ในการแปลงค่าปริมาณทราฟิกเป็นปริมาณคลื่นความถี่ จะทำการคำนวณความต้องการปริมาณทราฟิกเชิงพื้นที่ จากปริมาณทราฟิกในหน่วย Mbps ต่อผู้ใช้งาน ร่วมกับปัจจัยเสริมด้านการกระจายตัวของประชากร และด้านพฤติกรรมการใช้งาน

(17) ค่าความต้องการปริมาณทราฟิกเชิงพื้นที่ เมื่อหักการรับส่งทราฟิกบนโครงข่ายอื่น (Offloading) จะนำไปกระจายเข้าสู่โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตามฐานข้อมูลการตั้งเสาวิทยุคมนาคมของสำนักงาน กสทช. เพื่อคำนวณว่าต้องใช้ปริมาณคลื่นความถี่เท่าใดในการรองรับปริมาณทราฟิกดังกล่าว

(18) ปริมาณคลื่นความถี่ที่ใช้ในการรองรับปริมาณทราฟิก คือค่าความต้องการใช้คลื่นความถี่ (Spectrum Demand)

(19) การคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ จะใช้ชุดข้อมูลของประชากรและเสาวิทยุคมนาคมในระดับตำบล รวมถึงคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่แบ่งตามประเภทของพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่เขตเมือง (Urban) และนอกเขตเมือง (Rural)

(20) กรอบแนวคิดของการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่เป็นดังนี้



ภาพที่ 17 กรอบแนวคิดของการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่

3. วิธีการพยากรณ์ปริมาณคลื่นความถี่

(21) ในการพยากรณ์ปริมาณคลื่นความถี่จะแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ๆ ตามที่ได้ระบุไว้ในกรอบแนวคิดในการดำเนินงาน คือ (1) การพยากรณ์ปริมาณความต้องการทราฟิก และ (2) ปริมาณคลื่นความถี่ที่ต้องการ

(22) ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการทราฟิก จะใช้การแปลงปริมาณความต้องการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ให้เป็นทราฟิกที่ต้องการใช้ต่อคน (ความเร็วต่อคน) ซึ่งจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ปริมาณข้อมูลที่ใช้ และเวลาในการดาวน์โหลดข้อมูล

3.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการทราฟิก

(23) การพยากรณ์ความต้องการทราฟิกจะทำโดยการพยากรณ์ความต้องการปริมาณการใช้ข้อมูลต่อคน (MB/คน) แล้วนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ดังกล่าวมาแปลงเป็นความต้องการทราฟิกจากความสัมพันธ์ระหว่างทราฟิก (ความเร็ว) ปริมาณข้อมูลที่ต้องการ และเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลด

(24) ระเบียบวิธีในการพยากรณ์คือ Box-Jenkins method ที่จะใช้ ARMA และ ARIMA model ในการหา best fit ของแบบจำลองกับข้อมูลในอดีต มี 3 ขั้นตอนดังนี้

(1) Model identification คือการทำให้ข้อมูลมีสมบัติ stationary ระบุ seasonality และเลือก lag parameter จาก Autocorrelation และ Partial autocorrelation

(2) Parameter Estimation คือการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง โดยจะใช้ Maximum likelihood ในการคำนวณ

(3) Statistical Model checking คือการตรวจสอบว่าแบบจำลองเป็นไปตามสมบัติของ stationary univariate process คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน มีค่า mean และค่า variance คงที่ตามเวลา

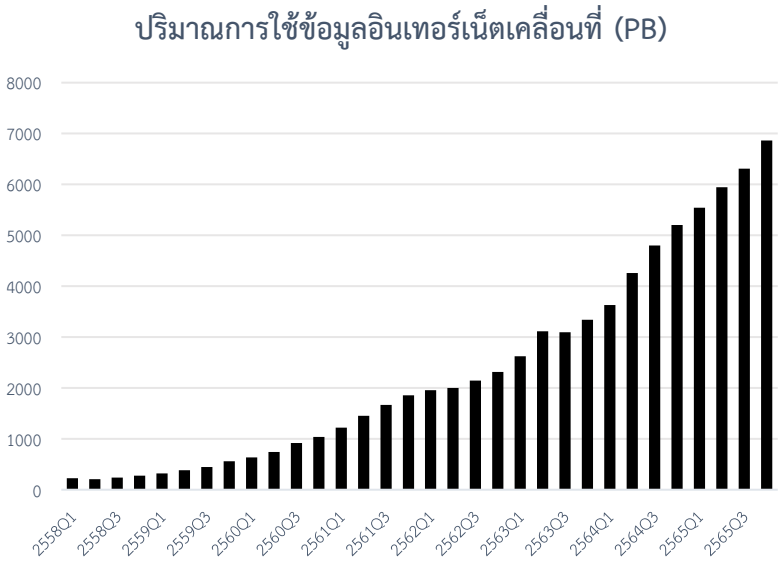
3.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์

(25) ในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่จะใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

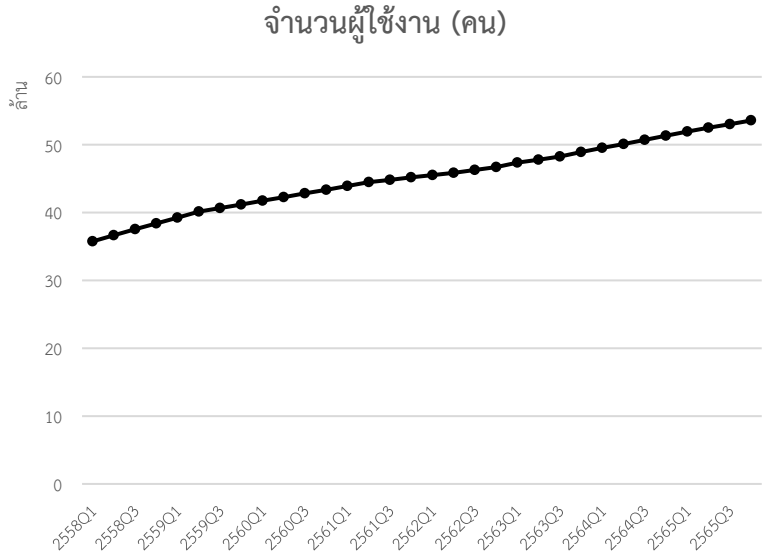
ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่

ข้อมูลที่ใช้	ความถี่ของข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
ปริมาณข้อมูลผ่าน Core network	รายไตรมาส ปี 2558 – 2565	Huawei
ปริมาณผู้ใช้งาน (Unique mobile subscribers)	รายไตรมาส ปี 2558 – 2565	GSMA

(26) ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ในช่วงปี 2558 – 2565 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี เช่นเดียวกับปริมาณผู้ใช้งาน หากแต่ปริมาณการใช้งานมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่รวดเร็วกว่า



ภาพที่ 18 ปริมาณการใช้ข้อมูลอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (PB) ปี 2558 – 2565



ภาพที่ 19 จำนวนผู้ใช้งาน (คน) ปี 2558 – 2565

3.1.2 วิธีการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่

(27) ก่อนที่จะทำการสร้างแบบจำลอง จะต้องแสดงว่าข้อมูลสามารถนำมาทำแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ค่าในอนาคตได้ โดยจะต้องทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของข้อมูล หากข้อมูลเป็นอิสระต่อกันกับข้อมูลในอดีต ทำให้ $\Pr(X_t|X_s) = \Pr(X_t); \forall s < t \in \mathbb{Z}$ นั่นคือข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กันกับข้อมูลในอดีต ทำให้ไม่สามารถพยากรณ์ข้อมูลได้

(28) จากนั้นทำการ decomposition อนุกรมเวลาของการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่เพื่อค้นหาองค์ประกอบของข้อมูล ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่มี trend อย่างชัดเจน ดังนั้นต้องมีการจัดการกับ trend เพื่อให้สามารถพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ได้

การจัดการกับ trend มีด้วยกัน 2 แบบคือ จัดการแบบ deterministic trend และจัดการแบบ stochastic trend

(29) การจัดการ trend แบบ deterministic เป็นการกำหนดค่า trend ตามตัวแปรเวลาแล้วเพิ่มเข้าไปในแบบจำลองเพื่อให้แบบจำลองประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร trend ดังกล่าว ทำให้สามารถพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ในอนาคตได้ แบบจำลองแบบ deterministic trend เป็นดังนี้

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \eta_t$$

โดยที่ y_t คือ ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ณ เวลา t

t คือ เวลา

η_t คือ ARMA process ณ เวลา t

(30) Stochastic trend เป็นผลจาก random process ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลในอดีต ในการสร้างแบบจำลองแบบ stochastic trend จะใช้วิธีการทำให้ข้อมูลเป็น stationary เพื่อกำจัดความเปลี่ยนแปลงของ trend จากปัจจัยเวลา แล้วจึงพยากรณ์ปริมาณการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อไป แบบจำลองแบบ stochastic trend เป็นดังนี้

$$\begin{aligned} y_t &= \beta_0 + \beta_1 t + \eta_t \\ y_{t-1} &= \beta_0 + \beta_1 (t-1) + \eta_{t-1} \\ y_t - y_{t-1} &= \beta_1 + \eta'_t \\ y_t &= y_{t-1} + \beta_1 + \eta'_t \end{aligned}$$

โดยที่ y_t คือ ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ณ เวลา t

t คือ เวลา

η_t คือ ARIMA process ณ เวลา t

η'_t คือ ARMA process ณ เวลา t

(31) การจัดการ trend แบบ deterministic มีข้อสันนิษฐานว่าความชันหรือการเปลี่ยนแปลงของ trend มีค่าคงที่ ในขณะที่การจัดการ trend แบบ stochastic ทำให้ trend สามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลาได้ ค่าประมาณของการเปลี่ยนแปลงของ trend มีค่าเป็นค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในอดีต แต่ไม่รวมการเปลี่ยนแปลงของ trend ในอนาคต และมีข้อจำกัดว่าจะต้องทำให้ข้อมูลมีสมบัติ covariance stationary คือ

(1) $\mathbb{E}(X_t) < \infty; \forall\, t \in \mathbb{Z}$
(2) $\mathbb{E}(X_t) = \mathbb{E}(X_s); \forall\, t, s \in \mathbb{Z}$ และ
(3) $\gamma_X(r, s) = \gamma_X(t + r, t + s); \forall r, s, t \in \mathbb{Z}$

(32) ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่จะใช้แบบจำลอง 2 รูปแบบคือ (1) Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA) และ (2) Neural Network Autoregressive (NNAR) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.2.1 Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA)

(33) ในการสร้างแบบจำลอง ARIMA จาก trend ทั้งสองแบบ จะพิจารณาค่า Autocorrelation Function (ACF) และค่า Partial Autocorrelation Function (PACF) โดยประกอบกับค่า Akaike Information Criterian corrected for small sample size (AICc) ของแบบจำลองแต่ละอย่างที่สร้างขึ้น โดยจะเลือกแบบจำลองที่ได้ค่า AICc ที่ต่ำที่สุดและมี AR order และ MA order ที่เหมาะสมกับ ACF และ PACF

(34) แบบจำลอง ARIMA(p,d,q) เป็นดังนี้

$$\phi(L)(1-L)^d y_t = \theta(L)\varepsilon_t$$

โดยที่ $\phi(x)$ คือ Lag function ของ autoregressive term มีค่าเท่ากับ

$$\phi(x) = (1 - \phi_1 x - \phi_2 x^2 - \ \ldots - \phi_p x^p)$$

L คือ Lag operator โดย $L^n y_t = y_{t-n}$

$\theta(x)$ คือ Lag function ของ moving average term มีค่าเท่ากับ

$$\theta(x) = (1 + \theta_1 x + \theta_2 x^2 + \ \ldots + \theta_q x^q)$$

p คือ autoregressive order

d คือ difference order

q คือ moving average order

(35) แบบจำลองจะประมาณการค่า $\phi(L)$ และค่า $\theta(L)$ แล้วนำมาพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อไป

3.1.2.2 Neural Network Autoregressive (NNAR)

(36) นอกจากแบบจำลอง ARIMA แล้ว จะใช้แบบจำลอง Neural Network Autoregressive (NNAR) ในการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ประกอบด้วย โดยแบบจำลอง NNAR จะใช่ค่าในอดีตเป็น Input variables แล้วสร้าง hidden layer จาก Input variables และประมาณการ weight จากนั้นใช้ค่าจาก hidden layer ในการพยากรณ์ค่าในอนาคต

$$y_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} s(z_j)$$

$$= \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} s\left(\beta_j + \sum_{i=1}^{l} w_{i,j} y_i\right)$$

โดยที่ z_j คือ hidden layer parameter

$s(z)$ คือ activation function ของ hidden layer เป็น nonlinear function เช่น sigmoid

$w_{i,j}$ คือ weight ของ input i ต่อ hidden parameter j

k คือ จำนวน parameter ใน hidden layer

l คือ จำนวน input variables

(37) แบบจำลอง NNAR เลือกจำนวน parameter ใน hidden layer จาก Input variables โดยใช้สูตร $k = l/2$ ส่วนจำนวน order ของ autoregressive term และ seasonal autoregressive term จะใช้ AIC ในการเลือก คือ จะเลือกแบบจำลองที่มีค่า AIC ที่ต่ำที่สุด และจะคำนวณค่า weight และค่า β โดยให้ค่า error จากแบบจำลองมีค่าน้อยที่สุด

(38) ในการเลือกแบบจำลองที่จะนำมาพยากรณ์จะเลือกจากแบบจำลอง ARIMA และแบบจำลอง NNAR ที่มีการจัดการกับ trend ทั้ง deterministic trend และ stochastic trend โดยดูจากค่า Root Mean Squared Error (RMSE)

(39) ในการพยากรณ์จะใช้แบบจำลองที่เลือกมาแล้วทำการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่อีก 7 ปีข้างหน้า (28 ไตรมาสล่วงหน้า) รวมถึงค่า confident interval ที่ 95% การพยากรณ์การใช้งานที่ไกลกว่าข้อมูลที่มีจะใช้ค่าที่พยากรณ์มาแล้ว (Out of sample forecast)

3.2 การแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิก

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการแปลงปริมาณเป็นทราฟิก

(40) ข้อมูลที่ใช้ในการแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิกมีดังนี้

ข้อมูลที่ใช้	ความถี่ของข้อมูล	แหล่งที่มาข้อมูล
ปริมาณข้อมูลที่ผ่าน Core network	รายไตรมาส ปี 2558 – 2565	Huawei
ความเร็วอินเทอร์เน็ตจากการตรวจสอบ QoS	ไตรมาสที่ 4 ปี 2565	สำนักกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคม รวบรวมโดยสำนักวิชาการและจัดการทรัพยากรโทรคมนาคม

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิก

3.2.2 วิธีการแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิก

(41) ในการแปลงข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่จากการพยากรณ์ให้เป็นทราฟิกจะต้องใช้ความสัมพันธ์ระหว่างทราฟิก ปริมาณข้อมูล และเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลด หากมีข้อมูลผู้ใช้บริการที่แสดงการกระจายตัวของ speed ในหนึ่งวันจะนำมาหาทราฟิกได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ดีที่สุดที่มี (best available data) คือข้อมูลความเร็วเฉลี่ยทั่วประเทศ ดังนั้นจะใช้ความสัมพันธ์ระหว่างทราฟิก ปริมาณข้อมูล และเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดมาใช้ในการแปลงปริมาณข้อมูลเป็นปริมาณทราฟิก ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นดังนี้

$$\text{Traffic (Mbps)} = \frac{\text{Volume (Mb)}}{\text{Download Time(s)}}$$

โดยที่ Traffic คือ ความเร็ว หน่วยเป็น Mega bit per second

Volume คือ ปริมาณข้อมูลหน่วยเป็น Mega bit

Download Time คือ เวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลด หน่วยเป็น วินาที

(42) จากความสัมพันธ์ดังกล่าว หากเราใช้ข้อมูลความเร็ว และข้อมูลปริมาณการใช้งาน จะสามารถหาเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดในปัจจุบันได้ และหากเราใช้สมมติฐานให้เวลาดังกล่าวมีค่าคงที่ในอนาคต กล่าวคือ รักษาคุณภาพบริการที่ผู้บริโภคจะได้รับ เมื่อผู้บริโภคมีความต้องการใช้ข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น จะสะท้อนเป็นความต้องการความเร็ว ดังนี้

$$\text{Traffic (Mbps)}_{2572} = \frac{\text{Volume (Mb)}_{2572}}{\text{Download Time (s)}_{2565}}$$

3.3 การแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่

(43) ค่าปริมาณทราฟิกต่อผู้ใช้งานเป็นปัจจัยผลักดันหลักของการคาดการณ์ความต้องการคลื่นความถี่ เนื่องจากคลื่นความถี่ถือเป็นสื่อกลางในการใช้รองรับการรับส่งข่าวสารระหว่างคู่รับส่ง หรือระหว่างผู้รับส่งกับโครงข่ายที่ใกล้ที่สุด ณ เวลาใด เวลาหนึ่ง ในพื้นที่ใด พื้นที่หนึ่ง ดังนั้น ความต้องการใช้คลื่นความถี่จึงมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับปริมาณข้อมูลทั้งหมดที่ถูกรับส่งผ่านสื่อกลางดังกล่าว สอดคล้องตามทฤษฎีของ Shannon–Hartley ที่กล่าวว่าอัตราการส่งข้อมูลสูงที่สุดที่จะเป็นไปได้ในช่องสัญญาณที่พิจารณาจะถูกกำหนดด้วยปริมาณคลื่นความถี่ที่มีรองรับและระดับของสัญญาณรบกวน

(44) นอกจากปัจจัยผลักดันหลักดังกล่าว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณคลื่นความถี่ คือ

(1) จำนวนและความหนาแน่นของประชากร

จำนวนประชากร (population) หรือ ความหนาแน่นของประชากร (population density) เป็นปัจจัยผลักดันสำคัญที่ส่งผลถึงความต้องการใช้คลื่นความถี่ย่านใดย่านหนึ่งในภาพรวม โดยทั่วไปเมื่อมีจำนวนผู้ใช้งานมากขึ้นในโครงข่ายสื่อสารย่อมมีการสร้างปริมาณข้อมูล และต้องการปริมาณคลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับข้อมูลดังกล่าว

(2) พฤติกรรมและระดับกิจกรรมของผู้ใช้งาน

ในขณะที่จำนวนหรือความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เป็นปัจจัยผลักดันที่บ่งชี้ถึงขอบเขตของขนาด (scale) ว่าพื้นที่ที่พิจารณาอยู่จะสามารถมีความต้องการปริมาณคลื่นความถี่ได้สูงสุดเท่าใด ในอีกด้านหนึ่ง พฤติกรรมและระดับกิจกรรมของผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน ก็ถือเป็นปัจจัยผลักดันที่บ่งชี้ถึงระดับหรือความหนาแน่นเชิงเวลาของความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกลุ่มประชากรที่พิจารณา

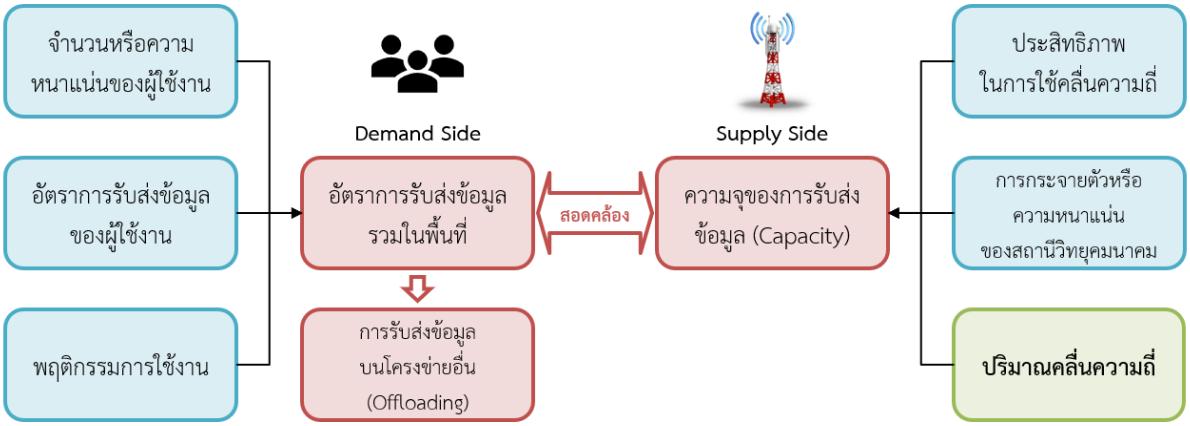
(3) โครงข่ายและประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ของเทคโนโลยี

การวัดประสิทธิภาพของโครงข่ายและเทคโนโลยีในการรองรับคลื่นความถี่ จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ของระบบ (System Spectral Efficiency Factor) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความสามารถของระบบโทรคมนาคมที่สามารถรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลในหนึ่งหน่วยคลื่นความถี่ ซึ่งโดยทั่วไปมีหน่วยเป็น Mbps/MHz/cell หรือ Mbps/MHz/สายอากาศ หากเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพสูง ก็จะต้องการคลื่นความถี่ลดลง (ภายใต้ทราฟิกที่เท่ากัน)

(4) รูปแบบการสื่อสารที่ทดแทน

นอกเหนือจากการรับส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายของกิจการ IMT แล้ว ประชากรอาจใช้ช่องทางการสื่อสารบนโครงข่ายอื่น ซึ่งจะทำให้ความแออัดของปริมาณข้อมูลที่เสาโทรคมนาคมลดลง และส่งผลให้ความต้องการคลื่นความถี่ลดลง เช่น สายนำสัญญาณ ระบบใยแก้วนำแสง ระบบสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม หรือใช้วิธีการโอนถ่ายข้อมูลผ่านทางระบบ Wi-Fi (Wi-Fi Offload)

(45) จากปัจจัยผลักดันข้างต้น สามารถสรุปโมเดลการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ได้ ดังนี้



ภาพที่ 20 โมเดลการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่

3.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่

(46) ข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณปริมาณคลื่นความถี่ มีดังนี้

ข้อมูลที่ใช้	ความถี่ของข้อมูล	แหล่งที่มาของข้อมูล
ชุดข้อมูลจำนวนและความหนาแน่นของประชากร (ระดับตำบล)	รายปี	ระบบสถิติทางการทะเบียน ของส่วนบริหารและพัฒนาเทคโนโลยีการทะเบียน สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง
ชุดข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม	ตามการอนุญาตตั้งสถานีวิทยุคมนาคม	ฐานข้อมูลใบอนุญาตตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ของสำนักงาน กสทช.

(47) การนำข้อมูลมาใช้คำนวณปริมาณคลื่นความถี่ ได้คำนึงถึงตัวแปรอื่นที่อาจมีผลกับชุดข้อมูลที่นำมาใช้งาน คือ ประชากรแฝงที่เกิดจากการย้ายที่อยู่อาศัยของประชากรจากพื้นที่เขตชานเมืองและพื้นที่เขตชนบทเข้าสู่พื้นที่เขตเมือง รวมถึงจำนวนประชากรในพื้นที่ที่อาจเพิ่มขึ้นจากชาวต่างชาติ และการเปลี่ยนแปลงชื่อตำบลของประเทศไทยที่ส่งผลให้จำนวนใบอนุญาตตั้งสถานีวิทยุคมนาคมต่อตำบลอาจคลาดเคลื่อนจากสถานการณ์ปัจจุบัน

3.3.2 วิธีที่ใช้ในการแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่

(48) จากโมเดลหลักการของการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ สามารถสร้างแผนผังวิธีการคำนวณได้ดังนี้

ภาพที่ 21 แผนผังวิธีการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่

(49) สมการในการคำนวณปริมาณคลื่นความถี่สำหรับแต่ละพื้นที่/ตำบล แสดงได้ ดังนี้

$$B_i = \frac{T_{a,i}\left(1 - O_f\right)}{N_i \eta}$$

$$\ldots = \frac{r P_i \, \mu_i \, \alpha \left(1 - O_f\right)}{N_i \eta}$$

โดยที่ B_i คือ ปริมาณคลื่นความถี่ที่ต้องการ (MHz) ในพื้นที่ i

$T_{a,i}$ คือ ปริมาณ Traffic (bps) ที่คำนวณได้จากตัวแปรในพื้นที่ i

N_i คือ จำนวน Cell ทั้งหมดที่ให้บริการในพื้นที่ i

P_i คือ จำนวนประชากรทั้งหมดที่ให้บริการในพื้นที่ i

μ_i คือ ค่าอัตราการถือครองอุปกรณ์ลูกข่ายต่อคน (Mobile Penetration) ในพื้นที่

r คือ ค่าอัตราเร็วการรับส่งข้อมูล (Traffic) ต่อผู้ใช้งานหนึ่งคน (bps)

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ระดับกิจกรรมการใช้งานขณะเดียวกันของผู้ใช้งาน (Activity Factor) (เศษส่วนร้อยละ)

η คือ ประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ต่อ Cell (bps/Hz/cell)

O_f คือ ค่าสัดส่วน Traffic Offload ออกไปยังโครงข่ายอื่น เช่น Wi-Fi หรือ High Band (เศษส่วนร้อยละ)

(50) นำปริมาณความต้องการคลื่นความถี่ที่คำนวณได้ในแต่ละตำบลมาคำนวณความต้องการโดยเฉลี่ย โดยแบ่งตามประเภทพื้นที่เขตเมือง (Urban) และนอกเขตเมือง (Rural)

4. ข้อจำกัดของการศึกษา

4.1 ข้อจำกัดการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่

(51) ข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่คือปริมาณข้อมูลที่ core network ซึ่งไม่รวมปริมาณข้อมูลจากส่วนอื่นของ network นอกจากนี้ข้อมูลมาจาก network ของ vendor รายเดียวเท่านั้น จึงไม่อาจสะท้อนปริมาณการใช้งานที่แท้จริงของผู้บริโภคได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นปริมาณการใช้งานขั้นต่ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการศึกษาแบบอนุรักษ์เพื่อให้ผลลัพธ์ไม่เป็นการประมาณค่าความต้องการการใช้คลื่นสูงเกินจริง

(52) ข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่มีจำนวนข้อมูลเพียง 32 จุดแต่ใช้ในการพยากรณ์ถึง 28 จุดในอนาคต จึงทำให้โอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนมีสูงมาก ในทางปฏิบัติข้อมูลสามารถใช้พยากรณ์อนาคตได้ราว 1 ใน 4 ของความยาวข้อมูล

4.2 ข้อจำกัดการแปลงปริมาณการใช้งานเป็นทราฟิก

(53) ในการแปลงข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ให้เป็นทราฟิก ไม่มีข้อมูลที่สามารถใช้ในการแปลงอย่างละเอียดได้ จึงต้องอาศัยความสัมพันธ์ของความเร็ว ปริมาณ และเวลาเข้ามาประมาณ โดยค่าความเร็วที่ใช้คือความเร็วที่เฉลี่ยจากความเร็วสูงสุดของอินเทอร์เน็ตทั่วประเทศ จึงอาจไม่สะท้อนเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดที่แท้จริงได้

(54) การใช้เวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดจากปี 2565 ในการแปลงค่าปริมาณการใช้งานเป็นทราฟิกอาจทำให้ค่าคลาดเคลื่อน อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวสามารถสะท้อนการกำกับที่มุ่งหวังให้คุณภาพการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ไม่ลดลง ดังนั้นการตั้งสมมติฐานให้ค่าดังกล่าวคงที่จึงเป็นสมมติฐานที่อนุรักษ์ตามกรอบแนวคิดในการดำเนินการแล้ว

4.3 ข้อจำกัดของการแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่

(55) การคำนวณจะกำหนดให้ประชากรทุกคนใช้ปริมาณทราฟิกโดยเฉลี่ยที่มีอัตราเท่ากันตามที่ได้พยากรณ์ไว้ในขั้นตอนแรก รวมถึงตั้งสมมติฐานให้อัตราการอัพโหลดมีค่าเป็นร้อยละ 50 ของอัตราการดาวน์โหลดที่ได้พยากรณ์ไว้ดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนที่ใช้ในสากล

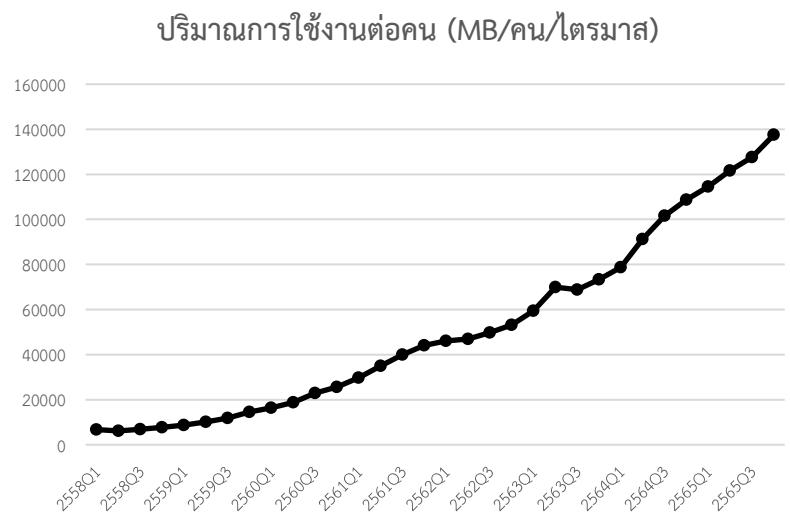
(56) พิจารณาหน่วยพื้นที่ในระดับตำบล โดยใช้การนับจำนวนประชากร (รวมประชากรแฝง) และจำนวนสถานีวิทยุคมนาคมในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อคำนวณตามสมการความสัมพันธ์ของคลื่นความถี่ ทั้งนี้ ไม่สามารถระบุคลื่นความถี่ย่านที่ชัดเจนสำหรับเสาแต่ละต้นได้ เนื่องมาจากข้อจำกัดของฐานข้อมูล

5. ผลการศึกษา

5.1 การพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่

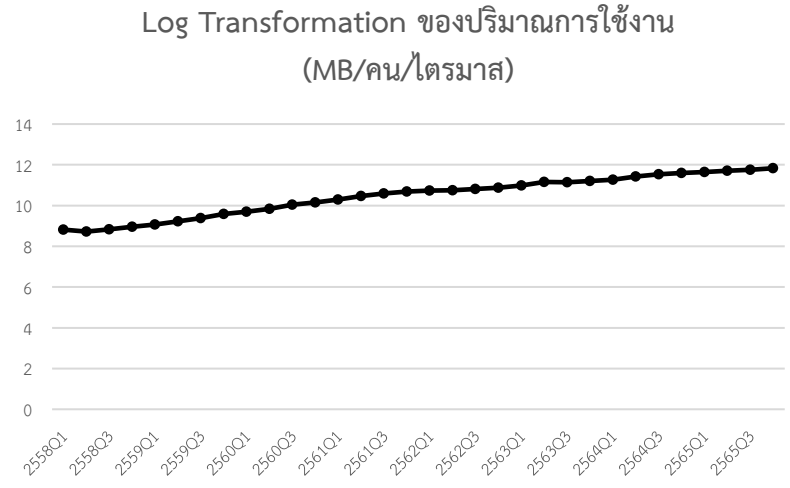
(57) ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ จะพยากรณ์ในหน่วยปริมาณการใช้งาน (MB) ต่อคนต่อไตรมาส เพื่อลดความแปรปรวนจากการพยากรณ์ทั้งปริมาณการใช้งานและจำนวนผู้ใช้บริการ

(58) ข้อมูลปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อคนปี 2558 - 2565 เป็นดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 22 ปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อคนต่อไตรมาส (MB) ปี 2558 – 2565

จากภาพพบว่า การเติบโตของปริมาณการใช้งานมีลักษณะเพิ่มขึ้นแบบ multiplicatively จึงใช้การ linearization ข้อมูลด้วยวิธี log transformation ได้ผลดังนี้



ภาพที่ 23 Log transformation ของปริมาณการใช้ข้อมูลบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อคนต่อไตรมาส ปี 2558 – 2565 (MB/คน/ไตรมาส)

(59) เมื่อใช้ Ljung – Box test of independence ทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของข้อมูลโดยใช้ lag เท่ากับ 1 และ $\lceil 2 + \log(n) \rceil$ ได้ผลทดสอบที่ reject null hypothesis นั่นคือ ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน สามารถใช้ข้อมูลในอดีตในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตได้

Box-Ljung test

data: log transformed volume per subscribers

χ-squared = 29.685, lag = 1, df = 1, p-value = 5.083e-08

χ-squared = 109.23, lag = 6, df = 6, p-value < 2.2e-16

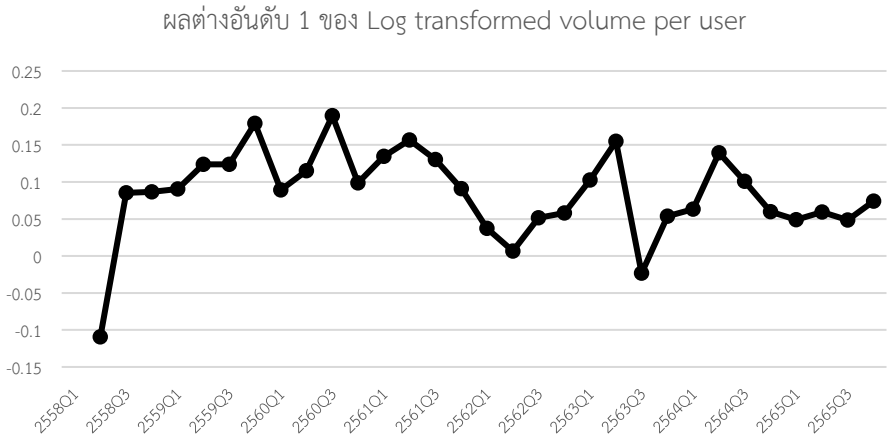
(60) จากนั้นต้องทดสอบสมบัติ stationarity และ unit root ของข้อมูล พบว่า จากการทดสอบด้วย Augmented Dicky – Fuller test, KPSS test, และ PP test ข้อมูลไม่มีสมบัติ stationarity และไม่สามารถ reject unit root hypothesis ทำให้ต้องใช้การ difference ในการทำให้ข้อมูล stationary เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองต่อไป อย่างไรก็ตามการทดสอบ Trend stationary ด้วย KPSS test พบว่าใน long lag ค่า P-values ไม่สามารถ reject stationary hypothesis นั่นคือ ข้อมูลอาจมี trend stationary ซึ่งจะใช้ deterministic trend ได้

ตารางที่ 3 P-values ของการทดสอบสมมติฐาน stationary และ unit root

การทดสอบ	Lag ≤ 3	Lag > 3	ผล
ADF test	0.7613	0.3646	ไม่ reject ว่ามี unit root
PP test	0.9072	0.8677	ไม่ reject ว่ามี unit root
KPSS – Trend	0.0166	0.0774	Reject stationary ใน short lag
KPSS – Level	0.01*	0.0548	Reject stationary ใน short lag

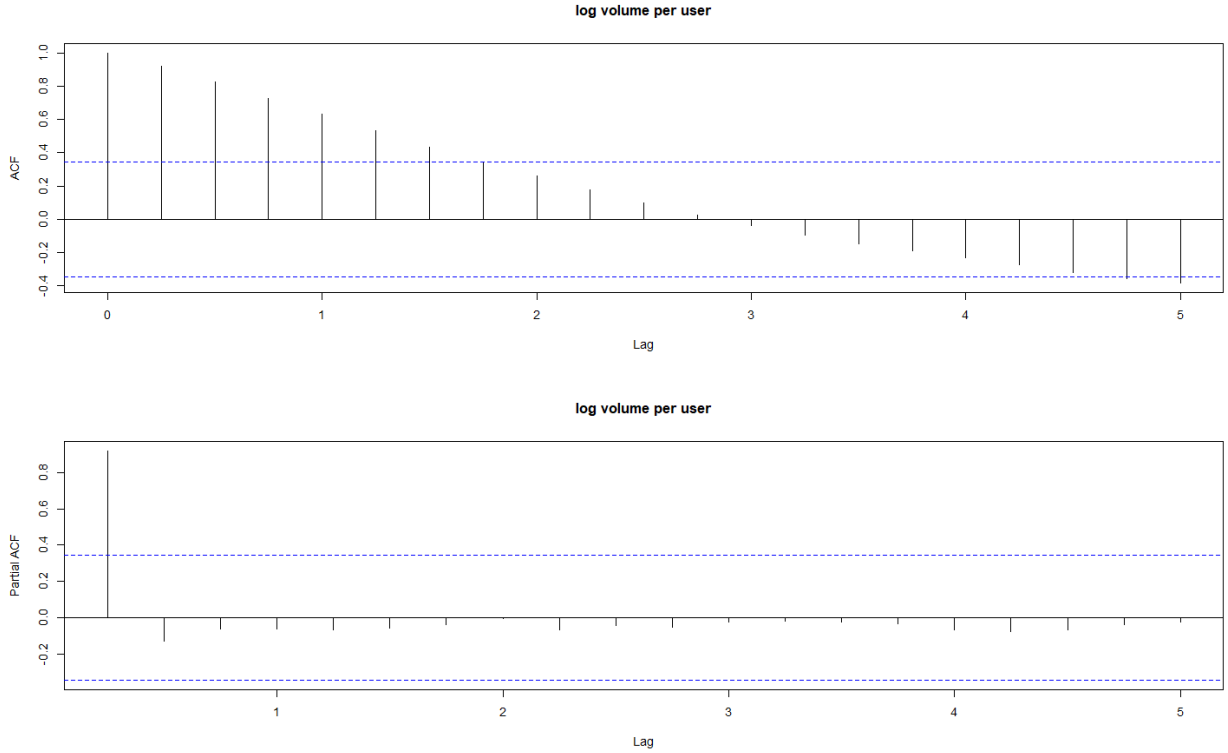
*หมายเหตุ: *ค่าจริงน้อยกว่าค่าที่แสดง*

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อคนต่อไตรมาสหลัง normalization ด้วย log transformation พบว่าข้อมูลไม่มี trend แล้วดังภาพต่อไปนี้

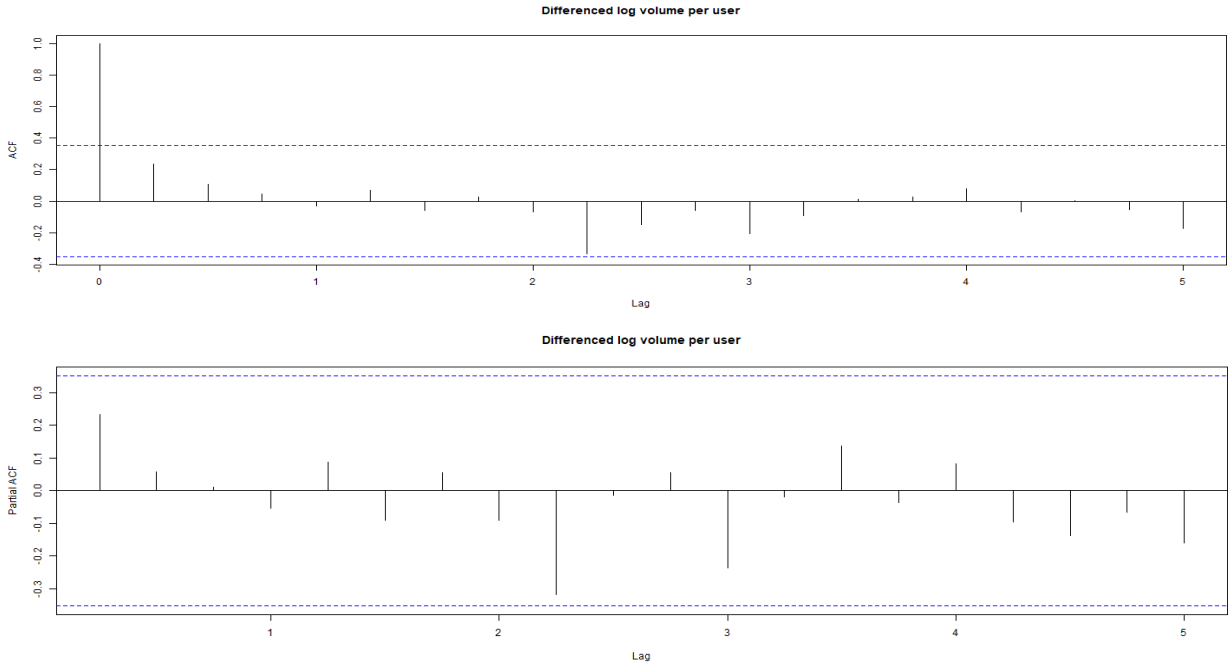


ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ต่อคนต่อไตรมาส (MB/คน/ไตรมาส)

(61) ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของ covariance ของข้อมูลใน lag ต่าง ๆ ทั้งแบบ Auto Correlation Function (ACF) และ Partial Auto Correlation Function (PACF) กับข้อมูลก่อนและหลัง first difference โดยได้ผลลัพธ์ต่อไปนี้



ภาพที่ 25 ACF และ PACF ของข้อมูล log transformed ของปริมาณการใช้งานต่อคนต่อไตรมาส



ภาพที่ 26 ACF และ PACF ของข้อมูล differenced log transformed ของปริมาณการใช้งานต่อคนต่อไตรมาส

(62) จากนั้นทำการสร้างแบบจำลอง ARIMA ด้วย deterministic trend และ stochastic trend โดยเลือก lag ที่จะนำมาสร้างแบบจำลองจาก ACF PACF และ AICc โดยพิจารณาค่า AICc เป็นหลัก ได้แบบจำลองดังนี้

ตารางที่ 4 แบบจำลอง ARIMA ที่เลือกใช้

แบบจำลอง	Process order
ARMA with deterministic trend	ARMA(2,0)
ARIMA with stochastic trend	ARIMA(1,1,0) with drift

(63) จากนั้นทำการทดสอบค่า residuals ของแต่ละแบบจำลองเพื่อแสดงความเป็นอิสระต่อกัน (independent) กับค่า residual ในเวลาก่อนหน้า และทดสอบ serial correlation ของ residuals พบว่า แบบจำลองทั้งสองมีค่า residuals ที่เป็นอิสระต่อกัน ไม่มี serial correlation และกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) ตามหลักวิธีตาม Box-Jenkins method รายละเอียดเป็นไปตามภาคผนวก

(64) ในส่วนแบบจำลอง NNAR เลือกใช้ seed = 16150306 ในการคำนวณพารามิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยมีค่าคงที่จากการคำนวณ 20 รอบ ทั้งแบบจำลองที่ใช้ deterministic trend และ stochastic trend ได้แบบจำลองดังนี้

ตารางที่ 5 แบบจำลอง Neural Network ที่เลือกใช้

แบบจำลอง	Process order
NNAR with deterministic trend	NNAR(1,1,2)[4] 3-2-1 network with 11 weights
NNAR with stochastic trend	NNAR(1,1,2)[4] 2-2-1 network with 9 weights

(65) การเปรียบเทียบแบบจำลองพิจารณาจากค่า RMSE ของ In-sample estimation แบบจำลองที่มีค่า RMSE ที่น้อยที่สุดจะใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ แบบจำลองต่าง ๆ มีค่าพยากรณ์ในปี 2572 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ณ สิ้นปี 2572 (GB/คน/ไตรมาส)

แบบจำลอง	ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ณ สิ้นปี 2572 (GB/คน/ไตรมาส)
ARMA with deterministic trend	1,787.1823
ARIMA with stochastic trend	1,394.8998
NNAR with deterministic trend	288.6054
NNAR	168.5862

และมีค่า RMSE ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 Root Mean Squared Error ของแบบจำลอง

แบบจำลอง	RMSE
ARMA with deterministic trend	2782.5771
ARIMA with stochastic trend	2872.0749
NNAR with deterministic trend	2021.5577
NNAR with stochastic trend	2199.6668

เนื่องจากแบบจำลอง NNAR with deterministic trend มีค่า RMSE ที่น้อยที่สุด จึงเลือกใช้แบบจำลองดังกล่าวในการพยากรณ์ค่าปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ในอนาคต

หมายเหตุ: รายละเอียดทั้งหมดของทุกแบบจำลองอยู่ในภาคผนวก

(66) เมื่อนำแบบจำลอง NNAR with deterministic trend (NNAR-D) มาพยากรณ์ปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ตั้งแต่ปี 2566 – 2572 (7 ปี 28 ไตรมาส) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 8 ผลการพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้ข้อมูลจากบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่รายไตรมาส (GB/คน/ไตรมาส)

ปีที่พยากรณ์	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4
2566	152.9640	161.4062	170.0330	177.9936
2567	186.2091	194.4134	202.5069	210.5630
2568	218.4032	226.0079	233.3403	240.3435
2569	246.9883	253.2331	259.0406	264.3804
2570	269.2252	273.5542	277.3526	280.6116
2571	283.3290	285.5100	287.1670	288.3209
2572	289.0006	289.2437	289.0949	288.6054

5.2 การแปลงปริมาณการใช้งานเป็นปริมาณทราฟิก

(67) เมื่อนำค่าปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ค่าความเร็วทั่วประเทศ มาคำนวณเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดต่อไตรมาส จะได้ผลดังนี้

$$\text{Traffic (Mbps)}_{2565} = \frac{\text{Volume (Mb)}_{2565}}{\text{Download Time (s)}_{2565}}$$

$$28.28 = \frac{147878.0031}{\text{Download Time (s)}_{2565}}$$

$$\text{Download Time (s)}_{2565} = 41832.5327$$

(68) ตามสมมติฐานว่าเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดคงที่ (ย่อหน้า (54)) นำค่าเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดที่ได้จากย่อหน้า (67) มาคำนวณทราฟิก ณ ปีต่าง ๆ จากปริมาณการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ที่พยากรณ์ จะได้ค่าทราฟิกในแต่ละปีดังนี้

ตารางที่ 9 ผลการพยากรณ์ปริมาณการใช้ข้อมูลจากบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่และทราฟิก ณ สิ้นปี

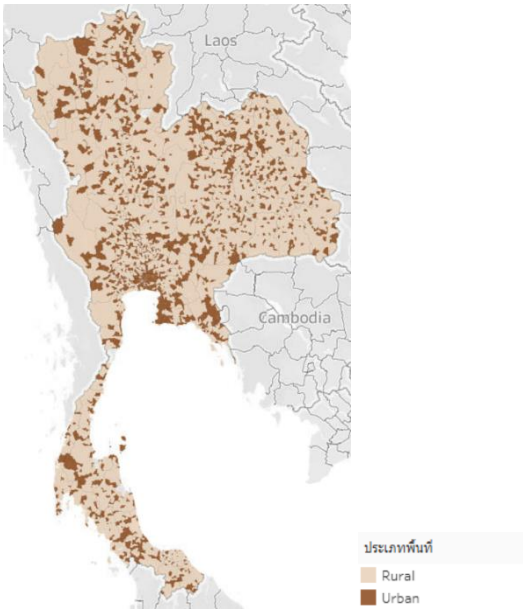
ปีที่พยากรณ์	ปริมาณการใช้งานต่อผู้ใช้ (GB/คน/ไตรมาส)	ทราฟิก (Mbps)
2566	177.9936	34.8562
2567	210.5630	41.2342
2568	240.3435	47.0661
2569	264.3804	51.7732
2570	280.6116	54.9517
2571	288.3209	56.4614
2572	288.6054	56.5171

5.3 การแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่

(69) การคำนวณคลื่นความถี่จะดำเนินการในระดับตำบล จึงต้องมีชุดข้อมูลในการคำนวณสำหรับแต่ละพื้นที่ โดยต้องแยกประเภทของพื้นที่ เป็นพื้นที่เขตเมือง (Urban) และพื้นที่นอกเขตเมือง (Rural)

ตารางที่ 10 คำจำกัดความของพื้นที่แต่ละประเภทและจำนวนแขวงหรือตำบล

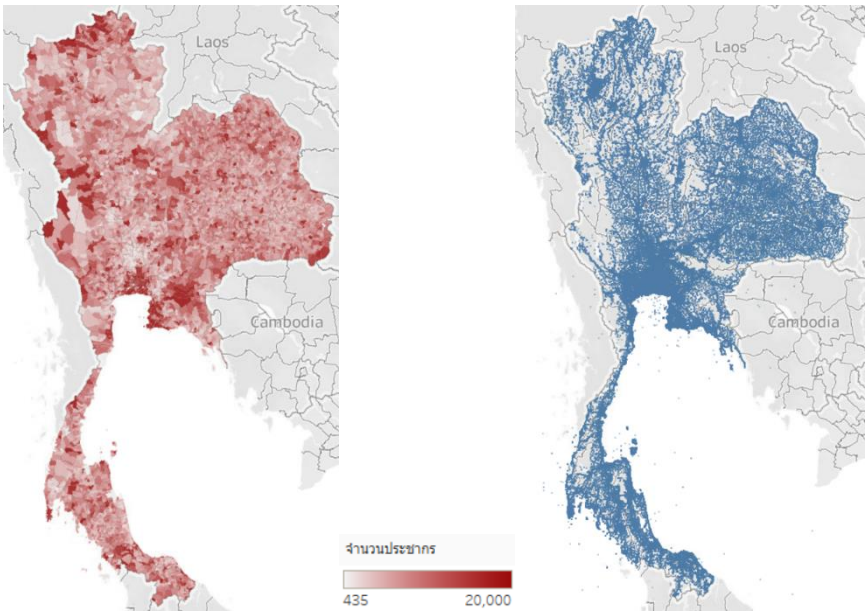
ประเภทพื้นที่	คำจำกัดความ	จำนวนตำบล/แขวง
Urban (เขตเมือง)	ทุกแขวงในกรุงเทพมหานคร รวมถึงตำบลในพื้นที่เทศบาลนคร เทศบาลเมือง และเทศบาลตำบล	2,249
Rural (นอกเขตเมือง)	ตำบลที่อยู่นอกเขตเมือง	5,187
รวม		7,436



ภาพที่ 27 แผนที่แสดงประเภทของพื้นที่

(70) ค่าตัวแปรจำนวนประชากร และจำนวนสถานีวิทยุคมนาคม (รายตำบล) สามารถแสดงได้ตามลำดับดังนี้

ภาพที่ x (a) แผนที่การกระจายตัวของประชากร และ x (b) แผนที่การกระจายตัวของสถานีวิทยุคมนาคม



ภาพที่ 28 (ซ้าย) แผนที่การกระจายตัวของประชากร และ (ขวา) แผนที่การกระจายตัวของสถานีวิทยุคมนาคม

(71) นำผลการพยากรณ์ทราฟิกต่อคนเข้าสู่การคำนวณปริมาณคลื่นความถี่สำหรับแต่ละพื้นที่/ตำบล โดยใช้ค่าที่ได้จากชุดข้อมูลจำนวนและความหนาแน่นของประชากร ชุดข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม และใช้ค่าชุดตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

ตารางที่ 11 ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามประเภทพื้นที่

ตัวแปร	Urban	Rural
Mobile penetration (%)	100.0%	90.0%
DL Activity Factor (%)	20.0%	10.0%
UL Activity Factor (%)	20.0%	10.0%
DL Cell Spectral Efficiency (Mbps/Hz)	4.8	2.6
UL Cell Spectral Efficiency (Mbps/Hz)	4.8	2.6
Wi-Fi/High Band Offload (%)	30%	30%

(72) เมื่อแปลงปริมาณทราฟิกเป็นคลื่นความถี่ในพื้นที่ 7,436 ตำบล/แขวง เรียบร้อยแล้ว นำผลดังกล่าวมาคำนวณเฉลี่ยแยกตามประเภทพื้นที่ โดยมีค่าความต้องการคลื่นความถี่ ดังนี้

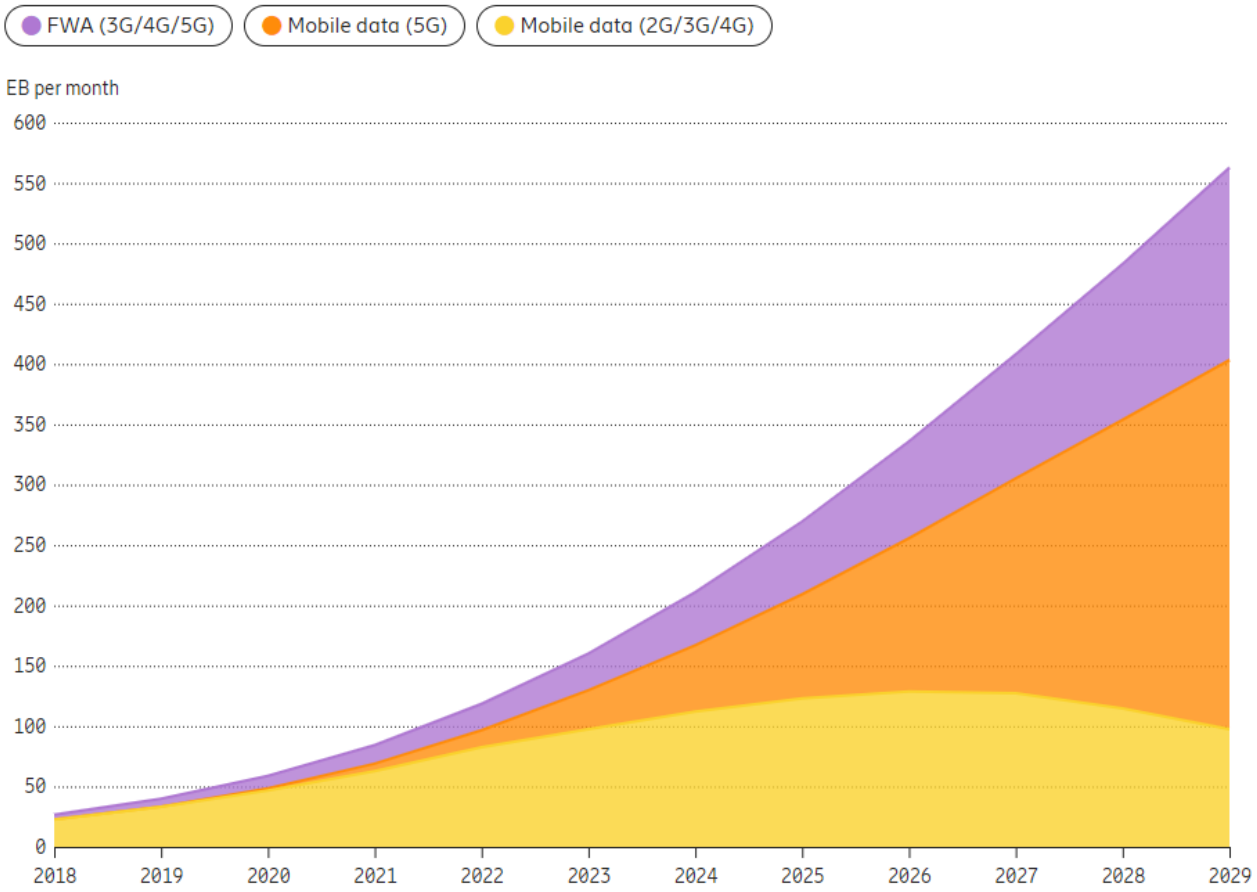
ตารางที่ 12 ปริมาณคลื่นความถี่ที่พยากรณ์

ปีที่พยากรณ์	ทราฟิก (Mbps)	ปริมาณคลื่นความถี่ Urban (MHz) และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95	ปริมาณคลื่นความถี่ Rural (MHz) และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95
2566	34.8562	456 (430 - 483)	417 (394 - 442)
2567	41.2342	539 (508 - 575)	493 (464 - 526)
2568	47.0661	615 (577 - 651)	563 (528 - 596)
2569	51.7732	676 (637 - 718)	619 (582 - 657)
2570	54.9517	718 (673 - 761)	657 (615 - 697)
2571	56.4614	738 (696 - 784)	675 (636 - 717)
2572	56.5171	739 (694 - 782)	676 (635 - 716)

6. วิเคราะห์ผลการศึกษา

(73) ผลการพยากรณ์ปริมาณทราฟิกแบบอนุรักษ์พบว่า ทราฟิกจะเพิ่มขึ้นจาก 28.28 Mbps ต่อคน เป็น 56.52 Mbps ต่อคน ณ สิ้นปี 2572 การเพิ่มขึ้นของทราฟิกมีอัตราสูงในช่วงแรกและค่อย ๆ ลดต่ำลงในช่วงหลัง สอดคล้องกับ แนวโน้มการใช้งานอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ 2G, 3G, และ 4G ของโลก

Figure 9: Global mobile network data traffic



ที่มา: https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/mobile-traffic-forecast

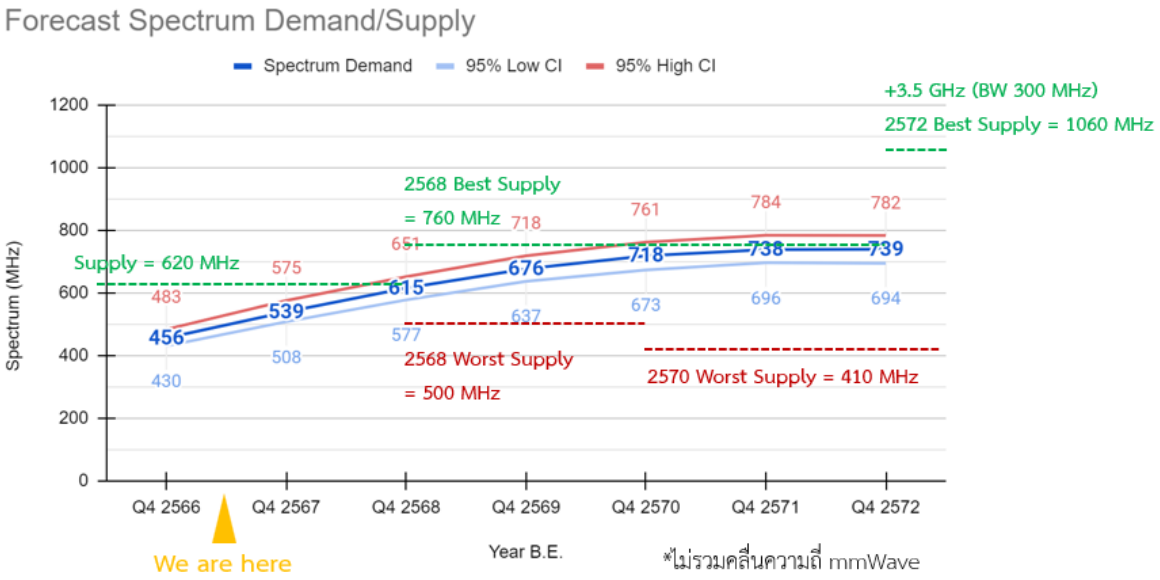
ภาพที่ 29 การคาดการณ์แนวโน้มการใช้งานอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ของโลก

(74) จากผลการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณทราฟิก พบว่า ทราฟิกที่พยากรณ์ได้ ณ สิ้นปี 2572 เพิ่มขึ้นจากปี 2565 อยู่ 1.9985 เท่า ภายใต้สมมติฐานว่าเวลาดาวน์โหลดเท่าเดิม

(75) ปริมาณคลื่นที่ต้องการมากกว่าปริมาณคลื่นที่มีอยู่ในตลาดในปี 2568 ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องจัดสรรคลื่นเพิ่ม อย่างไรก็ตามจะต้องประชาสัมพันธ์แผนการจัดสรรคลื่นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบล่วงหน้าเพื่อให้เวลาผู้ที่เกี่ยวข้องในการปรับตัว การคาดการณ์รายได้และต้นทุน การลงทุน ฯลฯ และเป็นการเน้นย้ำหลักการกำกับดูแลที่โปร่งใส เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสาธารณะสูงที่สุด

(76) เมื่อพิจารณาปริมาณคลื่นความถี่ในกรณีที่ดีที่สุด (Best case scenario) ซึ่งคือการนำคลื่นความถี่ทั้งหมดที่มีออกมาจัดสรร จะพบว่าในปี 2568 จะมีปริมาณคลื่นความถี่ 760 MHz และในปี 2572 จะ

มีปริมาณคลื่นความถี่ 1095 MHz ซึ่งยังคงเพียงพอต่อความต้องการคลื่นความถี่ (Urban) แต่ในบางช่วงเวลาจะมีความเสี่ยงที่คลื่นความถี่อาจไม่เพียงพอ ตามภาพดังนี้



ภาพที่ 30 แผนภาพการเปรียบเทียบความต้องการคลื่นความถี่และอุปทานของคลื่นความถี่

7. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

(77) จากการศึกษาความต้องการคลื่นความถี่จะมีค่ามากกว่าปริมาณคลื่นความถี่ที่มีอยู่ในตลาดในปี 2568 ดังนั้น กสทช. ควรประกาศแผนการใช้งานคลื่นความถี่อย่างเร่งด่วนที่สุดเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถปรับตัวตอบรับนโยบายได้อย่างราบรื่น ไม่เกิดผลเสียต่อผู้บริโภคในปลายทาง และสร้างความโปร่งใสให้กับกระบวนการจัดสรรคลื่นความถี่

(78) กสทช. ควรดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ให้เพียงพอต่อความต้องการโดยไม่มีรอยต่อในด้านคุณภาพการใช้บริการ เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้อย่างมีคุณภาพ ต่อเนื่อง คุ้มค่ากับค่าบริการ และให้ผู้ประกอบการเข้าถึงทรัพยากรที่จำเป็นในการสร้างประโยชน์ในทางเศรษฐกิจและสังคม

ภาคผนวก

ARMA model with deterministic trend

ค่า AICc ของแต่ละแบบจำลองที่พิจารณาเป็นดังนี้

แบบจำลอง	AICc
ARIMA(2,0,2)(1,0,1)[4]	Inf
ARIMA(0,0,0)	-33.93533
ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[4]	-78.77419
ARIMA(0,0,1)(0,0,1)[4]	-64.77722
ARIMA(0,0,0) without constant	191.0521
ARIMA(1,0,0)	-81.57756
ARIMA(1,0,0)(0,0,1)[4]	-78.7823
ARIMA(1,0,0)(1,0,1)[4]	Inf
ARIMA(2,0,0)	-83.11639
ARIMA(2,0,0)(1,0,0)[4]	-80.22915
ARIMA(2,0,0)(0,0,1)[4]	-80.20893
ARIMA(2,0,0)(1,0,1)[4]	Inf
ARIMA(3,0,0)	-80.82064
ARIMA(2,0,1)	Inf
ARIMA(1,0,1)	-81.75499
ARIMA(3,0,1)	Inf
ARIMA(2,0,0) without constant	Inf

ดังนั้นจึงเลือกใช้แบบจำลอง ARIMA(2,0,0) ในการพยากรณ์ แบบจำลองดังกล่าวมี specification ดังนี้

$$\phi(L)y_t = \theta(L)\varepsilon_t + \mu + \delta t$$
$$(1 - 1.2989L + 0.4449L^2)y_t = \varepsilon_t + 9.244 + 0.0863t$$
$$y_t = 9.244 + 1.2989y_{t-1} - 0.4449y_{t-2} + 0.0863t + \varepsilon_t$$

Series: ts.traffic

Regression with ARIMA(2,0,0) errors

Box Cox transformation: log transformed

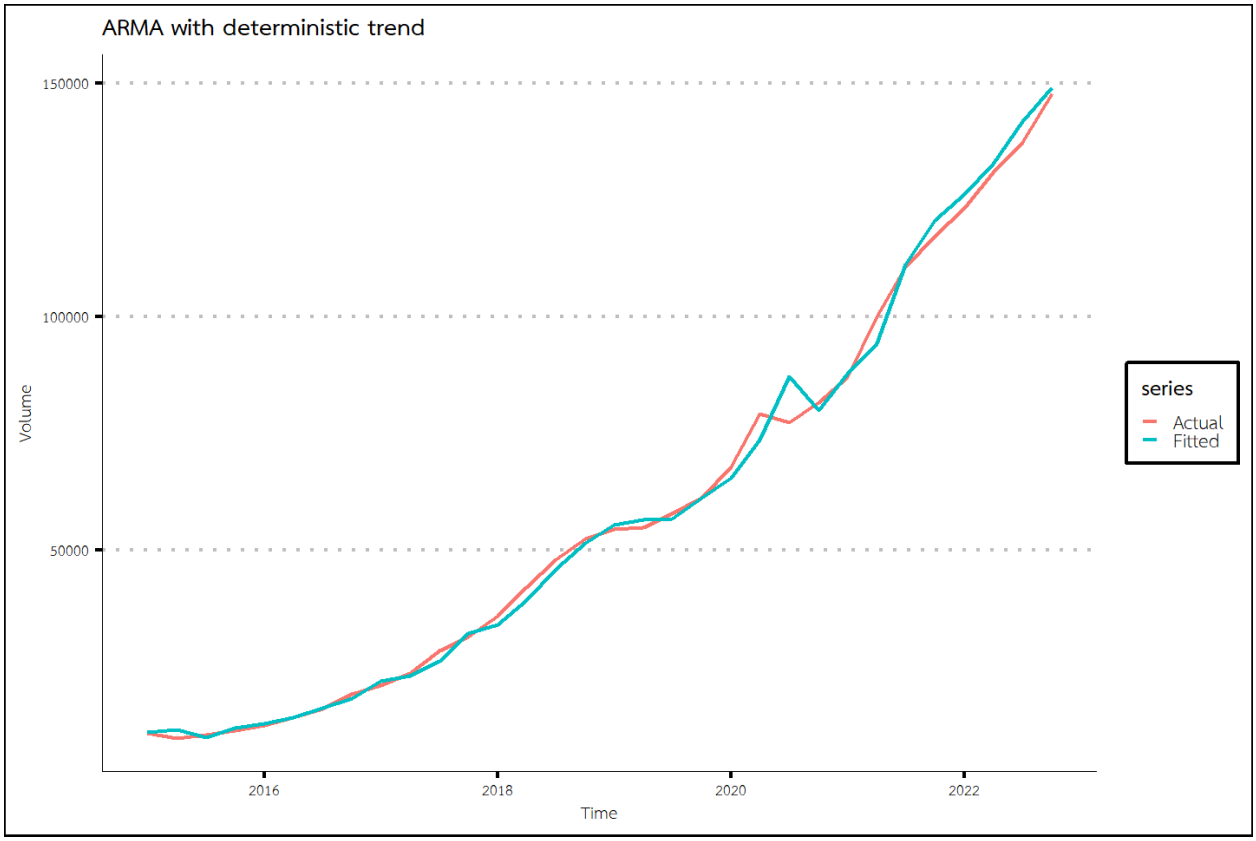
Coefficients:	AR1	AR2	Intercept	trend
	1.2989	-0.4449	9.244	0.0863
Standard error	0.194	0.2015	0.1131	0.0058

sigma^2 = 0.003177: log likelihood = 47.71

AIC=-85.42 AICc=-83.12 BIC=-78.1

Error	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	-134.1232	2782.5771	1894.693	-0.2584	3.8687	0.1067	-0.1177

แบบจำลองดังกล่าวมีค่าประมาณการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงดังนี้



มีค่า residuals ดังนี้

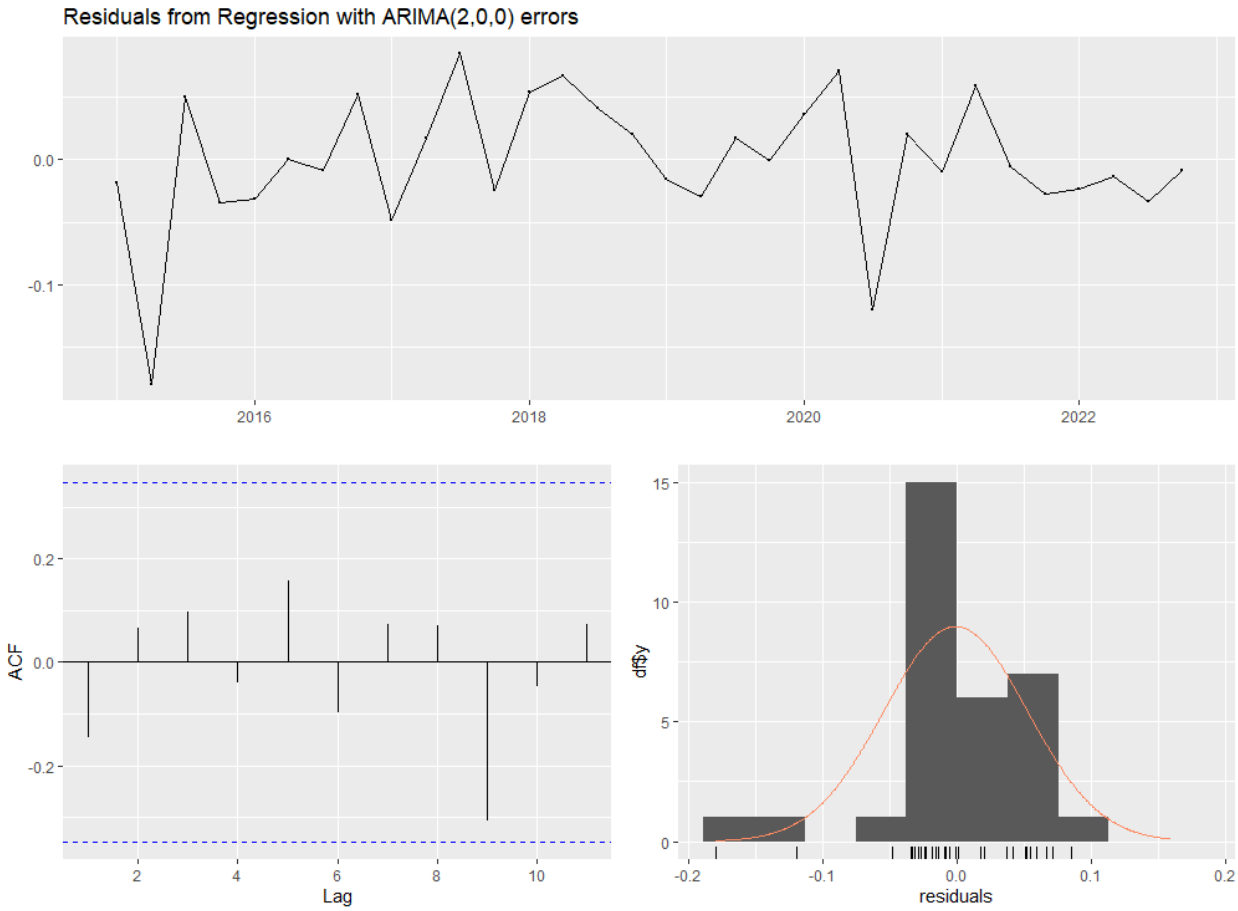
Ljung-Box test

data: Residuals from Regression with ARIMA(2,0,0) errors

Q* = 2.717, df = 4, p-value = 0.6062

Model df: 2. Total lags used: 6

แบบจำลองไม่ reject null hypothesis of independence



มีค่าพยากรณ์ในหน่วย GB ต่อคนต่อไตรมาสดังนี้

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2566Q1	158.8761	142.2586	177.4349
2566Q2	176.2291	147.0373	211.2165
2566Q3	195.6947	155.9188	245.6178
2566Q4	216.8311	168.1274	279.6434
2567Q1	239.4438	182.9624	313.3613
2567Q2	263.5213	199.9089	347.3757
2567Q3	289.1799	218.6574	382.4477
2567Q4	316.6200	239.0844	419.3005

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2568Q1	346.0934	261.2112	458.5586
2568Q2	377.8819	285.1582	500.7563
2568Q3	412.2855	311.1069	546.3694
2568Q4	449.6162	339.2737	595.8456
2569Q1	490.1981	369.8959	649.6263
2569Q2	534.3685	403.2262	708.1624
2569Q3	582.4819	439.5317	771.9242
2569Q4	634.9142	479.0960	841.4098
2570Q1	692.0672	522.2225	917.1513
2570Q2	754.3733	569.2375	999.7218
2570Q3	822.3000	620.4937	1,089.7408
2570Q4	896.3546	676.3740	1,187.8807
2571Q1	977.0889	737.2947	1,294.8726
2571Q2	1,065.1034	803.7090	1,411.5126
2571Q3	1,161.0529	876.1108	1,538.6683
2571Q4	1,265.6509	955.0387	1,677.2852
2572Q1	1,379.6755	1,041.0797	1,828.3946
2572Q2	1,503.9750	1,134.8740	1,993.1206
2572Q3	1,639.4744	1,237.1195	2,172.6893
2572Q4	1,787.1823	1,348.5774	2,368.4370

กราฟปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง ARMA model with deterministic trend

ARIMA model with stochastic trend

ค่า AICc ของแต่ละแบบจำลองที่พิจารณาเป็นดังนี้

แบบจำลอง	AICc
ARIMA(2,1,2)(1,0,1)[4] with drift	Inf
ARIMA(0,1,0) with drift	-83.24454
ARIMA(1,1,0)(1,0,0)[4] with drift	-81.00959
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)[4] with drift	-80.59917
ARIMA(0,1,0)	-50.81509
ARIMA(0,1,0)(1,0,0)[4] with drift	-80.82788
ARIMA(0,1,0)(0,0,1)[4] with drift	-80.83974
ARIMA(0,1,0)(1,0,1)[4] with drift	-78.56486
ARIMA(1,1,0) with drift	-83.42139
ARIMA(1,1,0)(0,0,1)[4] with drift	-80.99568
ARIMA(1,1,0)(1,0,1)[4] with drift	Inf
ARIMA(2,1,0) with drift	-80.8166
ARIMA(1,1,1) with drift	-80.81512
ARIMA(0,1,1) with drift	-83.03201
ARIMA(2,1,1) with drift	-77.95523
ARIMA(1,1,0)	-79.43892

ดังนั้นจึงเลือกใช้แบบจำลอง ARIMA(1,1,0) with drift ในการพยากรณ์ แบบจำลองดังกล่าวมี specification ดังนี้

$$\phi(L)(1-L)y_t = \theta(L)\varepsilon_t + c$$
$$(1-0.3482L)(1-L)y_t = \varepsilon_t + 0.0811$$
$$y_t = 0.0811 + 1.3482y_{t-1} - 0.3482y_{t-2} + \varepsilon_t$$

Series: ts.traffic

Regression with ARIMA(1,1,0) with drift

Box Cox transformation: log transformed

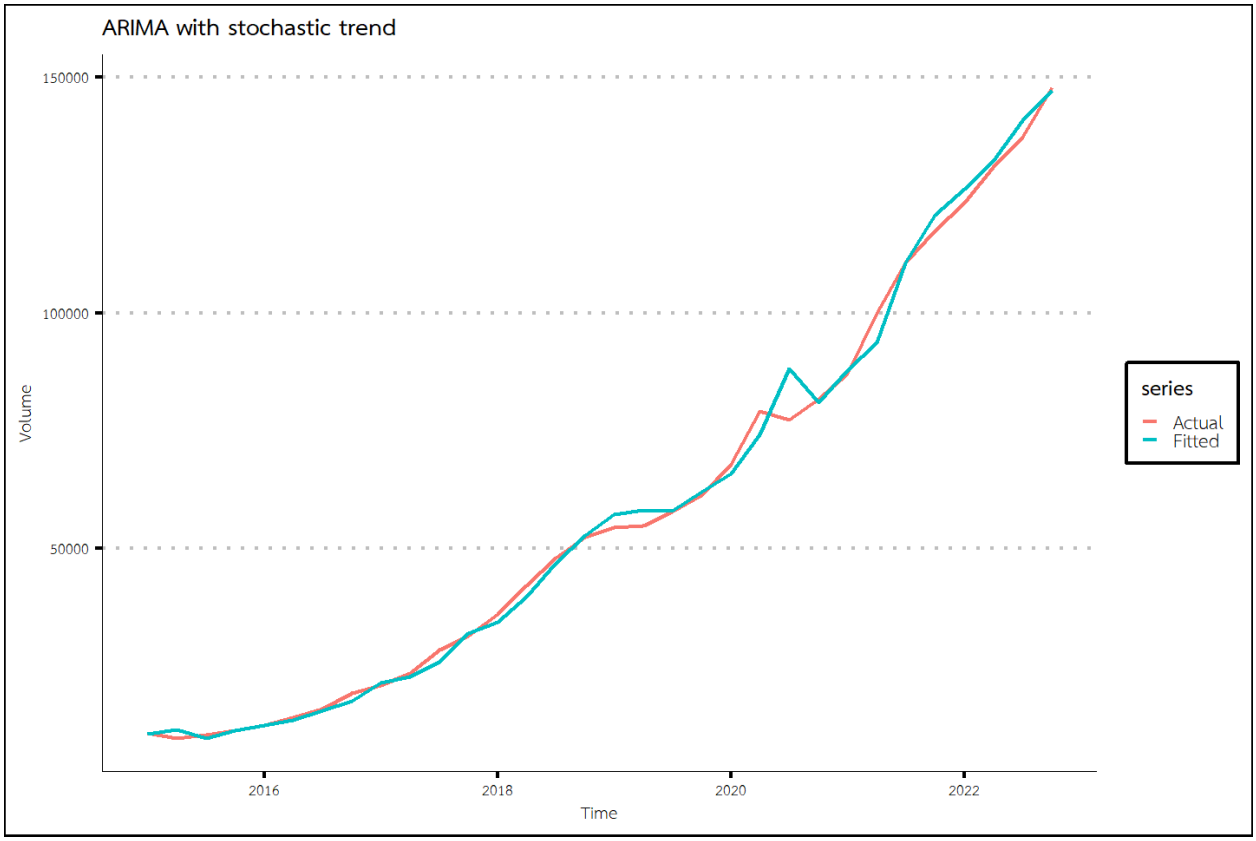
Coefficients:	AR1	drift
	0.3482	0.0811
Standard error	0.2082	0.0155

sigma^2 = 0.003387: log likelihood = 45.16

AIC=-84.31 AICc=-83.42 BIC=-80.01

Error	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	-211.4459	2872.075	1871.462	0.1170	3.9491	0.1054	-0.1120

แบบจำลองดังกล่าวมีค่าประมาณการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงดังนี้



มีค่า residuals ดังนี้

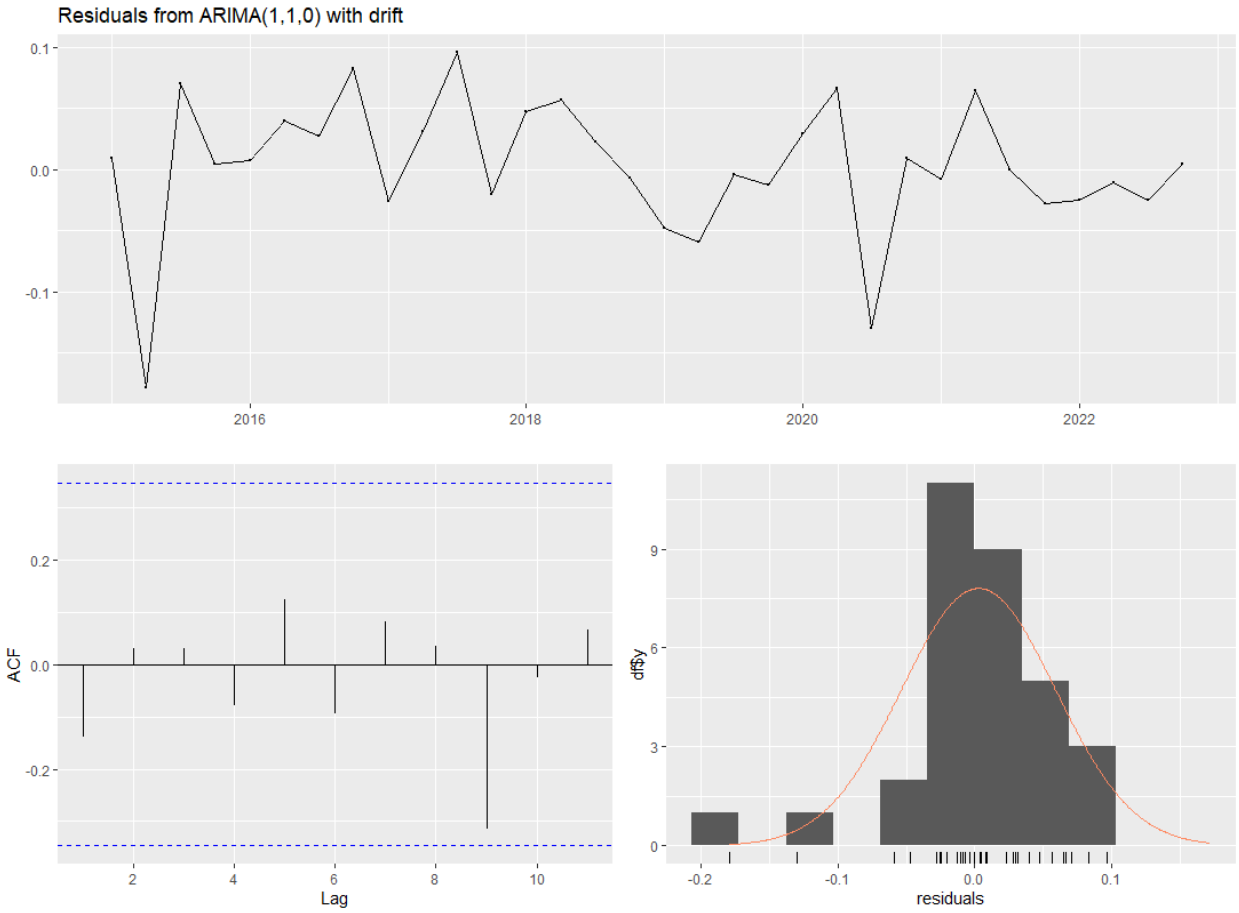
Ljung-Box test

data: Residuals from ARIMA(1,1,0) with drift

Q* = 1.9871, df = 5, p-value = 0.8509

Model df: 1. Total lags used: 6

แบบจำลองไม่ reject null hypothesis of independence



มีค่าพยากรณ์ในหน่วย GB ต่อคนต่อไตรมาสดังนี้

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2566Q1	156.2281	139.3859	175.1053
2566Q2	169.2851	139.7848	205.0111
2566Q3	183.5368	142.2988	236.7256
2566Q4	199.0276	146.3549	270.6569

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2567Q1	215.8405	151.5997	307.3035
2567Q2	234.0793	157.8315	347.1622
2567Q3	253.8614	164.9411	390.7188
2567Q4	275.3161	172.8751	438.4608
2568Q1	298.5843	181.6138	490.8908
2568Q2	323.8191	191.1600	548.5393
2568Q3	351.1867	201.5316	611.9738
2568Q4	380.8672	212.7579	681.8070
2569Q1	413.0562	224.8772	758.7049
2569Q2	447.9657	237.9356	843.3933
2569Q3	485.8255	251.9858	936.6655
2569Q4	526.8851	267.0875	1,039.3894
2570Q1	571.4148	283.3064	1,152.5153
2570Q2	619.7080	300.7145	1,277.0850
2570Q3	672.0827	319.3907	1,414.2402
2570Q4	728.8838	339.4202	1,565.2327
2571Q1	790.4854	360.8955	1,731.4353
2571Q2	857.2934	383.9166	1,914.3533
2571Q3	929.7476	408.5910	2,115.6377
2571Q4	1,008.3253	435.0350	2,337.0990
2572Q1	1,093.5439	463.3734	2,580.7226
2572Q2	1,185.9649	493.7409	2,848.6857
2572Q3	1,286.1968	526.2820	3,143.3756
2572Q4	1,394.8998	561.1524	3,467.4100

กราฟปริมาณการใช้ข้อมูลผ่านบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง ARIMA model with stochastic trend

NNAR model with deterministic trend

แบบจำลอง Neural Network มีหลักการหาค่าสัมประสิทธิ์จากการลดค่าความคลาดเคลื่อนให้มากที่สุดด้วยหลักการเดียวกับ Cost minimization แบบจำลองจะสุ่มค่าเริ่มต้นจากนั้นหาค่าประมาณการแล้วใช้ gradient descent error function ในการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ แบบจำลอง NNAR-D ได้ผลดังนี้

Series: ts.traffic

Model: NNAR(1,1,2)[4]

Call: nnetar(y = ts.traffic, xreg = trend, lambda = 0)

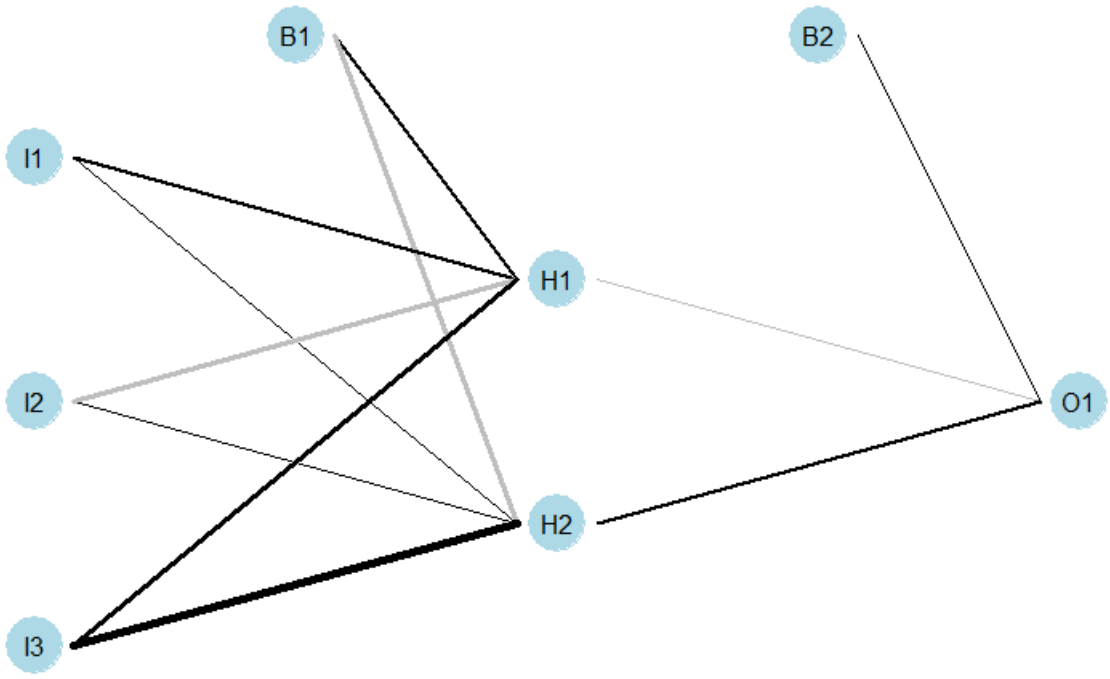
Average of 20 networks, each of which is a 3-2-1 network with 11 weights

options were - linear output units

---

sigma^2 estimated as 0.0009236

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	33.7435	2021.558	1448.873	-0.0368	2.3409	0.0816	0.1805



โดยที่ I1 คือ input 1 AR(1) term

I2 คือ input 2 SAR(1)[4] term

I3 คือ input 3 deterministic trend

B1 คือ ค่าคงที่ 1

H1 คือ hidden layer 1

H2 คือ hidden layer 2

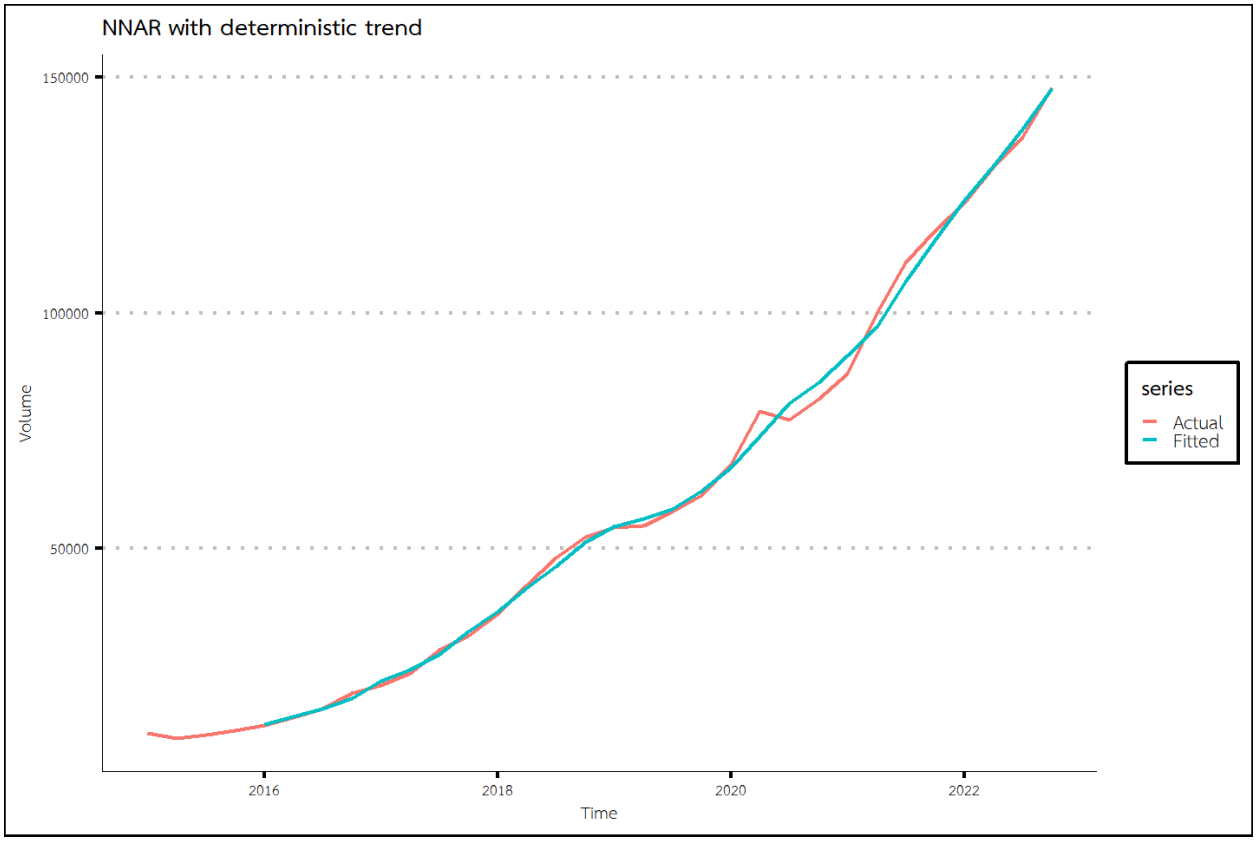
B2 คือ ค่าคงที่ 2

O1 คือ output

ความหนาของเส้นแสดงขนาดของน้ำหนัก

เส้นสีดำแสดงความสัมพันธ์เชิงบวก เส้นสีเทาแสดงความสัมพันธ์เชิงลบ

แบบจำลองมีค่าประมาณการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงดังนี้



มีค่าพยากรณ์ในหน่วย GB ต่อคนต่อไตรมาสดังนี้

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2566Q1	152.9640	144.2592	162.2858
2566Q2	161.4062	151.7257	171.5286
2566Q3	170.0330	160.0173	180.4928
2566Q4	177.9936	168.1600	188.7852

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2567Q1	186.2091	175.4063	198.4694
2567Q2	194.4134	183.4865	206.9715
2567Q3	202.5069	190.5436	215.4990
2567Q4	210.5630	198.3358	224.6975
2568Q1	218.4032	206.1642	232.0392
2568Q2	226.0079	213.8557	240.7715
2568Q3	233.3403	219.8762	247.1160
2568Q4	240.3435	225.5588	254.5697
2569Q1	246.9883	231.7396	262.2841
2569Q2	253.2331	238.7436	267.9650
2569Q3	259.0406	244.5192	275.4028
2569Q4	264.3804	248.7178	280.6213
2570Q1	269.2252	254.8468	284.5397
2570Q2	273.5542	258.8483	289.5873
2570Q3	277.3526	262.3272	293.6097
2570Q4	280.6116	262.8203	297.5727
2571Q1	283.3290	265.6061	302.3885
2571Q2	285.5100	268.8651	303.0742
2571Q3	287.1670	271.9484	305.0570
2571Q4	288.3209	271.8565	306.2040
2572Q1	289.0006	271.8511	307.4255
2572Q2	289.2437	271.9510	306.9240
2572Q3	289.0949	272.6146	307.0476
2572Q4	288.6054	271.2257	305.7907

NNAR model

แบบจำลอง Neural Network ที่ไม่ได้ใช้ deterministic trend ได้ผลดังนี้

Series: ts.traffic

Model: NNAR(1,1,2)[4]

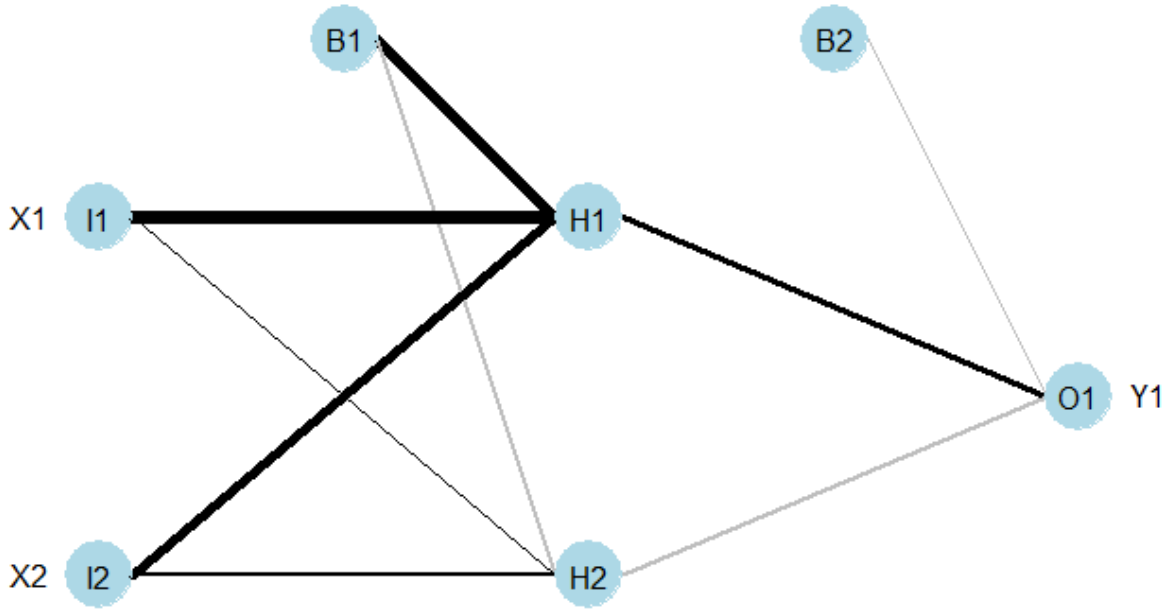
Call: nnetar(y = ts.traffic, lambda = 0)

Average of 20 networks, each of which is a 2-2-1 network with 9 weights

options were - linear output units

sigma^2 estimated as 0.001274

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	33.1825	2199.667	1599.543	-0.0678	2.6501	0.0901	-0.0508



โดยที่ I1 คือ input 1 AR(1) term

I2 คือ input 2 SAR(1)[4] term

B1 คือ ค่าคงที่ 1

H1 คือ hidden layer 1

H2 คือ hidden layer 2

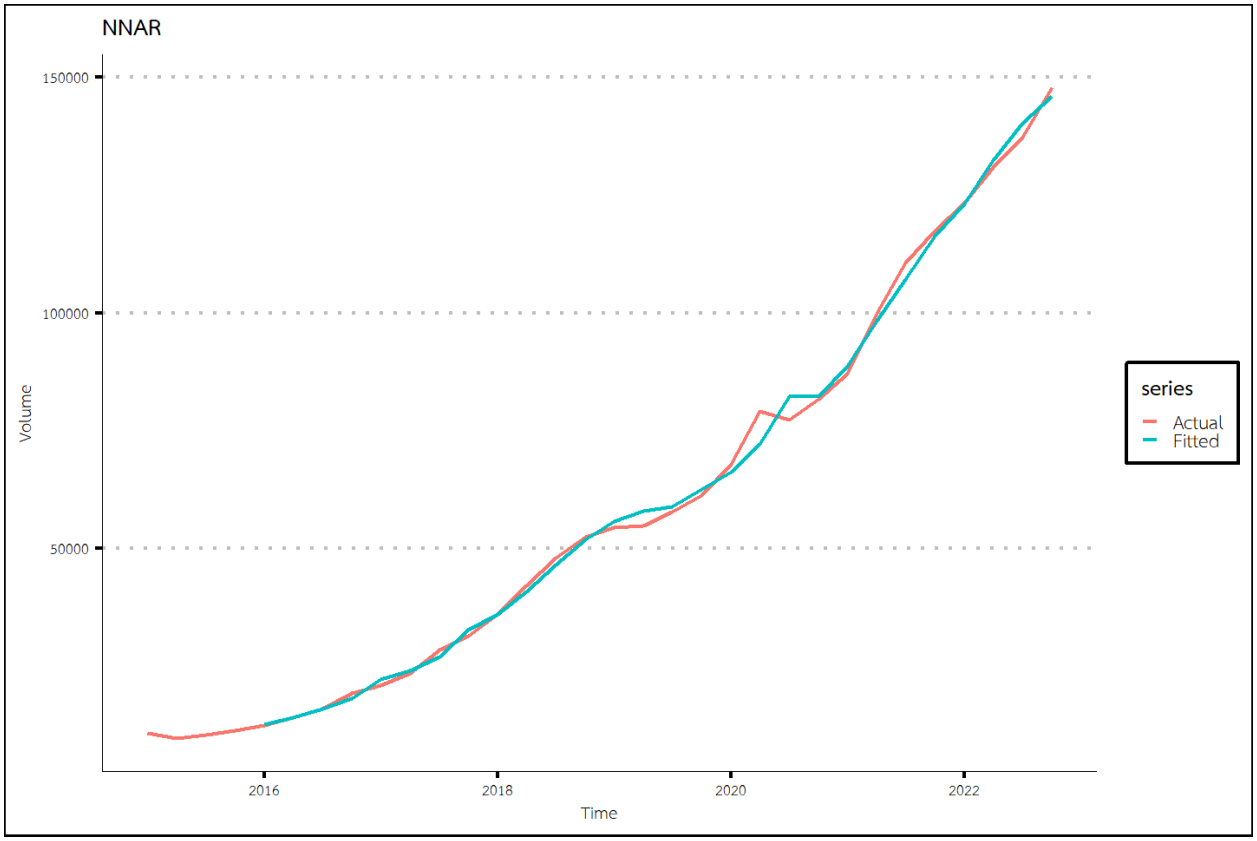
B2 คือ ค่าคงที่ 2

O1 คือ output

ความหนาของเส้นแสดงขนาดของน้ำหนัก

เส้นสีดำแสดงความสัมพันธ์เชิงบวก เส้นสีเทาแสดงความสัมพันธ์เชิงลบ

แบบจำลองมีค่าประมาณการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงดังนี้



มีค่าพยากรณ์ในหน่วย GB ต่อคนต่อไตรมาสดังนี้

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2566Q1	149.2205	139.1932	159.6870
2566Q2	153.2573	142.2183	165.0964
2566Q3	156.4642	144.9380	168.8680
2566Q4	159.8467	148.2738	173.7836
2567Q1	162.1275	150.0397	175.4034
2567Q2	163.7421	150.7283	176.7002
2567Q3	164.9089	151.7805	179.5262
2567Q4	165.8912	152.0366	179.2297
2568Q1	166.6198	153.7891	178.7884

เวลาที่พยากรณ์	ค่าพยากรณ์	95% lo confident	95% hi confident
2568Q2	167.1422	153.7382	180.6384
2568Q3	167.5146	153.8877	182.1282
2568Q4	167.7987	157.0463	181.9645
2569Q1	168.0114	155.5027	182.1561
2569Q2	168.1669	155.8067	182.0357
2569Q3	168.2790	155.2220	180.9290
2569Q4	168.3617	155.3181	182.3805
2570Q1	168.4231	154.9934	182.3483
2570Q2	168.4682	155.1532	182.5430
2570Q3	168.5011	155.1186	181.8951
2570Q4	168.5252	156.4674	182.4625
2571Q1	168.5429	155.2488	181.5684
2571Q2	168.5559	155.7007	181.9355
2571Q3	168.5655	156.0111	181.2683
2571Q4	168.5725	155.9602	181.8244
2572Q1	168.5776	154.9326	182.3066
2572Q2	168.5814	155.7156	182.3865
2572Q3	168.5841	155.9850	182.0260
2572Q4	168.5862	156.7479	181.5937