

รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)
โครงการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่
สำหรับประเทศไทย

เสนอ



กสทช.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

โดย



มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง



ก.ล.ด.



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

โครงการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่ สำหรับประเทศไทย

เสนอ



สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

โดย



มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง

กันยายน 2562

รายงานบทสรุปของผู้บริหาร (Executive Summary)

ในยุทธศาสตร์ประกอบแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ พ.ศ. 2562 ซึ่งประกอบด้วยยุทธศาสตร์การ จัดหาคลื่นความถี่ให้เพียงพอต่อความต้องการ ทันทกาล และสอดคล้องกับสากล มีเป้าประสงค์ให้ประเทศไทยมี คลื่นความถี่เพียงพอและทันต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ ดังนั้น สำนักงาน กสทช. จึงเห็นสมควรให้มีการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในระยะเวลา 20 ปี ในกิจการกระจายเสียงและ กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น อันจะเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญใน การบริหารคลื่นความถี่ซึ่งเป็นสมบัติของชาติและมีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า และทั่วถึง

โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันและปัจจัยที่ ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ทั้งในกิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียง และกิจการโทรทัศน์ กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น ๆ และ (2) เพื่อศึกษาหลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณที่ เหมาะสม และคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี

ในการศึกษาครั้งนี้มีการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสาร รายงาน และงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง และ ข้อมูลปฐมภูมิผ่านการกระจายแบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึก รวมทั้งจัดการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟัง ข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ในแต่ละกิจการ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา การจัดทำแบบจำลองทางเศรษฐมิติ การจัดทำเดลฟาย (Delphi) เป็นต้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยสาเหตุ แนวโน้มความต้องการ แนวทางการกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ คำนวณที่เหมาะสม และการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย

ผลการศึกษาในประเด็นสำคัญมีดังนี้ ประเด็นที่หนึ่ง กิจการทุกประเภทที่มีการใช้คลื่นความถี่อยู่ใน ปัจจุบันยังคงมีความต้องการและจำเป็นที่จะต้องใช้คลื่นความถี่ต่อไป ประเด็นที่สอง พบว่า ปัจจัยที่ผู้ใช้บริการ เห็นว่าส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ 3 อันดับแรก ได้แก่ (1) พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็น ผลสืบเนื่องจากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนเป็นสำคัญ (2) การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี โดยเฉพาะการเข้าสู่ยุคดิจิทัล ส่งผลให้อุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตมากขึ้น และ (3) นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้เกิดการขับเคลื่อนในวงกว้างนำมาซึ่งความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้น และประเด็นที่สาม พบว่า กิจการส่วนใหญ่มีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต ยกเว้นกิจการวิทยุกระจายเสียงและ กิจการวิทยุโทรทัศน์ที่มีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ลดลงในอนาคต

การศึกษานี้ได้ศึกษาความต้องการ ปัจจัยสาเหตุ และข้อเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่ ระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี โดยในบทสรุปของผู้บริหารนี้ได้สรุปผลการศึกษาเฉพาะระยะ 5 ปี เนื่องจากเป็น ระยะเวลาอันใกล้ สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำกว่า สำหรับรายละเอียดผลการศึกษาในระยะ 10 ปี และ 20 ปี ปรากฏในรายงานฉบับสมบูรณ์

กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล : มีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเข้ามาของเทคโนโลยี 5G

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรมีการจัดสรรคลื่นความถี่ที่เหมาะสมกับเทคโนโลยี 5G ให้เสร็จสิ้น

กิจการดาวเทียม : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้ความถี่ย่าน Ka-Band ที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานเพื่อการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการรับส่งข้อมูลที่มากขึ้น (High Througput Sattelite)

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ควรมีความชัดเจนในกฎระเบียบและการกำกับดูแล เช่น ในส่วนของการให้บริการดาวเทียมต่างสัญชาติ เป็นต้น ทั้งนี้ คลื่นความถี่ของกิจการดาวเทียมอาจมีการทับซ้อนกับกิจการ IMT ดังนั้นอาจต้องคำนึงถึงการชดเชยให้กิจการดาวเทียมตามความเหมาะสม

กิจการวิทยุกระจายเสียง : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตลดลง เนื่องจากจำนวนผู้ฟังผ่านทางวิทยุลดลง อย่างไรก็ตาม การเข้ามาของวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลในอนาคตจะทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับในสถานีวิทยุดิจิทัล

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ต้องจัดสรรความถี่ FM และ AM ที่เรียกคืนใหม่ให้แล้วเสร็จ แก้ปัญหาการรบกวน การประกอบกิจการที่ผิดกฎหมาย และที่สำคัญที่สุดคือต้องสรุปทิศทางของการออกอากาศแบบดิจิทัลให้ชัดเจน

กิจการวิทยุโทรทัศน์ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตลดลง เนื่องจากกิจการวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง และผู้บริโภคมียุทธศาสตร์ในการรับชมที่หลากหลายขึ้น รวมทั้งมีคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติที่ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลสามารถคืนใบอนุญาตได้

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ควรเฝ้าติดตามการดำเนินการและแนวโน้มของธุรกิจไปก่อน เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวนี้จะอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านหลังการอนุญาตให้คืนช่องความถี่

กิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นทั้งสำหรับย่าน VHF/FM และ Broadband PPDR

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ควรจัดระเบียบการใช้งานวิทยุสื่อสารเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยไม่ต้องพิจารณาหาคลื่นความถี่เพิ่ม ส่งเสริมสนับสนุนให้เริ่มการย้ายไปเป็นระบบดิจิทัล เพื่อประเมินผลในอีก 5 ปี ข้างหน้า

กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ การขยายตัวของเที่ยวบิน ระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (ITS) และโครงการลงทุนสำคัญของภาครัฐ เช่น โครงการก่อสร้างรถไฟทางคู่ โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมสามสนามบิน โครงการท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง ระยะที่ 3 เป็นต้น

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ควรจัดสรรและกำหนดกฎเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ รวมทั้งแก้ปัญหารบกวนของการใช้คลื่น สำหรับระบบรางที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงเวลาดังกล่าวนี้

กิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้า และ Sub-Station การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ เช่น โครงการ Smart Meter/Smart Grid เป็นต้น

ข้อเสนอ: สำนักงาน กสทช. ควรเฝ้าติดตามการดำเนินการและแนวโน้มของกิจการไปก่อน ทั้งนี้ ถึงแม้ว่าในทางทฤษฎีแล้ว unlicensed band จะสามารถนำมาประยุกต์กับระบบ Smart Meter/Smart Grid ได้ แต่จะมีข้อจำกัดเรื่องการรบกวนและความปลอดภัยหากมีการใช้อย่างแพร่หลาย ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวนี้ การใช้ unlicensed แบนด์นอกเหนือจากที่มีอยู่ ควรเป็นแบบขอเพื่อทดลองใช้งานเท่านั้น

กิจการประจำที่ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีแนวโน้มความต้องการส่งผ่านข้อมูลที่มีความรวดเร็วเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรสำรองคลื่นความถี่ในการใช้งานในลักษณะเดิมอย่างน้อย 50% ของที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เป็นคลื่นความถี่เพื่อใช้งานในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยการสื่อสารใยแก้วนำแสง

กิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้ระบบแอนะล็อก และการเข้ามาของเทคโนโลยี Broadband PPDR

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรหารือกับทางกองทัพไทยในการทำแผนการใช้ความถี่ใน 10 ปีข้างหน้า

กิจการวิทยุสื่อสาร : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนคลื่นความถี่ที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน รวมทั้งการเข้ามามีบทบาทของวิทยุสื่อสารดิจิทัล

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรศึกษาแนวทางการเปลี่ยนระบบจากแอนะล็อกไปเป็นดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ อีกทั้งวางนโยบายในการเปลี่ยนผ่านจากแอนะล็อกไปเป็นดิจิทัล

กิจการอุตุนิยมวิทยา : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านต่ำกว่า L-Band จะมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรพิจารณาอนุญาตการใช้คลื่นความถี่ตามความจำเป็นและเหตุผลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเสนอ และเป็นมาตรฐานสากล

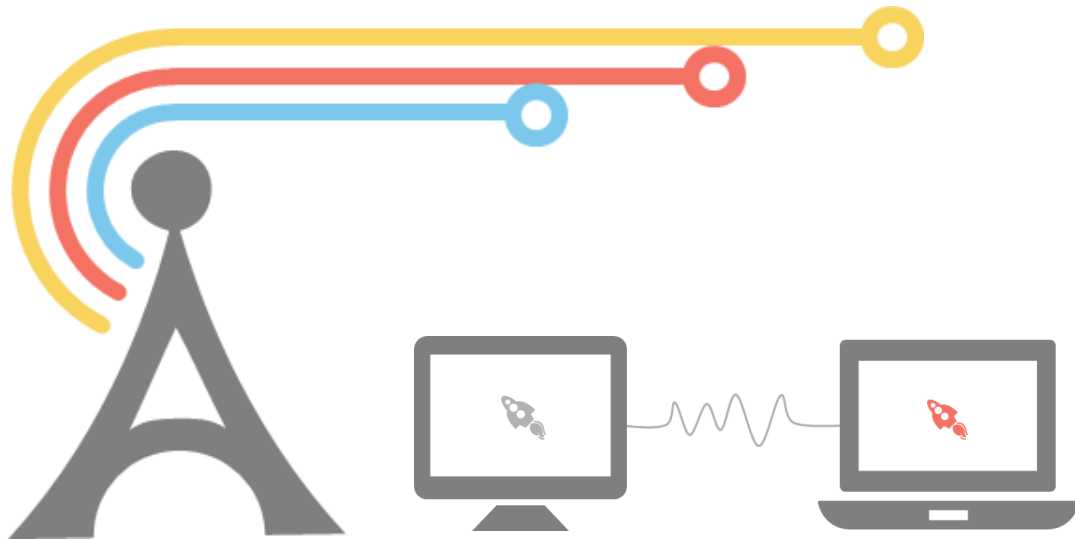
กิจการดาราศาสตร์วิทยุ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุช่วงต่ำ (2-40 GHz) ที่เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอ : สำนักงาน กสทช. ควรพิจารณาอนุญาตการใช้คลื่นความถี่ตามความจำเป็นและเหตุผลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเสนอ แลพเป็นมาตรฐานสากล

กิจการอื่น ๆ : แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจากทั้งระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม ส่วนอุปกรณ์สื่อสารระยะไกล เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกลอัตโนมัติ (Telemetry) และอุปกรณ์ติดตามตำแหน่ง (Location tracking) จะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอ : ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้ ควรให้เป็นการอนุญาตแบบทดลอง ทดสอบไปก่อน เพื่อชะลอการอยู่รอดของเทคโนโลยีในกลุ่มนี้ อีกทั้งรอผลของการใช้งานของกิจการนี้ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 5G

อนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างในบางกิจการที่ใช้ในการประมวลผลมีจำนวนน้อยกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ใหม่ นอกจากนี้ ภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีในอนาคต ย่อมส่งผลให้การคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตอาจแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ ดังนั้น การนำผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้อง จึงควรพิจารณาปัจจัยดังกล่าวร่วมด้วย

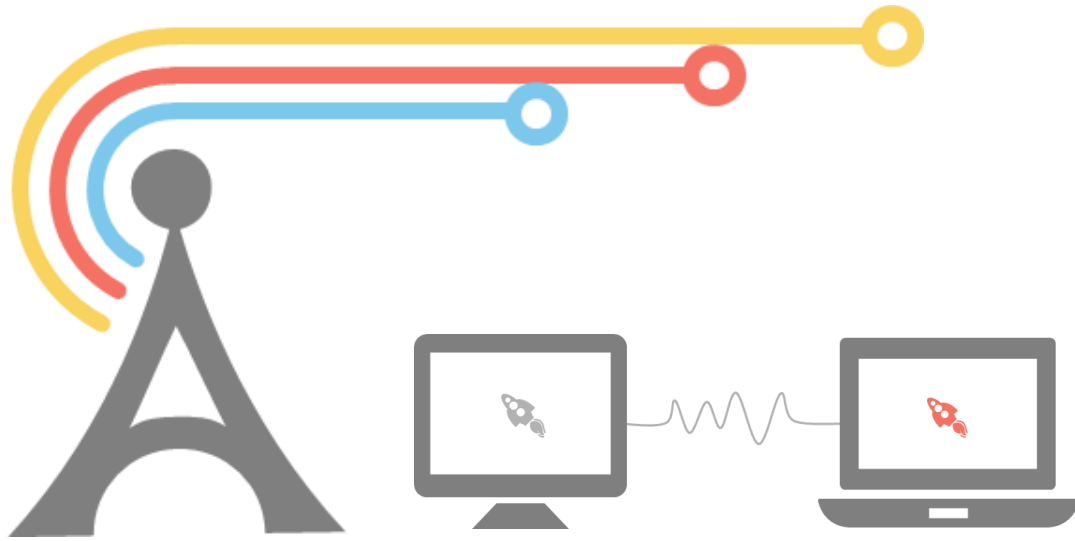


สารบัญ

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| 1 บทนำ | |
| 1 หลักการและเหตุผล | 1-2 |
| 2 วัตถุประสงค์ | 1-2 |
| 3 ขอบเขตการดำเนินงาน | 1-3 |
| 4 แนวทางการดำเนินงาน | 1-5 |
| 5 แผนงานดำเนินการศึกษา | 1-12 |
| 2 วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ | |
| 1 การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย | 2-2 |
| 2 วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย | 2-4 |
| 3 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย | |
| 1 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวม | 3-2 |
| 2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ | 3-29 |
| 3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการ | 3-37 |

| บทที่ | หน้า | |
|----------|--|-------------|
| 4 | สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย | 3-44 |
| 4 | วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ | |
| 1 | การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับหลักเกณฑ์และวิธีคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เหมาะสม | 4-2 |
| 2 | การคำนวณเพื่อพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้วิธี bottom up | 4-11 |
| 3 | การประยุกต์ใช้วิธี bottom up เพื่อการพยากรณ์ความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคต | 4-12 |
| 4 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ | 4-16 |
| 4.1 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ | 4-16 |
| 4.2 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการดาวเทียม | 4-29 |
| 4.3 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุกระจายเสียง | 4-39 |
| 4.4 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุโทรทัศน์ | 4-44 |
| 4.5 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ | 4-48 |
| 4.6 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | 4-53 |
| 4.7 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการสาธารณสุขภูมิภาคและพลังงาน | 4-55 |
| 4.8 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการประจำที่ | 4-59 |
| 4.9 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อความมั่นคงของรัฐ | 4-61 |
| 4.10 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุสื่อสาร | 4-64 |
| 4.11 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการอุตุนิยมวิทยา | 4-66 |
| 4.12 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการดาราศาสตร์วิทยุ | 4-67 |
| 4.13 | การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการอื่น ๆ | 4-68 |
| 5 | ข้อเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่ | 4-72 |
| | บรรณานุกรม | บ-1 |
| | ภาคผนวก ก แบบสัมภาษณ์เชิงลึก | ผ-ก1 |
| | ภาคผนวก ข แบบสอบถาม | ผ-ข1 |
| | ภาคผนวก ค สรุปการประชุมกลุ่มย่อย | ผ-ค1 |
| | ภาคผนวก ง หนังสือเชิญและกำหนดการประชุมกลุ่มย่อย | ผ-ง1 |
| | ภาคผนวก จ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมกลุ่มย่อย | ผ-จ1 |

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| ภาคผนวก ฉ สรุปการประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษากับเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. | ผ-ฉ1 |
| ภาคผนวก ช กำหนดการประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษากับเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. | ผ-ช1 |
| ภาคผนวก ซ รายชื่อผู้เข้าการร่วมประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษากับเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. | ผ-ซ1 |
| ภาคผนวก ฅ สรุปการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ | ผ-ฅ1 |
| ภาคผนวก ญ หนังสือเชิญและกำหนดการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ | ผ-ญ1 |
| ภาคผนวก ฎ รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ | ผ-ฎ1 |

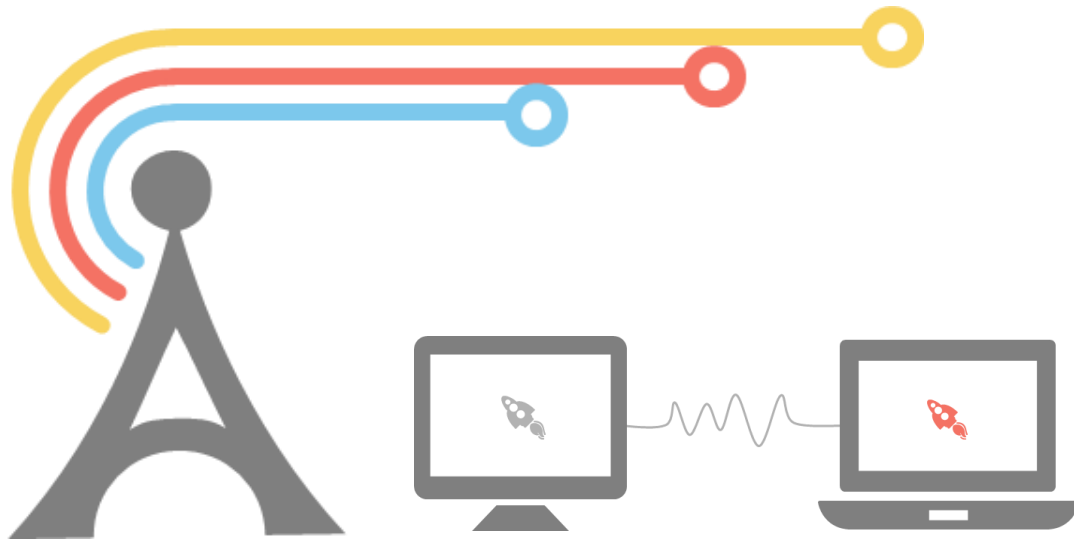


สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 1.1 | ตารางคุมกำหนดการทำงานเดือนที่ 1 – 4 (Gantt Chart) | 1-12 |
| 1.2 | ตารางคุมกำหนดการทำงานเดือนที่ 4 – 8 (Gantt Chart) | 1-13 |
| 1.3 | ตารางคุมกำหนดการทำงานเดือนที่ 9 – 12 (Gantt Chart) | 1-14 |
| 2.1 | ย่านความถี่ของผู้ให้บริการในปัจจุบัน | 2-7 |
| 2.2 | การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนน | 2-26 |
| 2.3 | การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง | 2-29 |
| 2.4 | คลื่นความถี่ที่คาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเส้นทางการเดินรถไฟ | 2-30 |
| 2.5 | การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือ | 2-32 |
| 2.6 | การใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางอากาศ | 2-33 |
| 2.7 | คลื่นความถี่ที่คาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเที่ยวบิน และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ | 2-35 |
| 2.8 | หน่วยงานและย่านคลื่นความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐเป็นจำนวนมาก | 2-42 |
| 2.9 | การใช้งานคลื่นความถี่ของกรมอุตุนิยมวิทยา | 2-47 |
| 2.10 | ตารางกำหนดคลื่นความถี่ของกิจการดาราศาสตร์วิทยุ | 2-53 |
| 2.11 | การระบุคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้เป็นการทั่วไปพร้อมเงื่อนไขกำลังส่งสูงสุด ใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่ต้องมีและประเภทการประยุกต์การใช้งาน | 2-54 |

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 2.12 | ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ที่อนุญาตให้ใช้งานสำหรับการให้บริการอินเทอร์เน็ต | 2-59 |
| 3.1 | การตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น | 3-35 |
| 4.1 | ชนิดของบริการการส่งข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ | 4-16 |
| 4.2 | ชนิดของสภาพแวดล้อมการใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ | 4-17 |
| 4.3 | สภาพแวดล้อมการใช้คลื่นของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ | 4-17 |
| 4.4 | ผลการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz | 4-24 |
| 4.5 | ความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz (MHz) ในปี 2022-2039 | 4-25 |
| 4.6 | ผลสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ | 4-33 |
| 4.7 | จำนวนทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมไทยคม 5-8 ในการบริการออกอากาศ | 4-34 |
| 4.8 | การพยากรณ์จำนวนทรานสปอนเดอร์ขนาด 36 MHz ที่ต้องการในแต่ละปี | 4-34 |
| 4.9 | การพยากรณ์อุปสงค์ Ka Band ทรานสปอนเดอร์และอุปทานที่มี โดยยังไม่คิดว่ามี Thaicom9 แต่มีการยืดอายุการใช้งานดาวเทียมไทยคม 4 | 4-37 |
| 4.10 | การประมาณความเพียงพอของระบบ | 4-39 |
| 4.11 | ความต้องการคลื่นเพิ่มขึ้นของสถานีวิทยุแต่ละชนิด | 4-41 |
| 4.12 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นวิทยุกระจายเสียงโดยเฉลี่ยต่อปี | 4-42 |
| 4.13 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นวิทยุกระจายเสียงแยกตามปี | 4-42 |
| 4.14 | แสดงจำนวนของมัลติเพล็กซ์และรายชื่อสถานีในตอนเริ่มออกอากาศระบบดิจิทัล | 4-44 |
| 4.15 | การวิเคราะห์การใช้ช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์รายปี | 4-47 |
| 4-16 | การวิเคราะห์การใช้ช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์รายปี | 4-48 |
| 4.17 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยโดยเฉลี่ยต่อปี | 4-50 |
| 4.18 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแยกตามปี | 4-50 |
| 4.19 | ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ของกิจการบรรเทาและป้องกันสาธารณภัย | 4-50 |
| 4.20 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์โดยเฉลี่ยต่อปี | 4-54 |
| 4.21 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการขนส่งและโลจิสติกส์แยกตามปี | 4-54 |
| 4.22 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการสาธารณูปโภคและพลังงานโดยเฉลี่ยต่อปี | 4-56 |
| 4.23 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการสาธารณูปโภคและพลังงานแยกตามปี | 4-56 |
| 4.24 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการประจำที่โดยเฉลี่ยต่อปี | 4-59 |

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|---|------|
| 4.25 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการประจำที่แยกตามปี | 4-60 |
| 4.26 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐโดยเฉลี่ยต่อปี | 4-62 |
| 4.27 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐแยกตามปี | 4-63 |
| 4.28 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นของกิจการวิทยุสื่อสารโดยเฉลี่ยต่อปี | 4-65 |
| 4.29 | ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการคลื่นกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐแยกตามปี | 4-65 |
| 4.30 | เปอร์เซ็นต์ความต้องการใช้อุปกรณ์ IoT | 4-71 |



สารบัญแผนภาพ

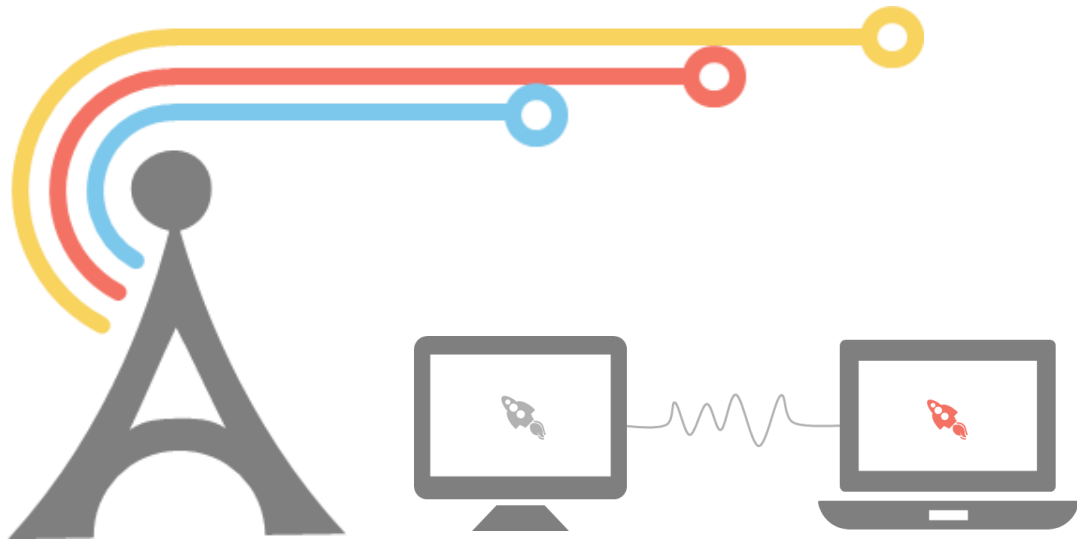
| แผนภาพที่ | | หน้า |
|-----------|---|------|
| 1.1 | แนวทางการดำเนินงาน | 1-11 |
| 2.1 | เทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT | 2-58 |
| 2.2 | การกำหนดคลื่นความถี่เพื่อรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT | 2-58 |
| 2.3 | แนวโน้มการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในปี ค.ศ. 2016-2022 | 2-59 |
| 2.4 | เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล (Long-range) | 2-61 |
| 3.1 | ผลกระทบของเทคโนโลยี IoT ต่อรายได้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปี 2018 | 3-17 |
| 3.2 | คาดการณ์รายได้จากการให้บริการ Cloud Computing ทั่วโลก ตั้งแต่ปี 2016-2020 | 3-17 |
| 3.3 | การคาดการณ์จำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ | 3-18 |
| 3.4 | ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC-19 | 3-23 |
| 4.1 | อัลกอริทึมสำหรับคำนวณความต้องการความถี่คลื่น | 4-4 |
| 4.2 | ชาร์ตแสดงวิธีการคำนวณแบนด์วิดท์สำหรับการกระจายภาพ | 4-6 |
| 4.3 | วิธีที่ใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นของ Analysys Mason | 4-9 |
| 4.4 | โครงสร้างของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ K = 2 ระดับ | 4-11 |
| 4.5 | การสร้างโครงสร้าง bottom up ของ ITU | 4-13 |
| 4.6 | การออกแบบโครงสร้างการคำนวณแบบ bottom up สำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบง่าย | 4-14 |
| 4.7 | โครงสร้างไฟล์ Microsoft Excel ที่ใช้ในการคำนวณความต้องการความถี่คลื่น | 4-15 |
| 4.8 | วิธีการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ ITU | 4-19 |
| 4.9 | วิธีการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ ITU | 4-20 |

| แผนภาพที่ | | หน้า |
|-----------|---|------|
| 4.10 | แผนภาพแสดงการคำนวณแถบความต้องการความถี่ของ ITU ในรูปแบบของ bottom up model | 4-21 |
| 4.11 | ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากตลาดผู้ใช้บริการ | 4-23 |
| 4.12 | ปริมาณ system capacity ของแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปี | 4-24 |
| 4.13 | ปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปี ช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz | 4-25 |
| 4.14 | กราฟแสดงปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปี สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz | 4-26 |
| 4.15 | ปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่สำหรับช่วงความถี่สูงกว่า 6 GHz (FR2) | 4-28 |
| 4.16 | การพยากรณ์แบนด์วิดท์ตามแนวคิดของปัจจัยการเพิ่มลด | 4-31 |
| 4.17 | การพยากรณ์จำนวนทรานสพอนเดอร์ไทยคมที่ต้องการกับจำนวนที่มีอยู่ตามอายุการใช้งาน | 4-35 |
| 4.18 | IPStar footprint | 4-36 |
| 4.19 | IPStar Architecture | 4-37 |
| 4.20 | อุปสงค์และอุปทานของ Ka Band สำหรับประเทศไทย | 4-38 |
| 4.21 | การแบ่งกลุ่มสถานีวิทยุเพื่อการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ | 4-40 |
| 4.22 | ความต้องการคลื่นของสถานีวิทยุชนิดต่าง ๆ ในอนาคตเมื่อเทียบกับปัจจุบัน (%) | 4-43 |
| 4.23 | มัลติเพล็กซ์ต่าง ๆ ของประเทศไทย ตอนเริ่มเปลี่ยนเป็นระบบดิจิทัล | 4-45 |
| 4.24 | มัลติเพล็กซ์ต่าง ๆ ของประเทศไทย ปัจจุบัน (2562) | 4-46 |
| 4.25 | การใช้ประโยชน์ MUX และช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์ รายปี | 4-47 |
| 4.26 | การใช้ประโยชน์ MUX เมื่อมีการปรับไปเป็น HD ทั้งหมด แจกตามรายปี | 4-48 |
| 4.27 | โมเดล bottom up สำหรับคำนวณความต้องการคลื่น สำหรับกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย | 4-49 |
| 4.28 | ความต้องการความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยสำหรับวิทยุสื่อสารแบบแอนะล็อกและดิจิทัล trunked radio | 4-51 |
| 4.29 | ความต้องการความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยสำหรับสำหรับระบบ Broadband PPDR | 4-51 |
| 4.30 | ความต้องการความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยสำหรับวิทยุสื่อสารแบบแอนะล็อกและดิจิทัล | 4-52 |
| 4.31 | โมเดล bottom up สำหรับคำนวณความต้องการคลื่นสำหรับกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | 4-53 |
| 4.32 | ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | 4-55 |
| 4.33 | โมเดล bottom up สำหรับคำนวณความต้องการคลื่นกิจการสาธารณสุขโรคและพลังงาน | 4-55 |
| 4.34 | ความต้องการคลื่นความถี่ของกิจการไฟฟ้าและพลังงานเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ | 4-57 |
| 4.35 | ความต้องการช่องความถี่ของกิจการไฟฟ้าในอนาคต | 4-58 |
| 4.36 | ความต้องการช่องความถี่ของกิจการพลังงานในอนาคต | 4-58 |
| 4.37 | ความต้องการคลื่นของกิจการประจำที่สำหรับความถี่ช่วงต่ำกว่า 15 GHz | 4-60 |
| 4.38 | ความต้องการความถี่ของกิจการประจำที่สำหรับความถี่ช่วงสูงกว่า 15 GHz | 4-60 |
| 4.39 | แสดงการคำนวณหาแถบความถี่รวมทั้งหมดที่ต้องการ ณ เวลา t | 4-61 |

| แผนภาพที่ | | หน้า |
|-----------|--|------|
| 4.40 | ความต้องการความถี่ของกองทัพไทย | 4-63 |
| 4.41 | โมเดล bottom up สำหรับคำนวณความต้องการคลื่นกิจการวิทยุสื่อสาร | 4-64 |
| 4.42 | ความต้องการความถี่ของกิจการวิทยุสื่อสาร | 4-65 |
| 4.43 | แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการอุตุนิยมวิทยา | 4-66 |
| 4.44 | ความต้องการความถี่ของกิจการอุตุนิยมวิทยา | 4-67 |
| 4.45 | ความต้องการความถี่ของกิจการดาราศาสตร์ | 4-68 |
| 4.46 | ความต้องการใช้อุปกรณ์ IoT ชนิดต่างๆ | 4-71 |

บทที่ 1

บทนำ



บทที่ 1

บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

พระราชบัญญัติองค์การจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติองค์การจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2560 กำหนดให้คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) มีอำนาจหน้าที่ในการจัดทำแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ แผนแม่บทกิจการการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม แผนความถี่วิทยุ และแผนเลขหมายโทรคมนาคมและกำหนดการจัดสรรคลื่นความถี่ระหว่างคลื่นความถี่ที่ใช้ในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการโทรคมนาคม

ใน (ร่าง) ยุทธศาสตร์ประกอบแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. ...) ซึ่งประกอบด้วย ยุทธศาสตร์การจัดหาคลื่นความถี่ให้เพียงพอต่อความต้องการ ทันกาล และสอดคล้องกับสากล มีเป้าประสงค์ให้ประเทศไทยมีคลื่นความถี่เพียงพอและทันต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสอดคล้องกับการใช้คลื่นความถี่ในระดับสากล โดยมีกลยุทธ์คือระบุความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้เหมาะสมกับแนวโน้มการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและอนาคต รวมถึงส่งเสริมการใช้คลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับสากล (Spectrum Harmonization)

เพื่อให้เกิดความสำเร็จในการดำเนินยุทธศาสตร์ดังกล่าว สำนักงาน กสทช. เห็นสมควรให้มีการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในระยะเวลา 20 ปี ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม กิจการวิทยุคมนาคมและกิจการอื่น อันจะเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการบริหารคลื่นความถี่ซึ่งเป็นสมบัติของชาติและมีจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและทั่วถึง โดยได้มอบหมายให้มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง (มูลนิธิ สวค.) เป็นที่ปรึกษาในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ทั้งในกิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น ๆ
2. เพื่อศึกษาหลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณที่เหมาะสม และคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ทั้งในกิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น ๆ ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี

3. ขอบเขตการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่างๆ ดังนี้

3.1.1 กิจการโทรคมนาคม

- 1) กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications-IMT)
- 2) กิจการดาวเทียม เช่น ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดาวเทียมระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก ดาวเทียมอตุณิยมิวิทยา เป็นต้น

3.1.2 กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

- 1) กิจการวิทยุกระจายเสียง
- 2) กิจการวิทยุโทรทัศน์

3.1.3 กิจการวิทยุคมนาคม

- 1) ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public Protection and Disaster Relief – PPDR)
- 2) กิจการขนส่งและโลจิสติกส์
- 3) กิจการพลังงาน
- 4) บริการสาธารณูปโภค (Utilities) เช่น ไฟฟ้า ประปา การสื่อสารภาคพื้นดินในสนามบิน (Ground Communication)
- 5) กิจการประจำที่ (Fixed Link) ข่ายเชื่อมโยง Point-to-point และ Point-to-multipoint

3.1.4 กิจการอื่นๆ เช่น การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล (Machine Type Communication หรือ Internet of Thing –) คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet) เป็นต้น

3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย โดยคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

3.2.1 เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ

3.2.2 นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายอื่นของรัฐที่เกี่ยวข้อง

3.2.3 แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

3.2.4 พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่

3.2.5 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

3.2.6 การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ

3.3 จัดทำรายงานวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย

3.4 วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ตามกิจการในข้อ 3.1 ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี โดยเสนอหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณที่เหมาะสม เช่น ข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU Recommendations) เป็นต้น

3.5 จัดให้มีการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยจำนวนอย่างน้อย 3 ครั้ง ตามประเภทกิจการในข้อ 3.1 และมีผู้เข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 40 คน โดยที่ปรึกษาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย พร้อมจัดทำสรุปผลการประชุมกลุ่มย่อยในแต่ละครั้ง

3.6 จัดทำรายงานการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย โดยนำข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตามข้อ 3.5 มาใช้ประกอบพร้อมเหตุผล พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่ในแต่ละกิจการตามข้อ 3.1 ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี

3.7 จัดให้มีการประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องภายในสำนักงาน กสทช. อย่างน้อย 1 ครั้ง โดยจัดที่สำนักงาน กสทช. และมีผู้เข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 50 คน โดยที่ปรึกษาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย

3.8 จัดให้มีการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ อย่างน้อย 1 ครั้ง และมีผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 100 คน พร้อมทั้งจัดทำเป็นรายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. โดยที่ปรึกษาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย

รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ฉบับนี้ มีเนื้อหาครอบคลุมการดำเนินการตามหัวข้อที่ 3.1 – 3.8 ของขอบเขตการดำเนินการดังรายละเอียดของขอบเขตการดำเนินงานที่ปรากฏข้างต้น ทั้งนี้ โครงสร้างของรายงานฉบับสมบูรณ์นี้ ประกอบด้วย 4 บท ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ขอบเขตการดำเนินงาน แนวทางการดำเนินงาน และแผนงานดำเนินการศึกษา

บทที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ เป็นบทที่มีเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่ 3.1 ของขอบเขตการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย

- การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย
- วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ

บทที่ 3 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย เป็นบทที่มีเนื้อหาครอบคลุมหัวข้อที่ 3.2 และ 3.3 ของขอบเขตการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย

- ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวม
- วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ
- ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการ
- สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย

บทที่ 4 วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ เป็นบทที่มีเนื้อหาครอบคลุมการดำเนินการตามหัวข้อที่ 3.4 และ 3.6 ของขอบเขตการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วย

- ทบทวนวรรณกรรมหลักเกณฑ์และวิธีคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เหมาะสม
- การคำนวณเพื่อพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้วิธี bottom up
- การประยุกต์ใช้วิธี bottom up เพื่อการพยากรณ์ความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคต
- การคำนวณเพื่อหาความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุในกิจการต่าง ๆ
- ข้อเสนอแนะแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่

ขณะที่การดำเนินการตามหัวข้อที่ 3.5 3.7 และ 3.8 นั้น มีรายละเอียดการดำเนินการที่ปรากฏในภาคผนวก ค ฉ และ ฅ ตามลำดับ โดยที่ปรึกษาฯ ได้ทำการสะท้อนประเด็นที่ได้รับจากการรับฟังความคิดเห็น ทั้งจากการประชุมกลุ่มย่อย และการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะในข้อเสนอแนะแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่ในบทที่ 4 ของรายงานฉบับสมบูรณ์นี้ด้วยแล้ว

4. แนวทางการดำเนินงาน

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ที่ปรึกษาฯ ได้กำหนดวิธีการศึกษาวิจัย (Research Methodology) ในรูปแบบของการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ซึ่งเป็นการวิจัยที่เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งที่รวบรวมไว้แล้วและข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มตัวอย่างที่มีความเป็นตัวแทนที่ดี (Representativeness) ของประชากรโดยนำมาใช้อ้างอิงคำตอบหรือการสำรวจอย่างมีเหตุผล (Generalization) ทั้งนี้ ที่ปรึกษาฯ ได้กำหนดแนวทางการดำเนินงานโดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เพื่อสนับสนุนการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ที่ปรึกษาฯ มีแนวคิดในการรวบรวมข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปฐมภูมิ ดังนี้

- 1) ข้อมูลทุติยภูมิ: ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร รายงาน และงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล/ ความต้องการใช้คลื่นความถี่ ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนภายในประเทศ เช่น สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ และผู้ใช้งานคลื่นความถี่ รวมทั้งแหล่งข้อมูลจากต่างประเทศ โดยครอบคลุมประเด็นดังต่อไปนี้
 - ประเด็นเกี่ยวกับสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย เช่น การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง เป็นต้น
 - ประเด็นเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยใน 6 ปัจจัยหลักคือ เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายอื่นของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ นานาชาติ โดยภายในปัจจัยหลักดังกล่าวจะแบ่งออกเป็นประเด็นย่อยตามจำนวนข้อที่เหมาะสม

2) ข้อมูลปฐมภูมิ: ทำการออกแบบและจัดทำแบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิในลักษณะของการสำรวจ (Field Surveys) โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ (Mailed Questionnaire) รวมทั้ง ที่ปรึกษาฯ จะทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหน่วยงานหรือองค์กรของภาครัฐและ/หรือภาคเอกชนที่เป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่หลักในแต่ละกิจการ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งการสำรวจด้วยแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์เชิงลึกจะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามประเภทกิจการ ได้แก่ 1) กลุ่มกิจการโทรคมนาคม 2) กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ 3) กลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม และ 4) กลุ่มกิจการอื่น ๆ เพื่อสอบถามประเด็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้คลื่นความถี่ในแต่ละกลุ่ม เช่น ที่ตั้ง สถานะ ผลการดำเนินงาน เป็นต้น
- ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ในแต่ละกลุ่มกิจการของประเทศไทยและความเห็นในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการเหล่านั้น เช่น ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการในปัจจุบัน และในอนาคต (ระยะ 5, 10 และ 20 ปี) ความพร้อมในการใช้คลื่นความถี่ และปัญหาอุปสรรคของการใช้คลื่นความถี่ เป็นต้น

ผลการรวบรวมข้อมูลตาม 1) และ 2) จะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับสถานะปัจจุบันและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) โดยการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวทั้ง 6 ประเด็นต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย โดยคำนวณจากระดับค่าคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยตามมาตรวัดลิเคิร์ต (Likert Scale) ที่มีต่อประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยของกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยการวิเคราะห์ในการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่ สำหรับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่างๆ โดยเน้นประเด็นในการสัมภาษณ์ให้มีความเจาะลึกในแต่ละกิจการเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ที่ปรึกษาฯ จะทำการรวบรวมข้อมูลความต้องการคลื่นความถี่จากการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) จากผู้ถือคลื่นความถี่ในกิจการประเภทต่างๆ ในประเทศไทยอย่างน้อย 3 ครั้ง พร้อมทั้งจัดทำสรุปผลการประชุมกลุ่มย่อยในแต่ละครั้ง

4.2 การกำหนดกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามและเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้ถือคลื่นความถี่ใน 4 ประเภทกิจการ โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์นั้น ที่ปรึกษาฯ ได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อตอบแบบสอบถามในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในแต่ละประเภทกิจการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) กิจการโทรคมนาคม

1.1) กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า มีผู้ใช้งานคลื่นความถี่จำนวน 10 ราย โดยเป็นกลุ่มบริษัทหลัก 3 ราย คือ กลุ่มบริษัท AIS กลุ่มบริษัท DTAC กลุ่มบริษัท TRUE MOBILE รัฐวิสาหกิจที่ถือหุ้นโดยกระทรวงการคลัง 2 รายคือ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (CAT) และ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) (TOT) รวมทั้งผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ และ/หรือไม่มีโครงสร้างพื้นฐานหรือโครงข่ายที่จำเป็นสำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นของตนเอง

เอง แต่สามารถให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ หรือ MVNO อีกจำนวน 5 ราย คือ บริษัท โมบาย เอท เทลโค(ไทยแลนด์) จำกัด (Buzzme) บริษัท ลีอกซ์เลย์ จำกัด (มหาชน) (TuneTalk) บริษัท 168 คอมมูนิเคชั่น จำกัด (168) บริษัท เดอะ ไวท์สเปซ จำกัด และ บริษัท ดาต้า ซีดีเอ็มเอ คอมมูนิเคชั่น จำกัด

- 1.2) **กิจการดาวเทียม** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า มีผู้ใช้งานคลื่นความถี่ จำนวน 2 ราย คือ บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ในเครือชินคอร์ป ซึ่งใช้คลื่นความถี่ในกิจการที่เกี่ยวข้อง ดาวเทียมสื่อสาร Thaicom และ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ซึ่งใช้คลื่นความถี่ในกิจการที่เกี่ยวข้องดาวเทียมสำรวจทรัพยากร หรือดาวเทียม THEOS โดยที่ที่ปรึกษาฯ จะส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียมจำนวน 2 รายดังกล่าวข้างต้น

โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมที่เป็นกลุ่มเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น

2) กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

- 2.1) **กิจการวิทยุกระจายเสียง** สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิทยุหลัก และวิทยุทดลองประกอบกิจการ โดยสถานีหลัก มี 501 สถานี แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ F.M. 310 สถานี และ A.M. 191 สถานี ส่วนวิทยุทดลองประกอบกิจการ มี 4,313 สถานี แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทธุรกิจ 3,362 สถานี ประเภทสาธารณะ 740 สถานี และ ประเภทชุมชน 211 สถานี
- 2.2) **กิจการวิทยุโทรทัศน์** มีกลุ่มบริษัท/องค์กร ผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์ สำหรับการให้บริการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลจำนวน 24 ราย 28 ช่องรายการ โดยเป็นประเภทบริการ จำนวน 23 ราย 26 ช่องรายการ และเป็นประเภทโครงข่าย จำนวน 4 ราย 5 โครงข่าย

โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เป็นกลุ่มเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น

3) กิจการวิทยุคมนาคม

- 3.1) **ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public Protection and Disaster Relief -PPDR)** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว คือ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย โดยที่ปรึกษาฯ จะส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลเหล่านั้น
- 3.2) **กิจการขนส่งและโลจิสติกส์** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว คือ กระทรวงคมนาคมสำหรับย่านความถี่ 400 MHz และบริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ที่เป็นแม่ข่ายให้บริการย่านความถี่ 800 MHz โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดดังกล่าว

- 3.3) **กิจการพลังงาน** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว คือ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดดังกล่าว
 - 3.4) **บริการสาธารณูปโภค (Utilities)** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว คือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย บมจ. วิทยุการบิน โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมด
 - 3.5) **กิจการประจำที่ (Fixed Link) โครงข่ายเชื่อมโยง Point-to-Point และ Point-to-multipoint** จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว คือ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (CAT) โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมด
- 4) **กิจการอื่น ๆ**
- 4.1) **กิจการที่ใช้คลื่นความถี่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล (Machine Type Communication หรือ Internet of Things - IoT)** จากการรวบรวมข้อมูลใน พบว่า มีผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการดังกล่าว จำนวน 2 ราย คือ กลุ่มบริษัท AIS และ กลุ่มบริษัท TRUE MOBILE โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการที่ใช้คลื่นความถี่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล จำนวน 2 ราย ดังกล่าวข้างต้น
 - 4.2) **กิจการที่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed Frequency For Wireless Broadband Internet)** จากการรวบรวมข้อมูลในเบื้องต้น มีผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการดังกล่าว จำนวน 4 ราย คือ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) (TOT) บริษัท ทูอินเทอร์เน็ท จำกัด (True Internet) บริษัท ทริปเปิ้ลทีบรอดแบนด์จำกัด (มหาชน) (3BB) และ บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AIS) โดยที่ปรึกษาฯ จะส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์เพื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการที่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง จำนวน 4 ราย ดังกล่าวข้างต้น

ทั้งนี้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละประเภทกิจการสามารถปรับเปลี่ยน หรือแก้ไขได้ภายหลังจากการหารือร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ และ/หรือคณะกรรมการตรวจรับจากสำนักงาน กสทช. โดยที่ปรึกษาฯ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้รับจากการตอบกลับทั้งหมด

4.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์เชิงลึก

จากการหารือร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการตรวจรับของสำนักงาน กสทช. กลุ่มตัวอย่างสัมภาษณ์เชิงลึกมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| กิจการ | กลุ่มตัวอย่างหน่วยงานหรือองค์กรของภาครัฐและ/หรือภาคเอกชน |
|--|---|
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | 1. บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด 2. บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด 3. บริษัท โทร ฟูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด |
| ดาวเทียม | 1. บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) 2. บริษัท มิว สเปนซ์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด |
| วิทยุกระจายเสียง | 1. กรมประชาสัมพันธ์ 2. บริษัท อสมท จำกัด มหาชน 3. กองทัพบก 4. บริษัท ลูกทุ่งเน็ตเวิร์ก จำกัด 5. สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา 6. กลุ่มคนชุมชนวัดลาดบัวขาว 7. บริษัท บางกอกเอ็นเตอร์เทนเมนต์ จำกัด 8. บริษัท จีเอ็มเอ็ม มีเดีย จำกัด (มหาชน) |
| วิทยุโทรทัศน์ | 1. ชมรมผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ระบบดิจิทัล 2. สมาคมโทรทัศน์ระบบดิจิทัล (ประเทศไทย) 3. บริษัท บีอีซี มัลติมีเดีย จำกัด 4. บริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด 5. บริษัท โมโน บรอดคาสท์ จำกัด 6. บริษัท ไทย บรอดคาสติ้ง จำกัด |
| ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public Protection and Disaster Relief :PPDR) | 1. สำนักงานตำรวจแห่งชาติ 2. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย |
| ขนส่งและโลจิสติกส์ | 1. สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม 2. สมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย 3. บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด 4. กรมเจ้าท่า |
| สาธารณูปโภคและพลังงาน | 1. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 2. การไฟฟ้านครหลวง 3. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย |
| ประจำที่ (Fixed Link) | 1. บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) 2. บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) |
| วิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | คณะกรรมการพิจารณาปรับปรุงฐานข้อมูลสารสนเทศการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ |
| วิทยุสื่อสาร | 1. กรมการปกครอง (ตัวแทนกลุ่มวิทยุสื่อสารของภาครัฐ) 2. บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (ตัวแทนกลุ่มวิทยุสื่อสารของภาคเอกชน) |
| อุดมศึกษา | กรมอุดมศึกษา |
| ดาราศาสตร์วิทยุ | สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) |
| อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (SRD/IoT/WLAN) | สำนักงาน กสทช.* |

หมายเหตุ: * เนื่องจากเป็นกิจการอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (SRD/IoT/WLAN) เป็นกิจการที่ยังไม่มีหน่วยงานหรือองค์กรของภาครัฐ หรือภาคเอกชนถือครองคลื่นความถี่ ดังนั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์เกี่ยวกับกิจการดังกล่าวได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์ ที่ปรึกษาฯ จึงสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องของสำนักงาน กสทช. ในฐานะผู้เชี่ยวชาญในกิจการดังกล่าว

4.4 การประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)

จัดการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย อย่างน้อย 3 ครั้ง ตามประเภทกิจการ โดยมีจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องครั้งละไม่น้อยกว่า 40 คน โดยที่ปรึกษาฯ รับผิดชอบค่าใช้จ่าย พร้อมทั้งสรุปผลการจัดประชุมกลุ่มย่อยในแต่ละครั้ง ทั้งนี้ ที่ปรึกษาฯ ได้กำหนดให้แบ่งการจัดประชุมกลุ่มย่อยออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 กิจการโทรคมนาคม ซึ่งประกอบด้วย กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) กิจการดาวเทียม รวมทั้งกิจการที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล และกิจการที่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เป็นต้น

ครั้งที่ 2 กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

ครั้งที่ 3 กิจการวิทยุคมนาคม ซึ่งประกอบด้วย การกักป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ กิจการพลังงาน บริการสาธารณูปโภค กิจการประจำที่ (Fixed Link) ข่ายเชื่อมโยง Point-to-Point และ Point-to-multipoint

ทั้งนี้ ประเด็นคำถามในการประชุมกลุ่มย่อยถูกพัฒนามาจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล เช่น สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ในแต่ละกิจการเหตุใดจึงต้องการยกเลิกการใช้งานหรือเหตุใดจึงมีความต้องการใช้งานเพิ่มเติม ซึ่งจะนำไปสู่การจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงการดำเนินงานของสำนักงาน กสทช. เพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานคลื่นความถี่อย่างเหมาะสมต่อไป เป็นต้น

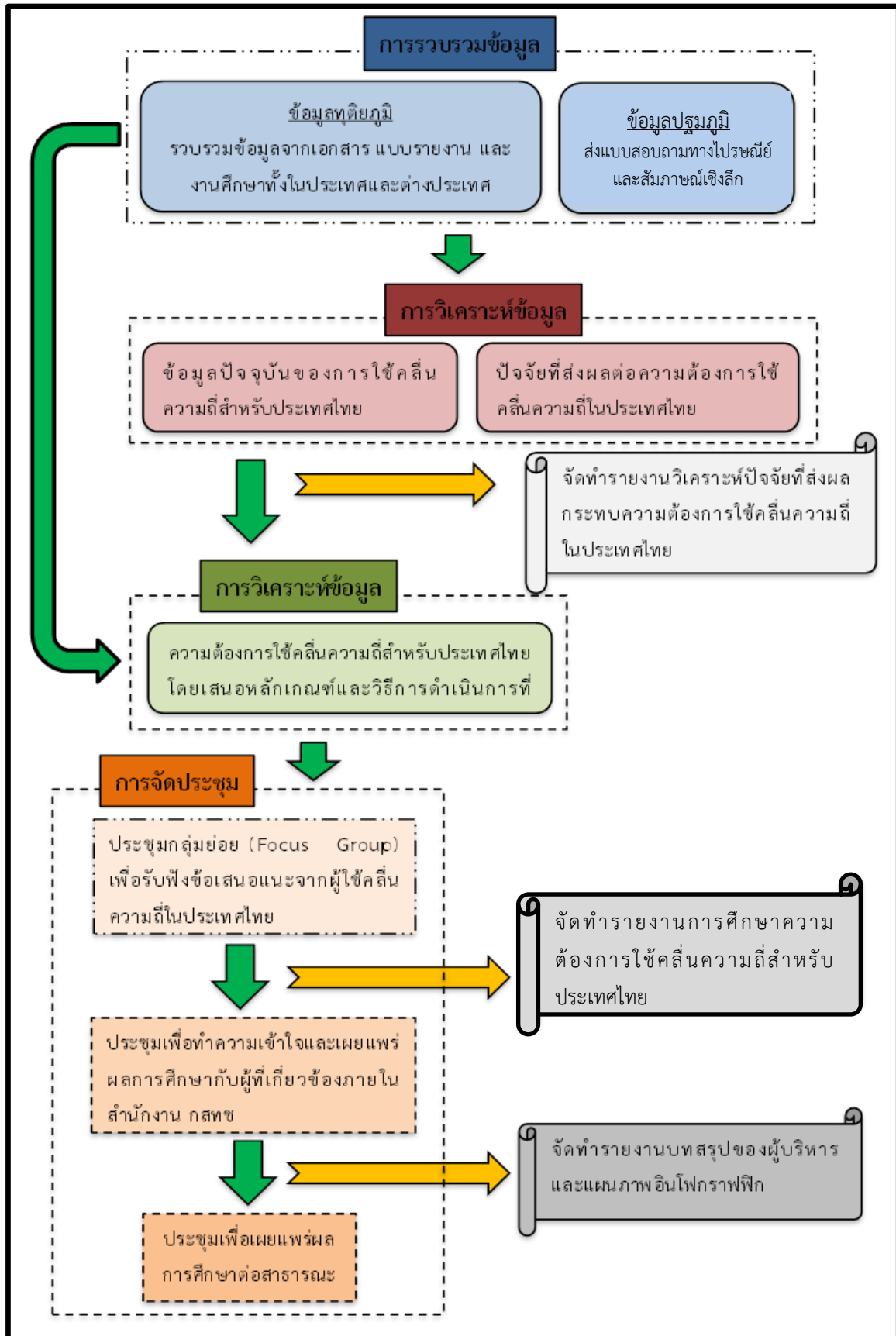
4.5 การประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องภายในสำนักงาน กสทช.

ดำเนินการจัดให้มีการประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องภายในสำนักงาน กสทช. อย่างน้อย 1 ครั้ง โดยจัดที่สำนักงาน กสทช. หรือห้องประชุมใหญ่ที่ปรึกษาฯ หรือห้องจัดประชุมที่สามารถเทียบเคียงกันได้ ซึ่งมีผู้เข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 50 คน โดยที่ปรึกษาฯ รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดประชุมทั้งหมด

4.6 การประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ

ดำเนินการจัดให้มีการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ อย่างน้อย 1 ครั้ง และมีผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 100 คน พร้อมทั้งจัดทำเป็นรายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. โดยใช้สถานที่ในการจัดการประชุมที่โรงแรมระดับ 4 ดาวขึ้นไป หรือในระดับที่เทียบเคียงได้ โดยที่ปรึกษาฯ รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดประชุมทั้งหมด

แผนภาพที่ 1.1 แนวทางการดำเนินงาน



5. แผนงานดำเนินการศึกษา

การดำเนินการโครงการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย มีระยะเวลาในการดำเนินงานรวม 360 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา โดยมีการส่งมอบงาน แบ่งเป็น 4 งวด ปรากฏในตารางกำหนดการทำงาน (Gantt Chart) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางกำหนดการทำงานเดือนที่ 1 - 4 (Gantt Chart)

| รายละเอียดกิจกรรม | เดือน | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | |
| | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 |
| 1. กำหนดแผนงานดำเนินการศึกษา ผู้รับผิดชอบหลัก: นายสุวิทย์ สรรพวิทยศิริ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. ศึกษา และรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ ผู้รับผิดชอบหลัก: นายปิยนันท์ เมตติยวงส์ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. พัฒนาและออกแบบเครื่องมือแบบสอบถาม โดยครอบคลุมประเด็นดังนี้ สถานะปัจจุบันของผู้ถือครองคลื่นความถี่ ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่จำแนกรายกิจการ แนวโน้มความต้องการ และความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ โดยการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ไปยังกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้คลื่นความถี่ทั้ง 4 ประเภทกิจการ ผู้รับผิดชอบหลัก: นายศุภชัย อังควัฒนวิทย์ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. ประชุมเพื่อกำหนดประเด็นการสัมภาษณ์เชิงลึกรายการกิจการ โดยครอบคลุมประเด็นดังนี้ สถานะปัจจุบันของผู้ถือครองคลื่นความถี่ ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่จำแนกรายกิจการ แนวโน้มความต้องการ และความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้คลื่นความถี่ทั้ง 4 ประเภทกิจการแบบเฉพาะเจาะจง ผู้รับผิดชอบหลัก: นายศุภชัย อังควัฒนวิทย์ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม พร้อมทั้งตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล ผู้รับผิดชอบหลัก: นายธัญกร บุญนาค | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. ดำเนินการนัดสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายในแต่ละประเภทกิจการตามมติที่ประชุม ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.สราวุธ จันทร์เขต | | | | | | | | | | | | | | | | |

| รายละเอียดกิจกรรม | เดือน | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | |
| | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 |
| 7. วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.พิเศษพร วดวงค์ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. นำส่งรายงานเบื้องต้น (Inception Report) พร้อมอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ใน thumbdrive ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 64 GB จำนวน 5 ชุด ที่ประกอบด้วยแผนงานดำเนินการศึกษา และรายละเอียดตามขอบเขตการดำเนินงานในหัวข้อ 3.1 3.2 โดยให้ส่งมอบภายใน 120 วัน นับถัดวันที่ลงนามในสัญญา ผู้รับผิดชอบหลัก: นายสุวิทย์ สรรพวิทยศิริ | | | | | | | | | | | | | | | | |

ตารางที่ 1.2 ตารางกำหนดการทำงานเดือนที่ 4 – 8 (Gantt Chart)

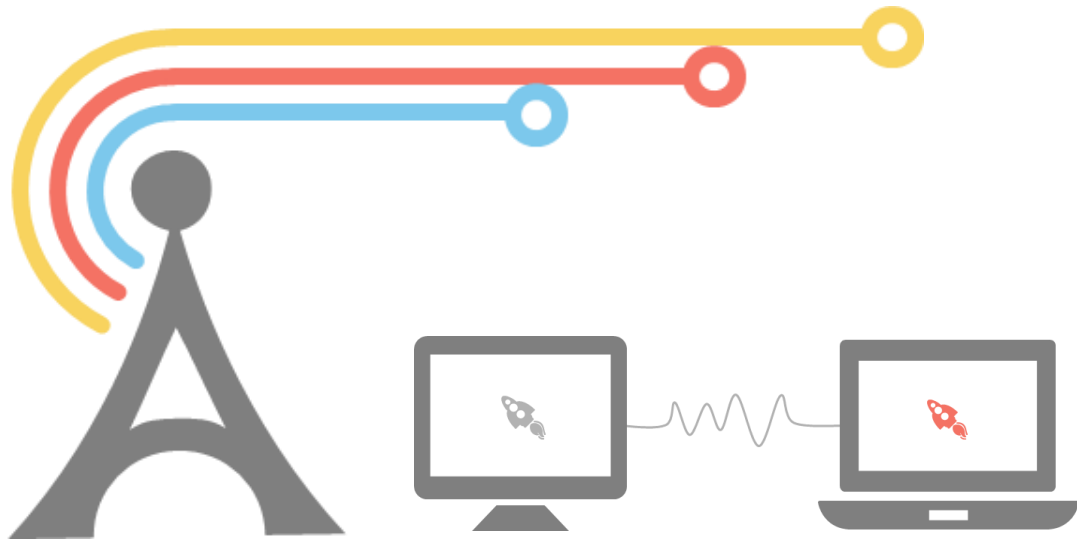
| รายละเอียดกิจกรรม | เดือน | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | | 8 | | | |
| | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 |
| 9. วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ภายในกรอบระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี โดยเสนอหลักเกณฑ์และวิธีคำนวณที่เหมาะสม ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.สรารุช จันทเขต | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. นำส่งรายงานขั้นกลาง (Interim Report) พร้อมอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ใน thumbdrive ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 64 GB จำนวน 5 ชุด ที่ประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาดำเนินการตามขอบเขตการดำเนินงานในหัวข้อ 3.1 ถึง 3.4 โดยให้ส่งมอบภายใน 240 วัน นับถัดวันที่ลงนามในสัญญา ผู้รับผิดชอบหลัก: นายสุวิทย์ สรรพวิทยศิริ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 1 เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคม ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.สรารุช จันทเขต | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 2 เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.พิเศษพร วดวงค์ | | | | | | | | | | | | | | | | |

ตารางที่ 1.3 ตารางคุมกำหนดการทำงานเดือนที่ 9 – 12 (Gantt Chart)

| รายละเอียดกิจกรรม | เดือน | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 9 | | | | 10 | | | | 11 | | | | 12 | | | |
| | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 | W 1 | W 2 | W 3 | W 4 |
| 13. ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 3 เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคม ผู้รับผิดชอบหลัก: นายเรวัต ชันธพร | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. จัดทำรายงานการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย โดยนำข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ได้จากการประชุมกลุ่มย่อย มาใช้ประกอบพร้อมเหตุผล พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่ในแต่ละกิจการ ภายในกรอบ 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี ผู้รับผิดชอบหลัก: นายสุวิทย์ สรรพวิทยศิริ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15. นำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) พร้อมอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ใน thumbdrive ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 64 GB จำนวน 20 ชุด ที่ประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาตามขอบเขตการดำเนินงานในหัวข้อ 3.1 ถึง 3.6 โดยให้ส่งมอบภายใน 330 วัน นับถัดวันที่ลงนามในสัญญา ผู้รับผิดชอบหลัก: นายสุวิทย์ สรรพวิทยศิริ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16. ประชุมเพื่อทำความเข้าใจและเผยแพร่ผลการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องภายในสำนักงาน กสทช. จำนวน 1 ครั้ง โดยจัดที่สำนักงาน กสทช. หรือห้องประชุมใหญ่ที่ปรึกษา หรือห้องจัดประชุมที่สามารถเทียบเคียงกันได้ โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมไม่ต่ำกว่า 50 คน ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.พิเศษพร วศวงศ์ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. ประชุมเพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาต่อสาธารณะ จำนวน 1 ครั้ง และมีผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมครั้งละไม่ต่ำกว่า 100 คนภายในโรงแรมระดับ 4 ดาวขึ้นไป หรือในระดับที่เทียบเคียงได้ ผู้รับผิดชอบหลัก: ดร.สรารุจ จันทเขต | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18. จัดทำรายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. ผู้รับผิดชอบหลัก: นายธัญกร บุญนาค | | | | | | | | | | | | | | | | |

บทที่ 2

วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบัน
ของการใช้คลื่นความถี่สำหรับ
ประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ



บทที่ 2

วิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบัน ของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ในกิจการต่าง ๆ

1. การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ ที่ปรึกษาฯ จะทำการวิเคราะห์โดยการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ทั้งนี้ การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิมียรายละเอียดดังนี้

1.1 การส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์

ที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ถึงกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการต่าง ๆ จำนวน 1,432¹ ราย พบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานคลื่นความถี่ตอบกลับมา จำนวน 278 ราย ซึ่งคิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 19.41 ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้

1.2 การสัมภาษณ์เชิงลึก

เพื่อให้ได้ประเด็นเชิงลึกประกอบการคาดการณ์ รวมทั้งเพื่อทดสอบและรวบรวมฉันทมติเกี่ยวกับการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในแต่ละกิจการ ที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายในแต่ละกิจการ โดยในการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายเพื่อดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกนั้น ที่ปรึกษาฯ ได้หารือกับคณะกรรมการกำกับกิจการฯ ในการดำเนินการคัดเลือกโดยกำหนดเงื่อนไขในการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายในการสัมภาษณ์เชิงลึกนี้ว่าเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการเป็นผู้แทนผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในการกิจการเป้าหมายการศึกษาในแต่ละประเภทได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการสัมภาษณ์เชิงลึกนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์ร่วมกับผลที่ได้จากแบบสอบถามเพื่อให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผลการรวบรวมข้อมูลในส่วนของกลุ่มเป้าหมายหลักในแต่ละกิจการสามารถสรุปได้ว่าประกอบด้วยกิจการโทรคมนาคม จำนวน 5 ราย (สัมภาษณ์เชิงลึก 3 ราย ตอบแบบสอบถาม 2 ราย) กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์จำนวน 6 ราย (สัมภาษณ์เชิงลึก 2 ราย ตอบแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ 4 ราย) กิจการวิทยุคมนาคม จำนวน 17 ราย (สัมภาษณ์เชิงลึก 15 ราย แบบสอบถาม 2 ราย) และกิจการอื่น ๆ จำนวน 1 ราย (สัมภาษณ์เชิงลึก) โดยมีรายละเอียดของผลการรวบรวมข้อมูลในกลุ่มเป้าหมายหลักดังต่อไปนี้

| กิจการ | กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายหลักในการรวบรวมข้อมูล | แนวทางการรวบรวมข้อมูล |
|---|---|------------------------------|
| <i>กิจการโทรคมนาคม</i> | | |
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | 1. บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 3. บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 4. บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด | แบบสอบถาม |
| | 5. บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด | แบบสอบถาม และสัมภาษณ์เชิงลึก |
| ดาวเทียม | 1. บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท มิว สเปซ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| <i>กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์</i> | | |
| วิทยุกระจายเสียง | 1. กรมประชาสัมพันธ์ | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท อสมท จำกัด มหาชน | สัมภาษณ์เชิงลึก |

¹ ที่ปรึกษาฯ ได้ส่งแบบสอบถามออกไปหากกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งคือผู้ใช้งานคลื่นความถี่ที่มีข้อมูลปรากฏที่สำนักงาน กสทช. จำนวน 2,352 ราย อย่างไรก็ตาม เมื่อที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการปรับปรุงข้อมูลสถานะผู้ใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบัน พบว่าเหลือจำนวนกลุ่มเป้าหมายเท่ากับ 1,432 ราย

| กิจการ | กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายหลักในการรวบรวมข้อมูล | แนวทางการรวบรวมข้อมูล |
|---|--|-----------------------|
| | 3. เทคนิควิทยาลัยปทุมธานี (ตัวแทนสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 4. กลุ่มคนชุมชนวัดลาดบัวขาว | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 5. บริษัท จีเอ็มเอ็ม มีเดีย จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 6. กองทัพบก | แบบสอบถาม |
| วิทยุโทรทัศน์ | 1. บริษัท อสมท จำกัด มหาชน | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท บีอีซี มีเดีย จำกัด | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 3. บริษัท โมโน บรอดคาสท์ จำกัด | แบบสอบถาม |
| | 4. บริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด | แบบสอบถาม |
| | 5. บริษัท ไทย บรอดคาสติ้ง จำกัด | แบบสอบถาม |
| กิจการวิทยุคมนาคม | | |
| ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public protection and disaster relief : PPDR) | 1. สำนักงานตำรวจแห่งชาติ | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| ขนส่งและโลจิสติกส์ | 1. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. สมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทย | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 3. บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 4. การรถไฟแห่งประเทศไทย | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 5. กรมเจ้าท่า | แบบสอบถาม |
| สาธารณูปโภคและพลังงาน | 1. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. การไฟฟ้านครหลวง | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 3. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 4. บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 5. การประปาส่วนภูมิภาค | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 6. การประปานครหลวง | แบบสอบถาม |
| ประจำที่ (Fixed Link) | 1. บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| วิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | คณะทำงานพิจารณาปรับปรุงฐานข้อมูลสารสนเทศการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| วิทยุสื่อสาร | 1. กรมการปกครอง (ตัวแทนวิทยุสื่อสารของภาครัฐ) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| | 2. บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) (ตัวแทนวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| อุดมศึกษา | กรมอุดมศึกษา | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| ดาราศาสตร์วิทยุ | สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) | สัมภาษณ์เชิงลึก |
| กิจการอื่น ๆ | | |
| อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (SRD/IoT/WLAN) | สำนักงาน กสทช. | สัมภาษณ์เชิงลึก |

จะเห็นได้ว่า จากผลการรวบรวมข้อมูลที่ได้แสดงดังกล่าวข้างต้น ในบางกิจการผลการรวบรวมข้อมูลที่ได้ นั้นสามารถรวบรวมได้ครบจำนวนประชากร (Population) ในบางกิจการที่ทำให้ข้อมูลนำเข้าที่ได้รับเพื่อประกอบการคาดการณ์ในกิจการเหล่านั้นมีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างสูง ขณะที่ในบางกิจการนั้นมีจำนวน

ผู้ประกอบการอยู่ค่อนข้างมาก และมีการกระจายตัวและเปลี่ยนแปลงของการประกอบกิจการสูง ทำให้สัดส่วนของการตอบกลับของกลุ่มเป้าหมายในกิจการบางประเภทค่อนข้างต่ำ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย

การใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยสามารถจำแนกได้เป็น 4 กิจการหลัก ได้แก่ กิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ กิจการวิทยุคมนาคม และกิจการอื่น ๆ จากการรวบรวมข้อมูลพหุติภูมิและข้อมูลปฐมภูมิเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยตามเป้าหมายของการศึกษานี้ สถานะความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันของกิจการต่าง ๆ ที่สามารถสรุปได้จากการรวบรวมข้อมูลสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ (1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ (2) ความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า และ (3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ กิจการกรม ภารกิจ ที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 กิจการโทรคมนาคม

กิจการโทรคมนาคม หมายถึง กิจการซึ่งให้บริการส่ง การแพร่ หรือการรับเครื่องหมายสัญญาณตัวหนังสือ ตัวเลข ภาพ เสียง รหัส หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งสามารถให้เข้าใจความหมายได้โดยระบบคลื่นความถี่ ระบบสาย ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า ระบบอื่น ระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน และรวมถึงกิจการซึ่งให้บริการดาวเทียมสื่อสาร หรือกิจการที่ กสทช. กำหนดให้เป็นกิจการโทรคมนาคม แต่ไม่นับรวมกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

ทั้งนี้ รายละเอียดของกิจการโทรคมนาคม สามารถแบ่งออกเป็น 2 กิจการ คือ 1) กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และ 2) กิจการดาวเทียม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication-IMT)

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ย่านความถี่ที่ใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลตามตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติและประกาศต่าง ๆ ของสำนักงาน กสทช. มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ (พ.ศ. 2560)

ตามตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ (พ.ศ. 2560) ได้กำหนดให้กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication-IMT) ใช้คลื่นความถี่ตามที่กำหนดโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ คือ 450-470 MHz 698-960 MHz 1427-1518 MHz 1710-2025 MHz 2110-2200 MHz 2300-2400 MHz และ 2500-2690 MHz ทั้งนี้ กรอบเวลาและเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการ IMT ในประเทศไทย มีรายละเอียดดังนี้

ย่านความถี่ 510-790 MHz: จัดทำแผนความถี่วิทยุเพื่อรองรับการใช้งานกิจการโทรคมนาคมสากล
ในย่าน 698-806 MHz ภายในปี พ.ศ. 2566

ย่านความถี่ 794-806 MHz: โยกย้ายไมโครโฟนไร้สายและการใช้งานกิจการอื่น ๆ ภายในปี พ.ศ. 2566
เพื่อรองรับการใช้งานกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลย่านความถี่ 698-806 MHz

ย่านความถี่ 806-960 MHz: ปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานกิจการโทรคมนาคม
เคลื่อนที่สากล กิจการเคลื่อนที่ทางระบบบทรังค์ การกีดกันและบรรเทาสาธารณภัย การใช้งาน RFID
และการใช้งานระบบอัตโนมัติสัญญาณเพื่อควบคุมการเดินรถระบบราง ภายในปี พ.ศ. 2563

ย่านความถี่ 1427-1518 MHz: เป็นย่านความถี่ที่การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม
พ.ศ. 2558 (World Radiocommunication Conference 2015: WRC-15) ได้กำหนดให้ใช้สำหรับกิจการ
โทรคมนาคมเคลื่อนที่ สำหรับประเทศไทยปัจจุบันมีการใช้งานในกิจการประจำที่อยู่

ย่านความถี่ 2300-2400 MHz: กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และ
แผนความถี่เพื่อรองรับการใช้น่านความถี่ 2300-2400 MHz เพื่อใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่
สากล (International Mobile Telecommunication-IMT) / กิจการสื่อสารไร้สายความเร็วสูง (Broadband
Wireless Access) โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2563

ย่านความถี่ 2500-2690 MHz: กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และ
แผนความถี่เพื่อรองรับการใช้น่านความถี่ 2500-2690 MHz เพื่อใช้งานสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่
สากล (International Mobile Telecommunication-IMT) / กิจการสื่อสารไร้สายความเร็วสูง (Broadband
Wireless Access) โดยจะดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในปี พ.ศ. 2565

2) ประกาศ กสทช. ที่เกี่ยวข้องกับแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International
Mobile Telecommunications-IMT) ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ดังต่อไปนี้

2.1) ย่านความถี่ 1920-1980/2110-2170 MHz และ ย่านความถี่วิทยุ 2010-2025 MHz
ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2555

2.2) ย่านความถี่ 1710-1785/1805-1880 MHz ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 21
สิงหาคม พ.ศ. 2558

2.3) ย่านความถี่ 895-915/940-960 MHz ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 18 กันยายน
พ.ศ. 2558

2.4) ย่านความถี่ 824-839/869-884 MHz ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 6 กรกฎาคม
พ.ศ. 2561

2.5) ย่านความถี่ 885-895/930-940 MHz ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 6 กรกฎาคม
พ.ศ. 2561

2.6) ย่านความถี่ 1740-1785/1835-1880 MHz ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ วันที่ 6
กรกฎาคม พ.ศ. 2561

- 3) ประกาศ กสทช. ที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ซึ่งประกอบด้วยคลื่นความถี่ดังต่อไปนี้
- 3.1) ย่านความถี่ 1920-1965/2110-2155 MHz ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ 18 กันยายน พ.ศ. 2558 และจัดการประมูลคลื่นความถี่ในวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2555 โดยผู้ที่ได้รับใบอนุญาตด้วยวิธีการประมูล มีดังนี้
- คลื่นความถี่ 1920-1935/2110-2125 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท ดีแทค เนทเวอร์ค จำกัด
 - คลื่นความถี่ 1935-1950/2125-2140 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท เรียวล พีวเจอร์ จำกัด
 - คลื่นความถี่ 1950-1965/2140-2155 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด
- 3.2) ย่านความถี่ 1710-1785/1805-1880 MHz ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2558 และจัดการประมูลคลื่นความถี่ในวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 โดยผู้ที่ได้รับใบอนุญาตด้วยวิธีการประมูล มีดังนี้
- คลื่นความถี่ 1710-1725 MHz คู่กับ 1805-1820 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด
 - คลื่นความถี่ 1725-1740 MHz คู่กับ 1820-1835 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด
- 3.3) ย่านความถี่ 895-915/940-960 MHz ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ วันที่ 18 กันยายน 2558 และจัดการประมูลคลื่นความถี่ในวันที่ 27 พฤษภาคม 2559 โดยผู้ที่ได้รับใบอนุญาตด้วยวิธีการประมูลตามประกาศ คสช. มีดังนี้
- คลื่นความถี่ 895-905/940-950 MHz ผู้ชนะการประมูล บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด
 - คลื่นความถี่ 905-915/950-960 MHz ผู้ชนะการประมูล คือ บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด
- 3.5) ย่านความถี่ 1740-1785/1835-1880 MHz ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ วันที่ 6 กรกฎาคม 2561 และจัดการประมูลคลื่นความถี่ในวันที่ 19 สิงหาคม 2561 โดยผู้ที่ได้รับใบอนุญาตด้วยวิธีการประมูลตามประกาศ คสช. มีดังนี้
- คลื่นความถี่ 1740-1745/1835/1840 MHz ผู้ชนะการประมูล บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด
 - คลื่นความถี่ 1745-1750/1840/1845 MHz ผู้ชนะการประมูล บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด
- 3.4) ย่านความถี่ 890-895/935-940 MHz ซึ่งลงประกาศในราชกิจจานุเบกษา ณ วันที่ 28 กันยายน 2561 และจัดการประมูลคลื่นความถี่ในวันที่ 28 ตุลาคม 2561 โดยผู้ที่ได้รับใบอนุญาตด้วยวิธีการประมูลตามประกาศ คสช. มีดังนี้
- คลื่นความถี่ 890-895/935-940 MHz ผู้ชนะการประมูล บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด

ทั้งนี้ การใช้งานย่านความถี่ของผู้ให้บริการสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication-IMT) ในปัจจุบัน มีรายละเอียดตามตารางที่ 2.1 โดยจะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการหลักของกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunication-IMT) มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 5 บริษัท ได้แก่ 1) บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN) 2) บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC) 3) บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTN) 4) บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (CAT) และ 5) บริษัท ทีโอที จำกัด (TOT)

ตารางที่ 2.1 ย่านความถี่ของผู้ให้บริการในปัจจุบัน

| ผู้ให้บริการ | ย่านคลื่น (MHz) | ย่านความถี่ (MHz) | แบนด์วิดท์ | สิทธิ์ใช้งาน | ระบบใบอนุญาต | หมายเหตุ |
|--------------|-----------------|---------------------|------------|---------------|--------------|-------------------------|
| CAT | 850 | 824-839/869-884 | 2x15 | สิงหาคม 2568 | อนุญาต | CAT ร่วมมือกับ TRUEMOVE |
| DTAC | 900 | 890-895/ 935-940 | 2x5 | ธันวาคม 2576 | ประมูล | |
| AIS | 900 | 895-905/940-950 | 2x10 | มิถุนายน 2574 | ประมูล | |
| TRUEMOVE | 900 | 905-915/950-960 | 2x10 | มิถุนายน 2574 | ประมูล | |
| TRUEMOVE | 1800 | 1710-1725/1805-1820 | 2x15 | ธันวาคม 2576 | ประมูล | |
| AIS | 1800 | 1725-1740/1820-1835 | 2x15 | ธันวาคม 2576 | ประมูล | |
| DTAC | 1800 | 1740-1785/1835-1880 | 2x15 | กันยายน 2576 | ประมูล | |
| DTAC | 2100 | 1920-1935/2110-2125 | 2x15 | ธันวาคม 2570 | ประมูล | |
| TRUEMOVE | 2100 | 1935-1950/2125-2140 | 2x15 | ธันวาคม 2570 | ประมูล | |
| TOT | 2100 | 1950-1965/2140-2155 | 2x15 | สิงหาคม 2568 | อนุญาต | TOT ร่วมมือกับ AIS |
| TOT | 2300 | 2310-2370 | 1x60 | สิงหาคม 2568 | อนุญาต | TOT ร่วมมือกับ DTAC |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (2560) และจากกรรณการสัมมนาผู้ที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * หมายถึง ระบบใบอนุญาตแบบสัมปทานที่อ้างอิงจากเลขที่ใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมแบบที่ 3 โดยผู้ให้บริการ บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เลขที่ใบอนุญาต คือ 3ก/48/001 และผู้ให้บริการ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) เลขที่ใบอนุญาต คือ 3ก/48/002

ในส่วนของย่านความถี่ 850 MHz 2100 MHz และ 2300 MHz นั้น เป็นการดำเนินการในลักษณะของความร่วมมือนระหว่างผู้ประกอบการในการประกอบธุรกิจ โดยย่านความถี่ 850 MHz เป็นความร่วมมือกันระหว่าง บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด กับบริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด ขณะที่ย่านคลื่นความถี่ 2100 MHz เป็นความร่วมมือกันระหว่างบริษัท ทีโอที จำกัด กับบริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด และย่านความถี่ 2300 MHz เป็นความร่วมมือกันระหว่างบริษัท ทีโอที จำกัด กับบริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด โดยการร่วมมือกันประกอบธุรกิจดังกล่าวมีจุดประสงค์หลักเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการครอบคลุมทุกย่านความถี่ในพื้นที่ให้บริการในประเทศไทย และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันระหว่างผู้ให้บริการ

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า ในปัจจุบัน กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ และมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยคลื่นความถี่ที่สำนักงาน กสทช. ได้จัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในปัจจุบัน มีความเพียงพอและผู้ประกอบการมีความต้องการถือครองคลื่นความถี่ดังกล่าวต่อไป ขณะที่กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า ในระยะ 5 ปี ข้างหน้า กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะมีความต้องการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเข้ามาของเทคโนโลยี 5G ซึ่งประเทศไทยได้มีการเตรียมความพร้อมต่อการเข้ามาของเทคโนโลยี 5G โดยสำนักงาน กสทช. ได้ร่วมมือกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดตั้งศูนย์ 5G AI / IoT Innovation Center เพื่อเป็นศูนย์ปฏิบัติการทดสอบ 5G ที่มีการติดตั้งและดูแลอุปกรณ์สถานีฐานของโครงข่าย 5G เพื่อเตรียมความพร้อมและรองรับการให้บริการโทรคมนาคม โดยใช้ความถี่ย่าน 26.5 – 27.5 GHz นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดพื้นที่ทดสอบเทคโนโลยี 5G ขึ้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก โดยพื้นที่ดังกล่าวได้ถูกเลือกให้เป็นฐานการทดสอบ 5G ของทุกกลุ่ม ทั้งผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้ให้บริการเครือข่าย และกลุ่มผู้ใช้งาน โดยจะทดสอบร่วมกันบนคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz และ 26.5 GHz และ 28 GHz เพื่อเตรียมพร้อมก่อนมาตรฐาน 5G สากลจะประกาศในปี 2563 หรือ IMT-2020

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล พบว่า เทคโนโลยีใหม่ที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในอนาคต คือ เทคโนโลยี 5G ที่กำลังจะเข้ามาเพิ่มความถี่ในการใช้คลื่นความถี่ในอนาคต เนื่องจากเทคโนโลยี 5G จะทำให้อัตราการส่งข้อมูลสูงสุด (Peak data rate) เพิ่มขึ้น 20 เท่า อัตราการส่งข้อมูลที่ได้รับ (User experienced data rate) เพิ่มขึ้น 10 เท่า ความหน่วงของระบบ (Latency) ลดลง 10 เท่า ความสามารถในการรับข้อมูลในขณะเคลื่อนที่ (Mobility) โดยสามารถรองรับการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า ความหนาแน่นในการเชื่อมต่อ (Connection density) ซึ่งหมายถึงจำนวนอุปกรณ์ที่ระบบสามารถรองรับได้ เพิ่มขึ้น 10 เท่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโครงข่าย (Energy efficiency) เพิ่มขึ้น 100 เท่า ประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ (Spectrum efficiency) เพิ่มขึ้น 3 เท่า และอัตราการส่งข้อมูลสูงสุดต่อพื้นที่ (Area traffic capacity) เพิ่มขึ้น 100 เท่า

การที่เทคโนโลยี 5G สามารถรองรับการติดต่อสื่อสารความเร็วสูง และมีการตอบสนองที่รวดเร็ว ส่งผลให้เทคโนโลยีดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการติดต่อสื่อสารของสรรพสิ่ง (Machine-centric communication) และการเข้าถึงข้อมูลของคน (Human-centric communication) ในภาคส่วนต่าง ๆ ของเศรษฐกิจ ซึ่งได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการเงิน หรือ ภาคของสื่อ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้โลกของเราก้าวสู่สังคมดิจิทัลอย่างเต็มตัว โดยที่แนวโน้มอุตสาหกรรมจะมีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และเครื่องมือ (Internet of things: IoT) และการทำงานแบบอัตโนมัติจะเข้ามามีบทบาทสำคัญ โดยการทำงานต่าง ๆ ที่เป็นกิจวัตรของมนุษย์ในปัจจุบัน ซึ่งอาจถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยี โดยที่อุตสาหกรรมจะมีความแข็งแกร่งขึ้น รวดเร็วขึ้น และฉลาดขึ้น มีการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลใหญ่ (Big Data) ซึ่งการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มากขึ้น การรับส่งข้อมูลที่มากขึ้นย่อมส่งผลต่อความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

2.1.2 กิจการดาวเทียม

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ดาวเทียมทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณ (Repeater) ไปยังสถานีภาคพื้นดินที่ทำการส่งและรับสัญญาณ ซึ่งการส่งและรับสัญญาณจะใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟจากสถานีภาคพื้นดินที่ส่งสัญญาณขาขึ้น “uplink” โดยที่งานรับสัญญาณดาวเทียมจะรับคลื่นสัญญาณข้อมูลภาพและเสียงไว้ แล้วนำไปขยายให้มีแรงของสัญญาณมากขึ้น หลังจากนั้นจึงค่อยส่งลงมาสถานีภาคพื้นดินที่ต้องการ ทั้งนี้ ดาวเทียมในปัจจุบัน สามารถแบ่งตามการใช้งานออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ดาวเทียมสื่อสาร (Communication Satellite)

ดาวเทียมสื่อสาร ใช้เพื่อการสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งจะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายการสื่อสารของโลกเข้าด้วยกัน เช่น การถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ทั้งในประเทศและข้ามทวีป การติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์มือถือ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น อายุการใช้งานของดาวเทียมชนิดนี้จะมีอายุใช้งานประมาณ 10-15 ปี เมื่อส่งดาวเทียมสื่อสารขึ้นไปโคจรดาวเทียมจะพร้อมทำงานโดยทันที ซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดิน และที่สถานีภาคพื้นดินจะมีอุปกรณ์รับสัญญาณที่เรียกว่า ทรานสปอนเดอร์ (Transponder) เพื่อทำหน้าที่รับสัญญาณแล้วกระจายไปยังสถานีต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก ดาวเทียมสื่อสารจะทำงานโดยอาศัยหลักการส่งสัญญาณ ถึงกันระหว่างสถานีภาคพื้นดินและสถานีอวกาศ ซึ่งวิธีการโคจรของดาวเทียมชนิดนี้เป็นวงโคจรค้างฟ้า

ปัจจุบัน ดาวเทียมสื่อสารภายใต้ชื่อ THAICOM มีทั้งสิ้น 8 ดวง โดยที่ใช้งานได้จริง 5 ดวง ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1) THAICOM 4 (IPSTAR) เป็นดาวเทียมรุ่น LS-1300 SX สร้างโดย Space System/Loral พาโลอัลโต สหรัฐอเมริกา เป็นดาวเทียมดวงแรกที่ออกแบบมาเพื่อให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่ความเร็ว 45 Gbps เป็นดาวเทียมสื่อสารเชิงพาณิชย์ที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมากถึง 6486 กิโลกรัม และทันสมัยที่สุดในปัจจุบัน ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2548 มีอายุการใช้งานประมาณ 12 ปี และครอบคลุม 18 แห่ง ทั่วภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ตำแหน่งวงโคจร 119.5 องศาตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ดังนี้

- 84 Ku-Spot Beams (2-way)
- 8 Ku-Spot Beams (Augment) (2-way)
- 3 Ku-Shaped Beams (2-way)
- 7 Ku-Broadcast Beams (1-way)

1.2) THAICOM 5 เป็นดาวเทียมรุ่น Aerospatiale SpaceBus 3000A (รุ่นเดียวกับไทยคม 3) สร้างโดย Alcatel Alenia Space ประเทศฝรั่งเศส มีน้ำหนัก 2800 กิโลกรัม มีพื้นที่การให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป ใช้เป็นดาวเทียมสำหรับการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตรงถึงที่พักอาศัยหรือ Direct-to-Home (DTH) และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลความละเอียดสูง (High Definition TV) ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 เพื่อทดแทนไทยคม 3 ตำแหน่งวงโคจร 78.5 องศาตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ดังนี้

- ย่านความถี่ C-Band : 25 ทรานสปอนเดอร์

- ย่านความถี่ C-Band Global Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม 4 ทวีป ได้แก่ เอเชีย, ยุโรป, ออสเตรเลีย, แอฟริกา
 - ย่านความถี่ Ku-Band : 14 ทรานสพอนเดอร์
 - ย่านความถี่ Ku-Band ของ Spot Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม ไทย, ประเทศในภูมิภาคอินโดจีน
 - ย่านความถี่ Ku-Band ของ Steerable Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม เวียดนาม, ประเทศในภูมิภาคอินโดจีน
- 1.3) THAICOM 6 / AFRICOM 1 เป็นดาวเทียม สร้างโดยบริษัท Orbital Sciences Corporation แต่ขนส่งโดยบริษัท SpaceX เนื่องจากดาวเทียมดวงนี้มีน้ำหนักถึง 3,000 กิโลกรัม จรวดของ Orbital Sciences Corporation ไม่สามารถขนส่งได้ ชื่อของจรวดของ SpaceX ที่ส่งดาวเทียม " THAICOM 6" คือ "Falcon 9" มีพื้นที่การให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป ใช้เป็นดาวเทียม สำหรับการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตรงถึงที่พักอาศัยหรือ Direct-to-Home (DTH) และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลความละเอียดสูง (High Definition TV) ตำแหน่งวงโคจร 78.5 องศาตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ดังนี้

THAICOM 6

- ย่านความถี่ C-Band : 12 ทรานสพอนเดอร์
- ย่านความถี่ C-Band Global Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม 4 ทวีป ได้แก่ เอเชีย, ยุโรป, ออสเตรเลีย, แอฟริกา
- ย่านความถี่ Ku-Band : 8 ทรานสพอนเดอร์
- ย่านความถี่ Ku-Band ของ Spot Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม ไทย, ประเทศในภูมิภาคอินโดจีน
- ย่านความถี่ Ku-Band ของ Steerable Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม เวียดนาม, ประเทศในภูมิภาคอินโดจีน

AFRICOM 1

- ย่านความถี่ C-Band : 6 ทรานสพอนเดอร์

- 1.4) THAICOM 7 เป็นดาวเทียมประเภท 3 แกน รุ่น FS1300 ผลิตโดย บริษัท สเปนซ์ สิสเต็มส์/ ลอเรล ประเทศสหรัฐอเมริกา ส่งขึ้นสู่วงโคจรด้วยจรวด Falcon 9 ของบริษัท สเปนซ์ เอ็กซ์พลอเรชั่น เทคโนโลยี (SPACEX) ประเทศสหรัฐอเมริกา มวลในวงโคจร ประมาณ 3,700 กิโลกรัม มีอายุการใช้งานนาน 15 ปี ประกอบด้วยย่านความถี่ C-Band จำนวน 14 ทรานสพอนเดอร์ ซึ่งมีพื้นที่ให้บริการกว้างครอบคลุมภูมิภาคเอเชียใต้ อินโดจีน รวมถึงออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ภายในปีเดียวกัน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถเชื่อมต่อข้ามภูมิภาคได้ โดยที่ดาวเทียม THAICOM 7 จะจัดสร้างแล้วเสร็จและจัดส่งขึ้นสู่วงโคจร ณ ตำแหน่งวงโคจร 120 องศาตะวันออก ได้ในปี พ.ศ. 2557

บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) จัดส่งดาวเทียม THAICOM 7 ขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมา เวลา 01.00 น. (ตามเวลาท้องถิ่น) ด้วยจรวดขนส่งฟอลคอน 9

ของบริษัท สเปซ เอ็กซ์พลอเรชัน เทคโนโลยีส์ คอร์ปอเรชัน (Space Exploration Technologies Corporation-SPACE X) ณ แหลมคานาเวอร์รีล รัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อรักษาสิทธิในวงโคจรของไทย พร้อมช่วยขับเคลื่อนการเติบโตของอุตสาหกรรมบรอดแคสต์ไทย ด้วยการเพิ่มปริมาณช่องสัญญาณเพื่อรองรับความต้องการใช้งานและการเติบโตของโทรคมนาคมในประเทศ พร้อมขยายศักยภาพในฐานะบริษัทดาวเทียมไทยเพื่อให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมให้ครอบคลุมทั้งในภูมิภาคเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทวีปออสเตรเลีย

การส่งดาวเทียม THAICOM 7 ขึ้นสู่วงโคจร เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับ ให้ดาวเทียม THAICOM มีช่องสัญญาณเพียงพอต่อการรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมบรอดแคสต์ของไทย โดยเฉพาะทีวีดิจิทัล โดยเสริมช่องสัญญาณบนดาวเทียม THAICOM 5 และ 6 ที่ให้บริการเต็มในปัจจุบัน การมีดาวเทียมเพิ่มเติมอีกดวงหนึ่งนี้จะช่วยสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ อีกทั้งยังเพิ่มศักยภาพการให้บริการและช่วยขยายตลาดของไทยคมในต่างประเทศด้วย

- 1.5) THAICOM 8 เป็นดาวเทียมรุ่นใหม่ สร้างโดยบริษัท Orbital Sciences Corporation ประเทศสหรัฐอเมริกา ส่งขึ้นสู่วงโคจรด้วยจรวดฟอลคอน 9 ของบริษัท สเปซ เอ็กซ์พลอเรชัน เทคโนโลยี (SPACEX) ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 THAICOM 8 โคจรอยู่ในวงโคจรค้างฟ้า ที่ตำแหน่งวงโคจร 78.5 องศาตะวันออก เดียวกับ ไทยคม 5 และ ไทยคม 6 มีน้ำหนักราว 3,100 กิโลกรัม มีจานรับส่งสัญญาณ Ku-Band จำนวน 24 ทรานสพอนเดอร์ ซึ่งมีพื้นที่การให้บริการครอบคลุมพื้นที่ ทั้งในประเทศไทย ภูมิภาคเอเชียใต้ และทวีปแอฟริกา ใช้เป็นดาวเทียมสำหรับการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตรงถึงที่พักอาศัยหรือ Direct-to-Home (DTH) และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลความละเอียดสูง ทั้ง (High Definition TV) และ (Ultra High Definition TV) ตำแหน่งวงโคจร 78.5 องศาตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยย่านความถี่ดังนี้
- ย่านความถี่ Ku-Band : 24 ทรานสพอนเดอร์
 - ย่านความถี่ Ku-Band ของ Spot Beam พื้นที่ให้บริการครอบคลุม ไทย, ประเทศในภูมิภาคเอเชียใต้, แอฟริกา

2) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (Remote Sensing Satellite)

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ใช้เพื่อศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ของโลก ไม่ว่าจะเป็นธรณีวิทยา อุทกวิทยา การสำรวจพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ทางการเกษตรการใช้ที่ดิน และน้ำ เป็นต้น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของโลกคือดาวเทียม Landsat ถูกส่งขึ้นไปสู่วงโคจรเมื่อ พ.ศ. 2515 ดาวเทียมชนิดนี้จะออกแบบให้มีความสามารถในการถ่ายภาพจากดาวเทียมและการติดต่อสื่อสารในระยะไกลซึ่งเรียกว่า การสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) เพื่อที่จะสามารถแยกแยะจำแนก และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

สำหรับประเทศไทย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ลงนามร่วมมือกับบริษัท Astrium S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส เพื่อสร้างดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ขึ้นเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2547 ภายใต้โครงการดาวเทียมธีออส (THEOS)

และได้ส่งขึ้นสู่อวกาศ ในวันพุธที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ตามเวลาประเทศไทย 13:37:16 น. หรือ 6.37:16 น. ตามเวลามาตรฐานสากล (UTC) โดยจรวดนำส่ง "เนปเปอร์" (Dnepr) จากฐานส่งจรวดเมืองยาสนี (Yasny) ประเทศรัสเซีย ซึ่งต่อมาพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานชื่อดาวเทียมสำรวจทรัพยากร THEOS ว่า "ดาวเทียมไทยโชต" ชื่อภาษาอังกฤษว่า "Thaichote" ซึ่งแปลว่า ดาวเทียมที่ทำให้ประเทศไทยรุ่งเรือง

ดาวเทียมไทยโชต ถูกออกแบบให้เป็นดาวเทียมขนาดเล็ก มีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 ปี ทำงานโดยอาศัยแหล่งพลังงานจากดวงอาทิตย์ สามารถบันทึกภาพได้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก ติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพแบบออปติคคอลล (Optical Imagery) ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลภาพ ในช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น (Visible band) จนถึงช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสกับดาวเทียมอื่น ๆ พบว่า 3 ช่วงคลื่นของดาวเทียมธีออสมีความคล้ายคลึงกับช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ยกเว้นช่วงคลื่นสีน้ำเงินที่มีเพิ่มมากกว่าของดาวเทียม SPOT และมีความคล้ายคลึงกันกับช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat ระบบ TM ทั้งนี้ ดาวเทียมไทยโชต มีน้ำหนัก 750 กิโลกรัม มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกำลังไฟฟ้าใช้บนตัวดาวเทียม มีเสาอากาศส่งสัญญาณช่วงคลื่น X-Band (ความถี่ประมาณ 8 GHz) เพื่อส่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมายังสถานีรับสัญญาณดาวเทียม มีเสาอากาศช่วงคลื่น S-Band (ความถี่ประมาณ 2 GHz) เพื่อส่งข้อมูลสื่อสารระหว่างตัวดาวเทียมกับสถานีรับสัญญาณดาวเทียม นอกจากนี้ยังได้มีประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการประจำที่ ย้ายความถี่ 2 GHz ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 4 ตุลาคม 2560 ซึ่งกำหนดการใช้คลื่นความถี่ย่าน 2 ในช่วงความถี่ 2025.5-2053.5 MHz 2200.5-2228.5 MHz เพื่อใช้ในกิจการดาวเทียมของประเทศไทย

3) ดาวเทียมกำหนดตำแหน่ง (Global Positioning System Satellite)

ดาวเทียมบอกตำแหน่ง ใช้เพื่อเป็นระบบนำร่องให้กับเรือและเครื่องบิน ตลอดจนใช้บอกตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก ซึ่งระบบหาตำแหน่งโดยใช้ดาวเทียมนี้นี้จะเรียกว่าระบบ GPS (Global Positioning Satellite System) ซึ่งดาวเทียมบอกตำแหน่งนี้แรกเริ่มนั้นจะนำมาใช้ในการทหาร ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์เพื่อใช้สำหรับนำร่องให้กับเครื่องบินและเรือเดินสมุทร วัตถุประสงค์ของดาวเทียมชนิดนี้คือระบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SunSynchronous) ดาวเทียมชนิดนี้ได้แก่ กลุ่มดาวเทียมบอกตำแหน่ง Navstar

ระบบดาวเทียม GPS ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอวกาศ (Space segment) ส่วนควบคุม (Control segment) และส่วนผู้ใช้ (User segment) โดยในแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันดังนี้ ส่วนควบคุมจะมีสถานีติดตามภาคพื้นดินที่กระจายอยู่บนพื้นโลกเพื่อคอยติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียม ทำให้สามารถคำนวณวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมที่ขณะเวลาต่าง ๆ ได้ จากนั้นส่วนควบคุมก็จะทำนายวงโคจรและตำแหน่งของดาวเทียมทุกดวงในระบบล่วงหน้าแล้วส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังส่วนอวกาศซึ่งคือตัวดาวเทียมนั่นเอง ดาวเทียมจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้ออกมาพร้อมกับคลื่นวิทยุมายังโลก ในส่วนผู้ใช้เมื่อต้องการที่จะทราบตำแหน่งของจุดใด ๆ ก็เพียงนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ไปตั้งให้ตรงตำแหน่งจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ออกไปประมวลผลก็จะทราบค่าพิกัด ณ ตำแหน่งที่ต้องการ

ส่วนในด้านคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียม GPS ส่งออกมาในปัจจุบันนั้นเป็นคลื่นวิทยุที่มีสองความถี่ คือ ความถี่ 1,575.42 MHz เรียกว่า คลื่น L1 มีความยาวคลื่น 19.03 เซนติเมตร และความถี่ 1,227.60 MHz เรียกว่าคลื่น L2 มีความยาวคลื่น 24.42 เซนติเมตร ซึ่งคลื่นทั้งสองมีความถี่เป็น 154 เท่าและ 120 เท่าของ

ความถี่พื้นฐานตามลำดับ (ความถี่พื้นฐานที่ถูกสร้างขึ้นมีความถี่ 10.23 MHz) คลื่นวิทยุดังกล่าวถูกผสมผสานรหัสและข้อมูลดาวเทียมไปกับคลื่นหรือเรียกสั้น ๆ ว่า การมอดูเลต (Modulation) ด้วยรหัสและข้อมูลดาวเทียม รหัสที่ใช้ในการกล่าสัญญาณมีสองชนิด คือ รหัส C/A (Clear access or coarse acquisition code) ซึ่งมีความถี่ 1.023 MHz หรือเทียบเท่า 1/10 เท่าของความถี่พื้นฐานและมีความยาวคลื่น 300 เมตร ส่วนรหัสอีกชนิดเรียกว่า รหัส P (Precise code) มีความถี่ 10.23 MHz หรือเท่ากับความถี่พื้นฐานและมีความยาวคลื่น 30 เมตร โดยรหัส C/A นั้นเปิดให้พลเรือนใช้อย่างเสรี ในขณะที่รหัส P จะสงวนไว้ใช้เฉพาะในวงการทหารและหน่วยงานบางหน่วยงานของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาเท่านั้น

ทั้งนี้ สถานะของการถือคลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียมปัจจุบัน บริษัท ไทยคม จำกัด เป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่ดาวเทียมรายเดียวในประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบัน บริษัท ไทยคม จำกัด ครอบครองแต่ดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Earth Orbit: GEO) โดยจะอยู่สูงจากพื้นผิวโลกประมาณ 36,000 กิโลเมตรและมีความเร็วเท่ากับการหมุนของโลก โดยในปัจจุบันมีดาวเทียมใช้งานอยู่จำนวน 5 ดวง ได้แก่ ไทยคม 4 ไทยคม 5 ไทยคม 6 ไทยคม 7 และ ไทยคม 8 (ไทยคม 1- ไทยคม 3 หมดอายุการใช้งาน) โดยสัมปทานของการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียมจะหมดในปี พ.ศ. 2564 ทั้งนี้ ในการถือครองคลื่นความถี่ของกิจการดาวเทียมจำเป็นต้องดำเนินการผ่าน ITU เนื่องจากคลื่นความถี่สำหรับกิจการดาวเทียมเป็นทรัพยากรของโลก ซึ่งบริษัท ไทยคม จำกัด ไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเองแต่จำเป็นต้องทำเรื่องผ่านทางกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และ สำนักงาน กสทช. ซึ่งกระบวนการค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานานในการดำเนินการ ซึ่งอาจทำให้บริษัท ไทยคม จำกัด สูญเสียคลื่นความถี่ที่ถือไว้ในปัจจุบันได้ภายหลังจากสัมปทานหมดลง เนื่องจากหลักเกณฑ์ในการขอใช้คลื่นความถี่กับทาง ITU จะเป็นการขออนุญาตโดยประเทศใดขอใช้ก่อนก็จะมีสิทธิ์ได้ใช้คลื่นความถี่ก่อน

โดยในปัจจุบันย่านความถี่ที่ทางบริษัท ไทยคม จำกัด ถือครอง ได้แก่

- 1) ความถี่ย่าน C-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 4–7 GHz สำหรับการถ่ายทอดภาพโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Direct to Home)
- 2) ความถี่ย่าน Ku-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 10–12 GHz สำหรับการถ่ายทอดภาพโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Direct to Home) อย่างไรก็ตาม จะมีข้อเสียมากกว่า C-Band คือมีปัญหาเวลาฝนตก (Rain Fade) ทำให้ไม่สามารถออกอากาศได้ในช่วงเวลาดังกล่าวได้
- 3) ความถี่ย่าน Ka-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 18-31 GHz โดยใช้ในการบริการอินเทอร์เน็ตในดาวเทียมไทยคม 4

ทั้งนี้ ความถี่ย่าน C-Band และ Ku-Band ใช้สำหรับการถ่ายทอดภาพโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไทยคม 5 ไทยคม 6 ไทยคม 7 และ ไทยคม 8 สำหรับความถี่ย่าน Ka-Band นั้นจะใช้เฉพาะการให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียมบนดาวเทียมไทยคม 4 เท่านั้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

การใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียมสำหรับประเทศไทยนั้น จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า บริษัท ไทยคม จำกัด เป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่ของกิจการดาวเทียมแต่เพียงผู้เดียว โดยได้ทำการปล่อยเช่าสัญญาณ

ดาวเทียมให้แก่ผู้ประกอบการรายอื่น ๆ ที่ต้องการใช้สัญญาณดาวเทียมของประเทศไทย โดย ณ ปัจจุบันกิจการดาวเทียมนั้นได้แบ่งใช้อยู่ในหลายกิจกรรม เช่น การเชื่อมโยงสัญญาณโทรศัพท์ผ่านดาวเทียม โดยมีย่านความถี่ สถานีเฝ้าตรวจภายใต้สนธิสัญญาว่าด้วยการห้ามทดลองนิวเคลียร์โดยสมบูรณ์ (สถานีอาร์เอ็น 65 และพีเอส 41) การเชื่อมโยงสัญญาณดาวเทียมภาคพื้นดิน (VSAT) กิจการสื่อสารดาวเทียม และกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (FSS)

ในด้านความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่ากิจการดาวเทียมมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคตเนื่องจากการให้บริการข้อมูลความเร็วสูง (High Throughput Service, HTS) ในย่าน Ka Band อย่างไรก็ตาม การให้บริการแบบเดิมซึ่งจะเน้นที่การออกอากาศกระจายสัญญาณ (Broadcasting) ในย่าน C และ Ku Bands จะมีความต้องการคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษา อุปสงค์ อุปทาน และช่องว่างความจุดาวเทียมในประเทศไทยของ DETECON Consulting ปี พ.ศ. 2562 ที่กล่าวว่า ประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการใช้งานดาวเทียม C-Band และ Ku-Band คงที่แต่ถ้าเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนการใช้งานดาวเทียมประเภท Ka-Band มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้งานเพื่อการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการรับส่งข้อมูล

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการดาวเทียม

- 1) ระบบส่งสัญญาณ MPTS ขึ้นดาวเทียม C-band (S2) โดยใช้ T2-MI Stream เพื่อให้ผู้ใช้ DTH สามารถรับชมรายการโทรทัศน์ได้โดยตรง
- 2) เทคโนโลยี DVB-T2 + DTH ซึ่งเป็นระบบส่งสัญญาณ MPTS ขึ้นดาวเทียม C-band (S2) โดยใช้ T2-MI Stream เพื่อให้ผู้ใช้ DTH สามารถรับชมรายการโทรทัศน์ได้โดยตรง
- 3) เทคโนโลยี Low Earth Orbit (LEO) เป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำ ที่ทำให้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ในภาคพื้นดินชัดเจนขึ้น

ทั้งนี้ เทคโนโลยีดังกล่าวนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานการสื่อสารผ่านดาวเทียมได้ เนื่องจากในปัจจุบันดาวเทียมบางตัวใช้ KU-Band และมีความต้องการเพิ่มความถี่ไปเป็น KA-Band หรือจาก V-Band ไปเป็น Q-Band เป็นต้น

2.2 กิจการกระจายเสียงและกิจการวิทยุโทรทัศน์

พระราชบัญญัติ องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 ให้นิยาม กิจการกระจายเสียง และกิจการโทรทัศน์ ไว้ดังนี้

กิจการกระจายเสียง หมายถึง กิจการวิทยุกระจายเสียงและกิจการกระจายเสียงซึ่งให้บริการการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการไปยังเครื่องรับที่สามารถรับฟังการให้บริการนั้น ๆ ได้ไม่ว่าจะส่งโดยผ่านระบบคลื่นความถี่ ระบบสาย ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า หรือระบบอื่นระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน หรือกิจการอื่นทำนองเดียวกันที่ กสทช. กำหนดให้เป็นกิจการกระจายเสียง

กิจการโทรทัศน์ หมายถึง กิจการวิทยุโทรทัศน์และกิจการโทรทัศน์ซึ่งให้บริการการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการไปยังเครื่องรับที่สามารถรับชมและฟังการให้บริการนั้น ๆ ได้ไม่ว่าจะส่งผ่านระบบ

คลื่นความถี่ ระบบสาย ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า หรือระบบอื่นระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน หรือกิจการอื่นทำนองเดียวกันที่ กสทช. กำหนดให้เป็นกิจการโทรทัศน์

ทั้งนี้ สามารถแบ่งกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ได้ทั้งสิ้น 2 กิจการย่อย คือ กิจการวิทยุกระจายเสียง และกิจการวิทยุโทรทัศน์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 กิจการวิทยุกระจายเสียง

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ตามพระราชบัญญัติ องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 ได้ให้นิยาม “วิทยุกระจายเสียง” หมายถึง วิทยุคมนาคมที่ส่งหรือแพร่เสียงเพื่อให้บุคคลทั่วไปรับได้โดยตรง ทั้งนี้ กิจการวิทยุกระจายเสียง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ วิทยุหลัก และวิทยุทดลองประกอบกิจการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.) วิทยุหลัก

วิทยุหลักแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ กิจการกระจายเสียงระบบ เอฟ.เอ็ม. และกิจการกระจายเสียงระบบ เอ.เอ็ม. โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กิจการกระจายเสียงระบบ เอฟ.เอ็ม.

ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบ เอฟ.เอ็ม. ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 มีรายละเอียดดังนี้

- ย่านความถี่วิทยุ (Frequency Range) กำหนดให้ใช้ย่านความถี่วิทยุ 87-108 MHz
- ช่องความถี่วิทยุ (Frequency Channel) กำหนดให้ใช้ช่องความถี่ช่องที่ 1 ถึง ช่องที่ 83
- ความถี่คลื่นพาห์และช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์ (Carrier Frequency and Channel Spacing) กำหนดให้ใช้ความถี่คลื่นพาห์ โดยช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์ มีค่า 250 kHz
- ช่องความถี่วิทยุและความถี่คลื่นพาห์ เพิ่มเติม กำหนดให้ใช้ช่องความถี่วิทยุและความถี่คลื่นพาห์เพิ่มเติมตามข้อตกลงในการประสานงานความถี่วิทยุบริเวณชายแดนกับประเทศมาเลเซีย ช่องความถี่วิทยุที่ 83 ความถี่คลื่นพาห์ 99.10 MHz

2. กิจการกระจายเสียงระบบ เอ.เอ็ม.

ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบ เอ.เอ็ม. ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดดังนี้

- ย่านความถี่วิทยุ (Frequency Range) กำหนดให้ใช้ย่านความถี่วิทยุ 526.5-1606.5 kHz
- ช่องความถี่วิทยุ (Frequency Channel) กำหนดให้ใช้ช่องความถี่ช่องที่ 1 ถึง 120 โดยช่องที่ 107, 118 และ 120 กำหนดให้เป็นช่องกำลังส่งต่ำ (Low Power Channel) ที่ต้องมีกำลังส่งออกอากาศโมโนโพลประสิทธิภาพสูง (Maximum Effective Monopole Radiated Power)
- ความถี่คลื่นพาห์และช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์ (Carrier Frequency and Channel Spacing) กำหนดให้ใช้ความถี่คลื่นพาห์ โดยช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์ มีค่า 9 kHz

กรณีวิทยุหลัก มีกำหนดระยะเวลาการคืนคลื่นความถี่ตามข้อ 7 ของคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติ ที่ 76/2559 เรื่องมาตรการส่งเสริมการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ

ทั้งนี้ จำนวนสถานีของวิทยุหลักในปัจจุบันมีจำนวน 501 สถานี ซึ่งประกอบด้วย กิจการกระจายเสียงระบบ เอฟ.เอ็ม. จำนวน 191 สถานี และกิจการกระจายเสียงระบบ เอ.เอ็ม. จำนวน 310 สถานี (ข้อมูล ณ วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2561)

2.) วิทยุทดลองประกอบกิจการ

ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตทดลองประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง พ.ศ. 2555 ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2555 และประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การกำกับดูแลการทดลองประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง (ฉบับที่ 2) ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 และมีรายละเอียดดังนี้

- กำหนดให้ใช้ความถี่วิทยุ 87.5-107.75 MHz
- การมอดูเลตแบบ เอฟ. เอ็ม. (Frequency Modulation: FM)
- ช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์ (Channel Spacing) มีค่า 250 kHz
- ความกว้างแถบคลื่น ไม่เกิน 200 kHz
- ค่าเบี่ยงเบนความถี่ ไม่เกิน (Frequency Deviation) ± 75 kHz
- กำหนดช่องความถี่ข้างเคียง (Adjacent channel) ในพื้นที่การกระจายเสียงที่ทับซ้อน ต้องมีความถี่คลื่นพาห์อยู่ห่างจากกันไม่น้อยกว่า 250 kHz หรือหนึ่งช่องห่างระหว่างคลื่นพาห์

ทั้งนี้ วิทยุทดลองประกอบกิจการ แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทธุรกิจ ประเภทสาธารณะ และประเภทชุมชน โดยมีจำนวนสถานีวิทยุทดลองประกอบกิจการที่สามารถออกอากาศได้ จำนวน 4,313 สถานี ซึ่งประกอบด้วย ประเภทธุรกิจ² จำนวน 3,362 สถานี ประเภทสาธารณะ³ จำนวน 740 สถานี และประเภทชุมชน⁴ จำนวน 211 สถานี (ข้อมูล ณ วันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2561)

นอกจากนี้ ได้มีประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- ย่านความถี่วิทยุ (Frequency Range) กำหนดให้ใช้ย่านความถี่วิทยุ 174-230 MHz
- ช่องความถี่วิทยุ (Frequency Channel) บล็อก (Block) ความกว้างแถบความถี่ (Bandwidth) และความกว้างแถบความถี่วิทยุป้องกัน (Guard Band) กำหนดให้ใช้ช่องความถี่วิทยุ ช่องที่ 5 ถึง ช่องที่ 12 โดยช่องที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 บล็อก ได้แก่ A, B, C, และ D โดยแต่ละบล็อกมีความถี่วิทยุ

² ประเภทธุรกิจ หมายถึง บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแสวงหากำไรในทางธุรกิจ

³ ประเภทสาธารณะ หมายถึง บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบริการสาธารณะ

⁴ ประเภทชุมชน หมายถึง บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบริการสาธารณะแต่ต้องเป็นประโยชน์ตามความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่นที่รับบริการ

ความกว้างแถบคลื่นความถี่ และความกว้างแถบความถี่วิทยุป้องกันเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน Recommendation ITU-R BS.1660-7 (10/2015)

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

กิจการวิทยุกระจายเสียงในปัจจุบัน มีการออกอากาศในรูปแบบแอนะล็อก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบ เอฟ.เอ็ม. และระบบ เอ.เอ็ม. โดยที่ระบบ เอฟ.เอ็ม. ใช้ความถี่ในช่วง 87-108 MHz ในขณะที่ระบบ เอ.เอ็ม. ใช้ความถี่ในช่วง 526.5-1606.5 kHz ซึ่งจากการสัมภาษณ์เชิงลึกในหน่วยงาน/ผู้ประกอบการกลุ่มวิทยุหลัก และผู้ประกอบการกลุ่มผู้ผลิตรายการ (เช่าคลื่น/ช่วงเวลาจากวิทยุหลัก) พบว่า กิจการวิทยุกระจายเสียงที่ออกอากาศในระบบ เอฟ.เอ็ม. ได้รับความนิยมจากประชาชนทั่วไปมากกว่า ระบบ เอ.เอ็ม. เนื่องจากคุณภาพเสียงที่ดีกว่า อย่างไรก็ตาม วิทยุกระจายเสียงระบบ เอ.เอ็ม. มีข้อดีคือ สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่าทำให้ผู้ใช้งานที่อยู่พื้นที่ห่างไกลสามารถรับฟังได้

ในด้านความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้าในกิจการวิทยุกระจายเสียง จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการวิทยุกระจายเสียง ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มวิทยุหลัก กลุ่มวิทยุทดลองประกอบกิจการ และกลุ่มผู้ผลิตรายการ (เช่าคลื่น/ช่วงเวลาจากวิทยุหลัก) มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระบบแอนะล็อกลดลงในอนาคต เนื่องจากในปัจจุบันกลุ่มผู้ฟังมีช่องทางการรับฟังที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งจากการรับฟังวิทยุคู่ขนานผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การรับฟังเพลงผ่านระบบให้บริการออนไลน์ (Music Streaming) เช่น Spotify Apple Music และ Joox เป็นต้น ซึ่งทำให้กลุ่มผู้ฟังเปลี่ยนช่องทางการรับฟังจากวิทยุระบบแอนะล็อก เป็นช่องทางอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม หน่วยงาน/ผู้ประกอบการยังต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่ออกอากาศในระบบ เอฟ.เอ็ม. และ เอ.เอ็ม. เท่าเดิมเพื่อเป็นอีกช่องทางหนึ่งสำหรับผู้ฟังในการรับฟัง และเป็นช่องทางพื้นฐานของผู้ฟังในการรับฟังในกรณีช่องทางในการรับฟังรูปแบบอื่น ๆ มีปัญหาในการรับฟัง ทั้งนี้ ผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในปัจจุบัน มีความต้องการให้สำนักงาน กสทช. เข้ามาแก้ปัญหาในเรื่องการรบกวนสัญญาณ โดยกลุ่มวิทยุหลัก และกลุ่มผู้ผลิตรายการ (เช่าคลื่น/ช่วงเวลาจากวิทยุหลัก) มีความต้องการให้ สำนักงาน กสทช. ควบคุมดูแลผู้ใช้งานคลื่นความถี่มากขึ้น เช่น ผู้ประกอบการที่นำคลื่นความถี่ไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ หรืออาจลดจำนวนผู้ให้บริการลง เพื่อให้มีจำนวนผู้ให้บริการที่เหมาะสมกับคลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรในกิจการกระจายเสียง

อย่างไรก็ตาม การเข้ามาของการกระจายเสียงด้วยระบบดิจิทัลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับในสถานีวิทยุดิจิทัล โดยผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในปัจจุบัน มีความเห็นว่า การกระจายเสียงด้วยระบบดิจิทัลเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการลดความแออัดของช่องสัญญาณ และทำให้ส่งสัญญาณได้มากขึ้น จึงเห็นด้วยกับการเปลี่ยนผ่านการกระจายเสียงจากระบบแอนะล็อกไปสู่ระบบดิจิทัล รวมทั้งเห็นด้วยกับการนำคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อกที่ถูกยกเลิกมาใช้ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในรูปแบบดิจิทัลซึ่งน่าจะมีความเพียงพอต่อการใช้งานคลื่นความถี่ และสามารถรองรับการใช้งานตามมาตรฐาน DAB+ ได้ ทั้งนี้ การที่ผู้ประกอบการ/หน่วยงานต่าง ๆ เปลี่ยนไปใช้ระบบดิจิทัลนั้น ผู้ประกอบการ/หน่วยงานต่าง ๆ จำเป็นต้องลงทุนทั้งในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อรองรับระบบดิจิทัล ซึ่งมีต้นทุนที่สูง จึงจำเป็นที่ สำนักงาน กสทช. จะต้องเข้ามาช่วยเหลือในด้านค่าใช้จ่าย

ทั้งในด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมถึงการอบรมบุคลากรเพื่อรองรับการกระจายเสียงระบบดิจิทัล เพื่อให้ผู้ประกอบการ/หน่วยงานต่าง ๆ สามารถให้บริการต่อไปได้ โดยเฉพาะผู้ประกอบการ/หน่วยงานขนาดเล็ก

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจกรรม กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการวิทยุกระจายเสียง

กิจการวิทยุกระจายเสียงของประเทศไทยในปัจจุบันใช้ระบบแอนะล็อก ทั้งในระบบ เอฟ. เอ็ม. และระบบ เอ. เอ็ม. โดยปัญหาที่เกิดขึ้นจากการรับฟังวิทยุกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก คือ ไม่สามารถรับฟังได้ชัดเจน และมีปัญหาจากการรบกวนสัญญาณจากวิทยุชุมชนที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ในระบบ เอฟ.เอ็ม. จำนวนมาก ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล ซึ่งสามารถรองรับรายการได้มากขึ้นถึง 6-18 ช่องรายการ เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีระบบแอนะล็อก และส่งผลให้การรับฟังวิทยุสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากขึ้น จากเดิมที่สามารถรับฟังได้เฉพาะบางพื้นที่ นอกจากนี้ยังสามารถให้บริการข้อมูล (Data Broadcasting) ไปพร้อมกับสัญญาณเสียง กล่าวคือ สามารถฟังวิทยุไปพร้อม ๆ กับดูข้อความหรือภาพนิ่ง บนหน้าจอวิทยุดิจิทัลได้ ซึ่งทำให้ผู้บริโภคสามารถได้รับข่าวสาร หรือข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นจากรายการที่รับชม

ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลจากผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในปัจจุบัน ดังนี้

- วิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลสามารถส่งสัญญาณได้มากกว่าวิทยุกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก 6-18 ช่องรายการ ซึ่งข้อดีคือ ทำให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับระบบแอนะล็อก รวมทั้งช่วยลดความหนาแน่นของการใช้งานคลื่นความถี่ ซึ่งจะทำให้เกิดการรบกวนระหว่างกันลดลง อย่างไรก็ตาม การที่วิทยุกระจายเสียงระบบดิจิทัลสามารถส่งช่องรายการได้มากกว่าระบบแอนะล็อกมากถึง 6-18 ช่อง นั้น กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า การเปลี่ยนมาใช้ระบบดิจิทัลอาจจะส่งผลให้เกิดช่องวิทยุขึ้นจำนวนมาก และไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ทำให้มูลค่าตลาดของกิจการวิทยุกระจายเสียงที่มีอยู่เดิมลดลง ซึ่งอาจจะเป็นการทำลายตลาดเดิม
- มีข้อกังวลต่อรูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ในระบบดิจิทัลในรูปแบบใบอนุญาต ซึ่งอาจส่งผลให้ใบอนุญาตประกอบกิจการมีราคาที่สูงเกินความเป็นจริง และส่งผลให้กลุ่มผู้ใช้งานคลื่นความถี่เดิมบางรายไม่สามารถเข้ามาใช้บริการในระบบดิจิทัลได้ เนื่องจากมีต้นทุนที่สูง
- ในระยะแรกหน่วยงานภาครัฐควรนำร่องในการเป็นวิทยุแม่ข่าย จากการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบดิจิทัล เนื่องจากการเปลี่ยนผ่านไประบบดังกล่าวนี้มีต้นทุนที่สูง ทั้งในด้านการลงทุนสถานีวิทยุที่รองรับระบบดิจิทัล รวมถึงสถานีส่งสัญญาณ (MUX) ซึ่งอาจต้องใช้เวลาในการคืนทุน นอกจากนี้ ประชาชนทั่วไปยังต้องเปลี่ยนเครื่องรับวิทยุเป็นระบบดิจิทัล ซึ่งส่งผลให้ผู้รับฟังมีต้นทุนในการเปลี่ยนอุปกรณ์

2.2.2 กิจการวิทยุโทรทัศน์

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

พระราชบัญญัติ องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 ให้นิยาม “วิทยุโทรทัศน์” ว่าหมายถึง วิทยุคมนาคมที่แพร่ภาพและเสียงเพื่อให้บุคคลทั่วไปรับได้

ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2561 มีรายละเอียดดังนี้

- กำหนดความถี่วิทยุ 510-790 MHz
- กำหนดความกว้างแถบคลื่นความถี่ (Bandwidth) 8 MHz
- กำหนดหมายเลขช่องความถี่วิทยุ ตั้งแต่เลขที่ 26-60
- กำหนดการใช้ความถี่วิทยุ 698-790 MHz ตามแผนความถี่วิทยุนี้ สามารถใช้ได้จนกว่า การปรับปรุงการใช้ความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ตามเชิงอรรถ ประเทศไทย (TP-4) ของแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่จะแล้วเสร็จ

ทั้งนี้ ในปัจจุบัน กิจการวิทยุโทรทัศน์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กิจการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ และ กิจการโทรทัศน์ที่ไม่ใช้คลื่นความถี่ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.) กิจการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่

ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตการให้บริการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. 2555 ให้นิยาม “การให้บริการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่” หมายถึง การให้บริการการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการไปยัง เครื่องรับที่สามารถรับชมหรือรับฟังการให้บริการนั้น ๆ ได้ ซึ่งต้องขอรับการจัดสรรคลื่นความถี่ตามกฎหมายว่า ด้วยองค์การจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการ โทรคมนาคม

ทั้งนี้ กิจการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1) กิจการบริการสาธารณะ ได้แก่ บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบริการสาธารณะ ซึ่งกิจการบริการ สาธารณะเป้าหมายเดิม ออกอากาศจำนวน 12 ช่อง แต่ในปัจจุบันออกอากาศจำนวน 5 ช่องซึ่ง แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1.1) กิจการบริการสาธารณะประเภทที่ 1 เพื่อการส่งเสริมความรู้ การศึกษา ศาสนา ศิลปะ และวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม การเกษตร และการ ส่งเสริมอาชีพอื่น ๆ สุขภาพ อนามัย กีฬา หรือการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชน ออกอากาศในปัจจุบัน จำนวน 1 ช่อง คือ สถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส

1.1.2) กิจการบริการสาธารณะประเภทที่ 2 เพื่อความมั่นคงของรัฐ ออกให้สำหรับกิจการ กระจายเสียงหรือกิจการโทรทัศน์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อความมั่นคงของรัฐหรือความ ปลอดภัยสาธารณะ ออกอากาศในปัจจุบัน จำนวน 1 ช่อง คือสถานีวิทยุกองทัพบก

1.1.3) กิจการบริการสาธารณะประเภทที่ 3 เพื่อกระจายข้อมูลข่าวสารเพื่อส่งเสริม ความเข้าใจอันดีระหว่างรัฐบาลกับประชาชนและรัฐสภากับประชาชน การกระจาย ข้อมูลข่าวสารเพื่อการส่งเสริมสนับสนุนในการเผยแพร่และให้การศึกษาแก่ประชาชน เกี่ยวกับการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข บริการข้อมูลข่าวสารอันเป็นประโยชน์สาธารณะแก่คนพิการ คนด้อยโอกาส หรือกลุ่ม ความสนใจที่มีกิจกรรมเพื่อประโยชน์สาธารณะหรือบริการข้อมูลข่าวสารอันเป็น

ประโยชน์สาธารณะอื่น ออกอากาศในปัจจุบัน จำนวน 3 ช่อง คือสถานีวิทยุโทรทัศน์
รัฐสภา สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย และช่องสาธารณะระดับภูมิภาคของกรม
ประชาสัมพันธ์ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อการทดลองทดสอบ 1 ช่องรายการต่อ
ภูมิภาค

- 1.2) กิจกรรมบริการชุมชน ได้แก่ บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบริการสาธารณะแต่ต้องเป็นประโยชน์
ตามความต้องการของชุมชนหรือท้องถิ่นที่รับบริการ ซึ่งกิจกรรมบริการชุมชนเป้าหมายเดิม
ออกอากาศจำนวน 12 ช่อง แต่ในปัจจุบันยังไม่มีออกอากาศ
- 1.3) กิจกรรมทางธุรกิจ ได้แก่ บริการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแสวงหากำไรในทางธุรกิจ ซึ่งแบ่งเป็น 3
ประเภท คือ บริการทางธุรกิจระดับชาติ บริการทางธุรกิจระดับภูมิภาค และบริการทางธุรกิจ
ระดับท้องถิ่น ซึ่งกิจกรรมบริการทางธุรกิจเป้าหมายเดิม ออกอากาศจำนวน 24 ช่อง แต่ใน
ปัจจุบันออกอากาศจำนวน 22 ช่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - หมวดหมู่เด็ก เยาวชน และครอบครัว ออกอากาศในปัจจุบันจำนวน 2 ช่อง คือ ช่อง 3
Family และช่อง MCOT Kids & Family
 - หมวดหมู่ข่าวสารและสาระ ออกอากาศในปัจจุบัน จำนวน 6 ช่อง คือ ช่อง TNN24
ช่อง นิว 18 (NEW 18) ช่อง สถานีโทรทัศน์ สปริงนิวส์ ช่อง Bright TV ช่อง VOICE TV
และ ช่อง Nation TV
 - หมวดหมู่ทั่วไปแบบความคมชัดปกติ ออกอากาศในปัจจุบัน จำนวน 7 ช่อง คือ ช่องเวิร์ค
พอยท์ ทีวี ช่อง True 4 U (ทรูโฟร์ยู) ช่อง GMM25 ช่อง NOW ช่อง 8 ช่อง 3 SD และช่อง
โมโน ทเวนตีไนน์ (Mono 29)
 - บริการทางธุรกิจ หมวดหมู่ทั่วไปแบบความคมชัดสูง ออกอากาศในปัจจุบันจำนวน 7 ช่อง
ประกอบด้วย ช่อง 9 MCOT HD ช่อง One ช่อง ไทยรัฐทีวี ช่อง 3 HD ช่อง Amarin TV
HD ช่อง 7 HD และช่องพีพีทีวี (PPTV)

ทั้งนี้ ในด้านผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์สำหรับการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบ
ดิจิทัล ปัจจุบันมีจำนวน 4 ราย คือ กรมประชาสัมพันธ์ จำนวน 1 ใบอนุญาต กองทัพบกโดยสถานีวิทยุ
โทรทัศน์กองทัพบก จำนวน 2 ใบอนุญาต บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) จำนวน 1 ใบอนุญาต และองค์การ
กระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย จำนวน 1 ใบอนุญาต

นอกจากนี้ สำนักงาน กสทช. ได้อนุมัติแผนยุติการรับส่งสัญญาณระบบแอนะล็อก ซึ่งที่ผ่านมา ช่อง 5
ช่อง 7 และช่อง ThaiPBS ได้ยุติการแพร่ภาพครบถ้วน วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ส่วนช่อง MCOT ช่อง
NBT ได้ยุติการแพร่ภาพครบถ้วน วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 และช่อง 3 จะทำการยุติการแพร่ภาพเป็น
ช่องสุดท้ายภายในวันที่ 25 มีนาคม 2563 ตามระยะเวลาของสัญญาสัมปทาน

2.) กิจการโทรทัศน์ที่ไม่ใช้คลื่นความถี่

ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตการให้บริการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. 2555 ให้นิยาม “การให้บริการ
กระจายเสียงหรือโทรทัศน์ที่ไม่ใช้คลื่นความถี่” หมายถึง การให้บริการการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการไป
ยังเครื่องรับที่สามารถรับชมหรือรับฟังการให้บริการนั้น ๆ ได้ ซึ่งไม่ต้องขอรับการจัดสรรคลื่นความถี่ตาม

กฎหมายว่าด้วยองค์การจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม

ทั้งนี้ กิจการโทรทัศน์ที่ไม่ใช้คลื่นความถี่ ในปัจจุบัน เช่น เคเบิลท้องถิ่นและทีวีดาวเทียม ซึ่งไม่ต้องขอรับการจัดสรรคลื่นความถี่ แต่ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการจาก คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ กสทช.

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า สำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์ จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ลดลงในอนาคต เนื่องจาก กิจการวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง ทั้งจากจำนวนช่องรายการที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแอนะล็อก รวมทั้งผู้บริโภคมีช่องทางในการรับชมที่หลากหลายขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การรับชมผ่านทีวีดาวเทียม Cable TV การออกอากาศคู่ขนานผ่านอินเทอร์เน็ต การให้บริการผ่านอินเทอร์เน็ต (Streaming) ซึ่งผู้บริโภคสามารถเลือกชมรายการที่ต้องการได้อย่างอิสระและมีความหลากหลาย ซึ่งมีทั้งบริการที่มีค่าบริการรายเดือน เช่น Netflix iFlix เป็นต้น และบริการที่ไม่มีค่าใช้จ่าย เช่น Youtube หรือช่องทางการรับชมของช่องทีวีต่าง ๆ เป็นต้น

ประกอบกับ สำนักงาน กสทช. ได้มีคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติที่ 4/2562 เรื่อง มาตรการแก้ไขปัญหาการประกอบกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม โดยผู้ได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลสามารถคืนใบอนุญาตได้ โดยต้องแจ้งเป็นหนังสือไปยัง สำนักงาน กสทช. ภายในระยะเวลา 30 วัน นับแต่วันที่คำสั่งนี้มีผลใช้บังคับ และให้สำนักงาน กสทช. พิจารณา กำหนดค่าชดเชยให้แก่ผู้รับใบอนุญาตดังกล่าว นอกจากนี้ สำนักงาน กสทช. ได้พิจารณาเรียกคืนคลื่นความถี่ ย่าน 700 MHz ในช่วง 694-790 MHz จากผู้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลอื่นนอกเหนือจากผู้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลที่ประสงค์จะคืนคลื่น เพื่อนำไปจัดสรรใหม่สำหรับกิจการโทรคมนาคม หรือ 5G โดย สำนักงาน กสทช. ได้พิจารณากำหนดการทดแทน ชดเชย หรือจ่ายค่าตอบแทนให้กับผู้ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่ดังกล่าว ทั้งนี้จากกรณีดังกล่าว ส่งผลให้ผู้ประกอบการทีวีดิจิทัลภาคพื้นดินที่ถือใบอนุญาตมากเกินไป และเป็นบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยซึ่งต้องพิจารณาตัดสินใจที่ไม่ได้ทำกำไรหรือไม่ได้สร้างมูลค่าเพิ่ม เช่น ช่องรายการเด็กเพราะมีรายได้ไม่มาก ช่องข่าวหรือกลุ่มหนังสือพิมพ์เก่าที่ถือใบอนุญาต และช่องทีวีทั่วไปแบบความคมชัดปกติ ซึ่งทำให้กิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินระบบดิจิทัลมีแนวโน้มการใช้คลื่นความถี่ลดลงในอนาคต

ทั้งนี้ ผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์ปัจจุบัน มีความเห็นว่าควรมีการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบในกิจการวิทยุโทรทัศน์ให้มีความเหมาะสม ดังนี้ 1. ใบอนุญาตการให้บริการควรมีระยะเวลาที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี (Disruptive technologies) โดยที่เทคโนโลยีจะมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ทุก ๆ 10 ปี ซึ่งส่งผลต่อการวางแผนการดำเนินธุรกิจ ดังนั้นใบอนุญาตการให้บริการควรมีระยะเวลาประมาณ 10 ปี (ในปัจจุบันมีอายุ 20 ปี) เพื่อให้ธุรกิจมีความสามารถในการแข่งขัน และ

สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีได้ และ 2. ใบอนุญาตควรเปลี่ยนการผู้ถือครองได้ เพื่อช่วยส่งเสริมธุรกิจในการวิทยุโทรทัศน์

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการวิทยุโทรทัศน์

กิจการวิทยุโทรทัศน์ในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบแอนะล็อกเป็นระบบดิจิทัล ทำให้เทคโนโลยีใหม่ที่จะเข้ามาคือการแพร่ภาพในระบบความคมชัดที่สูงกว่า (UHD หรือ 4K หรือ fps ที่สูงขึ้น) ทั้งนี้ ผู้ถือครองคลื่นความถี่ในการวิทยุโทรทัศน์ในปัจจุบัน มีความสนใจในการปรับเปลี่ยนการแพร่ภาพให้มีความคมชัดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การแพร่ภาพในระบบความคมชัดที่สูงขึ้น จะส่งผลให้ต้องเตรียมความพร้อมในส่วนต้นทาง คือ จากอุปกรณ์ห้องส่ง อุปกรณ์การออกอากาศ รวมทั้ง ภาคประชาชนต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถรองรับได้ นอกจากนี้ การแพร่ภาพในระบบความคมชัดที่สูงกว่า (UHD หรือ 4K หรือ fps ที่สูงขึ้น) สามารถเกิดขึ้นได้ในประเทศไทยหากมีการให้บริการในรูปแบบการบอกรับสมาชิก หรือบริการที่แตกต่างจากการให้บริการในระบบดิจิทัลซึ่งมีโฆษณา เพื่อไม่ให้ผู้ให้บริการในระบบดิจิทัลได้รับผลกระทบ

2.3 กิจการวิทยุคมนาคม

2.3.1 กิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ตามทีสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union-ITU) ได้มีข้อมติ 646 ฉบับปรับปรุง ปี 2015 สนับสนุนให้ประเทศต่าง ๆ พิจารณาคืนความถี่เพื่อรองรับกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ภายในช่วงความถี่ 694-894 MHz และ สนับสนุนให้ประเทศในเขตภูมิภาคที่ 3 (ซึ่งรวมถึงประเทศไทย) พิจารณาคืนความถี่เพื่อรองรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (PPDR) ดังนี้ 406.1-430 MHz 440-470 MHz 4940-4990 MHz เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและ ตอบสนองต่อภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงทีโดยให้ครอบคลุม และเข้าถึงในแต่ละพื้นที่ให้ได้มากที่สุด คณะทำงาน ITU-R WP 5A ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ได้ปรับปรุงข้อเสนอแนะ ITU-R M.2015 โดยได้เพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับการจัดทำแผนความถี่วิทยุ ย่าน 694-894 MHz เพื่อรองรับ PPDR

ส่วนในด้านประเทศไทย สำนักงาน กสทช. ได้ออกประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ ย่านความถี่ 806-824 MHz และ 851-869 MHz ลงวันที่ 24 เมษายน ปี พ.ศ. 2558 โดยได้กำหนดให้ ย่านความถี่ 806-814 MHz และ 851-859 MHz สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางบก ระบบ Trunked Radio ส่วนย่านความถี่ 814-824 MHz และ 859-869 MHz สำหรับกิจการสื่อสารความเร็วสูงเพื่อป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (Broadband Public Protection and Disaster Relief)

นอกจากนี้ สำนักงาน กสทช. ได้ออกประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่เพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ลงวันที่ 6 กันยายน ปี พ.ศ. 2560 โดยกำหนดกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่สำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่สำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ เพื่อติดต่อสื่อสารแบบเสียงและข้อมูลความเร็วต่ำ ได้แก่ หน่วยงานของรัฐ ประชาชน และมูลนิธิหรือสมาคมที่จดทะเบียนเพื่อดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสาธารณกุศลหรือสาธารณภัย สามารถใช้คลื่นความถี่ในลักษณะใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกัน (Shared Use) ระหว่างหน่วยงานที่มีภารกิจเกี่ยวข้องกับการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ซึ่งมีได้เป็นการจัดสรรคลื่นความถี่ให้หน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งมีสิทธิในการใช้คลื่นความถี่เป็นการเฉพาะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- คลื่นความถี่ประสานงานร่วม

| คลื่นความถี่สำหรับการประสานงานร่วมระหว่างหน่วยงานของรัฐ | | |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| ย่านความถี่/ระบบ | คลื่นความถี่ (MHz) | การใช้งาน |
| HF/SSB (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 2.7 kHz) | 4.866 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 4.869 | ช่องสื่อสาร |
| | 7.529 | ช่องสื่อสาร |
| | 7.715 | ช่องสื่อสาร |
| | 9.916 | ช่องสื่อสาร |
| VHF/FM (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 12.5 kHz) | 137.425/142.425/147.425 | ช่องสื่อสาร (Simplex) |
| | 161.200 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 166.475/171.475 | ช่องสื่อสาร (Simplex) |
| UHF/FM (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 12.5 kHz) | 449.025 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 444.025 | ช่องสื่อสาร |

| คลื่นความถี่สำหรับการประสานงานร่วมระหว่างหน่วยงานรัฐและประชาชน | | |
|--|--------------------|---|
| ย่านความถี่/ระบบ | คลื่นความถี่ (MHz) | การใช้งาน |
| VHF/FM (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 12.5 kHz) | 78.5 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 145.000 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 245.000 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 245.500 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน |
| | 161.200 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน (เฉพาะนิติบุคคลหรือหน่วยงานของรัฐที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่าน VHF แล้วเท่านั้น) |
| HF/SSB หรือ HF/AM หรือ HF/FM (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 10 kHz) | 27.155 | ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน (เฉพาะกรณีในกิจการทางทะเลเท่านั้น) |
| | 27.215 | |

| คลื่นความถี่สำหรับการประสานงานร่วมระหว่างหน่วยงานของรัฐและมูลนิธิหรือสมาคมที่จดทะเบียนเพื่อดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสาธารณกุศลหรือสาธารณภัย | | |
|---|--------------------|---|
| ย่านความถี่/ระบบ | คลื่นความถี่ (MHz) | การใช้งาน |
| VHF/FM (ความกว้างแถบความถี่ไม่เกิน 12.5 kHz) | 161.225 | - ช่องเรียกขานและแจ้งเหตุฉุกเฉิน - ช่องสื่อสาร |

- คลื่นความถี่ ในย่าน HF/VHF/UHF ที่ สำนักงาน กสทช. จะกำหนดเพิ่มเติมภายหลังกระบวนการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในย่านที่เกี่ยวข้องแล้วเสร็จ

- คลื่นความถี่ระบบทริงค์เรดิโอ (Trunked Radio) ที่ สำนักงาน กสทช. จะกำหนดเพิ่มเติมโดยคำนึงถึงข้อมติ 646 (Rev. WRC-15) ของที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคมเป็นสำคัญ
 - คลื่นความถี่สำหรับข่ายสื่อสารในกิจการเพื่อสาธารณกุศล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการสื่อสารในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยสาธารณภัย ได้แก่ 168.275 168.478/173.475 168.775 และ 173.875 MHz (สำรองคลื่นความถี่ 168.8875/173.875 MHz หลังจากปี พ.ศ. 2563)
2. กลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่สำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ เพื่อติดต่อสื่อสารแบบเสียงและข้อมูลความเร็วสูง ได้แก่
- 2.1 กลุ่มที่มีภารกิจโดยตรง ประกอบด้วย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และผู้มีอำนาจในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยตามพระราชบัญญัติป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. 2550 กลุ่มที่มีภารกิจบรรเทาสาธารณภัย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และสำนักงานตำรวจแห่งชาติ
- 2.2 กลุ่มที่มีภารกิจบรรเทาสาธารณภัย ได้แก่ มูลนิธิหรือสมาคมที่จดทะเบียนเพื่อดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสาธารณกุศลหรือสาธารณภัย สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ สภากาชาดไทย และโรงพยาบาลในเครือข่ายของกระทรวงสาธารณสุข กองบัญชาการกองทัพไทย กองทัพบก กองทัพเรือ กองทัพอากาศ และหน่วยงานอื่น ที่ สำนักงาน กสทช. พิจารณาอนุญาต
- อนุญาตให้ ใช้คลื่นความถี่ในลักษณะใช้งานคลื่นความถี่ร่วม (Share Use) ระหว่างหน่วยงานที่มีภารกิจข้องเกี่ยวกับการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ มิได้เป็นการจัดสรรคลื่นความถี่ให้หน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งซึ่งมีสิทธิในการใช้คลื่นความถี่เป็นการเฉพาะ ประกอบด้วยคลื่นความถี่ ดังนี้
 - คลื่นความถี่ ในช่วง 814-819/859-864 MHz (2x5 MHz) ในลักษณะเป็นคู่ (FDD)
 - คลื่นความถี่อื่นซึ่ง สำนักงาน กสทช. อาจกำหนดเพิ่มเติม โดยคำนึงถึงข้อมติ 646 (Rev.WRC-15) ของที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (ในย่าน 400 MHz และ 4.9 กิกะเฮิรตซ์)
 - อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อการประกอบกิจการโทรคมนาคมเพื่อให้บริการหน่วยงานที่มีภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติเป็นการเฉพาะประกอบด้วยคลื่นความถี่ ดังนี้
 - คลื่นความถี่ ในช่วง 819-824/864-869 (2x5 MHz) ในลักษณะเป็นคู่ (FDD)
 - คลื่นความถี่อื่น ซึ่ง กสทช. อาจกำหนดเพิ่มเติมโดยคำนึงถึงข้อมติ 646 (Rev.WRC-15) ของที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (ในย่าน 400 MHz และ 4.9 GHz)

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

กิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมีหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญ หรือมีภารกิจโดยตรงที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย คือ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งในปัจจุบันสำนักงานตำรวจแห่งชาติ และกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย มีการใช้คลื่นความถี่ย่าน VHF/FM ในการรับส่งข้อมูลเสียงด้วยวิทยุสื่อสารเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจาก วิทยุสื่อสารที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน

VHF/FM ไม่ต้องอาศัยเสาสัญญาณจากเครือข่าย เพียงแค่อยู่ในความถี่และระยะส่งก็สามารถสื่อสารกันได้ และไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมใด ๆ รวมทั้งมีผู้ใช้งานจำนวนมาก หลากหลายหน่วยงาน

ในด้านความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจกรรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคตทั้งคลื่นความถี่ย่าน VHF/FM และ Broadband PPDR

โดยที่กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ให้ความเห็นว่า จำนวนคลื่นความถี่ย่าน VHF/FM ที่กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยใช้อยู่ในปัจจุบันมีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย มีความต้องการใช้ความถี่สำหรับกิจกรรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ในย่าน VHF/FM เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการใช้งานในปัจจุบันและในอนาคต เนื่องจากอาสาสมัครโดยส่วนใหญ่มีการใช้วิทยุเคลื่อนที่ที่รองรับความถี่ย่าน VHF/FM ในการรับส่งข้อมูลด้านเสียง แต่มีข้อจำกัดคือความถี่ที่ทางสำนักงาน กสทช. จัดสรรให้เป็นความถี่ที่ใช้งานร่วมกันหลายหน่วยงาน เช่น สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กู้ชีพ-กู้ภัย สาธารณสุข และสำนักงานบรรเทาและป้องกันสาธารณภัย เป็นต้น ซึ่งถ้ากรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมีความถี่ในย่านดังกล่าวเพิ่มขึ้นจะช่วยให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่วนคลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบ Trunked Radio และ Broadband PPDR กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยไม่ได้ให้ความสำคัญเนื่องจาก ลูกข่ายในพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้คลื่นความถี่ VHF/FM ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน

ในขณะที่ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ให้ความเห็นว่าจำนวนคลื่นความถี่ย่าน VHF/FM ที่สำนักงานตำรวจแห่งชาติได้รับการจัดสรรและที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีความเพียงพอต่อการใช้งาน และในระยะ 5 ปีข้างหน้า สำนักงานตำรวจแห่งชาติจะมีการใช้คลื่นความถี่ในย่าน VHF/FM ในสถานะ Standby มากขึ้น โดยที่จะมีการเปลี่ยนมาใช้ Broadband PPDR มากขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ครั้งละมาก ๆ และหลากหลายขึ้น นอกเหนือจากข้อมูลด้านเสียง เช่น ข้อมูลภาพ และวิดีโอ รวมทั้งการใช้ Broadband PPDR จะช่วยให้คลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรใช้งานได้อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจกรรม กิจกรรม ภารกิจ ของกิจกรรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

กิจกรรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเป็นกิจกรรมหนึ่งที่รัฐบาลมีนโยบายที่จะนำเทคโนโลยี Broadband PPDR มาใช้ ในย่านความถี่ 800 MHz (814-824/859-869 MHz) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีการรับส่งข้อมูลได้ในปริมาณที่มากขึ้น รวดเร็วขึ้น และหลากหลายขึ้น เช่น การรับส่งข้อมูลภาพ วิดีโอ นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน VHF

ทั้งนี้ สำนักงานตำรวจแห่งชาติเป็นหน่วยงานแรกที่ใช้เทคโนโลยี Broadband PPDR โดยในระยะแรกยังเป็นการใช้งานในส่วนกลาง และในอนาคตจะขยายการใช้งานไปสู่ส่วนภูมิภาค นอกจากนี้ รัฐบาลยังส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยี Broadband PPDR ในหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อช่วยให้การปฏิบัติหน้าที่ของภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนมาใช้งานเทคโนโลยี Broadband PPDR ในหน่วยงานอื่น ๆ นอกเหนือจากสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ยังมีน้อยเนื่องจากต้องมีการลงทุนที่สูง และกระทบกับหลายหน่วยงานที่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อรองรับเทคโนโลยีดังกล่าว

2.3.2 กิจการขนส่งและโลจิสติกส์

กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ หมายถึง กิจการที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ในงานทางโลจิสติกส์ ที่ให้บริการด้านการขนส่ง โดยมีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในการขนส่ง โดยในการศึกษาครั้งนี้แบ่งกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การขนส่งทางถนน การขนส่งทางราง การขนส่งทางเรือ และการขนส่งทางอากาศ

กลุ่มที่ 1 กิจการขนส่งทางถนน

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากการรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนน พบว่า มีการใช้งานอย่างหลากหลายเพื่อใช้ในการขนส่งทางถนน โดยกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่หลักสามารถจำแนกได้ตามย่านความถี่และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนน

| ลำดับ | ย่านความถี่ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------|-------------------------|--------------------------|---|
| 1 | 160 kHz | 165 kHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ USB |
| 2 | 3 MHz | 3.630-3.830 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| 3 | 4 MHz | 4.635 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/AM |
| | | 4.912 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| 4 | 5 MHz | 5.150-5.850 MHz | WLAN installed in car Navigation Unit |
| 5 | 6 MHz | 6.945 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/AM |
| 6 | 7 MHz | 7.435 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| | | 7.712 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| | | 7.655 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ USB |
| 7 | 9 MHz | 9.182 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| | | 9.985 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ HF/SSB |
| 8 | 13 MHz | 13.560 MHz | การสื่อสารสนามใกล้ในอุปกรณ์อ่านบัตรอัตโนมัติ |
| 9 | 102.5 MHz | 102.557 MHz | การรายงานสภาพจราจรจากศูนย์ข้อมูลจราจรผ่านคลื่นพาหะรอง |
| 10 | 140 MHz | 144.000-146.000 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ VHF/FM |
| 11 | 150 MHz | 150.425-158.000 MHz | วิทยุคมนาคมระบบแอนะล็อก ย่านความถี่ VHF/FM |
| 12 | 160 MHz | 165.300-167.725 MHz | วิทยุคมนาคมเพื่อการสื่อสารด้วยเสียงในการขนส่งทางถนนของผู้ให้บริการขนส่ง |
| 13 | 170 MHz | 172.075 MHz | วิทยุคมนาคม ย่านความถี่ VHF/FM |
| 14 | 380 MHz | 380.000-380.250 MHz | การใช้วิทยุคมนาคมเฉพาะกิจระบบดิจิทัลในการควบคุมช่องจราจรทางถนน |
| | | 382.04375/ 392.04375 MHz | กิจการวิทยุคมนาคมระบบดิจิทัล ย่านความถี่ UHF/FM |
| | | 382.29375/392.29375 MHz | |
| | | 385.54375/395.54375 MHz | |
| | | 386.04375/396.04375 MHz | |
| | | 386.54375/396.54375 MHz | |
| | 387.04375/397.04375 MHz | | |

| ลำดับ | ย่านความถี่ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------|-------------|---|--|
| 15 | 390-470 MHz | 397-475 MHz | การใช้วิทยุคมนาคมเฉพาะกิจระบบดิจิทัลในการควบคุมช่องจราจรทางถนน |
| 16 | 800 MHz | 880-915/925-960 MHz | อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางไกล (Telematics Control Unit: TCU) : WCDMA Band8 และ LTE Band 8 |
| 17 | 1 GHz | 1575.420 MHz | อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางไกล (Telematics Control Unit: TCU) : GPS |
| 18 | | 1710-1785/1805-1880 MHz | อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางไกล (Telematics Control Unit: TCU) : LTE Band3 |
| 19 | | 1920-1980/2110-2170 MHz | อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางไกล (Telematics Control Unit: TCU) : WCDMA Band 1 และ LTE Band 1 |
| 20 | 2 GHz | 2400-2500 MHz | อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางไกล (Telematics Control Unit: TCU) : WLAN |
| 21 | 5 GHz | 5.850-5.925 GHz | ระบบเก็บเงินค่าผ่านทางด่วนอัตโนมัติ |
| 22 | 20 GHz | 22.00-24.05 GHz 24.05-24.25 GHz 24.25-26.65 GHz | เครื่องวิทยุคมนาคมระบบเรดาร์ที่ใช้ติดตั้งในรถยนต์ (Vehicle Radar) |
| 23 | 70 GHz | 76-77 GHz | |
| 24 | 80 GHz | 77-81 GHz | |

ที่มา: จากการสัมภาษณ์สมาคมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะไทยและการตอบแบบสอบถาม (ข้อมูล ณ วันที่ 7 มี.ค. 2562)

จากตารางที่ 2.2 การใช้คลื่นความถี่ของผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนน สามารถจำแนกตามช่วงเวลาการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน (stand by) หรือเมื่อมีภารกิจ พบว่า

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ ย่านคลื่นความถี่ 4 MHz ย่านคลื่นความถี่ 160 MHz และย่านคลื่นความถี่ 380 MHz ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อการควบคุมช่องทางจราจรและการขนส่งสินค้าทางถนน ย่านคลื่นความถี่ 102.5 MHz ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการรายงานสภาพจราจรตามเวลาจริง และย่านคลื่นความถี่ 5 GHz ที่ใช้กับระบบเก็บเงินค่าผ่านทางด่วนอัตโนมัติ

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานในลักษณะสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อมีภารกิจมีอยู่ในหลายย่านคลื่นความถี่ เช่น ย่านคลื่นความถี่ 3-9 MHz ย่านคลื่นความถี่ 150-170 MHz และย่านคลื่นความถี่ 76-77 GHz เป็นต้น นอกจากนี้ มีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ โดยมีการใช้คลื่นความถี่ที่ประยุกต์กับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น เช่น การระบุพิกัดรถยนต์ในระบบค้นหาเส้นทางผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Smart phone) และการระบุพิกัดของสินค้าโดยการใช้เทคโนโลยี RFID เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนนในระยะ 5 ปี

ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้าสำหรับกิจการขนส่งทางถนน จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและเพียงพอต่อความต้องการของผู้ถือครองคลื่นความถี่ แม้ว่าเทคโนโลยีของยานพาหนะจะพัฒนาอย่างก้าวกระโดด เช่น เทคโนโลยีระบบค้นหาเส้นทาง และเทคโนโลยีเพื่อสื่อสารระหว่างรถกับถนน (Vehicle to roadside) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านี้มีการใช้คลื่นความถี่ของกิจการโทรคมนาคมหรือคลื่นความถี่ของผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้นการใช้คลื่นความถี่เฉพาะเพื่อการขนส่งทางถนนจึงมีปริมาณที่เพียงพอในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนนในอีก 5 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจาก มีการขนส่งทางถนนเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมขนส่งทางถนนภายในและระหว่างประเทศ โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางคมนาคม และการใช้งานระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (ITS)⁵

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการขนส่งทางถนน

การพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางถนน จะให้ความสำคัญในการรายงานผลแบบตามเวลาจริง และการตรวจสอบพิกัดรถยนต์ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาระบบการระบุตำแหน่ง และการพัฒนาระบบการนำร่องในยานพาหนะ เป็นต้น เพื่อลดปัญหาการจราจร เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ขับขี่ และเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการและการบริการในระบบขนส่งสินค้า โดยเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ระบบวิทยุข้อมูล (Radio Data System: RDS) คือ เทคโนโลยีในการส่งข้อมูลการจราจร และข้อมูลการเดินทางไปยังผู้ใช้รถใช้ถนน ข้อมูลการจราจรจะถูกแปลงให้อยู่ในระบบ RDS-TMC พร้อมทั้งจะส่งต่อไปยังผู้รับ โดยมีคุณสมบัติ คือ เป็นคลื่นพาหะรองคลื่นหนึ่งของคลื่นวิทยุ FM หลัก Traffic Message Channel (TMC)
- 2) ระบบการชำระเงินค่าโดยสารในระบบขนส่งมวลชนจากการใช้คลื่นความถี่ในการสื่อสารสนามใกล้ โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะสั้นที่ใช้คลื่นความถี่ 13.56 MHz มีคุณลักษณะที่สำคัญคือ สามารถใช้ในการถ่ายโอนข้อมูลจากการแตะซึ่งมีความเร็วในการถ่ายโอนข้อมูลสูงกว่าเทคโนโลยี Bluetooth

กลุ่มที่ 2 กิจการขนส่งทางราง

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากการรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง พบว่า กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่หลักที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ให้บริการที่มีจำนวนน้อยราย โดยกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่หลักสามารถจำแนกได้ตามย่านความถี่และการนำไปใช้ประโยชน์ มีรายละเอียด ตามตารางที่ 2.3 ดังนี้

⁵ ระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System: ITS) หมายถึง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยีการสื่อสารมาช่วยในการบริหารจัดการในระบบคมนาคม การขนส่ง และจราจร เพื่อช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบนท้องถนน เพิ่มประสิทธิภาพระบบขนส่งมวลชน เพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัย และช่วยลดการติดขัดของการจราจร จาก: พิเชษฐ์ คำภีรานนท์ และไวยพจน์ กุลาชัย (2558).

ตารางที่ 2.3 การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง

| ลำดับ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------|----------------------|--|
| 1 | 27 MHz | เทคโนโลยี RFID เพื่อการระบุพิกัดขบวนรถ |
| 2 | 84.500-86.500 MHz | สำรองใช้ยามฉุกเฉิน |
| 3 | 148.650-172.625 MHz | การสนทนาด้วยเสียงทั้งระบบดิจิทัลและระบบแอนะล็อกระหว่างภาคพื้นดินและขบวนรถ |
| 4 | 403.375-4410.525 MHz | การใช้วิทยุ TETRA รองรับเทคโนโลยี Leaky coaxial cables (LCX) เพื่อการเดินรถระหว่างหัวเมืองกับหัวเมือง หรือการเดินรถระหว่างเมืองใหญ่ภายในประเทศ และควบคุมระบบการเดินรถ Airport Link |
| | 451.575-461.575 MHz | |
| | 461.600-472.025 MHz | |
| 5 | 794.400-896.800 MHz | ระบบอัตโนมัติสัญญาณและควบคุมการเดินรถไฟระบบดิจิทัล |
| 6 | 915.500-942.000 MHz | รองรับเทคโนโลยี Global System for Mobile Communications – Railway (GSM-R) เพื่อการเดินรถข้ามพรมแดน |
| 7 | 2.450 GHz | รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในเขตเมือง |

ที่มา: จากการสัมภาษณ์การรถไฟแห่งประเทศไทยและสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร และการตอบแบบสอบถาม (ข้อมูล ณ วันที่ 15 ม.ค. 2562)

จากตารางที่ 2-3 การใช้คลื่นความถี่ของผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง มีวัตถุประสงค์หลักในการใช้งาน คือ การจัดการจราจรและระบบอัตโนมัติสัญญาณในการเดินรถ โดยสามารถจำแนกตามช่วงเวลาการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อมีการกิจ พบว่า

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง คือ ย่านความถี่ 148-172 MHz ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อการควบคุมจราจรและระบบอัตโนมัติสัญญาณในการเดินรถโดยการสื่อสารด้วยเครื่องมือสื่อสารโทรคมนาคม

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉินหรือเมื่อมีการกิจ ได้แก่ ย่านความถี่ 80 MHz เป็นคลื่นความถี่เพื่อระบบอัตโนมัติสัญญาณที่รองรับเทคโนโลยีในอดีต โดยปัจจุบันจะสำรองใช้ยามฉุกเฉิน ทั้งนี้ย่านความถี่ 400 MHz ย่านความถี่ 800 MHz และย่านคลื่นความถี่ 900 MHz ถือครองคลื่นความถี่ดังกล่าวเพื่อรองรับการเดินรถของรถไฟความเร็วสูง ทั้งนี้ คลื่นความถี่ย่าน 800 MHz และย่านคลื่นความถี่ 900 MHz มีเงื่อนไขการอนุญาตถือครองคลื่นความถี่โดยจะต้องมีการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าวภายในไม่เกินปี พ.ศ. 2563 ซึ่งหากไม่มีการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว เงื่อนไขการอนุญาตก็ให้สิ้นสุดไป และในบริเวณที่ไม่มีการใช้คลื่นความถี่สำหรับระบบรางจะมีการจัดสรรคลื่นความถี่ให้แก่กิจการโทรคมนาคม

นอกจากนี้การขนส่งทางรางมีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ ได้แก่ ย่านคลื่นความถี่ 27 MHz ที่ใช้เทคโนโลยี RFID โดยเป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่ระบุพิกัดซึ่งจะติดตั้งที่พื้นทาง ซึ่งทำหน้าที่จับสัญญาณจากขบวนรถเมื่อวิ่งผ่านจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ไว้ และย่านความถี่ 2.4 GHz โดยเป็นคลื่นความถี่ของระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN) ที่เป็นคลื่นความถี่ที่ใช้เป็นการทั่วไป (unlicensed band) ในการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในเขตเมือง

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางรางในระยะ 5 ปี

ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้าสำหรับกิจการขนส่งทางราง จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ถือครองคลื่นความถี่ อย่างไรก็ตาม ผู้ถือครองคลื่นความถี่พบปัญหาในการใช้งาน ได้แก่ ย่านคลื่นความถี่ VHF ระบบแอนะล็อก มีการรบกวนจากคลื่นวิทยุชุมชนในบริเวณใกล้เคียง รวมถึงการรบกวนจากการใช้วิทยุสื่อสารทั่วไปที่มีการใช้คลื่นความถี่ทับซ้อนกับคลื่นความถี่เฉพาะในการขนส่งทางราง ย่านคลื่นความถี่ 900 MHz ต้องใช้เครื่องปรับสัญญาณรบกวนซึ่งมีราคาสูง เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนจากการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในย่านความถี่เดียวกันต่อระบบอัตโนมัติสัญญาณ ที่มีผลต่อความปลอดภัยในการเดินรถ และย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ของระบบเครือข่ายไร้สายที่มีการใช้งานเป็นการทั่วไป นำมาใช้ในการเดินรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนในเขตเมือง โดยผู้ถือครองคลื่นความถี่ให้ความเห็นว่า การใช้คลื่นความถี่เพื่อการเดินรถดังกล่าว ควรมีการจัดสรรคลื่นความถี่เฉพาะเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนของคลื่นความถี่ที่ใช้งานในย่านเดียวกัน ทั้งนี้ แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางรางในอีก 5 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงการพัฒนาการขนส่งทางรางของไทย ภายใต้ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านคมนาคมของไทย พ.ศ. 2558-2565 เช่น โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าทางคู่ โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง โครงการรถไฟฟ้าชานเมืองสายแดง และโครงการรถไฟฟ้าเชื่อมสามสนามบิน เป็นต้น การขออนุญาตการถือครองคลื่นความถี่ เพื่อรองรับอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบควบคุมการเดินรถไฟ ตามมาตรฐานระบบ European Train Control System (ETCS – Level 1) โดยรายละเอียดการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง การรถไฟแห่งประเทศไทย ได้เสนอขออนุญาตนำเข้า และขออนุญาตใช้งานอุปกรณ์ระบบควบคุมการเดินรถไฟ มีรายละเอียด ตามตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 คลื่นความถี่ที่คาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเส้นทางเดินรถไฟ

| ลำดับ | ประเภท | ส่วนประกอบ | Receive Frequency | Transmit Frequency |
|-------|------------------|------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | ETCS - Onboard | S25621-A1-E100 | 3.951-4.516 MHz | 27.095 MHz 27.115 MHz |
| 2 | ETCS - Onboard | A2V00082044977 | 24.125 GHz (K band) | 24.125 GHz (K band) |
| 3 | ETCS - Trackside | S25421-A1-B200-6 | 27.095 MHz 27.115 MHz | 3.951-4.516 MHz |
| 4 | ETCS - Trackside | S25421-A1-B205-6 | 27.095 MHz 27.115 MHz | 3.951-4.516 MHz |
| 5 | ETCS - Trackside | S25421-A1-B205-6 | 27.095 MHz 27.115 MHz | 3.951-4.516 MHz |
| 6 | ETCS - Trackside | S25421-A1-T500 | 4.237 MHz ± 200 kHz | 27.095 MHz ± 5 kHz 9.05 MHz |
| 7 | ETCS - Onboard | A2V00082044978 | 24.125 GHz (K band) | 24.125 GHz (K band) |

ที่มา: หนังสือการรถไฟแห่งประเทศไทยเลขที่ รฟ 1/258/2562 ลงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562

ในปัจจุบัน กิจกรรมขนส่งทางรางของประเทศไทยมีแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่สอดคล้องกับของประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางข้ามพรมแดนหรือข้ามประเทศได้ และภาพรวมของกิจกรรมขนส่งทางรางในอีก 5-10 ปีข้างหน้า จะมีการใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับการพัฒนาระบบการเดินรถยิ่งขึ้น ทั้งในระบบรถไฟธรรมดา รถไฟความเร็วสูง รถไฟฟ้าระหว่างเมือง รถไฟฟ้าขนส่งมวลชน รถไฟรางคู่ และรถไฟรางเบา (แทรม) ซึ่งจะใช้คลื่นความถี่เพื่อการรับ-ส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้น และมีความรวดเร็วยิ่งขึ้น เพื่อการจัดการเที่ยวเดินรถ การควบคุมความเร็ว การติดต่อระหว่างศูนย์ควบคุมกับขบวนรถ โดยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีจะเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป สามารถแจกแจงได้ 3 ระดับ ดังนี้

| ระดับ | รายละเอียด |
|---------|---|
| ระดับ 1 | ระบบรถไฟมีคานขั้ว ระบบอาณัติสัญญาณที่มีความเร็วสูงขึ้น เนื่องจากการใช้เทคโนโลยี GSM-R ในการเดินรถ การรายงานข้อมูลโดยแสดงผลบนหน้าจอ และการใช้ระบบอัตโนมัติในบางฟังก์ชัน |
| ระดับ 2 | ระบบรถไฟไร้คนขับ ระบบอัตโนมัติทั้งหมดในการควบคุม ได้แก่ การปรับความเร็ว การเทียบจอด การตรวจนับผู้โดยสารและสินค้าเพื่อการเปิด-ปิดประตูอัตโนมัติ โดยพัฒนาร่วมกับระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (ITS) |
| ระดับ 3 | |

ที่มา: จากการสัมภาษณ์สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจกรรม กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการขนส่งทางราง

การพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางราง จะให้ความสำคัญในการควบคุมจราจรและระบบอาณัติสัญญาณ และการติดตามพิกัดของขบวนรถไฟ เพื่อลดปัญหาการจราจรป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการเดินรถ และเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการและการบริการในระบบขนส่งมวลชนและสินค้า โดยเทคโนโลยีใหม่ในการขนส่งทางรางที่เกี่ยวข้องจะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระบบการควบคุมจราจร มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) วิทยุคมนาคมระบบดิจิทัล สามารถเชื่อมโยงเครื่องข่ายวิทยุคมนาคมให้ครอบคลุมพื้นที่ในการเดินรถไฟได้จากศูนย์ควบคุมกลางในการสั่งการในแต่ละเขต
- 2) เทคโนโลยี GSM-R โดยใช้ความถี่ 800-900 MHz ในการสื่อสารระหว่างสถานีรถไฟไปยังขบวนรถสามารถทราบความเคลื่อนไหวและความเร็วของขบวนรถขบวนนั้นๆ ไปยังสถานีรถไฟได้เป็นตัวช่วยป้องกันอุบัติเหตุทางรถไฟ

กลุ่มที่ 3 กิจการขนส่งทางเรือ

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากการรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือ พบว่า กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่หลักที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ให้บริการท่าเรือต่าง ๆ ในลักษณะใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน โดยกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่หลักสามารถจำแนกได้ตามย่านความถี่และการนำไปใช้ประโยชน์ มีรายละเอียด ตามตารางที่ 2.5 ดังนี้

ตารางที่ 2.5 การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือ

| ลำดับ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------|---|---|
| 1 | 490.000 kHz 518.000 kHz 4209.500 KHz | การรับส่งข่าวสารเกี่ยวกับการนำทาง (Navigational text message: NAVTEX) |
| 2 | 2170.000 kHz 2182.000-2187.500 kHz 4207.500 kHz 6312.000 kHz 8414.500 kHz 12577.000 kHz 16804.500 kHz | ระบบการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีฝั่งกับสถานีเรือ สถานีเรือกับสถานีเรือ และสถานียานช่วยชีวิต |
| 3 | 7.949 MHz | การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีเรือกับสถานีฝั่ง สถานีเรือกับสถานีเรือ |
| 4 | 26.100-27.990 MHz | การกระจายข่าวสารเกี่ยวกับความปลอดภัยทางทะเล |
| 5 | 151.525-151.600 MHz | การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีเรือกับสถานีฝั่ง ร่วมใช้งานกับศูนย์ปลอดภัยคมนาคม |
| 6 | 155.925-162.050 MHz 164 MHz | การติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีเรือกับสถานีฝั่ง สถานีเรือกับสถานีเรือ และสถานียานช่วยชีวิต ในทะเลและเส้นทางสัญจรทางเรือ ภายในประเทศ (Inland waterways) |
| 7 | 156.775 MHz 156.825 MHz 161.975 MHz 162.025 MHz | การใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมระบบระบุขี้อัตโนมัติ (Automatic Identification System: AIS) |
| 8 | 406.000-406.100 MHz | การแจ้งเหตุฉุกเฉินด้วยเครื่องวิทยุคมนาคมบอกตำแหน่งผ่านดาวเทียม ในกรณีฉุกเฉิน (Emergency position-indicating radiobeacon: EPIRB) |
| 9 | 457.5125-457.5875 MHz 467.5125-467.5875 MHz | การสื่อสารบริเวณเรือ (on-board communication) |
| 10 | 7435.000-7463.000 MHz 7589.000 MHz 7617.000 MHz | สถานีเชื่อมโยงสัญญาณในการควบคุมการจราจรทางเรือ (Vessel Traffic System: VTS) |
| 11 | 9375.000 MHz | การใช้งาน Radar สำหรับสถานีฝั่ง |
| 12 | 9.200-9.500 GHz | การใช้งานเครื่องทวนสัญญาณเพื่อการค้นหาและช่วยเหลือ (Search and Rescue Transponder: SART) |

ที่มา: จากแบบสอบถาม (ข้อมูล ณ วันที่ 7 มี.ค. 2562) และประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางทะเล ณ วันที่ 12 มี.ค. 2561

จากตารางที่ 2-5 การใช้คลื่นความถี่ที่ใช้ในกิจการขนส่งทางเรือ มีวัตถุประสงค์ในการใช้คลื่น ได้แก่ การสื่อสารรับ-ส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเรือ ความปลอดภัยในการเดินเรือ การสื่อสารระหว่างเรือกับฝั่ง หรือเรือกับเรือ การแจ้งเหตุฉุกเฉิน หรือการค้นหาและช่วยเหลือ และการสื่อสารบริเวณเรือ และสามารถจำแนกตามช่วงเวลาการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อมีภารกิจ พบว่า

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ ย่านคลื่นความถี่ 155-162 MHz ย่านคลื่นความถี่ 7400-7600 MHz และย่านคลื่นความถี่ 9300 MHz ส่วนการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อมีการกักขังอยู่ในหลายย่านคลื่นความถี่ เช่น ย่านความถี่ 4200 kHz ย่านความถี่ 2170-26175 kHz และย่านความถี่ 457-467 MHz เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือในระยะ 5 ปี

ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้าสำหรับกิจการขนส่งทางเรือ จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและเพียงพอต่อความต้องการของผู้ถือครองคลื่นความถี่ โดยแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือในอีก 5 ปีข้างหน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากการพัฒนาท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง ระยะที่ 3 ซึ่งจะมีการก่อสร้างท่าเทียบเรือชายฝั่ง (ท่าเทียบเรือ A) เพื่อการส่งเสริมโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor Development : EEC) ที่จะส่งผลให้กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่เพื่อการขนส่งทางเรือ ใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางเรือเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มมีความต้องการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการขนส่งทางเรือ

การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกิจการขนส่งทางเรือ จะมุ่งเน้นการพัฒนาเครือข่ายการขนส่งที่เชื่อมโยงปัจจัยการผลิต ระบบการผลิต ห่วงโซ่การผลิตระหว่างประเทศ และการส่งออก โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

- 1) การพัฒนาระบบควบคุมติดตามเรือ เป็นระบบที่ประกอบด้วย เครื่องรับ-ส่งสัญญาณแสดงตนอัตโนมัติติดตั้งประจำสถานีฝั่ง AIS และระบบวิทยุสื่อสาร VHF (Marine Band)
- 2) การพัฒนาเครื่องรับ-ส่งวิทยุ Marine Band VHF/DSC เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเรือและหน่วยงานอื่นๆ สำหรับติดตั้งกับสถานีชายฝั่งและเรือเดินทะเลทั่วไป โดยเชื่อมต่อเครื่องรับส่งวิทยุนี้ต่อเข้ากับระบบรักษาความปลอดภัยฯ เพื่อบันทึกการติดต่อสื่อสารได้ตลอดเวลา
- 3) เครื่องเรดาร์ประจำสถานี เป็นเรดาร์ตรวจการณ์ชายฝั่งสำหรับค้นหาเป้าหมายน้ำ

กลุ่มที่ 4 กิจการขนส่งทางอากาศ

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากการรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่กิจการขนส่งทางอากาศ พบว่า กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ที่มีจำนวนน้อยราย ซึ่งการใช้คลื่นความถี่จำแนกได้ตามย่านความถี่และการนำไปใช้ประโยชน์ มีรายละเอียดตามตารางที่ 2.6 ดังนี้

ตารางที่ 2.6 การใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางอากาศ

| ลำดับ | ย่านความถี่ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------|-------------|--------------------------|---|
| 1 | 118-137 MHz | VHF: 118.000-136.975 MHz | ระบบสื่อสารการเดินอากาศ (Voice and Data Communication) |
| | 225-400 MHz | UHF: 225.000-399.975 MHz | |
| 2 | 195-535 MHz | NDB: 195.000-535.000 MHz | ระบบเครื่องช่วยการเดินอากาศ (Navigation) |
| | 75 MHz | MB: 75.000 MHz | |

| ลำดับ | ย่านความถี่ | คลื่นความถี่ | การนำไปใช้ประโยชน์ |
|-------------|--------------------------------------|--|---|
| | 108-117 MHz | DVOR: 108.000-117.975 MHz | |
| | 108-111 MHz | LOC: 108.000-111.975 MHz | |
| | 328-335 MHz | GP: 328.600-335.400 MHz | |
| | 960-1215 MHz | DME: 960.000-1215.000 MHz | |
| 3 | 2700-2800 MHz | PSR: 2735, 2750, 2815, 2850, 2855 MHz | ระบบติดตามอากาศยาน (Surveillance) |
| | 1000 MHz | SSR, ADS-B, MLAT: 1030, 1090 MHz | |
| | 9000 MHz | SMR: 9170, 9438 MHz | |
| | 1090 MHz | Vehicle Locator: 1090 MHz | |
| 4 | 7485-7589 MHz | Microwave Link: 7435, 7589 MHz | ระบบข่ายสื่อสารคมนาคม (Communication Network) |
| | 5900 MHz | C-Band TRX (THAICOM 5): 5925-5936 MHz | |
| | 6100 MHz | C-Band TRX (THAICOM 7): 6159-6163 MHz | |
| 5 | 454 MHz | UHF: 454.700 MHz | ภารกิจสำรวจและภูมิสารสนเทศ (Survey and Geoinformation) |
| 6 | ระบบอิเล็กทรอนิกส์การบิน (Avionics)* | | |
| 6.1 | 2-30 MHz | 2.000-30.000 MHz | การรองรับระบบสื่อสารการเดินอากาศ Transceiver HF (HF COM) Transceiver VHF (VHF COM) Transceiver UHF (UHF COM) UHF Telemetry ELT |
| | | 2.850-22.000 MHz | |
| | 116-151 MHz | 116.000-151.975 MHz | |
| | | 118.000-136.975 MHz | |
| | 225-399 MHz | 225.000-399.975 MHz | |
| 320-360 MHz | 328.800, 329.000, 365.325 MHz | | |
| 6.2 | 960-1200 MHz | 960-1215 MHz, 1025-1150 MHz | การรองรับระบบเครือข่ายช่วยการเดินอากาศ ADF NAV (VOR, LOC, GP, MB, DME) Transceiver SHF (Radio Altimeter) |
| | 4300 MHz | 4300 MHz | |
| 6.3 | 1090 MHz | 1090 MHz | การรองรับระบบการติดตามอากาศยาน SSR Transponder TCAS Weather Radar |
| | 1030 MHz | 1030 MHz | |
| | 9300 MHz | 9336, 9343, 9345, 9375 MHz | |

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * หมายถึง ซีแวงเฉพาะความถี่ภาคส่ง

ที่มา: จากการสัมภาษณ์ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด และการตอบแบบสอบถาม (ข้อมูล ณ วันที่ 21 ธันวาคม 2561)

จากตารางที่ 2-6 การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางอากาศ มีวัตถุประสงค์ในการใช้คลื่นเพื่อการอำนวยความสะดวกให้แก่อากาศยานในการเดินอากาศ และเพื่อให้บริการจราจรทางอากาศ และสามารถจำแนกตามช่วงเวลาการใช้งานออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อมีภารกิจ พบว่า

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง มีหลายย่านคลื่นความถี่ ซึ่งสามารถแจกแจงได้ตามการนำไปใช้ประโยชน์ 4 ลักษณะ ได้แก่ระบบสื่อสารการเดินอากาศ ระบบเครื่องช่วยการเดินอากาศ ระบบข่ายสื่อสารคมนาคม และระบบข่ายสื่อสารคมนาคม

ย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน หรือเมื่อมีการกิจ มีหลายย่านคลื่นความถี่เช่นเดียวกัน โดยสามารถจำแนกได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ การกิจสำรวจและภูมิสารสนเทศ การรองรับระบบสื่อสารการเดินอากาศ การรองรับระบบเครือข่ายช่วยการเดินอากาศ และการรองรับระบบการติดตามอากาศยาน

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางอากาศในระยะ 5 ปี

ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้าสำหรับกิจการขนส่งทางอากาศ จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันแต่ไม่เพียงพอในปัจจุบัน โดยมีการใช้คลื่นความถี่ที่หนาแน่นในย่านคลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบสื่อสารการเดินอากาศ ได้แก่ ย่านความถี่ 118-137 MHz และย่านความถี่ 225-400 MHz เนื่องจาก การขยายตัวของจำนวนนักท่องเที่ยวในปัจจุบัน ทั้งนี้ ความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในอีก 5 ปีข้างหน้าของกิจการขนส่งทางอากาศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวของเที่ยวบิน และการพัฒนาท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในระยะที่ 2 – 4 และการพัฒนาทางวิ่ง (Runway) ที่ 3 – 5 ซึ่งจะมีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดช่วงคลื่นความถี่ที่มีแนวโน้มจะถือครองจากความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 2.7 ดังนี้

ตารางที่ 2.7 คลื่นความถี่ที่คาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของเที่ยวบิน และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

| ลำดับ | ย่านความถี่ | คลื่นความถี่ | การประยุกต์ใช้งาน |
|-------|-------------|--|---|
| 1 | UHF | 851.00/859.00 MHz | ระบบวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ทางบกในระบบ Trunked Radio |
| 2 | VHF | 131.025 MHz, 131.075 MHz 131.875 MHz, 131.925 MHz 131.950 MHz, 131.975 MHz | ระบบสื่อสารการเดินอากาศ |

หมายเหตุ : คลื่นความถี่ย่าน VHF มีการตัดช่วงคลื่น 131-132 MHz ซึ่งเป็นช่วงคลื่นที่ให้การสนับสนุนสถานีแม่ข่ายและลูกข่ายโทรคมนาคม เพื่อความปลอดภัยและความมั่นคงแก่สำนักงานสายการบิน

ที่มา: จากการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด (ข้อมูล ณ วันที่ 21 ธันวาคม 2561)

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม การกิจ ของกิจการขนส่งทางอากาศ

การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกิจการขนส่งทางอากาศ เพื่อการป้องกันการรบกวนคลื่นความถี่ที่ใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพการรับ-ส่งข้อมูลให้มีความรวดเร็ว สามารถส่งข้อมูลที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องคือ การพัฒนาวิทยุคมนาคมเฉพาะกิจระบบดิจิทัล (Digital Trunked Radio System) เป็นการพัฒนาระบบสื่อสารของวิทยุคมนาคมเฉพาะกิจที่มีแม่ข่ายให้บริการในลักษณะของการจัดกลุ่มเพื่อให้สื่อสารเฉพาะกลุ่มได้ มีคุณลักษณะสำคัญที่พัฒนาจากวิทยุคมนาคมเฉพาะกิจระบบแอนะล็อก เช่น ความสามารถในการส่งข้อความแบบสั้น และบันทึกเสียง และการเพิ่มระบบระบุโดยทำการแจ้งเตือนแบบตามเวลาจริง เป็นต้น

2.3.3 กิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน

กิจการบริการสาธารณูปโภค หมายถึง กิจการที่มีการใช้คลื่นความถี่เพื่อการดำเนินการที่ไม่เป็นเชิงพาณิชย์โดยเป็นหนึ่งในผู้ใช้งานวิทยุคมนาคมสำหรับการรองรับกิจกรรมเพื่อสาธารณะในการให้บริการระบบสาธารณูปโภค

กิจการพลังงาน หมายถึง กิจการที่ว่าด้วยการกำกับดูแลพลังงานของประเทศให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นคง มีปริมาณเพียงพอและทั่วถึง และมีคุณภาพที่ได้มาตรฐานเพื่อตอบสนองต่อความต้องการและการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

กลุ่มที่ 1: กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภค

การใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภคในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การไฟฟ้านครหลวง

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---|-------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ UHF (Trunked Radio System) | A. 800 | A. 25 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560) และ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|------------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ HF | A. 7.5410 | A. 2.7 |
| | B. 7.96 | B. 2.7 |
| | C. 8.4510 | C. 2.7 |
| ระบบวิทยุ SHF | A. 5800 | A. 20000 |
| | B. 7200 | B. 14000 |
| ระบบวิทยุ UHF | A. 450.642 - 450.733 | A. 91 |
| | B. 457.0250 - 460.1500 | B. 16 |
| | C. 460.167 - 460.258 | C. 91 |
| | D. 460.4750 - 475.3250 | D. 16 |
| | E. 430 - 450 | E. 11 |
| ระบบวิทยุ VHF | A. 156.025 - 157.425 | A. 16 |
| | B. 161.500 - 162.025 | B. 16 |
| | C. 163.2750 - 167.5250 | C. 16 |
| | D. 171.2500 - 173.3750 | D. 16 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560) และ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|-------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ MF | A. 2.8200 | A. 2.7 |
| ระบบวิทยุ UHF | A. 401 - 405.9 | A. 16 |
| | B. 406.2 - 410 | B. 16 |
| | C. 413.7000 | C. 16 |
| | D. 419.5000 | D. 16 |
| | E. 445 - 450 | E. 16 |
| | F. 1290 | F. 60 |
| | G. 2200 | G. 3500 |
| | H. 2300 | H. 7000 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560) และ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การประปานครหลวง

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|---------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ VHF | A. 80 | A. 16 |
| | B. 87.2 | B. 16 |
| | C. 163.3 - 164.6500 | C. 16 |
| ระบบวิทยุ UHF | A. 320 - 323.9 | A. 16 |
| | B. 381.5 - 386.5 | B. 16 |
| | C. 405.7250 | C. 16 |
| | D. 412.2250 | D. 16 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560) และ ข้อมูลจากแบบสอบถาม

การประปาส่วนภูมิภาค

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|----------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ UHF | A. 445.250 - 445.325 | A. 25 |

ที่มา: การประปาส่วนภูมิภาค, (2562)

การใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภคจากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่ายังมีหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภค เช่น บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด สำนักงานการจราจรและขนส่ง บริษัท วัชรพล จำกัด (ไทยรัฐ) กรมทางหลวง บริษัท ประปาบางปะกง จำกัด เป็นต้น

กลุ่มที่ 2: กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการพลังงาน

ตัวอย่างการใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการพลังงานในปัจจุบัน ได้แก่

บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) | ลักษณะการใช้งาน |
|--------------|-------------------|-----------------|---------------------------|
| ระบบวิทยุ HF | A. 3,785 | A. 2.7 | ติดต่อสื่อสารและประสานงาน |
| | B. 4,595 | B. 2.7 | |

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) | ลักษณะการใช้งาน |
|---------------|--|---|---|
| | C. 6,455 D. 7,835 | C. 2.7 D. 2.7 | |
| ระบบวิทยุ MF | A. 376 | A. 2.1 | ประเภทวิทยุช่วยการเดินอากาศ ระบบ NDB |
| ระบบวิทยุ VHF | A. 123.5 B. 129 C. 156 D. 168 E. 243 | A. 6 B. 6 C. 16 D. 16 E. 16 | การค้นหาและช่วยเหลือ (Search and Rescue) ติดต่อสื่อสารและประสานงาน |
| ระบบวิทยุ UHF | A. 380 – 399 B. 452 - 458 C. 451-458 D. 406.250 | A. 12.5 B. 16 C. 16 D. 16 | Digital Trunked Radio ติดต่อสื่อสารและประสานงาน |

ที่มา: บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน), (2562)

การใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการพลังงานจากการศึกษารวบรวมข้อมูลพบว่ายังมีหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการพลังงานเช่น บริษัท สกาย คอมเมอเชี่ยล จำกัด บริษัท มิตรผล ไปโอฟุเอล จำกัด กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงานในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

กิจการสาธารณูปโภคเป็นกิจการที่ใช้คลื่นความถี่ในหลายมิติของการปฏิบัติงาน ยกตัวอย่างเช่น

- ✓ การใช้ย่านความถี่ UHF/VHF สำหรับการประสานไฟฟ้าขัดข้อง รับ-จ่ายกระแสไฟฟ้าทั่วประเทศ โครงการ Digital Radio และงานควบคุมและสั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (SCADA/DMS)
- ✓ การใช้งานย่านความถี่ SHF สำหรับระบบสื่อสาร Microwave Radio ซึ่งใช้เป็น Backup ของระบบสื่อสารหลักในพื้นที่ภาคกลาง
- ✓ การใช้งานย่านความถี่ HF สำหรับใช้เป็นระบบสื่อสารในสภาวะวิกฤต ระหว่างศูนย์ควบคุมการจ่ายไฟฟ้า 12 แห่ง กับศูนย์สั่งการระบบไฟฟ้าส่วนกลาง

ทั้งนี้ จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการสาธารณูปโภคมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามคลื่นความถี่ที่จัดสรรให้ ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน ด้วยเหตุผลดังนี้

- การใช้งานคลื่นความถี่ UHF/VHF เป็นระบบสื่อสารหลักสำหรับการติดต่อประสานงานระหว่างเจ้าหน้าที่ ซึ่งในช่วงเวลาเร่งรีบที่มีการจ่ายไฟฟ้าสูง หรือ เวลาที่เกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง การประสานงานระหว่างเจ้าหน้าที่ที่ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากช่องสัญญาณที่ได้รับมีอย่างจำกัด อีกทั้ง การเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้า หรือ Sub-station ต่าง ๆ ก็ส่งผลให้ต้องมีการใช้งานคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในอนาคตได้ ในขณะเดียวกัน การใช้คลื่น UHF สำหรับงานควบคุมและสั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (SCADA) ก็ยังจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่อยู่ สำหรับพื้นที่ที่ไม่สามารถวางโครงข่าย Fiber Optic ได้ ซึ่งคลื่นความถี่ก็ไม่เพียงพอต่อการใช้งานเช่นเดียวกัน

ในด้านแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า แนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้บริการในระบบสาธารณูปโภคเป็นกิจการที่ต้องการความมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเป็นอย่างสูง การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้นั้นสามารถนำมาพัฒนาการทำงานได้ เช่น โครงการ Smart Meter/Smart Grid หรือระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ที่ช่วยในการควบคุมการจ่ายไฟให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น รวมไปถึงการส่งข้อมูลจากผู้ใช้งานมาได้ทันทีโดยไม่ต้องส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปเก็บข้อมูล เป็นต้น โครงการเหล่านี้ส่งผลให้ต้องมีการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้มีการขอคลื่น UHF ช่วง 442.5125–443.5125 MHz และ 447.5125–448.5125 MHz Bandwidth ขนาด 2 MHz สำหรับโครงการ Smart Grid โดยจะเป็นช่องความถี่ที่ การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาคใช้ร่วมกัน

สำหรับกิจการพลังงาน ในปัจจุบันมีการนำคลื่นความถี่มาใช้งานในหลากหลายรูปแบบ เนื่องจากภารกิจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องปฏิบัติงานทั้งในส่วนของในชายฝั่ง และนอกชายฝั่ง ส่งผลให้ต้องมีการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นความถี่ที่หลากหลายและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น แนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่จะยิ่งเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต เนื่องจากโครงการใหม่ ๆ ที่กำลังจะเกิดขึ้น

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน

Internet of Things (IoT) กำลังจะมีบทบาทเป็นอย่างมากในอนาคตและสามารถพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับกิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน ซึ่งสามารถนำมาใช้กับโครงการต่าง ๆ ที่กำลังเกิดขึ้น หรืออยู่ในระหว่างการศึกษาค้นคว้าและทดลอง เช่น โครงการ Smart Grid ที่มีการดำเนินการอยู่ที่ จ.พิจิตร อย่างไรก็ตาม คลื่นความถี่เฉพาะสำหรับใช้ในโครงการดังกล่าวยังไม่ได้รับการอนุมัติ ทั้งนี้ แนวโน้มเทคโนโลยีใหม่ที่จะเข้ามาในอนาคต จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่รองรับระบบ IoT อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการพลังงานจะยิ่งเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต

2.3.4 กิจการประจำที่

กิจการประจำที่ คือ กิจการที่วาดด้วยการวางโครงข่ายเชื่อมโยง Point-to-point และ Point-to-Multipoint ทั้งนี้ คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่มักจะเป็นคลื่นความถี่ที่ใช้เสริมการใช้งานกับระบบหลักในพื้นที่ที่ระบบหลักไปไม่ถึง

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ พ.ศ. 2560 ได้กำหนดย่านความถี่เพื่อใช้สำหรับการรับ-ส่งคลื่นวิทยุระหว่างจุดประจำที่ ซึ่งกำหนดไว้เป็นการเฉพาะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| ย่าน | คลื่นความถี่ (MHz) | ประกาศ กทช. ที่เกี่ยวข้อง |
|---------|--------------------|---------------------------|
| 5 GHz | 4400-5000 | กทช. ผว. 106-2550 |
| 6.7 GHz | 6430-7110 | กทช. ผว. 107-2550 |
| 7.2 GHz | 7110-7425 | กทช. ผว. 108-2550 |
| 7.5 GHz | 7425-7725 | กทช. ผว. 109-2550 |

| ย่าน | คลื่นความถี่ (MHz) | ประกาศ กทช. ที่เกี่ยวข้อง |
|--------|-------------------------|---------------------------|
| 8 GHz | 7725-8285 | กทช. ผว. 110-2550 |
| 11 GHz | 10700-11700 | กทช. ผว. 111-2550 |
| 15 GHz | 14500-15350 | กทช. ผว. 112-2550 |
| 18 GHz | 17700-19700 | กทช. ผว. 113-2550 |
| 23 GHz | 21200-23600 | กทช. ผว. 114-2550 |
| 80 GHz | 71000-76000/81000-86000 | กสทช. ผว. 301-2558 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560)

นอกจากนี้ หลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ ย่านความถี่ 5 GHz ซึ่งเดิมถูกกำหนดให้ใช้สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น ซึ่งได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับอนุญาตวิทยุคมนาคมเพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้ประชาชนสามารถเข้าถึงการสื่อสารที่หลากหลาย แต่เนื่องจาก สำนักงาน กสทช. ได้รับทราบความต้องการของผู้ประกอบการที่แสดงความสนใจในการนำย่านความถี่ดังกล่าวมาให้บริการอินเทอร์เน็ตในลักษณะ Point-to-Point หรือ Point-to-Multipoint ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อประชาชนในเขตพื้นที่ห่างไกล ได้มีโอกาสในการเข้าถึงบริการมากขึ้น โดยกำหนดการใช้คลื่นความถี่ และกำลังส่งออกอากาศสมมูลแบบไอโซทรอปิกสำหรับบริการอินเทอร์เน็ตในลักษณะแบบจุดสู่จุด (Point-to-Point) และแบบจุดสู่หลาย ๆ จุด (Point-to-Multipoint) ดังนี้

| คลื่นความถี่ | กำลังส่ง e.i.r.p. | การใช้งาน |
|-----------------|-------------------|-------------|
| 5.725-5.850 GHz | 1 W | ภายนอกอาคาร |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560)

ทั้งนี้ จากการรวบรวมข้อมูลของกิจการประจำที่ ตัวอย่างการใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ในปัจจุบัน ได้แก่

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|-------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ UHF | A. 2400 | A. 4000 |
| | A. 3625 - 4200 | A. 3072 |
| ระบบวิทยุ SHF | B. 5850 - 6425 | B. 3072 |
| | C. 7200 | C. 7000 |
| | D. 8000 | D. 29650 |
| | E. 11000 | E. 40000 |
| | F. 13000 | F. 28000 |
| | G. 15000 | G. 14000 |
| | H. 18000 | H. 27500 |
| | I. 23000 | I. 28000 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560)

ทั้งนี้ ยังมีหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการใช้คลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ เช่น บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) บริษัท ไบโอแนชเซอร์วิส เอ็นเนอร์ยี จำกัด กองทัพบก สำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรมเจ้าท่า เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า ในปัจจุบันมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ โดยการให้บริการในกิจการประจำที่ไม่ได้อยู่ในรูปแบบที่ให้บริการแก่ลูกค้าโดยตรง แต่อยู่ในลักษณะของสายสัญญาณหลักในการเชื่อมโยงระหว่างสถานีข่าย (Backbone) แล้วจึงให้ผู้ที่ต้องการใช้บริการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อสัญญาณจากทางผู้ให้บริการ สำหรับแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในส่วนของความถี่ช่วงต่ำกว่า 15 GHz จะมีแนวโน้มลดลงในระยะ 5 ปีข้างหน้า เนื่องจากความต้องการบิทรทที่สูงขึ้นของภาคธุรกิจ แต่ความถี่ช่วงสูงกว่า 15 GHz จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะ 5 ปีข้างหน้า เนื่องจากช่วงความถี่ที่สูงสามารถส่งผ่านข้อมูลความเร็วสูงได้ ซึ่งในอนาคตมีแนวโน้มที่จะมีความต้องการส่งผ่านข้อมูลที่มีความรวดเร็วเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นจากความถี่ช่วงสูงกว่า 15 GHz จะมากกว่าแนวโน้มความถี่ที่ลดลงจากความถี่ช่วงต่ำกว่า 15 GHz ทำให้โดยภาพรวมแล้ว ในอีก 5 ปีข้างหน้า กิจการประจำที่จะมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ภายหลังจาก 5 ปีข้างหน้า ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการประจำที่อาจจะลดลงหรือคงตัวได้เนื่องจากการเข้ามาของระบบไฟเบอร์ที่ครอบคลุมมากขึ้น

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการประจำที่

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการประจำที่ อาทิ การใช้ Laser-link หรือ การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน E-band (71-76/81-86 GHz) แต่การที่จะนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาให้บริการจริงยังไม่สามารถทำได้ เนื่องจาก ยังประสบปัญหาบางประการอยู่ เช่น เทคโนโลยี Laser-link ถึงแม้ว่าจะเป็นการสื่อสารความเร็วสูง แต่ใช้งานได้ในระยะทางที่ค่อนข้างสั้นและได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมได้ง่าย เป็นต้น

จากขอบเขตการดำเนินงานในข้อกำหนดการจ้างงาน (TOR) กำหนดรายละเอียดของกิจการย่อยในกิจการวิทยุคมนาคมไว้ 5 กิจการ ได้แก่ กิจการภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ กิจการพลังงาน กิจการบริการสาธารณสุข (ทางที่ปรึกษาฯ นำเสนอการวิเคราะห์กิจการพลังงาน และกิจการบริการสาธารณสุข โดยรวม 2 กิจการเข้าด้วยกัน และเปลี่ยนชื่อกิจการเป็นกิจการสาธารณสุขและกิจการพลังงาน) และกิจการประจำที่ ทั้งนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมจากเอกสาร แบบรายงาน และงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่ปรึกษาฯ พบว่ายังมีอีก 4 กิจการย่อยในกิจการวิทยุคมนาคมที่มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและ/หรือมีแนวโน้มในอนาคตที่อาจจะปรับเปลี่ยนการถือครองคลื่นความถี่ ได้แก่ กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ กิจการวิทยุสื่อสาร กิจการอุตุนิยมวิทยา และกิจการดาราศาสตร์วิทยุ ทางที่ปรึกษาฯ จึงศึกษา กิจการดังกล่าวเพิ่มเติมเพื่อให้การศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมภาพรวมทั้งหมดของกิจการวิทยุคมนาคม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.5 กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ

กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ หมายถึง กิจการที่ว่าด้วยการดำเนินการเกี่ยวกับการรักษาความมั่นคงของรัฐทั้งในภาวะปกติและไม่ปกติ ในภารกิจ เช่น การถวายความปลอดภัยพระมหากษัตริย์

พระบรมวงศานุวงศ์ และรักษาความปลอดภัยของบุคคลสำคัญของประเทศ การป้องกันประเทศ การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ การพัฒนาความมั่นคงของรัฐ เป็นต้น

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ผู้ถือครองคลื่นความถี่หลักในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ ได้แก่ กองทัพบก กองทัพอากาศ กองทัพเรือ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และกรมการปกครอง โดยรายละเอียดของย่านความถี่ที่ถือครองในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 2.8 หน่วยงานและย่านคลื่นความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่
ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐเป็นจำนวนมาก**

| หน่วยงาน | คลื่นความถี่ | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| | วิทยุกระจายเสียงระบบ FM | วิทยุกระจายเสียงระบบ AM | HF | LF | MF | SHF | UHF | VHF |
| กองทัพบก | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| กองทัพอากาศ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| กองทัพเรือ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| สำนักงานตำรวจแห่งชาติ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| กรมการปกครอง | | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560)

ทั้งนี้ การใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ ยังมีหน่วยงานอื่น ๆ อีก เช่น สำนักอำนวยการกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร ศูนย์ปฏิบัติการต่อต้านการก่อการร้ายสากล กรมอุทกศาสตร์ กรมปศุสัตว์ และ สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

การใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐเป็นภารกิจที่ต้องให้ความสำคัญเนื่องจากเป็นกิจการที่ต้องดำเนินการในภาวะไม่ปกติ หรือ สถานการณ์ฉุกเฉินของประเทศ ดังนั้น การมีคลื่นความถี่ที่เพียงพอและสามารถใช้งานได้อย่างทันท่วงทีโดยไม่มีอุปสรรคในการดำเนินงานเป็นสิ่งที่ดีที่สุดจากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า ในปัจจุบันมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ โดยที่

1) ในสภาวะปกติ ช่องความถี่สำหรับกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐมีความเพียงพอสำหรับการใช้งานในพันธกิจของกรมการปกครองและกองทัพไทยแต่มีความหนาแน่นของการใช้คลื่นความถี่มาก อย่างไรก็ตาม สำหรับสำนักงานตำรวจแห่งชาติถึงแม้จะเป็นสภาวะปกติ คลื่นความถี่ที่ถือครองอยู่ไม่มีความเพียงพอกับพันธกิจที่มีอยู่ของหน่วยงาน เนื่องจากการติดต่อสื่อสารของสถานีตำรวจในกรุงเทพฯ ใช้ความถี่ร่วมกัน ทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารที่ไม่มีประสิทธิภาพระหว่างเจ้าหน้าที่ตำรวจและสถานีต้นสังกัด

2) ในสภาวะไม่ปกติ คลื่นความถี่ที่ได้รับการจัดสรรยังไม่เพียงพอต่อการใช้งาน เนื่องจากการใช้งานในระบบแอนะล็อกยังก่อให้เกิดปัญหาบางประการ เช่น ปัญหาคลื่นรบกวนจากช่วงความถี่ที่ทับซ้อนกัน รวมไปถึงการจำกัดการใช้งาน ยิ่งไปกว่านั้น การสื่อสารความถี่ต่ำ ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ได้

อย่างเต็มประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ในกรณีที่ต้องมีการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างหลายหน่วยงาน การใช้งานคลื่นความถี่ในระบบแอนะล็อก จะก่อให้เกิดการรบกวนได้ง่าย เนื่องจากไม่มีการเข้ารหัสในการสื่อสารทำให้อาจเกิดปัญหาตามมา อาทิ การดักฟัง การปลอมตัวตน เป็นต้น ช่องสัญญาณสื่อสารที่น้อยกว่าระบบดิจิทัลรวมไปถึงช่วงสัญญาณที่มีการทับซ้อนกันทำให้การติดต่อสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

อย่างไรก็ตาม สืบเนื่องจากประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่เพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ซึ่งจะทำให้มีการเปลี่ยนจากระบบแอนะล็อกเป็นระบบดิจิทัลทั้งหมด ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารในระบบ Trunked Radio ด้วยเทคโนโลยี TETRA ที่เป็นวิธีการสื่อสารรูปแบบ Narrow-Banding นั้นมีช่องสัญญาณในการสื่อสารเพิ่มขึ้น

สำหรับแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในส่วนของกองทัพไทยจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากทฤษฎีการรบสมัยใหม่ (NCW/NCO) ซึ่งจะส่งผลต่อความต้องการรับส่งข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกองทัพต้องการให้ทุกหน่วยที่กระจายกันอยู่ได้เห็นภาพสถานการณ์เดียวกันได้ทั้งหมด ซึ่งจะส่งผลให้กองทัพจำเป็นต้องใช้ความถี่ในย่านที่สูงขึ้นในการรับส่งข้อมูล และมีพื้นที่ที่กว้างขึ้นที่จะต้องการใช้คลื่นความถี่เฉพาะในลักษณะเครือข่ายขนาดใหญ่ ทั้งในการปฏิบัติการและการฝึก สำหรับสำนักงานตำรวจแห่งชาติจะมีการใช้คลื่นความถี่ในย่าน VHF/FM ในสถานะ Standby มากขึ้น โดยที่จะมีการเปลี่ยนมาใช้ Broadband PPDR มากขึ้น ทำให้มีความต้องการคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น สำหรับกรมการปกครองในอนาคตจะมีความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นในการใช้งานมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ

ระบบ PS-LTE (Public Safety + Long Term Evolution (4G)) ของเทคโนโลยี Broadband PPDR ที่ใช้กับวิทยุสื่อสารดิจิทัลกำลังเข้ามามีบทบาทในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ เนื่องจาก เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารความเร็วสูง สามารถส่งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว รวมไปถึงสามารถรองรับการใช้งานแอปพลิเคชันต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวกับกิจการความมั่นคงได้ โดยที่ผ่านมาได้มีการนำมาใช้งานจริงในเหตุการณ์สำคัญ อาทิ งาน Bike อุ่นไอรัก ปฏิบัติการค้นหาและกู้ภัยถ้ำหลวง รวมไปถึงเหตุการณ์ควบคุมฝูงชนในการชุมนุมทางการเมือง ซึ่งข้อดีของการใช้ระบบวิทยุสื่อสารดิจิทัล คือ ความสามารถในการสื่อสารและรายงานสถานการณ์ได้หลากหลายรูปแบบ ทำให้ผู้บังคับบัญชาสามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประกอบการตัดสินใจและปรับเปลี่ยนยุทธวิธีได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันท่วงที ซึ่งต่างจากการสื่อสารในเทคโนโลยี TETRA ที่เป็นการสื่อสารความเร็วต่ำ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนไปใช้ระบบ PS-LTE ของเทคโนโลยี Broadband PPDR ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าจำเป็นต้องลงทุนสร้าง Cell Site ใหม่ทั้งหมด รวมไปถึงการจัดซื้อเครื่องลูกข่ายซึ่งต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก

2.3.6 กิจการวิทยุสื่อสาร

กิจการวิทยุสื่อสาร หมายถึง กิจการที่ว่าด้วยการส่งหรือการรับเครื่องหมายสัญญาณ ตัวหนังสือ ตัวเลข ภาพ เสียง รหัส หรือการอื่นใด ซึ่งสามารถให้เข้าใจความหมายได้โดยใช้คลื่นวิทยุ

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

(1.1) กิจการวิทยุสื่อสารของภาครัฐ

ผลการรวบรวมข้อมูลพบว่า ผู้ถือครองคลื่นความถี่สำหรับกิจการวิทยุสื่อสารของภาครัฐมากที่สุดคือ กรมการปกครอง โดยมีรายละเอียดของย่านความถี่ที่กรมการปกครองถือครองในปัจจุบัน ดังต่อไปนี้

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---|-------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ VHF/FM (ระบบสื่อสารทั่วไป) | A. 136 - 174 | A. 16 |
| ระบบวิทยุ UHF (Trunked Radio System) | A. 800 | A. 25 |

ทั้งนี้ ยังมีหน่วยงานของภาครัฐที่มีการใช้งานวิทยุสื่อสาร เช่น ธนาครแห่งประเทศไทย สำนักข่าวกรองแห่งชาติ และการรถไฟแห่งประเทศไทย เป็นต้น

(1.2) กิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชน

ผลการรวบรวมข้อมูลพบว่าสามารถแบ่งกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) ผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชนเพื่อให้บริการ คือ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) และ 2) กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชนเพื่อใช้งานเอง

(1.2.1) ผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชนเพื่อให้บริการ

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|---------------|------------------------|-----------------|
| ระบบวิทยุ HF | A. 4 | A. 2.7 |
| | B. 6 | B. 2.7 |
| | C. 8 | C. 2.7 |
| | D. 12-13 | D. 2.7 |
| | E. 16-17 | E. 2.7 |
| | F. 22 | F. 2.7 |
| | G. 26 | G. 16 |
| | H. 27 | H. 16 |
| ระบบวิทยุ MF | A. 0.5180 | A. 0.304 |
| | B. 2 - 3 | B. 2.7 |
| ระบบวิทยุ VHF | A. 138 - 173 | A. 16 |
| ระบบวิทยุ UHF | A. 335.2750 - 338.6 | A. 16 |
| | B. 347.5250 - 348.4250 | B. 16 |
| | C. 355.2750 - 358.9250 | C. 16 |
| | D. 406.2 - 410 | D. 16 |
| | E. 412 | E. 16 |
| | F. 421.8 - 422.7875 | F. 8 |
| | G. 433 - 435 | G. 8 |
| | H. 450.2500 - 450.5000 | H. 16 |

| ระบบวิทยุ | ย่านความถี่ (MHz) | Bandwidth (KHz) |
|-----------|--------------------|-----------------|
| | I. 454 – 470 | I. 16 |
| | J. 800 | J. 25 |
| | K. 880 – 890 | K. 10000 |
| | L. 1722.6 – 1747.9 | L. 25300 |
| | M. 1817.6 – 1842.9 | M. 25300 |
| | N. 1855.5 – 1880 | N. 24500 |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2560)

(1.2.2) กลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชนเพื่อใช้งานเอง

การใช้งานย่านความถี่ของกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชน เป็นวิธีสื่อสารหลักในการประสานงานระหว่างส่วนควบคุมไปถึงผู้ประสานงาน โดยภาคเอกชนหรือภาคประชาชนที่มีการใช้งานวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชนเพื่อใช้งานเอง เช่น บริษัท กรุงเทพมหานคร โทรทัศน์และวิทยุ จำกัด บริษัท วัชรพล จำกัด (ไทยรัฐ) บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) เป็นต้น

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการวิทยุสื่อสารมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะ 5 ปีข้างหน้า โดยที่การใช้งานวิทยุสื่อสารในระบบ UHF และ VHF ซึ่งเป็นระบบการสื่อสารพื้นฐานในหลากหลายองค์กร ทั้งภาครัฐและเอกชน ยังมีจำนวนคลื่นความถี่ที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน สำหรับการใช้งานในย่านความถี่ UHF (Trunked Radio) นั้น ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระบบดิจิทัลทำให้การสื่อสารโดยใช้เทคโนโลยี TETRA มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม แต่ในบางพื้นที่ที่มีความหนาแน่นในการใช้งานสูง คลื่นที่ได้รับการจัดสรรในปัจจุบันอาจจะยังไม่เพียงพอในการใช้งาน เนื่องจากปัญหาพื้นที่ทับซ้อนและปัญหาคลื่นรบกวน ในขณะที่การสื่อสารในระบบ VHF ในปัจจุบันก็มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากการทำ Narrow-Banding ทำให้ได้ Bandwidth เพิ่มมากขึ้นทำให้ลดความหนาแน่นลง อย่างไรก็ตาม ถ้าได้รับการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน VHF เพิ่มขึ้นจากที่มีอยู่ในปัจจุบันก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารมากขึ้น อีกทั้ง แนวโน้มการใช้ระบบวิทยุสื่อสารที่มากขึ้น ส่งผลโดยตรงทำให้หน่วยงานต่าง ๆ มีความต้องการใช้คลื่นมากขึ้นตามไปด้วย

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรม ภารกิจ ของกิจการวิทยุสื่อสาร

สำหรับเทคโนโลยีใหม่ของกิจการวิทยุสื่อสาร ไม่ว่าจะออกมาในรูปแบบใดก็ตาม คงเป็นการทำให้ประสิทธิภาพในการสื่อสารภายใต้การใช้คลื่นความถี่เดิมเพิ่มสูงขึ้น เหมือนครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงจากระบบแอนะล็อก เป็นระบบดิจิทัล ทั้งนี้ เหตุผลของการเปลี่ยนแปลงส่วนหนึ่งมาจากการที่ผู้ผลิตยุติการผลิตอุปกรณ์รุ่นเก่าที่ใช้เทคโนโลยีเดิม ทำให้ผู้บริโภคมองต้องเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีใหม่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์เก่าที่ยังสามารถใช้งานได้ก็ยังมีประโยชน์ในการใช้ติดต่อสื่อสาร ดังนั้น คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์เหล่านี้ก็ควรที่จะได้รับการจัดสรรเอาไว้เหมือนเดิม แล้วจึงพิจารณาการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อใช้กับเทคโนโลยีใหม่ตามความเหมาะสม ทั้งนี้ ระบบ PS-LTE (Public Safety + Long Term Evolution (4G)) ของเทคโนโลยี

Broadband – PPDR เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีแนวโน้มมากที่สุดที่จะมีผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่
ในกิจการวิทยุสื่อสาร

2.3.7 กิจการอุตุนิยมวิทยา

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

ในปัจจุบัน กิจการอุตุนิยมวิทยา มีการใช้ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellite) ซึ่งเป็นดาวเทียมที่ใช้เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ เช่น ข่าวสารพายุ อุณหภูมิ และสภาพทางภูมิอากาศต่าง ๆ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้วิเคราะห์สำหรับประกาศเตือนภัยพิบัติต่าง ๆ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานี้จะให้ข้อมูลด้วยภาพถ่ายเรดาร์ และภาพถ่ายอินฟราเรดสำหรับการวิเคราะห์ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาดวงแรกของโลกคือ ดาวเทียม Essa 1 ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งถูกส่งขึ้นไปโคจรในอวกาศเมื่อปี พ.ศ. 2509 ดาวเทียมชนิดนี้ได้แก่ดาวเทียม GMS-5 และดาวเทียม GOES-10 เป็นของประเทศญี่ปุ่น ส่วนดาวเทียม NOAA เป็นของประเทศสหรัฐอเมริกา และดาวเทียม FY-2 ของประเทศจีน

สำหรับเครื่องเรดาร์ที่ใช้ในกิจการของกรมอุตุนิยมวิทยา หรือเรดาร์ตรวจอากาศ ในปัจจุบันประกอบด้วย 3 ชนิด คือ

- (1.1) เรดาร์ตรวจอากาศ X-band (6,200 - 10,900 MHz) เป็นเรดาร์ขนาดเล็ก เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดฝนกำลังอ่อนถึงกำลังปานกลาง รัศมีทำการ 100 กม. และรัศมีหวังผล 60 กม. เนื่องจากเป็นเรดาร์ขนาดเล็ก มีความยาวคลื่นสั้น เมื่อกระทบเป้าจะมีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากเป่ามากทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอร์เรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความเป็นจริงไปมาก
- (1.2) เรดาร์ตรวจอากาศ C-band (3,900 - 6,200 MHz) เป็นเรดาร์ขนาดปานกลาง เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดฝนกำลังปานกลางถึงกำลังแรง รัศมีทำการ 450 กม. และรัศมีหวังผล 230 กม. เนื่องจากเป็นเรดาร์ขนาดปานกลาง เมื่อกระทบเป้าจะมีการสูญเสียพลังงาน ทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอร์เรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความเป็นจริงไปบ้าง มีราคาแพงกว่าและค่าบำรุงรักษามากกว่าเรดาร์ X-band
- (1.3) เรดาร์ตรวจอากาศ S-band (1,550 - 3,900 MHz) เป็นเรดาร์ขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับใช้ตรวจวัดฝนกำลังแรงถึงกำลังแรงมาก รัศมีทำการ 550 กม. และรัศมีหวังผล 230 กม. เนื่องจากเป็นเรดาร์ขนาดใหญ่เมื่อกระทบเป้าจะไม่มีการสูญเสียพลังงานเนื่องจากเป่าเลย ทำให้เป้าของฝนที่ตรวจได้จากจอร์เรดาร์มีขนาดและรูปร่างผิดจากความเป็นจริงน้อยมากหรือไม่ผิดเลย เป็นเรดาร์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มีราคาแพงกว่า และค่าบำรุงรักษามากกว่าเรดาร์ C-band และ X-band

โดยที่ ทางกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นหน่วยงานที่ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการอุตุนิยมวิทยา มีรายละเอียดของคลื่นความถี่ที่ใช้ในปัจจุบัน ตามตารางที่ 2-9 ดังนี้

ตารางที่ 2.9 การใช้งานคลื่นความถี่ของกรมอุตุนิยมวิทยา

| ลำดับที่ | ชื่อระบบที่ใช้งาน | ย่านคลื่นความถี่ | Bandwidth | กำลังส่ง | สถานที่ใช้งาน |
|----------|---|-----------------------|-----------|----------------------|--|
| 1 | เรดาร์ตรวจวัดคลื่นในทะเลและการเตือนภัยจากพายุลมแรงหรือคลื่นพายุพัดชายฝั่ง | 4372.00-4397.00 KHz | 25 kHz | 40 W | 1. หาดป่าตอง จ.ภูเก็ต 2. อนุสรณ์สถานสีนามิ จ.พังงา |
| | | 13922.00-13997.00 KHz | 75 kHz | 40 W | 1. สถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี 2. สถานีหาดทุ่งไส จ.นครศรีธรรมราช 3. สถานีหาดแม่รำพึง จ.ระยอง 4. สถานีหาดพลา จ.ระยอง |
| 2 | เครื่องวิทยุหยั่งอากาศย่าน 403 MHz | 400.15-406 MHz | 20 kHz | 0.3 W | 1. สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ (บางนา) 2. สถานีอุตุนิยมวิทยาสุราษฎร์ธานี 3. สถานีอุตุนิยมวิทยาประจวบคีรีขันธ์ 4. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ 5. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี 6. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.สงขลา 7. สถานีอุตุนิยมวิทยาจันทบุรี |
| 3 | เครื่องวิทยุหยั่งอากาศย่าน 1680 MHz | 1668.6-1689.8 MHz | 20 kHz | 0.2 W (Vaisala) | 1. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ 2. สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ (บางนา) |
| | | | | 0.3 W (iMet-2-BL) | 1. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี 2. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.สงขลา 3. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก จ.ภูเก็ต |
| 4 | เครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติระบบตรวจวินด์เชียร์ (LLWAS) | 455-465 MHz | 12.5 kHz | 1 W | 1. ทำอากาศยานอุบลราชธานี 2. ทำอากาศยานหาดใหญ่ 3. ทำอากาศยานนาชาติสุวรรณภูมิ 4. ทำอากาศยานเชียงราย 5. ทำอากาศยานนาชาติดอนเมือง 6. ทำอากาศยานนาชาติสุราษฎร์ธานี 7. ทำอากาศยานนาชาติอุดรธานี 8. ทำอากาศยานนาชาติภูเก็ต 9. ทำอากาศยานนาชาติเชียงใหม่ 10. ตรวจอากาศอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่ (บางนา) 11. ทำอากาศยานขอนแก่น |

| ลำดับที่ | ชื่อระบบที่ใช้งาน | ย่านคลื่นความถี่ | Bandwidth | กำลังส่ง | สถานที่ใช้งาน |
|----------|--|------------------|-----------|----------|--|
| 5 | เครื่องรับส่งวิทยุ VHF/FM ที่รับมา ในรายการเครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ เรดาร์ และ เครื่องวิทยุหยั่งอากาศ* | 163/170 MHz | 12.5 kHz | 5 W | <ol style="list-style-type: none"> 1. ท่าอากาศยานนานาชาติภูเก็ต (ก.พ. 2561) 2. ท่าอากาศยานนานาชาติเชียงใหม่ (ก.พ. 2561) 3. สถานีอุตุนิยมวิทยาประจำบริษัทรีซีเอ็นซี (หัวหิน) (ธ.ค. 2560) 4. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ.สงขลา (ต.ค. 2555) 5. สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง (ต.ค. 2555) 6. ท่าอากาศยานนานาชาติอุดรธานี (ต.ค. 2555) 7. ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี (ต.ค. 2554) 8. ท่าอากาศยานนครศรีธรรมราช (ต.ค. 2554) 9. ท่าอากาศยานราชีวาส (ส.ค. 2556) 10. ท่าอากาศยานหัวหิน (ส.ค. 2556) 11. ท่าอากาศยานหาดใหญ่ (ส.ค. 2556) 12. สถานีอุตุนิยมวิทยาสมุย (เม.ย. 2552) 13. สถานีเรดาร์ตรวจฝนพิษณุโลก (ก.ค. 2555) 14. สถานีอุตุนิยมวิทยาชัยนาท (ก.ค. 2555) 15. สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ (บางนา) (พ.ย. 2557) 16. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี (พ.ย. 2557) 17. สถานีอุตุนิยมวิทยาประจำบริษัทรีซีเอ็นซี (พ.ย. 2557) 18. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จ.เชียงใหม่ (พ.ย. 2557) 19. ท่าอากาศยานสกลนคร (ก.ค. 2558) 20. ท่าอากาศยานชุมพร (ก.ค. 2558) 21. ท่าอากาศยานนครพนม (ก.ค. 2558) 22. ท่าอากาศยานราชีวาส (มี.ค. 2557) 23. สถานีหอเรดาร์สกลนคร (มี.ค. 2557) 24. สถานีเรดาร์ท่าอากาศยานระนอง (ส.ค. 2557) 25. ท่าอากาศยานเลย (ส.ค. 2557) 26. สถานีเรดาร์ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี (ส.ค. 2557) 27. สถานีเรดาร์เชียงใหม่ (ส.ค. 2557) 28. สถานีเรดาร์สมุทรสงคราม (ย้ายมาจากดอนเมือง) (ส.ค. 2557) 29. สถานีเรดาร์ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จ.ขอนแก่น (ส.ค. 2557) 30. สถานีอุตุนิยมวิทยาน่าน (ก.พ. 2559) 31. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี (ก.พ. 2559) 32. สถานีอุตุนิยมวิทยาสุราษฎร์ธานี (ต.ค. 2559) |

| ลำดับที่ | ชื่อระบบที่ใช้งาน | ย่านคลื่นความถี่ | Bandwidth | กำลังส่ง | สถานที่ใช้งาน |
|----------|---|--|----------------------|-----------|---|
| | | | | | 33. สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย (ต.ค. 2559) 34. สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ (บางนา) (ต.ค. 2559) 35. ทำอากาศยานกระบี่ (ธ.ค. 2552) |
| | | | | 60 W | 1. สถานีอุตุนิยมวิทยาประจวบคีรีขันธ์ (หัวหิน) (ธ.ค. 2560) 2. สถานีอุตุนิยมวิทยาสมุย (เม.ย. 2552) 3. สถานีเรดาร์ตรวจฝนพิษณุโลก (ก.ค. 2555) 4. สถานีอุตุนิยมวิทยาชัยนาท (ก.ค. 2555) 5. ทำอากาศยานราธิวาส (มี.ค. 2557) 6. สถานีหอเรดาร์สกลนคร (มี.ค. 2557) 7. สถานีเรดาร์สมุทรสงคราม (ย้ายมาจากดอนเมือง) (ส.ค. 2557) 8. สถานีเรดาร์ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จ.ขอนแก่น (ส.ค. 2557) 9. สถานีอุตุนิยมวิทยาน่าน (ก.พ. 2559) 10. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จ.อุบลราชธานี (ก.พ. 2559) 11. สถานีอุตุนิยมวิทยาสุราษฎร์ธานี (ต.ค. 2559) 12. สถานีอุตุนิยมวิทยาเชียงราย (ต.ค. 2559) 13. สถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ (บางนา) (ต.ค. 2559) |
| | | | | 1 W | 1. ทำอากาศยานดอนเมือง (พ.ย. 2560) |
| 6 | เรดาร์ตรวจวัดลมชั้นบนระดับต่าง ๆ (Radar Wind Profilers) | 1290 MHz | 2 MHz | 1200 W | 1. ทำอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ |
| 7 | ระบบรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา FY-2E | 1698.5-1783.5 MHz | 85 MHz | - | 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคาร 50 ปี |
| 8 | ระบบรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา Polar Orbit | 1683-1698 MHz 7750-8500 MHz | 15 MHz 750 MHz | - - | 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคาร 50 ปี 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคาร 50 ปี |
| 9 | ระบบรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา JCSAT (JCSAT 2A และ JCSAT 28) สำหรับ Himawari Cast | 4148 MHz (3700-4200 MHz) | 500 MHz | - | 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคาร 50 ปี |
| 10 | ระบบรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา AsiaSat-4 สำหรับ CMA Cast | 3840 MHz (3700-4200 MHz) | 500 MHz | - | 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคารศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ |
| 11 | ระบบส่งสัญญาณดาวเทียม ThaiCom-5 | 6185 MHz (6166.985-6170 MHz) 3960 MHz (3941.985-3945 MHz) | 3015 kHz 3015 kHz | 60 W - | 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคารกองสื่อสาร 1. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) อาคารกองสื่อสาร 2. สถานีรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) |

| ลำดับที่ | ชื่อระบบที่ใช้งาน | ย่านคลื่นความถี่ | Bandwidth | กำลังส่ง | สถานที่ใช้งาน |
|----------|---|-----------------------------|-----------|----------|---|
| | | | | | 3. สถานีวิทยุกระจายเสียงกรมอุตุนิยมวิทยา จ.พิษณุโลก 4. สถานีวิทยุกระจายเสียงกรมอุตุนิยมวิทยา จ.นครราชสีมา 5. สถานีวิทยุกระจายเสียงกรมอุตุนิยมวิทยา จ.ระยอง 6. สถานีวิทยุกระจายเสียงกรมอุตุนิยมวิทยา จ.ชุมพร 7. สถานีวิทยุกระจายเสียงกรมอุตุนิยมวิทยา จ.ภูเก็ต |
| 12 | ระบบเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศ โทรสำเนา กรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) (Radiofax) | 7395 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| | | 17520 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| 13 | ระบบเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศ เพื่อการเดินเรือกรมอุตุนิยมวิทยา (Broadcast for Shipping) | 6765.1 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| | | 8743 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| 14 | ระบบเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศ เพื่อการบินกรมอุตุนิยมวิทยา (Volmet) | 2965 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| | | 6676 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| | | 11387 kHz | 2.7 kHz | 10 kW | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| 15 | เครื่องรับวิทยุเพื่อตรวจสอบการกระจายข่าวอากาศกรม อุตุนิยมวิทยา (บางปลา) -IC-R75 | 2965-17520 kHz | - | - | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| 16 | เครื่องรับวิทยุเพื่อตรวจสอบการกระจายข่าวอากาศกรม อุตุนิยมวิทยา (บางนา) -PALSTAR R30A | 2965-17520 kHz | - | - | 1. ศูนย์โทรคมนาคมอุตุนิยมวิทยาแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กองสื่อสาร กรม อุตุนิยมวิทยา (บางนา) |
| 17 | การเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างห้องส่งกับ เครื่องส่งวิทยุกระจายเสียง (Studio Transmitter Link) ย่านความถี่ 300-320.1 MHz | 302.1 MHz | 15 kHz | 10 W | 1. สถานีวิทยุกระจายเสียง AM กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) |
| | | 302.35 MHz | 15 kHz | 10 W | 1. สถานีวิทยุกระจายเสียง AM กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) |
| | | 302.15 MHz | 15 kHz | 10 W | 1. สถานีวิทยุกระจายเสียง FM กรมอุตุนิยมวิทยา จ.ภูเก็ต |
| | | 302.1 MHz และ 302.35 MHz | 15 kHz | - | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายข่าวอากาศ AM กรมอุตุนิยมวิทยา (บางปลา) |
| | | 302.15 MHz | 15 kHz | - | 1. สถานีเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียง FM กรมอุตุนิยมวิทยา จ.ภูเก็ต (บริเวณเขาโต๊ะแซะ) |
| 18 | เรดาร์ตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา ย่าน S-Band | 2720 MHz (2700-3000 MHz) | 5 MHz | 850 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศทำอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ |
| | | 2720 MHz (2700-3000 MHz) | 5 MHz | 550 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศหัวหิน |
| 19 | เรดาร์ตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยาย่าน X-Band | 9980 MHz | 5 MHz | 200 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน |
| | | 9620 MHz | 5 MHz | 200 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศระนอง |
| | | 97580 MHz | 5 MHz | 200 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศตรัง |
| | | 9440 MHz | 2.5 MHz | 75 W | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเคลื่อนที่ X-Band |

| ลำดับที่ | ชื่อระบบที่ใช้งาน | ย่านคลื่นความถี่ | Bandwidth | กำลังส่ง | สถานที่ใช้งาน |
|----------|---|------------------|-----------|----------|--|
| 20 | เรดาร์ตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา ย่าน C-Band | 5600-5650 MHz | 5 MHz | 400 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสุรินทร์ 2. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสทิงพระ จ.สงขลา |
| | | 5600-5650 MHz | 5 MHz | 350 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสุราษฎร์ธานี 2. สถานีเรดาร์สมุทรสงคราม (ย้ายมาจากดอนเมือง) 3. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศขอนแก่น 4. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสกลนคร 5. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศนครราชสีมา 6. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศอุบลราชธานี 7. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเชียงราย 8. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศชุมพร 9. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศลำพูน 10. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสมุย 11. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศพิษณุโลก 12. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศชัยนาท 13. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศหาดใหญ่ 14. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศน่าน |
| | | 5600-5650 MHz | 5 MHz | 250 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศหาดใหญ่ 2. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศภูเก็ต 3. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศกระบี่ 4. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศนครนายก 5. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศระยอง 6. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศวิเชียรบุรี |
| | | 5600-5650 MHz | 2.5 MHz | 200 kW | 1. สถานีเรดาร์ตรวจอากาศเคลื่อนที่ C-Band |

* เครื่องรับส่งวิทยุ VHF/FM ย่าน 163/170 MHz ที่รับมาในรายการเครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ เรดาร์ และเครื่องวิทยุห้วงอากาศ จะอ้างอิงตามปีที่ได้ใบอนุญาตเดิม จาก สำนักงาน กสทช.
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า คลื่นความถี่สำหรับกิจการอุตุนิยมวิทยา มีผู้ถือครองคลื่นความถี่สำหรับกิจการนี้ คือ บริษัท ไทยคม จำกัด แต่ได้มีการปล่อยเช่าสัญญาณให้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้ในกิจการอุตุนิยมวิทยา เช่น เครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ ระบบตรวจวินด์เซียร์ (LLWAS) เรดาร์ตรวจวัดลมชั้นบนระดับต่าง ๆ (Radar Wind Profilers) และสถานีเรดาร์ตรวจอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย เป็นต้น

สำหรับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการอุตุนิยมวิทยามีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและมีความเพียงพอ อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านต่ำกว่า L-Band จะมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งในปัจจุบันมีประเด็นปัญหาการรบกวนการใช้งานในย่าน 5650 MHz ซึ่งเป็นเทคโนโลยี C band นอกจากนี้ ในปัจจุบันมีสนามบินสุวรรณภูมิเพียงแห่งเดียว ที่ได้มีการติดตั้งระบบเรดาร์ตรวจวัดลมชั้นบนระดับต่าง ๆ (Radar Wind Profilers) จากสนามบินทั้งหมด 36 แห่งทั่วประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวนี้สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุทางอากาศ ทั้งนี้ กรมอุตุนิยมวิทยามีแผนที่จะติดตั้งระบบเรดาร์ตรวจวัดลมชั้นบนระดับต่าง ๆ (Radar Wind Profilers) ให้แก่สนามบินทั่วประเทศไทย รวมทั้ง กรมอุตุนิยมวิทยามีความต้องการรับสัญญาณดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยาจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์อากาศในประเทศด้วย

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม การกิจ ของกิจการอุตุนิยมวิทยา

เทคโนโลยีใหม่ที่จะถูกนำมาใช้ในกิจการอุตุนิยมวิทยาคือ เทคโนโลยี Digital Video Broadcasting Satellite System (DVB-S) ที่เป็นเทคโนโลยีการติดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมบนเรือ

2.3.8 กิจการดาราศาสตร์วิทยุ

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการนี้คือ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยสถานะปัจจุบันของกิจการนี้มีความต้องการใช้คลื่นความถี่เพื่อรับสัญญาณจากภายนอกโลก เนื่องจากในปัจจุบันโครงการที่เกี่ยวข้องกับกิจการดาราศาสตร์วิทยุเป็นโครงการที่ใช้สำหรับรับคลื่นความถี่จากอวกาศเพียงอย่างเดียว เช่น โครงการสร้างจานดาวเทียมขนาด 40 เมตร เพื่อตรวจจับคลื่นความถี่จากวัตถุในอวกาศ โครงการสร้างจานดาวเทียมขนาด 13 เมตร ทำงานเป็นส่วนเสริมในอนาคตให้กับจานดาวเทียมขนาด 40 เมตร เพื่อใช้ในการตรวจจับคลื่นความถี่จากวัตถุในอวกาศ เป็นต้น ทั้งนี้ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ได้มีการกำหนดคลื่นความถี่สำหรับใช้ในกิจการดาราศาสตร์วิทยุ ตามตารางที่ 2.10 โดยสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กล่าวว่ายังมีความจำเป็นที่สำนักงาน กสทช. จะต้องกันคลื่นความถี่สำหรับกิจการดาราศาสตร์วิทยุไว้ เนื่องจากในอนาคตมีความจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวอย่างแน่นอน รวมทั้งการกันคลื่นความถี่ช่วงดังกล่าวยังช่วยลดการเกิดสัญญาณรบกวนในการรับสัญญาณจากอวกาศ

ตารางที่ 2.10 ตารางกำหนดคลื่นความถี่ของกิจการดาราศาสตร์วิทยุ

| คลื่นความถี่ที่ ITU กำหนด Zone 3 ITU |
|--------------------------------------|
| MHz |
| 13.36-13.41 |
| 25.55-25.67 |
| 37.5-38.25 |
| 322-328.6 |
| 406.1-410 |
| 1400-1427 |
| 1610.6-1613.8 |
| 1660-1670 |
| 2655-2700 |
| 4800-5000 |
| GHz |
| 10.6-10.7 |
| 14.47-14.5 |
| 15.35-15.4 |
| 22.21-22.5 |
| 23.6-24 |
| 31.3-31.8 |
| 42.5-43.5 |
| 76-116 |
| 123-158.5 |
| 164-167 |
| 182-185 |
| 200-231.5 |
| 241-275 |

ที่มา: สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการดาราศาสตร์วิทยุมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจาก ความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุช่วงต่ำ (2-40 GHz) ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งคลื่นความถี่ดังกล่าวมีความต้องการใช้งานที่สูงกว่าคลื่นความถี่ช่วงสูง (40-100 GHz) เพราะมีการรับสัญญาณคลื่นของมวลสารสำคัญหลายชนิด และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากกว่า ทั้งในเรื่องของการออกแบบอุปกรณ์และเทคโนโลยีการรับส่งสัญญาณ

(3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของกิจการดาราศาสตร์วิทยุ

- ✓ ตัวรับสัญญาณย่าน C ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณที่ถูกรออกแบบและสร้างโดยวิศวกรและทีมงานคนไทย เพื่อใช้ในงานวิจัยวัตถุจากอวกาศ
- ✓ ตัวรับสัญญาณย่าน Q ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณที่ใช้ในกิจการดาราศาสตร์วิทยุ

2.4 กิจการอื่น ๆ

กิจการอื่น ๆ หมายถึง กิจการที่มีการใช้คลื่นความถี่ที่นอกเหนือจากกิจการโทรคมนาคม กิจการวิทยุกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และกิจการวิทยุคมนาคม โดยการใช้คลื่นความถี่ที่นอกเหนือจากกิจการดังกล่าว เช่น คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์ระยะสั้น (Short Range Device: SRD) การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล (Machine Type Communication หรือ Internet of Things-IoT) และคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed Frequency for Wireless Broadband Internet) เป็นต้น ทั้งนี้ กิจการอื่น ๆ มีการจัดสรรย่านความถี่โดยให้ขออนุญาตใช้งาน และได้รับยกเว้นใบอนุญาต รวมถึงการจัดสรรย่านความถี่ในการเตรียมความพร้อม และสนับสนุนการพัฒนาของเทคโนโลยี IoT สำหรับประเทศไทย พบว่า สำนักงาน กสทช. ได้ดำเนินการโดยได้กำหนดแผนความถี่ที่รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท มีรายละเอียด ดังนี้

- 1.) ย่านความถี่ที่ต้องมีใบอนุญาต (License Spectrum) โดยได้รับสิทธิเฉพาะตัวในการใช้คลื่นความถี่และต้องได้รับใบอนุญาต ซึ่งเป็นคลื่นความถี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ (IMT) ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีคลื่นความถี่ที่พร้อมใช้งานผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อรองรับโครงข่าย IoT จำนวน 3 ย่านความถี่ คือ 800/900 MHz 1800/1900 MHz 2100 MHz นอกจากนี้ สำนักงาน กสทช. มียังมีแผนการใช้คลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมเพื่อรองรับ IoT สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในย่านความถี่ 700 MHz 1500 MHz 2300 MHz และ 2600 MHz
- 2.) ย่านความถี่ที่ได้รับยกเว้นใบอนุญาต (Unlicensed Spectrum) เป็นการใช้งานมีโอกาสเกิดการรบกวนต่ำ และช่วยลดภาระของผู้ใช้งาน ผู้ให้บริการ และผู้ประกอบการ เช่น WIFI Bluetooth เป็นต้น

ดังนั้น การรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตของกิจการอื่น ๆ สำหรับประเทศไทย จึงรวบรวมมาทั้งการใช้คลื่นความถี่ในย่านความถี่ที่ต้องมีใบอนุญาตและย่านความถี่ที่ได้รับยกเว้นใบอนุญาต

(1) สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการอื่น ๆ

การใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ ประกอบด้วย คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น และคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงซึ่งเป็นระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ ในปัจจุบันรวบรวมปริมาณการใช้คลื่นความถี่จากการใช้งานต้องมีใบอนุญาต และได้รับยกเว้นใบอนุญาต มีรายละเอียด ตามตารางที่ 2.11 ดังนี้

ตารางที่ 2.11 การระบุคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้เป็นการทั่วไปพร้อมเงื่อนไขกำลังส่งสูงสุดใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่ต้องมีและประเภทการประยุกต์การใช้งาน

| ลำดับ | คลื่นความถี่ | กำลังส่งสูงสุด | ใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง | การประยุกต์ใช้งาน |
|-------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | น้อยกว่า 135 KHz | 150 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | 150 mW-7.5 W (e.i.r.p.) | มี ใช้ คำ ทำ นำเข้า นำออก ตั้ง | |
| 2 | น้อยกว่า 315 KHz | 150 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| 3 | 13.553-13.567 MHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |

| ลำดับ | คลื่นความถี่ | กำลังส่งสูงสุด | ใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง | การประยุกต์ใช้งาน |
|------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|
| | | 10 mW-1 W (e.i.r.p.) | มี ใช้ คำ ทำ นำเข้า นำออก ตั้ง | |
| 4 | 25-470 MHz | 50 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | On-Site Paging System |
| 5 | 26.965-27.405 MHz | 100 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | 500 mW | คำ ทำ นำเข้า | ทั่วไป |
| 6 | 30-50 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| 7 | 54-74 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Wireless Microphone |
| 8 | 72-72.475 MHz | 750 mW | คำ ทำ นำเข้า | วิทยุควบคุม สิ่งประดิษฐ์จำลอง |
| 9 | 78-79 MHz | 500 mW | คำ ทำ นำเข้า | CB |
| 10 | 78-79 MHz | สูงกว่า 500 mW e.i.r.p. | รายการ 1 ตาราง 3 ภาคผนวก ข** | CB |
| 11 | 88-108 MHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Wireless Microphone |
| 12 | 165-210 MHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Wireless Microphone |
| 13 | 245-247 MHz | 500 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | CB |
| 14 | 245-247 MHz | สูงกว่า 500 mW e.i.r.p. | รายการ 1 ตาราง 3 ภาคผนวก ข** | CB |
| 15 | 300-500 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| 16 | 433.05-434.79 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | 10 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | UAS |
| 17 | 510-790 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | เครื่องส่งสัญญาณภาพ หรือ เครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง |
| 18 | 694 - 703 MHz* | 50 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | Wireless Microphone |
| 19 | 748-758 MHz* | 50 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | Wireless Microphone |
| 20 | 803-806 MHz* | 50 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | Wireless Microphone |
| 21 | 920-925 MHz | 50 mW e.i.r.p. | คำ | RFID |
| | | 500 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | |
| | | 4000 mW e.i.r.p. | มี ใช้ คำ ทำ นำเข้า นำออก ตั้ง | |
| | | 50 mW e.i.r.p. | คำ | Non- RFID |
| | | 500 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | |
| 4000 mW e.i.r.p. | มี ใช้ คำ ทำ นำเข้า นำออก ตั้ง | | | |
| 22 | 1900-1906 MHz | 10 mW | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Cordless telephone |
| 23 | 2400-2500 MHz | 100 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RLAN |
| | | | คำ ทำ นำเข้า | UAS |
| 24 | 5150-5350 MHz | 200 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RLAN |
| 25 | 5470-5725 MHz | 1 W e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RLAN |
| 26 | 5725-5850 MHz | 1 W e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | ทั่วไป |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RLAN |

| ลำดับ | คลื่นความถี่ | กำลังส่งสูงสุด | ใบอนุญาตวิทยุคมนาคมที่เกี่ยวข้อง | |
|-------|-----------------|--------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | | คำ ทำ นำเข้า | การประยุกต์ใช้งาน |
| 27 | 5725-5875 MHz | 10 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | UAS |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | เรดาร์ |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RFID |
| | | | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | RLAN |
| 28 | 10.00-10.6 GHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | เรดาร์ |
| 29 | 22-24.25 GHz | -41.3 dBm/MHz | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Vehicle Redar |
| 30 | 24.05-24.25 GHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | เรดาร์ |
| 31 | 24.05-24.25 GHz | 100 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Vehicle Redar |
| 32 | 24.05-26.65 GHz | -41.3 dBm/MHz | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Vehicle Redar |
| 33 | 57-66 GHz | 10,000 mW e.i.r.p. | คำ ทำ นำเข้า | |
| 34 | 76-77 GHz | 55 dBm | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Vehicle Redar |
| 35 | 76-81 GHz | 10 mW e.i.r.p. | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | เรดาร์ |
| 36 | 77-81 GHz | 55 dBm | ได้รับยกเว้นใบอนุญาต | Vehicle Redar |

ที่มา: จากการสัมภาษณ์สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.), สำนักบริหารคลื่นความถี่ (ข้อมูล ณ วันที่ 25 ธ.ค. 2561)

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * คือ ย่านความถี่ 794-806 MHz 694-703 MHz และ 803 - 806 MHz มีกฎระเบียบเกี่ยวกับไมโครโฟนไร้สาย คือ ได้รับการยกเว้นใบอนุญาตให้มิใช่ นำออก ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมและตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ดังนี้

(1) ย่านความถี่ 794-806 MHz กำลังส่ง 50 mW ยื่นขออนุญาตนำเข้าภายใน 31 พ.ค. พ.ศ. 2561 เท่านั้น และสามารถนำเข้าได้ภายในวันที่ 27 พ.ย. พ.ศ. 2561 โดยสิ้นสุดการใช้งานวันที่ 31 มี.ค. พ.ศ. 2564

(2) ย่านความถี่ 694-703 MHz กำลังส่ง 50 mW ยื่นขออนุญาตนำเข้าภายใน 5 ก.ค. พ.ศ. 2563 เริ่มใช้งานได้ตั้งแต่วันที่ 1 ม.ค. พ.ศ. 2561 และสามารถใช้งานได้โดยไม่มีกำหนดวันสิ้นสุด

(3) ย่านความถี่ 803 - 806 MHz กำลังส่ง 50 mW นำเข้าได้หลังจากได้จดทะเบียนแล้ว เริ่มใช้งานได้ตั้งแต่วันที่ 1 มิ.ย. พ.ศ. 2561 และสามารถใช้งานได้โดยไม่มีกำหนดวันสิ้นสุด

เครื่องหมาย ** คือ เงื่อนไขเพิ่มเติมใบอนุญาตวิทยุคมนาคม โดยประกาศ สำนักงาน กสทช. ที่เกี่ยวข้องระบุว่า เครื่องวิทยุคมนาคมสำหรับความถี่ภาคประชาชน ย่านความถี่วิทยุ 78-79 MHz หรือ 245-247 MHz กำลังส่งสูงกว่า 500 มิลลิวัตต์ ที่ผู้มิหรือใช้เครื่องวิทยุคมนาคมนั้นได้รับความยินยอมให้มิหรือให้ใช้จากผู้มีกรรมสิทธิ์ที่ได้รับใบอนุญาตมี และใช้เครื่องวิทยุคมนาคมนั้นแล้ว ได้รับการยกเว้นไม่ต้องได้รับใบอนุญาตมี และใช้ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมนั้น แต่ไม่รวมถึงการโอนกรรมสิทธิ์เครื่องวิทยุคมนาคมนั้นไปให้บุคคลอื่น ซึ่งต้องได้รับใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยวิทยุคมนาคม

จากตารางที่ 2.11 จะเห็นได้ว่า คลื่นความถี่สำหรับกิจการอื่น ๆ มีความหลากหลายตามการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น เรดาร์ยานพาหนะเคลื่อนที่ และอุปกรณ์ RFID เป็นต้น โดยการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันในการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ จากลักษณะของการใช้งาน และช่วงเวลาใช้งานของกลุ่มตัวอย่างผู้ถือครองคลื่นความถี่ มีรายละเอียด ดังนี้

จากการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ถือครองคลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ โดยจำแนกตามลักษณะการใช้งานและช่วงเวลาการใช้งาน พบว่า ผู้ถือครองคลื่นความถี่หนึ่งองค์กรสามารถใช้งานได้หลายลักษณะ โดยร้อยละ 73.45 ใช้สำหรับอุปกรณ์เรดาร์ตรวจอากาศ และอุปกรณ์ RFID ใช้คลื่นความถี่เพื่อการวิจัยด้าน IoT ลำดับต่อมา ร้อยละ 18.58 ใช้คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นโดยมีการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกลในขั้นตอนการผลิตในโรงงาน การสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล การจัดการระบบเข้าออกที่จอดรถ และการจัดการระบบประตูอัตโนมัติ เป็นต้น และ ร้อยละ 15.93 ทั้งนี้ จะ

ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง ในย่านความถี่ 2.4 GHz และย่านความถี่ 5 GHz

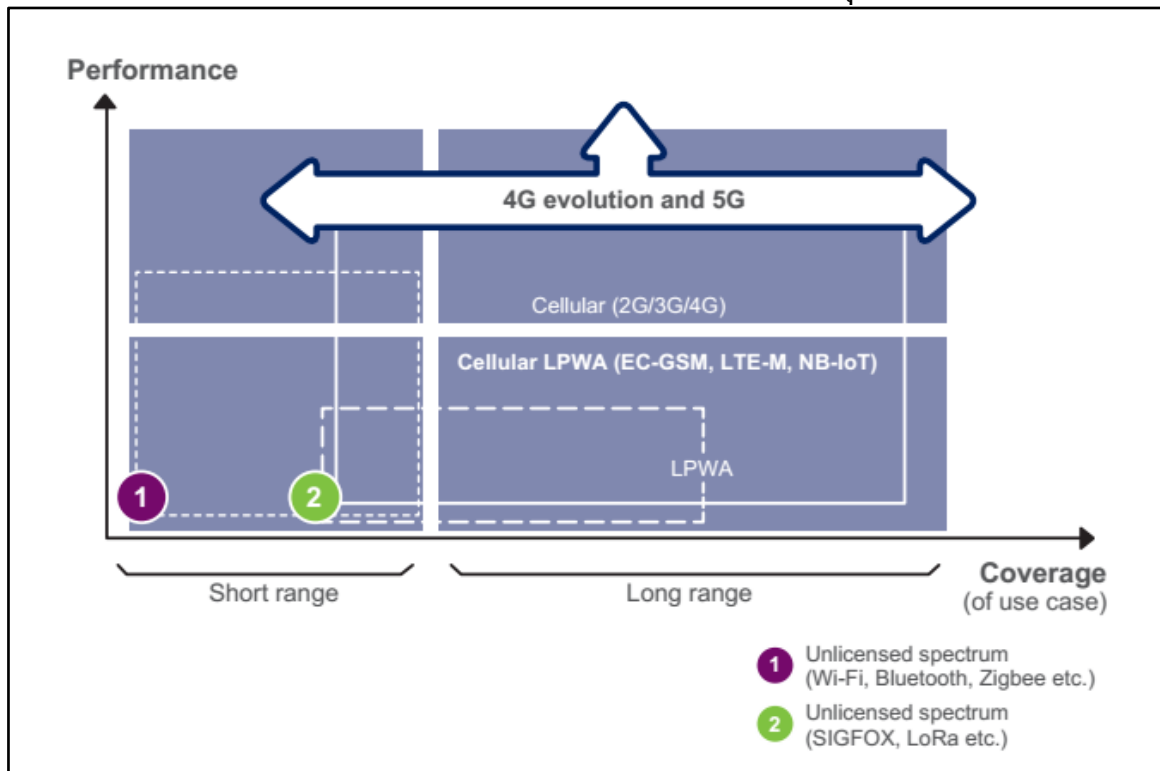
สำหรับการจำแนกตามช่วงเวลาการใช้งานซึ่งประกอบด้วย การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง และการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน (stand by) หรือเมื่อมีการกิจ พบว่า ย่านความถี่ ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ ย่านความถี่ 400 MHz ย่านความถี่ 800 MHz ย่านความถี่ 900 MHz ย่านความถี่ 2.4 GHz และย่านความถี่ 5 GHz โดยย่านความถี่ที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน (stand by) หรือเมื่อมีการกิจ ได้แก่ ย่านความถี่ 200 kHz ย่านความถี่ 13.56 MHz และย่านความถี่ 142 MHz นอกจากนี้ ย่านความถี่ 800 MHz ย่านความถี่ 900 MHz ย่านความถี่ 2.4 GHz และย่านความถี่ 5 GHz มีการใช้งานในลักษณะบางช่วงเวลาของวันเพื่อการวิจัยด้าน IoT

จะเห็นว่าลักษณะการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ นอกจากการใช้งานในอุปกรณ์แล้วยังมีการนำไปใช้ในระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบโครงข่ายไร้สายของเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ที่ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ อีกทั้งยังเป็นผลให้มนุษย์สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างหลากหลาย สามารถควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะใกล้ และเทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะใกล้ (Short-Range Devices หรือ Short-Range Communication) เป็นรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระยะสั้นมากโดยใช้กำลังส่งต่ำมาก เหมาะสำหรับการสื่อสารในพื้นที่ครอบคลุมขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ (Peer-to-peer) หรือการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายก็ได้ ได้แก่ เทคโนโลยี WiFi Bluetooth ZigBee และ Z-wave เป็นต้น
- 2) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล (Long-Range หรือ Wide Area Communication) ได้แก่ เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบมือถือ (Cellular Networks) เช่น GSM/GPRS (2G) UMTS (3G) และ LTE (4G) เป็นต้น

ทั้งนี้ การนำเทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ สามารถสรุปได้ ตามแผนภาพที่ 2.1 ดังนี้

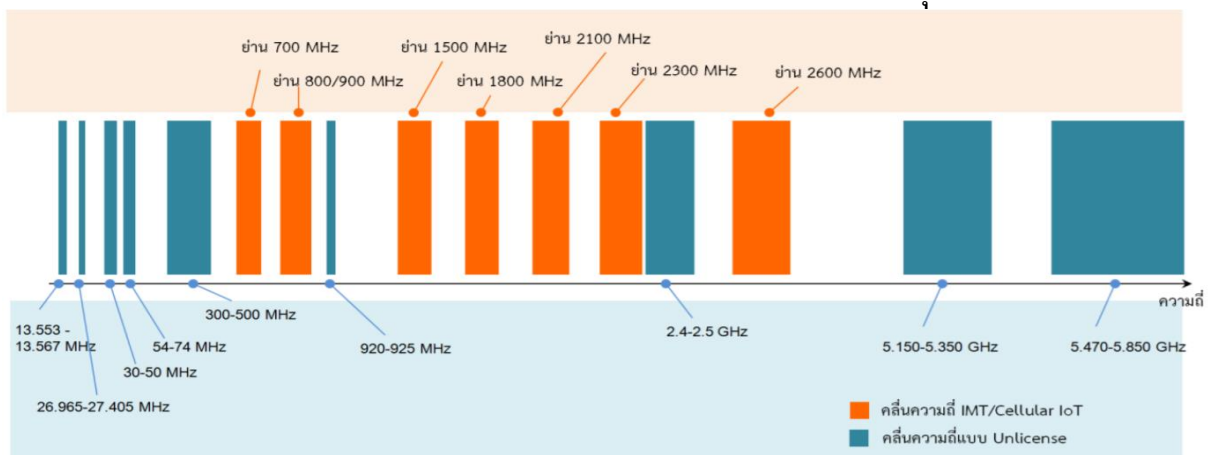
แผนภาพที่ 2.1 เทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT



ที่มา: Ericsson White Paper, “Cellular Networks for Massive IoT”, January 2016

จากการเตรียมแผนเพื่อรองรับเทคโนโลยี IoT ของสำนักงาน กสทช. เพื่อการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีการกำหนดแผนความถี่ที่รองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT ในการประยุกต์คลื่นความถี่โดยการขออนุญาตและได้รับการยกเว้นสามารถสรุปได้ ตามแผนภาพที่ 2.2 ดังนี้

แผนภาพที่ 2.2 การกำหนดคลื่นความถี่เพื่อรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT



ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2561)

นอกจากนี้ คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed Frequency for Wireless Broadband Internet) ได้แก่ ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz และในการใช้งานย่านความถี่ดังกล่าวสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ต จะไม่ได้รับการคุ้มครองการรบกวน โดยกรณีที่มีการรบกวนข่ายการสื่อสารอื่นที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ จะต้องแก้ไขการรบกวนหรือยุติการใช้งานทันที และช่วงคลื่นความถี่วิทยุที่อนุญาตให้ใช้งานสำหรับการให้บริการอินเทอร์เน็ตสามารถแจกแจงโดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.12 ดังนี้

ตารางที่ 2.12 ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ที่อนุญาตให้ใช้งานสำหรับการให้บริการอินเทอร์เน็ต

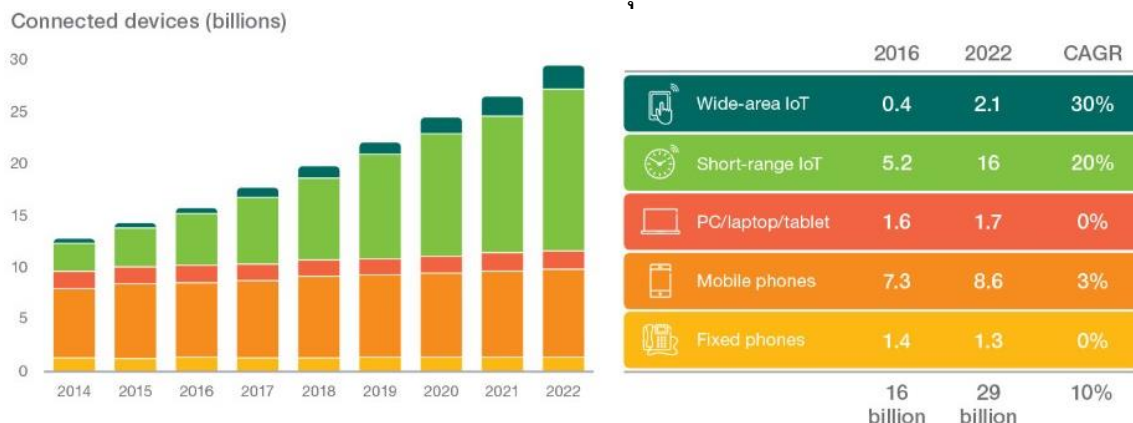
| ช่วงความถี่วิทยุ (GHz) | เงื่อนไขการใช้งาน |
|------------------------|------------------------|
| 2.400-2.500 | ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร |
| 5.150-5.350 | ภายในอาคารเท่านั้น |
| 5.470-5.725 | ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร |
| 5.725-5.850 | ภายในอาคาร/ภายนอกอาคาร |

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, (2559)

(2) ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่า กิจการอื่น ๆ มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน โดยแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ ในระยะ 5 ปี จะเพิ่มขึ้น โดยจากการพยากรณ์ของ Ericsson (Ericsson, 2016) การเติบโตของ IoT ส่งผลให้ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งมีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจากการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้นในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม เช่น การต่ออินเทอร์เน็ตภายในบ้านในลักษณะ Wi-Fi และ Bluetooth เป็นต้น โดยเพิ่มขึ้นในอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (Compound Annual Growth Rate: CAGR) ร้อยละ 20 และอุปกรณ์สื่อสารระยะไกล เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกลอัตโนมัติ (Telemetry) และอุปกรณ์ติดตามตำแหน่ง (Location tracking) เป็นต้น จะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยต่อปี ร้อยละ 30 (แผนภาพที่ 2.3)

แผนภาพที่ 2.3 แนวโน้มการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในปี ค.ศ. 2016-2022



ที่มา: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/internet-of-things-forecast>

- (3) เทคโนโลยีใหม่สำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตใช้งาน (Unlicensed Band) คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น Short range device (SRD) กิจการระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ Wireless local area network (WLAN)

การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในกิจการอื่น ๆ มีแนวโน้มที่จะใช้งานอย่างแพร่หลาย สามารถจำแนกพัฒนาเทคโนโลยีตามอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะใกล้ และเทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะใกล้ โดยเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (SRD) ซึ่งมีแนวทางการพัฒนาเพื่อการใช้งานคลื่นความถี่จะทำให้ไม่รบกวนกันแม้ว่าอยู่ในพื้นที่เดียวกันที่มีลักษณะเปิดให้ใช้ร่วมกันจะเพิ่มขึ้น และสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) มีแนวโน้มที่จะขยายคลื่นความถี่ให้มากขึ้น ซึ่งการพัฒนาหรือการออกแบบเทคโนโลยีให้สนับสนุนการใช้คลื่นความถี่ร่วมกันในพื้นที่เดียวกันจะส่งเสริมให้เกิดความต้องการใช้คลื่นความถี่ของอุปกรณ์ระยะสั้น และในการพัฒนาเทคโนโลยีในการเชื่อมต่อแบบโครงข่าย เช่น เทคโนโลยี WiFi Bluetooth Zigbee Z-wave และเทคโนโลยี LoRa เป็นต้น มีรายละเอียด ดังนี้
 - 1.1) เทคโนโลยี Bluetooth 5.0 โดยการเพิ่มความสามารถให้อุปกรณ์ Bluetooth สามารถสื่อสารด้วยการส่งต่อเป็นทอดได้ ทำให้สามารถขยายขอบเขตของการสื่อสารโดยไม่ต้องมีโครงสร้างของเครือข่ายในพื้นที่
 - 1.2) การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิทยุคมนาคม ประเภท RFID โดยมีแนวทางการพัฒนาตามการใช้งานในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ การประยุกต์ใช้ในบัตรเข้างานของพนักงาน การจัดการระบบเฝ้าตรวจชายแดน และการจัดการระบบลาดตระเวนและการข่าวทางทหาร เป็นต้น
 - 1.3) การพิจารณาการใช้คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นเพื่อกลุ่มโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญยิ่งยวด (Critical Infrastructure) เช่น การใช้คลื่นความถี่เพื่อเตือนภัยพิบัติ และการใช้ในสาธารณูปโภค เป็นต้น เมื่อมีการนำมาใช้งานของเทคโนโลยี 5G ควรพิจารณาการเปิดให้ใช้ร่วมกันในลักษณะ Network Unlicensed Band
 - 1.4) เทคโนโลยี LoRa ซึ่งมาจากคำว่า Long Range เพื่อตอบสนองความต้องการสื่อสารไร้สายที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างไกล โดยใช้พลังงานต่ำ มีคุณสมบัติดังนี้
 - ใช้งานความถี่ไม่สูงมาก จึงมีความทนต่อสิ่งกีดขวางได้มาก (Long Range Up to 15km)
 - สัญญาณต่ำสุดของเครื่องลูกข่ายที่สามารถใช้งานได้คือ -137 dBm
 - กระจายสัญญาณเข้าไปใน Indoor ที่ดี (Up to 20dB Penetrate for Deep Indoor)
 - เครื่องลูกข่ายใช้ไฟแบตเตอรี่น้อยทำให้สามารถใช้งานได้หลายปี
 - กำลังส่งของสถานีฐานต่ำเนื่องจากใช้ความถี่ต่ำ ทนต่อสัญญาณรบกวน
 - Modulation ใช้ LoRa Modulation แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum)
 - 125kHz Channel Bandwidth
 - ย่านความถี่เป็น Light-License จึงทำให้ต้นทุนต่ำ
 - ระบบเครือข่ายการให้บริการไม่ยุ่งยากซับซ้อน (เมื่อเทียบกับ 3G, 4G LTE)

- อุปกรณ์สถานีฐาน เช่น ระบบส่งสัญญาณ สายอากาศ มีราคาถูก
- 1 สถานีฐาน สามารถให้บริการได้พื้นที่กว้าง

จากเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าวข้างต้น จะมีผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอื่น ๆ เพิ่มขึ้น โดยตรง ได้แก่ คลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตใช้งาน (Unlicensed Band) คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น Short range device (SRD) กิจการระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ Wireless local area network (WLAN)

2) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล โดยการเข้ามาของเทคโนโลยี IoT ส่งผลให้เกิดการนำเทคโนโลยี ไร้สายแบบระยะไกลมาประยุกต์ใช้กับคลื่นความถี่ที่ไม่ใช่กิจการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตใช้งาน (Unlicensed Band) คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น Short range device (SRD) กิจการระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ Wireless local area network (WLAN) เช่น การประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีรายละเอียดดังนี้

2.1) การพัฒนาเทคโนโลยีโดยประยุกต์กับอุปกรณ์การสื่อสารกับโครงข่ายเพื่อรองรับเทคโนโลยี IoT โดยการประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบมือถือ (Cellular Networks) เช่น GSM/GPRS (2G) UMTS (3G) และ LTE (4G) โดยการใช้งานระบบมือถือ (2G, 3G, 4G) สำหรับอุปกรณ์ IoT ในปัจจุบันอาจมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น เทคโนโลยีในการรับส่งสัญญาณมือถือในปัจจุบันมีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ค่อนข้างสูง ทำให้ต้องชาร์จแบตเตอรี่อยู่เป็นประจำ จึงไม่เหมาะกับอุปกรณ์ IoT บางชนิดที่ไม่สามารถชาร์จหรือเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้บ่อยครั้ง และอุปกรณ์ IoT เช่น เซ็นเซอร์ต่าง ๆ มีข้อจำกัดในการใช้งานที่สัญญาณมือถือปกติเข้าไม่ถึง เช่น ใต้ดิน ผนัง หรือกำแพง เป็นต้น จึงอาจจะไม่สามารถใช้งานอุปกรณ์ IoT ดังกล่าวผ่านระบบมือถือในปัจจุบันได้

2.2) เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำ (Low Power Wide Area Network [LPWAN] Technology) การปรับปรุงเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบมือถือให้มีการใช้พลังงานต่ำและครอบคลุมพื้นที่ได้ไกลเพื่อรองรับกับการใช้งาน IoT สรุปได้ตามแผนภาพที่ 2.4 ดังนี้

แผนภาพที่ 2.4 เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล (Long-range)

| | 3GPP-based Solutions | | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|---|--|--|--------------------------------|
| | SIGFOX | LoRa | clean slate cloT | NB-IoT Rel. 13 lte | LTE-M Rel. 12/13 lte | EC-GSM Rel. 13 GSM | 5G (targets) 5G |
| Range (outdoor) MCL | <13km 160 dB | <11km 157 dB | <15km 164 dB | <15km 164 dB | <11km 156 dB | <15km 164 dB | <15km 164 dB |
| Spectrum Bandwidth | Unlicensed 900MHz 100Hz | Unlicensed 900MHz <500kHz | Licensed 7-900MHz 200kHz or dedicated | Licensed 7-900MHz 200kHz or shared | Licensed 7-900MHz 1.4 MHz or shared | Licensed 8-900MHz 2.4 MHz or shared | Licensed 7-900MHz shared |
| Data rate | <100bps | <10 kbps | <50kbps | <150kbps | <1 Mbps | 10kbps | <1 Mbps |
| Battery life | >10 years | >10 years | >10 years | >10 years | >10 years | >10 years | >10 years |
| Availability | Today | Today | 2016 | 2016 | 2016 | 2016 | beyond 2020 |

ที่มา: Nokia Networks White Paper, "LTE-M Optimizing LTE for the Internet of Things"

จากแผนภาพที่ 2-4 การใช้งานระบบมือถือ (2G, 3G, 4G) เพื่อการใช้งานอุปกรณ์สื่อสารระยะไกลเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่สำคัญ 3 เทคโนโลยี ได้แก่ เทคโนโลยี Narrow Band IoT เทคโนโลยี LTE-M และเทคโนโลยี Extended Coverage GSM (EC-GSM) มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) Narrow Band IoT (NB-IoT) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำ ที่มีการพัฒนาต่อยอดมาจากระบบ LTE (4G) เหมาะกับการประยุกต์ใช้ที่ไม่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลมาก เช่น Smart Parking หรือ Smart Metering NB-IoT มีคุณสมบัติดังนี้
 - รองรับการสื่อสารโดยใช้พลังงานต่ำ รองรับการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ IoT ได้นานถึง 10 ปี
 - เพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณให้ดีขึ้น (รองรับสัญญาณได้ดีขึ้น 20 dB หรือเพิ่มพื้นที่ให้บริการได้ 10 เท่า) ทำให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้มากขึ้นรวมถึงบริเวณที่สัญญาณมือถือปกติเข้าไปไม่ถึงเช่น ใต้ดิน ผงัง กำแพงก็สามารถติดตั้งใช้งานอุปกรณ์ IoT ได้
 - สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ได้เป็นจำนวนมาก (มากกว่าแสนอุปกรณ์ต่อสถานีฐาน)
 - เหมาะสำหรับการใช้งานอุปกรณ์ IoT ที่ต้องการความเร็วในการส่งสัญญาณไม่เกิน 200 kbps
 - ในระยะยาวอุปกรณ์จะมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ 2G/3G/4G และ Cat-M1
- 2) LTE-M (Cat-M1) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำอีกเทคโนโลยีหนึ่ง ที่มีการพัฒนาต่อยอดจากระบบ LTE (4G) เหมาะกับการประยุกต์ใช้ที่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลสูงกว่า NB-IoT แต่ยังคงประหยัดพลังงานอยู่ สามารถประยุกต์ใช้แบบติดตามตำแหน่งอุปกรณ์เช่น Smart Transportation และ Asset Tracking ได้เป็นอย่างดี LTE-M (Cat-M1) มีคุณสมบัติดังนี้
 - รองรับการสื่อสารโดยใช้พลังงานต่ำ รองรับการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ IoT ได้นานถึง 10 ปี
 - เพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณให้ดีขึ้น (รองรับสัญญาณได้ดีขึ้น 15 dB หรือเพิ่มพื้นที่ให้บริการได้ 7 เท่า) ทำให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้มากขึ้น
 - สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ได้เป็นจำนวนมาก (มากกว่าล้านอุปกรณ์ต่อสถานีฐาน)
 - เหมาะสำหรับการใช้งานอุปกรณ์ IoT ที่ต้องการความเร็วในการส่งสัญญาณไม่เกิน 1 Mbps
 - สามารถใช้ใน application แบบติดตามตำแหน่งอุปกรณ์ได้เป็นอย่างดี
 - ในระยะยาวอุปกรณ์จะมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ 2G/3G/4G
- 3) Extended Coverage GSM (EC-GSM) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเทคโนโลยีสื่อสารระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำเช่นกัน แต่เนื่องจากเทคโนโลยีนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดจากระบบ GSM (2G)

ทั้งนี้ นับได้ว่า NB-IoT และ LTE-M (Cat-M1) เป็นเทคโนโลยีที่รองรับการใช้พลังงานต่ำ สามารถครอบคลุมพื้นที่ให้บริการได้กว้าง และยังสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT เป็นจำนวนมาก (Massive IoT) จึงเป็นเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ LPWA IoT Applications เพื่อก้าวไปสู่ 5G Massive IoT ในอนาคต

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาอุปกรณ์และระบบโครงข่ายอื่น ๆ ที่มีการใช้งานในระบบโครงข่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT เช่น เทคโนโลยี Cloud Wi-Fi เทคโนโลยี Ultra-Wide Bandwidth เทคโนโลยี 5G mMTC เทคโนโลยี CBRS หรือ Private LTE เทคโนโลยี Natural Language Processing เป็นต้น

ทั้งนี้ จากผลการรวบรวมข้อมูลดังปรากฏข้างต้น เพื่อสะท้อนภาพรวมในการเปรียบเทียบระหว่างกิจการทั้งหมดที่มีการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน ที่ปรึกษาฯ ได้ทำการสรุปผลการรวบรวมข้อมูลสถานะปัจจุบันที่เกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการต่าง ๆ ในตาราง ดังนี้

| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|--|---|--|
| กิจการโทรคมนาคม : กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล | | |
| <p>ผู้ประกอบการหลัก แบ่งออกได้ 3 บริษัท ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด ย่านความถี่ 900 MHz 1800 MHz และ 2100 MHz (รวมมือกับบริษัท ทีโอที จำกัด) 2.บริษัท โทร มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด ย่านความถี่ 850 MHz (รวมมือกับบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด) 900 MHz 1800 MHz และ 2100 MHz 3.บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด ย่านความถี่ 900 MHz 1800 MHz 2100 MHz และ 2300 MHz (รวมมือกับบริษัท ทีโอที จำกัด) 4. บริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด ย่านความถี่ 850 MHz. 5. บริษัท ทีโอที จำกัด ย่านคลื่นความถี่ 2100 MHz และ 2300 MHz | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเข้ามาของเทคโนโลยี 5G</p> | <ul style="list-style-type: none"> - เทคโนโลยี 5G - เทคโนโลยี 3G 4G LTE |
| กิจการโทรคมนาคม : กิจการดาวเทียม | | |
| <p>บริษัท ไทยคม จำกัด เป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่ดาวเทียมรายเดียวในประเทศไทย โดยในปัจจุบันมีดาวเทียมใช้งานอยู่จำนวน 5 ดวง ได้แก่ ไทยคม 4 ไทยคม 5 ไทยคม 6 ไทยคม 7 และ ไทยคม 8 ซึ่งย่านความถี่ที่ทางบริษัท ไทยคม จำกัด ถือครอง ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ความถี่ย่าน C-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 4-7 GHz 2) ความถี่ย่าน Ku-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 10-12 GHz 3) ความถี่ย่าน Ka-Band มีช่วงความถี่ระหว่าง 18-31 GHz | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า ความถี่ย่าน Ka-Band มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการใช้งานเพื่อการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการรับส่งข้อมูล</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ระบบส่งสัญญาณ MPTS ขึ้นดาวเทียม C-band (S2) โดยใช้ T2-MI Stream - เทคโนโลยี DVB-T2 + DTH ซึ่งเป็นระบบส่งสัญญาณ MPTS ขึ้นดาวเทียม C-band (S2) โดยใช้ T2-MI Stream - เทคโนโลยี Low Earth Orbit (LEO) |

| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|---------------|---|--|
|---------------|---|--|

กิจการกระจายเสียงและกิจการวิทยุโทรทัศน์ : กิจการวิทยุกระจายเสียง

| | | |
|--|--|--|
| <p>แบ่งออกเป็น 2 ประเภท</p> <ol style="list-style-type: none"> วิทยุหลัก <ul style="list-style-type: none"> ระบบ เอฟ.เอ็ม. จำนวน 191 สถานี ระบบ เอ.เอ็ม. จำนวน 310 สถานี วิทยุทดลองประกอบกิจการ <ul style="list-style-type: none"> ✓ ประเภทธุรกิจ จำนวน 3,362 สถานี ✓ ประเภทสาธารณะ จำนวน 740 สถานี ✓ ประเภทชุมชน จำนวน 211 สถานี | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มลดลงสำหรับระบบแอนะล็อกเนื่องจากจำนวนผู้ฟังทางวิทยุลดลง อย่างไรก็ตาม การเข้ามาของกระจายเสียงในระบบดิจิทัลในอนาคตจะทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับในสถานีวิทยุดิจิทัล</p> | <p>- วิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล</p> |
|--|--|--|

กิจการกระจายเสียงและกิจการวิทยุโทรทัศน์ : กิจการวิทยุโทรทัศน์

| | | |
|--|---|--|
| <p>กิจการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) บริการสาธารณะ: ออกอากาศจำนวน 5 ช่อง (2) บริการชุมชน: ยังไม่มีการออกอากาศ (3) ทางธุรกิจ: ออกอากาศจำนวน 22 ช่อง <p>โดยมีผู้ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์สำหรับให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ในระบบดิจิทัล จำนวน 4 ราย</p> | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มลดลง เนื่องจาก กิจการวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง และผู้บริโภคมีช่องทางในการรับชมที่หลากหลายขึ้น รวมทั้งมีคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติที่ผู้ได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลสามารถคืนใบอนุญาตได้</p> | <p>- การแพร่ภาพในระบบความคมชัดที่สูงขึ้น (UHD หรือ 4K หรือ fps ที่สูงขึ้น)</p> |
|--|---|--|

กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (PPDR)

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| <p>กิจการ PPDR แบ่งกลุ่มผู้ใช้เป็น 2 กลุ่ม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กลุ่มผู้ใช้เพื่อติดต่อสื่อสารแบบเสียงและข้อมูลความเร็วต่ำ ได้แก่ หน่วยงานของรัฐ ประชาชน และมูลนิธิหรือสมาคมที่จดทะเบียนเพื่อดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับสาธารณกุศลหรือสาธารณภัย สามารถใช้คลื่นความถี่ในลักษณะใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกัน (Shared Use) 2. กลุ่มผู้ใช้เพื่อติดต่อสื่อสารแบบเสียงและข้อมูลความเร็วสูง ได้แก่ กลุ่มที่มี | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งสำหรับย่าน VHF/FM และ Broadband PPDR</p> | <p>- เทคโนโลยี Broadband PPDR</p> |
|--|--|-----------------------------------|

| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|---|---|---|
| ภารกิจโดยตรง และกลุ่มที่มีภารกิจบรรเทาสาธารณภัย | | |
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | | |
| <p>การใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง 2. การใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะการสำรองใช้ในกรณีฉุกเฉิน (stand by) หรือเมื่อมีภารกิจ | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> - การขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ - การขยายตัวของเที่ยวบิน - ระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (ITS) - โครงการลงทุนสำคัญของภาครัฐ (การก่อสร้างรถไฟทางคู่ โครงการรถไฟฟ้าเชื่อมสามสนามบิน โครงการท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง ระยะที่ 3 การก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิระยะที่ 2-4 และการก่อสร้างทางวิ่ง (Runway) ที่ 3-5 ของสนามบิน) | <ul style="list-style-type: none"> - ระบบวิทยุข้อมูล (RDS) - ระบบการชำระเงินค่าโดยสารในระบบขนส่งมวลชนจากการใช้คลื่นความถี่ในการสื่อสารสนามใกล้ - วิทยุคมนาคมระบบดิจิทัล - เทคโนโลยี GSM-R โดยใช้ความถี่ 800-900 MHz - การพัฒนาระบบควบคุมติดตามเรือ - การพัฒนาเครื่องรับ-ส่งวิทยุ Marine Band VHF/DSC -- การพัฒนาวิทยุคมนาคมเฉพาะกิจระบบดิจิทัล |
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน | | |
| <p>หน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในกิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - การไฟฟ้านครหลวง - การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค - การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย - การประปานครหลวง - การประปาส่วนภูมิภาค - บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) <p>ทั้งนี้ คลื่นความถี่ในย่านต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจการสาธารณูปโภคและกิจการพลังงาน ได้แก่ UHF, VHF, SHF, HF และ MF</p> | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) กิจการสาธารณูปโภค <ul style="list-style-type: none"> - การเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้า และ Sub-Station - การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ เช่น โครงการ Smart Meter/Smart Grid เป็นต้น 2) กิจการพลังงาน <ul style="list-style-type: none"> - การปฏิบัติงานทั้งในส่วนของในชายฝั่ง และนอกชายฝั่ง ส่งผลให้ต้องมีการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นความถี่ที่หลากหลายและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ | <ul style="list-style-type: none"> - Internet of Things (IoT) |

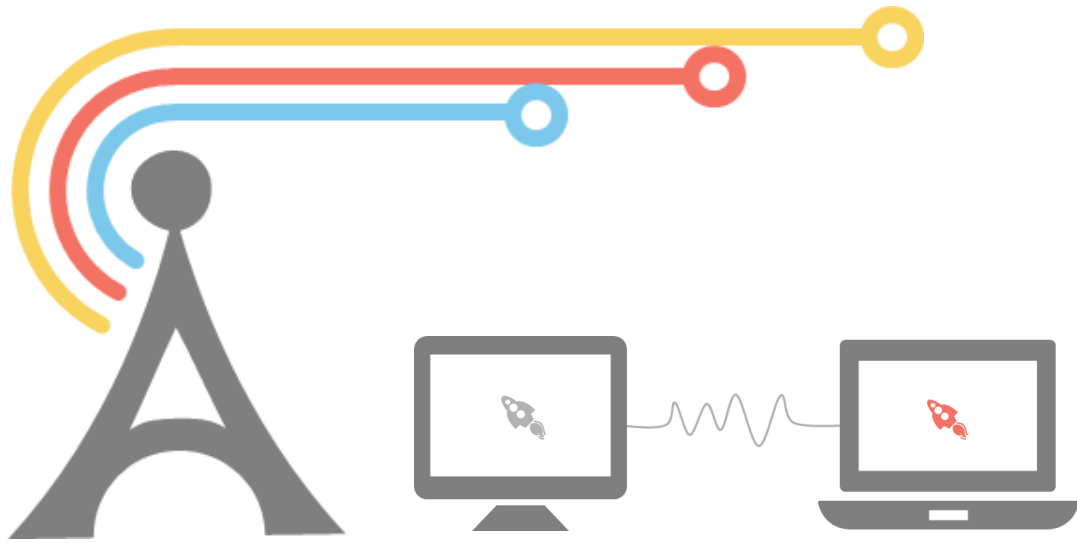
| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|---|--|--|
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการประจำที่ | | |
| <p>หน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในกิจการประจำที่ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> • บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) • บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เป็นต้น โดยเป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่ในย่านต่าง ๆ ได้แก่ UHF และ SHF | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก แนวโน้มที่จะมีความต้องการส่งผ่านข้อมูลที่มีความรวดเร็วเพิ่มขึ้น</p> | <ul style="list-style-type: none"> - การใช้ Laser-link - การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน E-band (71-76/81-86 GHz) |
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | | |
| <p>หน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> • กองทัพอากาศ • สำนักงานตำรวจแห่งชาติ • กรมการปกครอง <p>โดยเป็นผู้ถือครองคลื่นความถี่ในย่านต่าง ๆ ได้แก่ UHF, VHF, SHF, HF, MF และ LF</p> | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับผู้ใช้ระบบแอนะล็อก และการเข้ามาของเทคโนโลยี Broadband PPDR</p> | <ul style="list-style-type: none"> - ระบบ PS-LTE (Public Safety + Long Term Evolution (4G)) ของเทคโนโลยี Broadband PPDR |
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการวิทยุสื่อสาร | | |
| <p>แบ่งกลุ่มผู้ถือครองคลื่นความถี่ได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่</p> <p>กลุ่มที่ 1 กิจการวิทยุสื่อสารของภาครัฐ ผู้ถือครองคลื่นความถี่หลักคือ กรมการปกครอง</p> <p>กลุ่มที่ 2 กิจการวิทยุสื่อสารของภาคเอกชนหรือภาคประชาชน</p> | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> - จำนวนคลื่นความถี่ที่ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน - การเข้ามามีบทบาทของวิทยุสื่อสารดิจิทัล | <ul style="list-style-type: none"> - ระบบ PS-LTE (Public Safety + Long Term Evolution (4G)) ของเทคโนโลยี Broadband PPDR |

| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|--|---|--|
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการอุตุนิยมวิทยา | | |
| <p>ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลักในกิจการอุตุนิยมวิทยา คือ กรมอุตุนิยมวิทยา โดยระบบที่ใช้งาน ประกอบด้วย</p> <ul style="list-style-type: none"> • เรดาร์ตรวจอากาศ S-band • เรดาร์ตรวจอากาศ C-band • เรดาร์ตรวจอากาศ X-band • เรดาร์ตรวจวัดคลื่นในทะเลและการเตือนภัยจากพายุลมแรงหรือคลื่นพายุพัดชายฝั่ง • เครื่องวิทยุห้วงอากาศย่าน • เครื่องมือตรวจอากาศอัตโนมัติ • เครื่องรับส่งวิทยุ VHF/FM • Radar Wind Profilers | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านต่ำกว่า L-Band จะมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งในปัจจุบันมีประเด็นปัญหาการรบกวนการใช้งานในย่าน 5650 MHz ซึ่งเป็นเทคโนโลยี C band</p> | <p>- เทคโนโลยี Digital Video Broadcasting Satellite System (DVB-S)</p> |
| กิจการวิทยุคมนาคม : กิจการดาราศาสตร์วิทยุ | | |
| <p>หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ในกิจการนี้คือ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)</p> | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในลักษณะการรับคลื่นความถี่จากอวกาศ</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุช่วงต่ำ (2-40 GHz) ที่เพิ่มขึ้น</p> | <p>- ตัวรับสัญญาณย่าน C</p> <p>- ตัวรับสัญญาณย่าน Q</p> |
| กิจการอื่น ๆ : คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์ระยะสั้น (Short range device: SRD) และคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet) | | |
| <p>การใช้คลื่นความถี่ที่มีการจัดสรรโดยให้ใบอนุญาตใช้งาน และได้รับยกเว้นใบอนุญาต และการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT โดยมีการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์และโครงข่าย ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (SRD) - ระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ (WLAN) - อุปกรณ์ RFID - ไมโครโฟนไร้สาย | <p>ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้ในปัจจุบัน</p> <p>แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นจากการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่เพิ่มขึ้นในระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรม - การเพิ่มขึ้นของอุปกรณ์สื่อสารระยะไกล เช่น อุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกลอัตโนมัติ (Telemetry) และ อุปกรณ์ติดตามตำแหน่ง (Location tracking) เป็นต้น | <ul style="list-style-type: none"> - เทคโนโลยี Bluetooth 5.0 - การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวิทยุคมนาคม ประเภท RFID - การพิจารณาการใช้คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นเพื่อกลุ่มโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญยิ่งยวด (Critical infrastructure) - เทคโนโลยี LoRa - เทคโนโลยีประยุกต์อุปกรณ์การสื่อสารกับโครงข่ายเพื่อรองรับเทคโนโลยี IoT โดยการประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่ใช้ในระบบมือถือ (Cellular |

| สถานะปัจจุบัน | ความเห็นเกี่ยวกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน และแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ในระยะ 5 ปีข้างหน้า | เทคโนโลยีใหม่สำหรับกิจการ/กิจกรรม/ภารกิจที่มีผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะ 5 ปี |
|---------------|---|--|
| | | <p>networks) เช่น GSM/GPRS (2G) UMTS (3G) และ LTE (4G) โดยการใช้งานระบบมือถือ (2G, 3G, 4G) สำหรับอุปกรณ์ IoT</p> <ul style="list-style-type: none">- เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกลแบบใช้พลังงานต่ำ- เทคโนโลยี Narrow Band IoT- LTE-M (Cat-M1)- Extended Coverage GSM (EC-GSM) |

บทที่ 3

วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย



บทที่ 3

วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ ความต้องการใช้คลื่นความถี่ ในประเทศไทย

สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ที่ปรึกษาฯ ได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวม ซึ่งเป็นส่วนที่ที่ปรึกษาฯ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนาเพื่อให้เห็นภาพรวมของทิศทางที่ปัจจัยเหล่านั้นที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย โดยปัจจัยเหล่านั้นได้แก่

- ปัจจัยที่ 1: เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ
- ปัจจัยที่ 2: นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง
- ปัจจัยที่ 3: แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
- ปัจจัยที่ 4: พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่
- ปัจจัยที่ 5: การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
- ปัจจัยที่ 6: การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ ซึ่งที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยเหล่านี้ที่ได้จากข้อคำถามย่อยที่ 3 จากส่วนที่ 2 ถึงส่วนที่ 5 ของแบบสอบถาม และส่วนที่ 6 ของแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการ ซึ่งเป็นส่วนที่ทางที่ปรึกษาฯ รวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่ได้จากข้อคำถามย่อยที่ 5 จากส่วนที่ 2 ถึงส่วนที่ 5 ของแบบสอบถามและนำมาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการ

ส่วนที่ 4 สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย

โดยมีรายละเอียดการดำเนินการและผลการวิเคราะห์ของแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวม

1.1 เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ

ในการพิจารณาปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศต่อความต้องการการใช้คลื่นความถี่อาจพิจารณาจากพลวัตของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 3 ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4 ที่เน้นการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจ ซึ่งที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลการประเมินแนวโน้มเศรษฐกิจระดับโลกและของประเทศในปัจจุบันได้ ดังนี้

1) **เศรษฐกิจระดับโลก** มีแนวโน้มที่เผชิญกับความผันผวนบ่อยครั้งมากขึ้นและต้องเผชิญกับปัจจัยทั้งในด้านบวกและด้านลบ โดยปัจจัยด้านบวกนั้นเกิดจากการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ช่วยให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นด้วยนวัตกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างในด้านการผลิตให้มีต้นทุนที่ลดลงและสินค้ามีคุณภาพมากขึ้น การดำเนินธุรกิจและธุรกรรมต่าง ๆ ที่สามารถดำเนินการบนโครงข่ายดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น การติดต่อสื่อสารของประชาชนสามารถสื่อสารได้ทั้งภาพและเสียงได้อย่างไร้พรมแดน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ ส่งผลให้รูปแบบการค้าและการให้บริการสามารถทำได้สะดวกมากขึ้นด้วยต้นทุนที่ต่ำลงและส่งผลดีต่อการค้าของโลกให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ปัจจัยด้านลบส่วนใหญ่เกิดปัญหาทั้งในด้านโครงสร้างเศรษฐกิจ การค้าระหว่างประเทศและการเมืองระหว่างประเทศในหลายประเทศทั่วทุกภูมิภาค อาทิ ปัญหาในเชิงโครงสร้างเศรษฐกิจที่ยังอ่อนแอโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการคลังที่ไม่ยั่งยืนและปัญหาหนี้สาธารณะของกลุ่มสหภาพยุโรป ปัญหาการใช้มาตรการทางด้านภาษีและมีใช้ภาษีในการกีดกันทางการค้า โดยเฉพาะสหรัฐที่อาจก่อให้เกิดสงครามการค้ากับหลายประเทศทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศจีน ปัญหาการแยกตัวของกลุ่มความร่วมมือต่าง ๆ ปัญหาเศรษฐกิจจีนชะลอตัว ปัญหาการฟื้นตัวของเศรษฐกิจญี่ปุ่นที่ล่าช้า ในขณะที่ในหลายประเทศต้องเผชิญกับข้อจำกัดจากโครงสร้างประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้นจึงต้องปรับนโยบายการพัฒนาประเทศด้วยการใช้นวัตกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและแก้ปัญหาอุปสรรคด้านทรัพยากรและกำลังคน

จากการรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า แม้ว่าการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมจะทำให้การค้าและการบริการ รวมทั้งการติดต่อสื่อสารของภาคเอกชนและประชาชนระหว่างประเทศเติบโตมากขึ้นก็ตาม แนวโน้มนโยบายการค้าที่มีลักษณะกีดกันและโครงสร้างเศรษฐกิจของแต่ละประเทศที่ยังคงเปราะบาง อาจทำให้เศรษฐกิจทั่วทั้งโลกเติบโตได้ช้าลงได้

2) **เศรษฐกิจภายในประเทศ** การผลักดันนโยบายของรัฐบาล ทำให้ภาครัฐและภาคเอกชนมีการปรับตัวเพื่อก้าวเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจใหม่ที่เป็นการเปลี่ยนแปลงแนวทางในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจจากระบบเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตภาคอุตสาหกรรม ไปสู่ระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) ซึ่งคาดว่าจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 มิติที่สำคัญ ได้แก่

- การเปลี่ยนจากการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม
- การเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมหนัก ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม
- การเปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น

จะเห็นได้ว่า เศรษฐกิจประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่เศรษฐกิจที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในระบบเศรษฐกิจของไทย โดยรัฐบาลได้มีการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัลในการผลักดันให้ประเทศไทยมีการพัฒนาในทิศทางดังกล่าว ซึ่งการคาดการณ์โดยศูนย์พยากรณ์เศรษฐกิจและธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2561) คาดการณ์ว่า ประเทศไทยจะเข้าสู่เศรษฐกิจดิจิทัลเต็มรูปแบบในปี 2561 โดยจะมีมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลสูงสุดในรอบ 5 ปี อยู่ที่ 3.15 ล้านล้านบาท หลังจากประเทศไทยเข้าสู่ระบบ 4G ได้อย่างรวดเร็วและเต็มประสิทธิภาพในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา ที่ทำให้การใช้อินเทอร์เน็ต การเข้าสู่ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ แอปพลิเคชันต่าง ๆ มีความรวดเร็วมากขึ้น และยังสามารรถสะท้อนให้เห็นภาพการเติบโตได้จากการซื้อขาย

ผ่านธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี ที่มียอดขายประมาณ 2-3 ล้านล้านบาท และหากเทียบสัดส่วนต่อ GDP ในระยะ 2 ปี 2562-2563 อาจมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 25 ของ GDP นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยสนับสนุนจากนโยบายอื่น ๆ ของภาครัฐและภาคเอกชนที่ช่วยสนับสนุนให้มีการเติบโตในทิศทางดังกล่าว เช่น นโยบายอินเทอร์เน็ตหมู่บ้าน นโยบายประเทศไทย 4.0 การลงทุนในระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ประกอบกับภาครัฐก็ให้ความสำคัญเรื่องของดิจิทัลมากขึ้น ทำให้เศรษฐกิจมีแนวโน้มขยายตัวดีขึ้นจากการใช้จ่ายของประชาชนที่มากขึ้นและการลงทุนของรัฐบาล

ทั้งนี้ ผลการรวบรวมข้อมูลแนวโน้มเศรษฐกิจโลกและเศรษฐกิจของประเทศไทย จะเห็นได้ว่าเศรษฐกิจโลกในปัจจุบันยึดโยงกับการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นหลัก ขณะที่เศรษฐกิจไทยกำลังก้าวเข้าสู่การเป็นเศรษฐกิจดิจิทัลแล้วเช่นกัน โดยสิ่งสำคัญที่เติบโตควบคู่กับระบบเศรษฐกิจดิจิทัลทั้งในระดับโลกและในไทย คือ แนวโน้มการเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของการสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลในระบบดิจิทัลเพื่อใช้ในกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งการค้า การให้บริการ และการติดต่อสื่อสารของประชาชน เนื่องจากเป็นกลไกการขับเคลื่อนที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจดิจิทัล แนวโน้มดังกล่าวคาดว่าจะก่อให้เกิดความต้องการคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคต โดยแนวโน้มดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงตามการขยายตัวของเศรษฐกิจดิจิทัลที่เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่านโยบายต่าง ๆ ของรัฐบาล และนโยบายทางด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศของประเทศต่าง ๆ ยังคงเป็นทั้งโอกาสและอุปสรรคที่สำคัญต่อการพัฒนาการค้าในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล

1.2 นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายอื่นของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง

นโยบายการพัฒนาประเทศในภาพรวมของรัฐบาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อทิศทางและความต้องการการใช้คลื่นความถี่ของไทย โดยเฉพาะในปัจจุบันที่เทคโนโลยีการสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลผ่านระบบไร้สายเข้ามามีบทบาทต่อระบบเศรษฐกิจมากขึ้นอย่างก้าวกระโดด ดังนั้น เพื่อแสดงให้เห็นภาพนโยบายของรัฐบาลที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการการใช้คลื่นความถี่ ที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลนโยบายภาครัฐที่มีความเกี่ยวข้องที่มีรายละเอียด ดังนี้

1) **ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580):** จากการใช้รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย มาตรา 65 บัญญัติให้รัฐพึงจัดให้มียุทธศาสตร์ชาติเป็นเป้าหมายการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนตามหลักธรรมาภิบาล เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดทำแผนต่าง ๆ ให้สอดคล้องและบูรณาการกันเพื่อให้เกิดเป็นพลังผลักดันร่วมกันไปสู่เป้าหมายดังกล่าว โดยยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป็นยุทธศาสตร์ชาติฉบับแรกของประเทศไทย ซึ่งจะต้องนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ภายในช่วงเวลาดังกล่าว เพื่อความสุขของคนไทยทุกคน ที่ปรึกษาฯ ได้ทำการศึกษารวบรวมและสังเคราะห์ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ในส่วนที่เกี่ยวกับประเด็นที่น่าจะส่งผลกระทบต่อการใช้คลื่นความถี่ และพบว่ายุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาประเทศไทยไปสู่เศรษฐกิจดิจิทัล โดยกำหนดประเด็นดังกล่าวในยุทธศาสตร์การพัฒนาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เป็นยุทธศาสตร์ที่มีเป้าหมายการพัฒนาบนพื้นฐานแนวคิด 3 ประการ ได้แก่

- 1) **ต่อยอดอดีต** โดยมองกลับไปที่รากเหง้าทางเศรษฐกิจ อัตลักษณ์ วัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิต และจุดเด่นทางทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย รวมทั้งความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบของประเทศในด้านอื่นๆ นำมาประยุกต์ผสมผสานกับเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของเศรษฐกิจและสังคมโลกสมัยใหม่
- 2) **ปรับปรุงจจุบัน** เพื่อปูทางสู่อนาคต ผ่านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศในมิติต่างๆ ทั้งโครงข่ายระบบคมนาคมและขนส่ง โครงสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และดิจิทัล และการปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการอนาคต
- 3) **สร้างคุณค่าใหม่ในอนาคต** ด้วยการเพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการ พัฒนาคูณรุ่นใหม่ รวมถึงปรับรูปแบบธุรกิจ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด ผสมผสานกับยุทธศาสตร์ที่รองรับอนาคต บนพื้นฐานของการต่อยอดอดีตและปรับปรุงจจุบัน พร้อมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนจากภาครัฐให้ประเทศไทยสามารถสร้างฐานรายได้และการจ้างงานใหม่ ขยายโอกาสทางการค้าและการลงทุนในเวทีโลก ควบคู่ไปกับการยกระดับรายได้และการกินดีอยู่ดี รวมถึงการเพิ่มขึ้นของชนชั้นกลาง และลดความเหลื่อมล้ำของคนในประเทศได้ในคราวเดียวกัน

ทั้งนี้ รายละเอียดของแผนงานที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ ได้แก่

แผนงานที่ 5 โครงสร้างพื้นฐาน เชื่อมไทย เชื่อมโลก: โครงสร้างพื้นฐานจะครอบคลุมถึงโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพในด้านโครงข่ายคมนาคม พื้นที่และเมือง รวมถึงเทคโนโลยี ตลอดจนโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจเพื่ออำนวยความสะดวกและลดต้นทุนในการเคลื่อนย้ายสินค้า โดยแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและความต้องการคลื่นความถี่ ได้แก่

- เชื่อมโยงโครงข่ายคมนาคมไร้รอยต่อ: พัฒนาโครงข่ายคมนาคมและโครงสร้างพื้นฐานทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ เพื่อรองรับการขนส่งและโลจิสติกส์ตลอดห่วงโซ่อุปทานของภูมิภาค โดยให้ความสำคัญกับการขนส่งทางน้ำและระบบรางมากขึ้น รวมถึงการพัฒนาและบูรณาการการใช้ท่าอากาศยานหลักในส่วนกลางและท่าอากาศยานในส่วนภูมิภาคให้สอดคล้องกับการเชื่อมโยงโครงข่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศมากขึ้น พร้อมทั้งการวางโครงข่ายเส้นทางคมนาคมเชื่อมโยงสู่เมืองหลักของภูมิภาคอย่างไร้รอยต่อ รวมทั้งการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเชื่อมโยงโครงข่ายคมนาคมและระบบโลจิสติกส์ให้มีมาตรฐานเดียวกัน
- สร้างและพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษ: พัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกให้มีความพร้อมทางโครงสร้างพื้นฐานที่จะทำให้ไทยเป็นศูนย์กลางทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ รวมทั้งเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมและนวัตกรรม พัฒนาเมืองและส่งเสริมการท่องเที่ยว รวมถึงการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษตะวันตกเพื่อเชื่อมต่อการพัฒนาภาคตะวันออก และภาคอื่นๆ ตลอดจนเขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดน ทั้งทางด้านการค้า การลงทุน และการท่องเที่ยว รวมทั้งมีมาตรการสนับสนุนให้เกิดการลงทุนในอุตสาหกรรมและบริการเป้าหมายที่มีการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม และมีมูลค่าเพิ่มสูง
- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีสมัยใหม่: สร้างระเบียบทางด้านดิจิทัล และเสริมสร้างความรู้และโอกาสในการเข้าถึงโครงข่ายบรอดแบนด์หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยมีรูปแบบการเชื่อมโยงด้านดิจิทัลที่เป็นมาตรฐานเดียวกันในระดับสากลทั้งภาครัฐและเอกชน รวมถึงการวางกรอบในการจัดการทรัพยากรคลื่นความถี่ให้เพียงพอรองรับบริการที่มีคุณภาพใน

ราคาที่ประชาชนทั่วไปเข้าถึงได้ รวมทั้งส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในสัดส่วนที่มากขึ้น ตลอดจนพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ

- สร้างโอกาสเข้าถึงข้อมูล: สร้างโอกาสให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีและฐานข้อมูลขนาดใหญ่ผ่านระบบออนไลน์ เพื่อต่อยอดพัฒนาธุรกิจเดิมและสร้างธุรกิจใหม่ รวมทั้งการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสร้างระบบเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานภาครัฐให้มีมาตรฐานเดียวกัน

2) **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564:** เป็นแผนการพัฒนาประเทศในระดับที่ 2 ที่ได้ให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาและข้อจำกัดของประเทศไทยในหลายด้าน อาทิ คุณภาพคนไทยต่ำ แรงงานส่วนใหญ่มีปัญหาทั้งในเรื่ององค์ความรู้ ทักษะ ทศนคติ สังคมขาดคุณภาพและมีความเหลื่อมล้ำสูงที่เป็นอุปสรรคต่อการยกระดับศักยภาพการพัฒนา รวมถึงการเร่งพัฒนาปัจจัยพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในทุกด้าน อาทิ การเพิ่มการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ให้เป็นระบบโครงข่ายที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้ ปรีกษา ได้ทำการศึกษารวบรวมและสังเคราะห์แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 และพบว่า หนึ่งในประเด็นสำคัญภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 ที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ คือ ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็นการดำเนินการพัฒนาโดยสังเขปดังนี้

ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์

ภายใต้ยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ได้มีเป้าหมายในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ของประเทศ เพื่อแก้ไขปัญหาด้านความต่อเนื่องในการดำเนินการและปัญหาเชิงปริมาณ คุณภาพ และการบริการจัดการการให้บริการที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาประเทศให้มีประสิทธิภาพ โดยประเด็นการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ ภายใต้แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 คือ การพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล ซึ่งมีแนวทางการพัฒนา คือการพัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมของประเทศให้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- พัฒนาโครงข่ายบรอดแบนด์ความเร็วสูงทั้งระบบสายและไร้สายให้ครอบคลุมทั่วประเทศ และจัดให้มีบริการโทรคมนาคมพื้นฐานโดยทั่วถึงและบริการเพื่อสังคม เพื่อประชาชนสามารถเข้าถึงบริการได้อย่างทั่วถึง
- พัฒนาโครงข่ายวงจรรสื่อสารระหว่างประเทศทั้งภาคพื้นดิน เคเบิลใต้น้ำ ดาวเทียม และพัฒนาโครงข่ายเชื่อมโยงประเทศเพื่อนบ้านอาเซียน รวมทั้งบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ตำแหน่งวงโคจรและคลื่นความถี่ทั้งในเชิงพาณิชย์และบริการสาธารณะ เพื่อสร้างความมั่นคงและประสิทธิภาพให้แก่ระบบการเชื่อมสัญญาณระหว่างประเทศ
- บริหารจัดการเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมและสื่อสารมวลชนให้มีการบูรณาการใช้โครงข่ายและอุปกรณ์ร่วมกัน และจัดทำแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้งานและใกล้สิ้นสุดสัญญาสัมปทานให้ชัดเจน เพื่อให้การใช้ทรัพยากรของประเทศเกิดประโยชน์สูงสุด และลดความซ้ำซ้อนและค่าใช้จ่ายในการลงทุน

จะเห็นได้ว่า แนวทางการพัฒนาดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อความต้องการการใช้คลื่นความถี่ของประชาชน และช่วยยกระดับการพัฒนาศักยภาพการใช้คลื่นความถี่ในภาพรวมของประเทศให้มีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเศรษฐกิจของไทยเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัล

3) นโยบายประเทศไทย 4.0 เป็นนโยบายที่มีที่มาจากกรณีที่รัฐบาลเล็งเห็นว่าประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาในหลากหลายด้าน ทั้งปัญหากับต่างประเทศรายได้ปานกลาง ปัญหาความเหลื่อมล้ำของการกระจายรายได้ ปัญหาความไม่สมดุลของการพัฒนา รวมทั้งสถานการณ์ที่การลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา ศักยภาพของโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลผลิตภาพและประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพของภาครัฐอยู่ในระดับต่ำ โดยนโยบายประเทศไทย 4.0 ถูกกำหนดให้เป็นกรอบทิศทางนโยบายที่ให้หน่วยงานในทุกระดับนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำนโยบายให้สอดคล้องกับขอบเขตภาระหน้าที่ที่ตนรับผิดชอบ ในการนำประเทศก้าวไปสู่การเป็นประเทศพัฒนาแล้วที่มีความมั่งคั่งและยั่งยืน โดยมีกลไกการขับเคลื่อนที่สำคัญ ได้แก่

- กลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรม ปัญญา เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำพาประเทศไทยหลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง อาทิ การยกระดับขีดความสามารถด้านการวิจัยและพัฒนา การสร้างคลัสเตอร์ทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม การบริการจัดการสมัยใหม่ที่พร้อมดำเนินการทั้งใน Physical และ Digital Platforms
- กลไกการกระจายรายได้ โอกาสและความมั่งคั่งอย่างเท่าเทียม เพื่อนำพาประเทศไทยหลุดพ้นจากกับดักความเหลื่อมล้ำ อาทิ การยกระดับ Digital Skill Literacy, ICT Literacy, Information Literacy และ Media Literacy ของคนไทย การสร้างเศรษฐกิจระดับฐานรากในชุมชน
- กลไกการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อนำพาประเทศไทยหลุดพ้นจากกับดักความไม่สมดุล อาทิ การมุ่งเน้นธุรกิจ การผลิต และการใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การมุ่งเน้นการใช้พลังงานทดแทน

จากกลไกการพัฒนาดังกล่าวที่มีการผลักดันให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยอิงกับการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลแสดงให้เห็นได้ว่า แนวโน้มการพัฒนาเศรษฐกิจทั้งในส่วนของภาครัฐและภาคเอกชนในทุกระดับของไทยในอนาคตอันใกล้จะยึดโยงกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลทั้งในด้านการสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลเพิ่มสูงขึ้น ในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในภาคการผลิตในอุตสาหกรรม ภาคการค้าและบริการ ภาคการเกษตร นำไปสู่ความต้องการโครงข่ายเทคโนโลยีโทรคมนาคมที่มีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงมีความเป็นไปได้สูงที่ความต้องการคลื่นความถี่เพื่อใช้ในกิจการต่าง ๆ ภายในประเทศจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

4) แผนปฏิรูปประเทศ ด้านสื่อสารมวลชน เทคโนโลยีสารสนเทศ

แผนปฏิรูปประเทศ ด้านสื่อสารมวลชน เทคโนโลยีสารสนเทศ จัดทำโดยคณะกรรมการปฏิรูปประเทศ ด้านสื่อมวลชนและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยได้ถูกประกาศและมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 6 เมษายน พ.ศ. 2561 แผนปฏิรูปประเทศฯ นี้ มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ ในส่วนยุทธศาสตร์ที่ 1 ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง ยุทธศาสตร์ที่ 2 ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน และยุทธศาสตร์ที่ 6 ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

เป้าหมายรวมแผนปฏิรูปประเทศ ด้านสื่อสารมวลชน เทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1) การมุ่งเน้นการสร้างดุลยภาพระหว่างเสรีภาพของการทำหน้าที่ของสื่อมวลชนรับผิดชอบต่อสังคม การกำกับที่มีความชอบธรรม และการใช้พื้นที่ดิจิทัลเพื่อการสื่อสารอย่างมีจรรยาบรรณ ดำรงรักษาเสรีภาพของการแสดงออก การรับรู้ของประชาชน ด้วยความเชื่อว่าเสรีภาพของการสื่อสารคือเสรีภาพของประชาชนตามแนวทางของประชาธิปไตย
- 2) สื่อเป็นโรงเรียนของสังคม ในการให้ความรู้แก่ประชาชน ปลุกฝังวัฒนธรรมของชาติ และปลูกฝังทัศนคติที่ดี

ทั้งนี้ เรื่องและประเด็นการปฏิรูปที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ คือ เรื่องและประเด็นการปฏิรูปที่ 3 : การปฏิรูปโครงสร้างอุตสาหกรรมสื่อสารมวลชนและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีเป้าหมายหรือผลอันพึงประสงค์และผลสัมฤทธิ์ ได้แก่

- 1) การปรับปรุงการจัดสรรคลื่นความถี่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งปรับปรุงระบบใบอนุญาตประกอบกิจการ และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระบบอุตสาหกรรมสื่อสารมวลชนไทยและเทคโนโลยีสารสนเทศให้ทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์
- 2) การวางระบบสนับสนุนการกระตุ้นการผลิต และเผยแพร่ “นวัตกรรม” ด้านการสื่อสาร ทั้งในระดับโครงข่ายการสื่อสาร เครื่องมือสื่อสาร ข้อมูลข่าวสารและสาระบันเทิงที่สร้างสรรค์ ส่งเสริมการสร้างเสริมสติปัญญา สนับสนุนการเรียนรู้เรื่องไทยในบริบทสังคมโลก มีขีดความสามารถในการแข่งขันและส่งออกไปสร้างรายได้ในระดับนานาชาติ
- 3) การพิจารณาปรับปรุงมาตรการภาษี และกลไกการสนับสนุนด้านต่าง ๆ เพื่อให้เกิดทางเลือกในการเข้าถึง และการบริโภคเนื้อหาข่าวสารและข่าวสารที่หลากหลาย มีประโยชน์ รวมทั้งสอดคล้องกับจิตวิญญาณของสาธารณชน
- 4) การจัดทำระบบการจูงใจต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวในการบริหารโครงข่าย เทคโนโลยี และผลผลิตด้านเนื้อหาสาระข้อมูลข่าวสารอย่างมีคุณภาพ และดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพมีคุณภาพ ที่สามารถสร้างเสริมสติปัญญา และสร้างรายได้ทั้งในประเทศและในระดับนานาชาติ
- 5) การส่งเสริมการส่งออกนวัตกรรม และผลผลิตจากอุตสาหกรรมสื่อสารมวลชนและเทคโนโลยีสารสนเทศไทยในเวทีระดับนานาชาติ

1.3 แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม: นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนา ดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561-2580)

สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัด กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ได้จัดทำนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561-2580) ซึ่งมีสถานะเป็นนโยบายและแผนระดับชาติตามพระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 โดยแผนดังกล่าวเป็นแผนระดับที่ 3 ของการพัฒนา หรือแผนแม่บทหลักในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของประเทศ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) โดยมีการกำหนดทิศทางการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งมีความสอดคล้องกับกรอบยุทธศาสตร์ชาติและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมฉบับนี้ เป็นการต่อยอดการพัฒนาประเทศด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลที่ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งหวังปฏิรูปประเทศไทยให้ทันต่อบริบทการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไปสู่ยุคดิจิทัล ตั้งแต่การเร่งวางรากฐานดิจิทัลของประเทศผ่านการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล การสร้างระบบเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลที่ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมตามแนวทางประชารัฐ การขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและสังคม และใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพ จนถึงการผลักดันให้ประเทศไทยเป็นประเทศในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ที่สามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสร้างมูลค่า และขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืนในระยะยาว โดยมีเป้าหมายการพัฒนาในระยะยาว ดังนี้

✓ เป้าหมายที่ 1 เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ก้าวทันเวทีโลก ด้วยการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นเครื่องมือหลักในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการผลิต การบริการ

ตัวชี้วัด

- ขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศใน World Competitiveness Scoreboard อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาสูงสุด 15 อันดับแรก
- อุตสาหกรรมดิจิทัลมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การเป็นประเทศที่มีรายได้สูง โดยสัดส่วนมูลค่าอุตสาหกรรมดิจิทัลต่อ GDP เพิ่มขึ้น เป็นร้อยละ 25

✓ เป้าหมายที่ 2 สร้างโอกาสทางสังคมอย่างเท่าเทียม ด้วยข้อมูลข่าวสารและบริการผ่านสื่อดิจิทัล เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

ตัวชี้วัด

- ประชาชนทุกคนต้องสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเสมือนเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานประเภทหนึ่ง
- อันดับการพัฒนาตามดัชนี ICT Development Index (IDI) อยู่ในประเทศที่มีการพัฒนาสูงสุด 40 อันดับแรก

✓ เป้าหมายที่ 3 พัฒนาทุนมนุษย์สู่ยุคดิจิทัล ด้วยการเตรียมความพร้อมให้บุคลากรทุกกลุ่มมีความรู้ และทักษะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล

ตัวชี้วัด

- ประชาชนทุกคนมีความตระหนัก มีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์

✓ เป้าหมายที่ 4 ปฏิรูปกระบวนการศึ่การทำงานและการให้บริการของภาครัฐ ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล และการใช้ประโยชน์จากข้อมูล เพื่อให้การปฏิบัติงานโปร่งใส มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

ตัวชี้วัด

- อันดับการพัฒนาด้านรัฐบาลดิจิทัล ในการจัดลำดับของ UN e-Government rankings อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาสูงสุด 50 อันดับแรก

ทั้งนี้ นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมฉบับนี้ มียุทธศาสตร์การพัฒนาที่สอดคล้องและเกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ โดยจะสร้างให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่ทันสมัย ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งการเข้าถึงบริการจะสามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลา อย่างมีคุณภาพด้วยอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่รองรับความต้องการ และราคาค่าบริการที่ต้องจ่ายจะต้องไม่ได้เป็นอุปสรรคในการเข้าถึงบริการดิจิทัลอีกต่อไป ในอนาคตโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงจะกลายเป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานเช่นเดียวกับ ถนน ไฟฟ้า ประปา ที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับทุกสรรพสิ่ง

เป้าหมายของยุทธศาสตร์ที่ 1 ประกอบด้วย 4 เป้าหมาย ได้แก่

1. โครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเข้าถึงทุกหมู่บ้าน
 - ทุกหมู่บ้านมีบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเข้าถึง
 - ร้อยละ 90 ของผู้ใช้ในเขตเทศบาลเมืองทุกจังหวัดและพื้นที่เศรษฐกิจ สามารถเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 Mbps
 - ร้อยละ 95 ของโรงเรียน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นและศูนย์การเรียนรู้ไอซีทีชุมชน/ศูนย์ดิจิทัลชุมชน มีบริการอินเทอร์เน็ตเข้าถึงด้วยความเร็วไม่ต่ำกว่า 30 Mbps
 - มีบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ที่สามารถเข้าถึงและพร้อมใช้แก่ประชาชน โดยครอบคลุมพื้นที่ทุกหมู่บ้าน พื้นที่ชุมชน และสถานที่ท่องเที่ยว
2. ค่าบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงไม่เกินร้อยละ 2 ของรายได้มวลรวมประชาชาติต่อหัว
3. ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างประเทศ
 - มีจุดเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลจราจรอินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศ (Internet Exchange Point: IXP) ที่เป็นศูนย์กลางของ ASEAN ตอนเหนือ
 - มีผู้ให้บริการข้อมูล (Content Provider) ระดับโลกมาลงทุนตั้งศูนย์ข้อมูล
4. โครงข่ายแพร่สัญญาณภาพโทรทัศน์และกระจายเสียงวิทยุระบบดิจิทัลครอบคลุมทั่วประเทศ
 - มีโครงข่ายดิจิทัลที่ครอบคลุมทั่วประเทศ
 - มีระบบวิทยุดิจิทัลให้บริการ

โดยมีแผนงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับความถี่ความต้องการใช้คลื่นความถี่ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ มีความทันสมัย มีเสถียรภาพ ตอบสนองความต้องการการใช้งานของทุกภาคส่วน ด้วยราคาที่เหมาะสมและเป็นธรรม เพื่อสร้างโอกาสการเข้าถึงและการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลทุกรูปแบบได้อย่างเท่าเทียมกัน
2. ผลักดันให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในศูนย์กลางการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลภูมิภาคอาเซียน โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง ทั้งที่เป็นเส้นทางผ่านการจราจรของข้อมูลสำหรับภูมิภาค และเป็นที่ตั้งสำหรับผู้ประกอบการเนื้อหาขนาดใหญ่ของโลก
3. จัดให้มีนโยบายและแผนบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐาน คลื่นความถี่ (Reform And Release) และการหลอมรวมของเทคโนโลยีในอนาคต รวมทั้งปรับแก้กฎหมาย เพื่อสนับสนุนการใช้ทรัพยากรของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ทั้งด้านการสื่อสารโทรคมนาคม และการแพร่ภาพกระจายเสียง รวมถึงการหลอมรวมของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสอดคล้องกับความต้องการใช้งานในปัจจุบันและอนาคต ตลอดจนการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานในภาวะวิกฤติ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 ขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นการเร่งส่งเสริมเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Economy Acceleration) โดยมุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศสำหรับธุรกิจดิจิทัล (Digital Business Ecosystem) ควบคู่กับการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล และการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลในเชิงธุรกิจ และกระตุ้นให้ภาคเอกชนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญ และความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และปรับปรุงแนวทางการทำธุรกิจด้วยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีศักยภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธุรกิจขนาดกลางและเล็ก (SMEs) รวมถึงธุรกิจใหม่ (Startup) ในด้านเศรษฐกิจชุมชน เทคโนโลยีดิจิทัลจะช่วยเชื่อมโยงท้องถิ่นกับตลาดโลก สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าชุมชน

เป้าหมายของยุทธศาสตร์ที่ 2 ประกอบด้วย 5 เป้าหมาย ได้แก่

1. ขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทยเพิ่มขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล
 - สัดส่วนมูลค่าการผลิตสินค้าและบริการภายในประเทศของธุรกิจ SMEs เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ
 - ผลผลิตการผลิตของธุรกิจ SMEs เพิ่มขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล
2. สัดส่วนของธุรกิจ SMEs ไทย ทั้งในภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถแข่งขันได้ทั้งในเวทีภูมิภาคและเวทีโลก โดยเพิ่มสัดส่วนของธุรกิจ SMEs และวิสาหกิจชุมชนในการขายสินค้าออนไลน์เพิ่มขึ้นร้อยละ 20
3. ธุรกิจ SMEs สามารถใช้นวัตกรรมและมีความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีเพิ่มขึ้น โดยอันดับของประเทศไทยในดัชนีชี้วัดการใช้นวัตกรรมและความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีภายใต้ Global Competitiveness Index อยู่ในอันดับที่ 30
4. สัดส่วนมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีดิจิทัลต่อ GDP เพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 25
5. ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้นำอุตสาหกรรมดิจิทัลของภูมิภาค
 - มูลค่าของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีดิจิทัลของไทยติด 1 ใน 3 อันดับต้นของภูมิภาค (Top 3 Digital Industry Leader)
 - เพิ่มมูลค่าการลงทุนของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีดิจิทัลภายในประเทศเพิ่มขึ้น

โดยมีแผนงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 2 ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคธุรกิจ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและส่งเสริมขีดความสามารถในการแข่งขันด้วยการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลปฏิรูปการทำธุรกิจตลอดห่วงโซ่มูลค่า
2. เร่งสร้างธุรกิจเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology Startup) เพื่อให้เป็นฟันเฟืองสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล

ยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล เป็นการสร้างสังคมดิจิทัลที่มีคุณภาพ (Digital Society) มุ่งหวังที่จะลดความเหลื่อมล้ำทางโอกาสของประชาชนที่เกิดจากการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน การขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องเทคโนโลยีดิจิทัล หรือการไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่ยังมีราคาแพงเกินไป และให้ความสำคัญกับการพัฒนาพลเมืองที่ฉลาด รู้เท่าทันข้อมูล และมีความรับผิดชอบ เพื่อให้เกิดการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์ โดยสุดท้าย เมื่อโครงสร้างพื้นฐาน

ดิจิทัลพร้อม และพลเมืองดิจิทัลพร้อมแล้ว เทคโนโลยีดิจิทัลจะเป็นเครื่องมือในการยกระดับคุณภาพชีวิตของ
คนทุกกลุ่มผ่านบริการดิจิทัลต่างๆ

เป้าหมายของยุทธศาสตร์ที่ 3 ประกอบด้วย 3 เป้าหมาย ได้แก่

1. ประชาชนทุกกลุ่มโดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุในพื้นที่ห่างไกล ผู้สูงอายุ และคนพิการสามารถเข้าถึง
และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัล
 - ศูนย์ดิจิทัลชุมชนที่มีบริการอุปกรณ์เชื่อมต่อ และ Free-Wi-Fi ครอบคลุมทุกตำบลทั่วประเทศ
 - สัดส่วนของกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่อายุเกิน 50 ปี เพิ่มขึ้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25
 - ประชาชนทุกกลุ่ม (โดยเฉพาะผู้ด้อยโอกาส ทั้งด้านพื้นที่และข้อจำกัดด้านร่างกาย) สามารถ
ใช้บริการภาครัฐได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ด้านเวลา และภาษา
2. ประชาชนทุกคนมีความตระหนัก ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิด
ประโยชน์และสร้างสรรค์ (Digital Literacy)
3. ประชาชนสามารถเข้าถึง การศึกษา สาธารณสุข และบริการสาธารณะ ผ่านระบบดิจิทัล
 - ประชาชนทุกวัยทั่วประเทศ สามารถเข้าถึงบริการการเรียนรู้ระบบเปิดสำหรับมหาชน (Massive
Open Online Course: MOOCs) ได้ตามความต้องการ
 - ประชาชนทุกพื้นที่สามารถเข้าถึงบริการด้านการให้คำแนะนำด้านสุขภาพ และวินิจฉัยโรคเบื้องต้น
 - ประชาชนทุกพื้นที่สามารถเข้าถึงบริการแบบ one stop service ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
ตลอดทุกช่วงอายุตั้งแต่เกิดจนตายผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล

โดยมีแผนงานภายใต้ยุทธศาสตร์ที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับความถี่ความต้องการใช้คลื่นความถี่ ดังต่อไปนี้

1. สร้างโอกาสและความเท่าเทียมในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับ
ประชาชนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้พิการ กลุ่มผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่ห่างไกล
2. เพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ และได้รับบริการการศึกษาที่มีมาตรฐานของนักเรียนและประชาชนแบบ
ทุกวัย ทุกที่ ทุกเวลา ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล
3. เพิ่มโอกาสการได้รับบริการทางการแพทย์และสุขภาพที่ทันสมัย ทัวถึง และเท่าเทียม รองรับบริการ
เข้าสู่สังคมสูงวัยด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

1.4 พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่

ผู้ใช้คลื่นความถี่ หมายความว่า ผู้ให้บริการคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียง
และกิจการโทรทัศน์ และกิจการวิทยุโทรคมนาคม อย่างไรก็ตาม ปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อนโยบายและ
แนวทางการให้บริการของผู้ให้บริการคลื่นความถี่ คือ พฤติกรรมของผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม กิจการ
กระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และกิจการวิทยุโทรคมนาคม เนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของ
ผู้บริโภคย่อมส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ให้บริการคลื่นความถี่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ผู้ให้บริการ
คลื่นความถี่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดตาม วิเคราะห์ คาดการณ์พฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีการเปลี่ยนแปลง
ไปในทิศทางใด เพื่อให้สามารถวางกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจได้อย่างถูกต้องและสามารถสร้างรายได้ให้กับ
ธุรกิจให้เติบโตได้อย่างยั่งยืน

จากลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าว ที่ปรึกษาฯ ได้พิจารณาวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่จาก
พฤติกรรมของผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม กิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และกิจการวิทยุ

โทรคมนาคม โดยได้ดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูล/ การศึกษาที่เกี่ยวกับแนวโน้มพฤติกรรมของผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และกิจการวิทยุโทรทัศน์ ในประเทศไทยจากเอกสาร บทความต่างๆ เพื่อให้เห็นแนวโน้มพฤติกรรมในภาพกว้าง เนื่องจากกิจการทั้ง 2 กิจการ ดังกล่าว เป็นกิจการที่มีแนวโน้มการใช้บริการ/ แนวโน้มการบริโภคเพิ่มสูงขึ้น และมีอิทธิพลอย่างมากต่อทิศทางการให้บริการของผู้ให้บริการคลื่นความถี่ ในส่วนของกิจการอื่นๆ นั้น จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า คลื่นความถี่ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในกิจการเฉพาะด้าน เช่น ด้านความมั่นคง ด้านสาธารณสุขประโยชน์ ด้านการคมนาคม เป็นต้น ในส่วนของ การรวบรวมเอกสาร บทความต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และกิจการวิทยุโทรทัศน์ มีรายละเอียด ดังนี้

1) พฤติกรรมของผู้บริโภคในการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล
โดยที่ปรึกษา ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของประชาชน พบว่า

สำนักงานสถิติแห่งชาติ (พ.ศ. 2560) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลร้อยละประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปที่มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่า ประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปกว่าร้อยละ 88.1 มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้จากการสำรวจในด้านการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต พบว่า ประชากรส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตสูงถึงร้อยละ 93.7

บริษัท Hootsuite และ Wearesocial (พ.ศ. 2561) ซึ่งเป็นบริษัทสำรวจด้านการตลาดได้มีการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตในระดับโลกและในประเทศไทย พบว่า ประชากรไทยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ร้อยละ 98 โดยเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนร้อยละ 71 ซึ่งมีอัตราการเติบโตของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 3 จากปี พ.ศ. 2560 และผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้โซเชียลมีเดียเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 10 จากปี พ.ศ. 2560 ยิ่งไปกว่านั้น จากผลสำรวจ พบว่า กิจกรรมต่างๆ ในการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นประจำแต่ละสัปดาห์ของประชากรไทยส่วนใหญ่ดำเนินกิจกรรมผ่านสมาร์ทโฟนมากกว่าคอมพิวเตอร์ เช่น ใช้ค้นหาข้อมูลผ่านสมาร์ทโฟนร้อยละ 37 ในขณะที่ค้นหาผ่านคอมพิวเตอร์ร้อยละ 15 ใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คผ่านสมาร์ทโฟนร้อยละ 73 ในขณะที่ใช้โซเชียลเน็ตเวิร์คผ่านคอมพิวเตอร์เพียงร้อยละ 23 ใช้ดูวิดีโอผ่านสมาร์ทโฟนร้อยละ 63 ในขณะที่ใช้ดูวิดีโอผ่านคอมพิวเตอร์เพียงร้อยละ 22 นอกจากนี้ จากการสำรวจในด้านอื่นๆ เช่น ผู้ใช้โมบายแบงก์กิ้ง และผู้ใช้ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ก็มีสัดส่วนที่สูงขึ้นเช่นกัน

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ แสดงให้เห็นได้ว่า การเติบโตของจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยสมาร์ทโฟนเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชาชนมากขึ้นมากกว่าการเป็นเพียงเครื่องมือในการติดต่อสื่อสารเท่านั้น แต่ยังคงครอบคลุมไปถึงการรับชมสื่อบันเทิงต่าง ๆ รวมถึงการทำธุรกรรมทางการเงิน การติดต่อซื้อขายสินค้า เป็นต้น ทั้งนี้ สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน) ได้วิเคราะห์ปัจจัยที่สนับสนุนให้มีการใช้อินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น ได้แก่

- 1) การพัฒนาเครือข่ายระบบการสื่อสารที่ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของทุกค่ายต่างแข่งขันกันพัฒนาเทคโนโลยีระบบสื่อสารให้มีความทันสมัย สัญญาณชัดเจน
- 2) การที่ผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่ายเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่างพากันแข่งขันกันพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีฟังก์ชันที่ตอบสนองผู้บริโภคได้หลากหลาย ด้วยรูปลักษณะการใช้งานที่แสดงถึงความทันสมัยสนองตอบความต้องการการใช้งานที่ปรับเปลี่ยนไปตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

- 3) อัตราส่วนจำนวนเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อประชากรรวม (Mobile Penetration Rate) ที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยข้อมูลการสำรวจของ สำนักงาน กสทช. ในปี พ.ศ. 2560 อัตราส่วนจำนวนเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อประชากรรวมสูงถึงร้อยละ 141.7 หมายความว่า ประชากร 1 คน ครอบครองโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า 1 เลขหมาย ในขณะที่ปี พ.ศ. 2550 อัตราส่วนดังกล่าว อยู่ที่ร้อยละ 84.0 เท่านั้น
- 4) การเปลี่ยนถ่ายนโยบายของภาครัฐมาสู่การมุ่งเน้นแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ที่เน้นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ

ดังนั้น การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนในการเลือกใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนและ การใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนที่เพิ่มสูงขึ้น ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิด ความต้องการการใช้คลื่นความถี่ในการส่งผ่านข้อมูลเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งส่งผลต่อการกำหนด นโยบายและแนวทางการดำเนินธุรกิจของผู้ให้บริการคลื่นความถี่ในที่สุด

2) พฤติกรรมของผู้บริโภคในการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์ โดยที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับชมโทรทัศน์ของประชาชน พบว่า ในปัจจุบันแม้ว่า ประชาชนจะมีทางเลือกในการรับชมสื่อความบันเทิงในช่องทางที่หลากหลายกว่าเมื่อก่อนเป็นอย่างมาก แต่สื่อ โทรทัศน์ก็ยังคงเป็นสื่อหลักที่ประชาชนเลือกในการรับชม โดยจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นมีรายละเอียด ดังนี้

บริษัท Hootsuite และ Wearesocial (2561) ได้ดำเนินการสำรวจพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต ในประเทศไทย พบว่า ผู้ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 96 ยังคงรับชมโทรทัศน์ และประชาชน ส่วนใหญ่ก็ยังคงรับรู้ข้อมูลของสินค้าผ่านทางโทรทัศน์กว่าร้อยละ 35 รองลงมา คือ ผ่านสื่อออนไลน์ร้อยละ 25 และสื่อสิ่งพิมพ์ร้อยละ 10

นِيلเส็น ประเทศไทย (2560) ระบุว่า คนไทยดูโทรทัศน์เฉลี่ยวันละ 4.10 ชั่วโมงต่อวัน กลุ่มที่ดูโทรทัศน์ มากที่สุด คือ กลุ่มอายุ 25 ปีขึ้นไป และส่วนใหญ่อยู่ต่างจังหวัดกว่าร้อยละ 50

นอกจากนี้ เครื่องมือหนึ่งที่ใช้วัดการเติบโตของสื่อประเภทต่าง ๆ คือ การวัดโดยใช้มูลค่าโฆษณา ในสื่อประเภทยานั้น ๆ ซึ่งบริษัท กันตาร์ เวิร์ลด์พาแนล (ไทยแลนด์) จำกัด, (2560) ระบุว่า สื่อโทรทัศน์ยังคงเป็น สื่อสำคัญมากที่สุดของไทย เพราะเป็นสื่อที่เข้าถึงคนได้ทั่วประเทศทำให้สามารถสร้างการรับรู้ให้กับสินค้า ได้เป็นอย่างดี เห็นได้จากมูลค่าโฆษณาผ่านสื่อโทรทัศน์ที่คาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2561 หลักจาก ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์สำคัญของบ้านเมืองและภาวะเศรษฐกิจซบเซาในปี พ.ศ. 2559-2560 ในขณะที่ สื่อนอกบ้าน และสื่ออินเทอร์เน็ตหรือสื่อดิจิทัลเติบโตจนกลายเป็นสองสื่อหลักรองจากสื่อโทรทัศน์

จะเห็นได้ว่า แนวโน้มสื่อโทรทัศน์ในประเทศไทยยังคงมีบทบาทในการเข้าถึงผู้รับชมได้อย่างครอบคลุม แม้ว่าช่องทางในการรับชมสื่อจะมีช่องทางที่หลากหลายมากขึ้นก็ตาม ซึ่งจากพฤติกรรมของผู้รับชมสื่อโทรทัศน์ อาจแสดงให้เห็นได้ว่า ในอนาคตสื่อโทรทัศน์อาจมีแนวโน้มได้รับความนิยมที่ค่อนข้างคงที่หรือ อาจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนไปสู่สื่อโทรทัศน์ดิจิทัลเต็มรูปแบบ แต่จากปัญหาการดำเนิน ธุรกิจของผู้ประกอบการโทรทัศน์ดิจิทัลในปัจจุบัน อาจทำให้จำนวนของผู้ประกอบการโทรทัศน์ดิจิทัล ในอนาคตอาจมีจำนวนลดลง จึงอาจส่งผลให้ความต้องการคลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์มีแนวโน้มคงที่ หรือลดลงในอนาคต

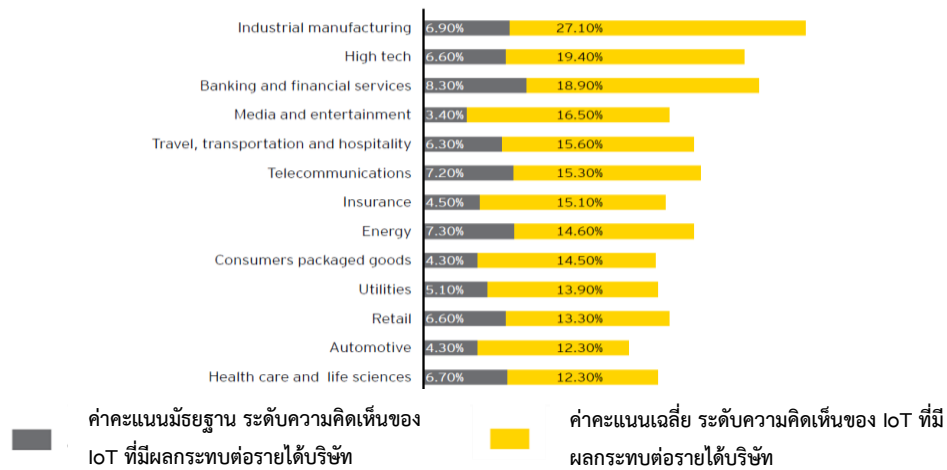
1.5 การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

ปัจจุบัน โลกมีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม นำไปสู่การผลักดันให้ทุกประเทศมุ่งพัฒนาสร้างสรรคนวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ จากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดหรือที่เรียกว่า Disruptive Technologies ได้สร้างผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ โดย McKinsey Global Institute ได้ระบุทิศทางเทคโนโลยีของโลกในอนาคตอันใกล้ที่เกิดจาก Disruptive Technologies ไว้ 12 ประเด็น ได้แก่ (1) Mobile Internet (2) Automation of knowledge work (3) Internet of Things (IoT) (4) Advanced robotics (5) Cloud (6) Autonomous and near-autonomous vehicles (7) Next-generation genomics (8) Energy storage (9) 3-D printing (10) Advanced materials (11) Advanced oil and gas exploration and recovery (12) Renewable energy

จะเห็นได้ว่า Disruptive Technologies มีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบการสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูลต่างๆ ของประชาชนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นทั้งในด้านความเร็วและความสามารถส่งข้อมูลได้ครั้งละมากๆ ดังนั้น เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง การใช้คลื่นความถี่ กับ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเพื่อรองรับการสื่อสารและการส่งผ่านข้อมูล ที่ปรึกษา จึงได้ดำเนินการรวบรวมประเด็นเทคโนโลยีต่างๆ ทั้งที่สอดคล้องกับประเด็นที่ McKinsey Global Institute ระบุไว้ และประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลกระทบต่อเพิ่มขึ้นของการใช้คลื่นความถี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อแสดงภาพให้เห็นถึงขอบเขตความสัมพันธ์ของ 2 ปัจจัยดังกล่าว ตามรายละเอียดดังนี้

1) **Internet of Things (IoT)** หรือ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง หมายถึง การที่อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นำไปสู่การพัฒนาในรูปแบบสินค้าและบริการในหลายรูปแบบ อาทิ ที่อยู่อาศัยอัจฉริยะ รถยนต์อัจฉริยะ อุปกรณ์สวมใส่อัจฉริยะ เป็นต้น ในรายงาน International Data Corporation (IDC) ของบริษัท Ernst & Young (EY) (2561) ได้คาดการณ์ว่า ก่อนปี ค.ศ. 2020 ตลาดจะมีการเชื่อมกันต่อผ่าน IoT กว่า 30 ล้านช่องทาง และมูลค่าทางเศรษฐกิจของ IoT จะมีมูลค่าสูงถึง 1.46 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี ค.ศ. 2020 นอกจากนี้ จากผลสำรวจความคิดเห็นผู้บริหารระดับสูงจากบริษัททั่วโลก พบว่า กว่าร้อยละ 73 ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีความพร้อมในการใช้ IoT หรือมีแผนการใช้งานในอีก 12 เดือนข้างหน้า โดยผู้บริหารในกลุ่มอุตสาหกรรมสื่อและมัลติมีเดียคาดการณ์ว่า IoT จะมีส่วนสำคัญที่ช่วยยกระดับรายได้บริษัทระหว่างปี ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2018 โดยได้ระดับคะแนนร้อยละ 16.5 เมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยระดับความคิดเห็นของผู้บริหารในแต่ละอุตสาหกรรมที่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบของ IoT ต่อระดับรายได้ของบริษัท ซึ่งมากกว่าอุตสาหกรรมพลังงาน อุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรมค้าปลีก และอุตสาหกรรมยานยนต์ แต่เทคโนโลยีดังกล่าวส่งผลค่อนข้างมากต่ออุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง และอุตสาหกรรมบริการทางการเงินและธนาคาร ซึ่งการเข้ามาของเทคโนโลยี IoT จะทำให้ความต้องการการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพิ่มสูงขึ้นและจำเป็นต้องมีช่วงความถี่ที่กว้างมากพอในการรองรับข้อมูลที่ส่งผ่านอย่างมหาศาล เพื่อให้การใช้งานหรือควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ มีความเสถียร เช่น รถยนต์ไร้คนขับที่มีความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ความแม่นยำ และการไปถึงจุดหมายปลายทาง เป็นต้น

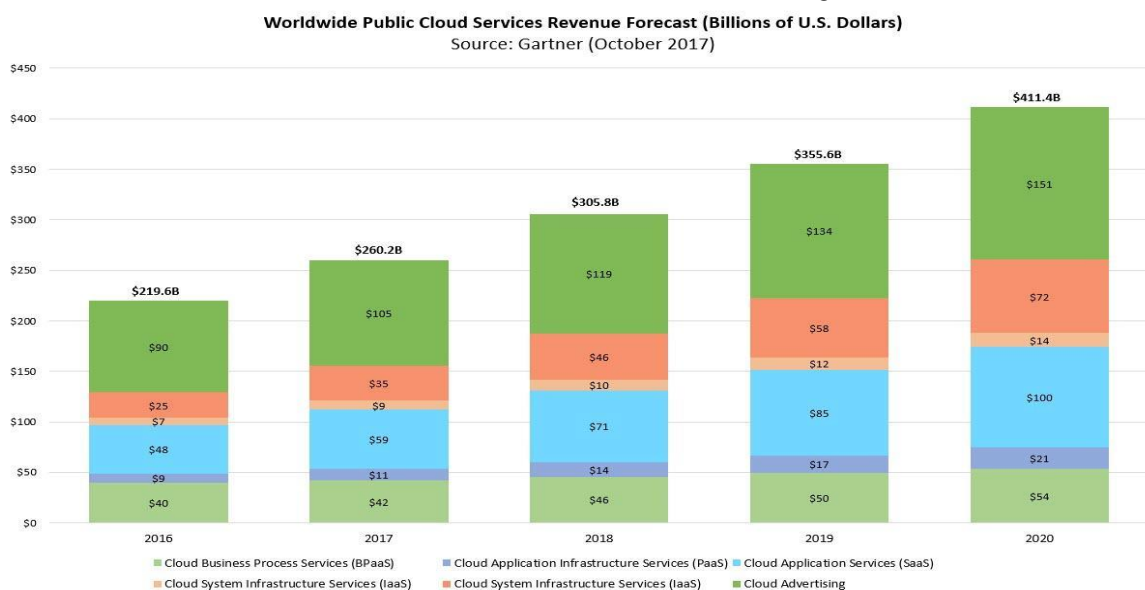
แผนภาพที่ 3.1 ผลกระทบของเทคโนโลยี IoT ต่อรายได้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปี 2018



ที่มา : Ernst&Young, (2561)

2) **Cloud Computing** คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ สามารถรองรับการให้บริการที่ครอบคลุมถึงการประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และระบบออนไลน์ต่าง ๆ จากผู้ให้บริการเพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเอง ซึ่งบริการดังกล่าว Gartner คาดการณ์ว่าตลาดการให้บริการ Cloud Computing จะมีรายได้ทั่วโลกรวมกันสูงถึง 260 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2017 เพิ่มขึ้นจากปี 2016 ที่มีรายได้รวมกันอยู่ที่ 219.6 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี 2017 โดยมีอัตราการเติบโตสูงถึงร้อยละ 18.5 และตลาดจะมีรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 411.48 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2020 หรือเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 87.4 เมื่อเทียบกับปี 2017 จะเห็นได้ว่า แนวโน้มรายได้จากการให้บริการ Cloud Computing ได้สะท้อนให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของการส่งผ่านและการจัดเก็บข้อมูลในระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตที่จำเป็นต้องจัดสรรวงคลื่นความถี่ให้เพียงพอ กับความต้องการการใช้อินเทอร์เน็ตที่เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

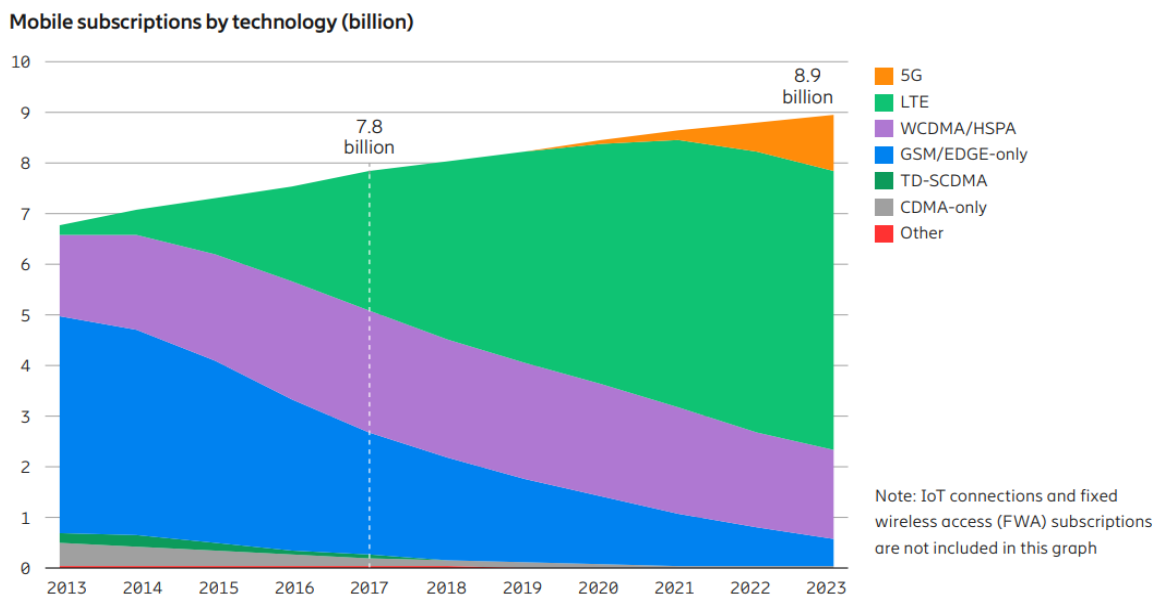
แผนภาพที่ 3.2 คาดการณ์รายได้จากการให้บริการ Cloud Computing ทั่วโลก ตั้งแต่ปี 2016-2020



ที่มา : Gartner, (2560) ปรับปรุงโดย forbes

3) 5G หรือ 5th Generation คือ ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 ซึ่งมีความสามารถในการส่งข้อมูลในปริมาณมากกว่าระบบ 4G ถึง 1,000 เท่า ทำให้มีความเร็วสูงและสามารถรองรับการส่งข้อมูลในปริมาณ ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอย่างก้าวกระโดด โดยไม่จำกัดเฉพาะในโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน แต่สามารถครอบคลุมไปถึงเครื่องมือเครื่องใช้และระบบสาธารณสุขไปหมดทั้งหมดให้สามารถสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยี 5G ยังมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น Internet of Things (IoT), Cloud Computing เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Ericsson (2561) คาดการณ์ว่าบริษัทผู้ให้บริการโทรคมนาคมในสหรัฐอเมริกาสามารถให้บริการเทคโนโลยี 5G ในเชิงพาณิชย์ได้ช่วงปี 2018 ถึงกลางปี 2019 ขณะที่เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และจีน มีการทดลองใช้งานเทคโนโลยี 5G แล้วในปัจจุบัน และคาดการณ์ว่าสามารถเริ่มให้บริการในเชิงพาณิชย์อย่างเป็นทางการได้ในปี 2020 นอกจากนี้ Ericsson ยังคาดการณ์ว่าจะมีผู้ใช้งาน 5G มากกว่า 1 พันล้านเลขหมาย เมื่อสิ้นสุดปี 2023 หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี 5G เป็นก้าวต่อไปที่สำคัญของการพัฒนาโครงการโทรคมนาคมของโลก ซึ่งประเทศไทยก็เป็นหนึ่งในประเทศที่พยายามผลักดันให้เกิดการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว โดยทาง สำนักงาน กสทช. ได้มีการเตรียมความพร้อมในการกำหนดช่วงคลื่นความถี่เพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G แล้วในปัจจุบันและคาดการณ์ว่าจะสามารถให้บริการ 5G ในประเทศไทยได้ในปี ค.ศ. 2020

แผนภาพที่ 3.3 การคาดการณ์จำนวนผู้ใช้งานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ



ที่มา : Ericsson, (2561)

1.6 การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ

คลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและประเทศทั่วโลกต่างใช้ประโยชน์ร่วมกัน หากมีการจัดสรรหรือการบริหารจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพอาจส่งผลกระทบต่อการใช้คลื่นความถี่ของประชาคมโลกในภาพรวม ดังนั้น ประชาคมโลกจึงได้มีการจัดตั้งองค์กรระหว่างประเทศร่วมกันเพื่อการบริหารและการจัดสรรคลื่นความถี่ระดับนานาชาติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU)

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศมีสมาชิกกว่า 193 ประเทศ รวมทั้งประเทศไทย โดยมีหน้าที่ในการพัฒนามาตรฐาน และกฎระเบียบสำหรับการสื่อสารวิทยุ และโทรคมนาคมระหว่างประเทศ การกำหนดแถบคลื่นความถี่วิทยุ และการบริหารจัดการกรณีที่เป็นสำหรับการเชื่อมโยงโครงข่ายระหว่างประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศจะทำการออก หลักเกณฑ์ ให้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะ (Recommendation) ของ ITU ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการใช้งานคลื่นความถี่นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การใช้งานจะต้องเป็นไปตามข้อบังคับขององค์กรกำกับการใช้งานคลื่นวิทยุในประเทศ และข้อบังคับวิทยุระหว่างประเทศ (Radio Regulations) โดยหลักการบริหารความถี่วิทยุ (Spectrum Management) จะมีความแตกต่างกันบ้างในแต่ละประเทศ แต่โดยพื้นฐานจะยึดตามหลักการและข้อเสนอแนะของ ITU เพื่อให้ประเทศสมาชิกได้นำคลื่นความถี่ไปใช้ประโยชน์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

ในส่วนของประเทศไทยได้มีการดำเนินการตามข้อเสนอแนะดังกล่าวมาอย่างต่อเนื่อง โดยสำนักงาน กสทช. ได้มีการศึกษาและนำเสนอนโยบายต่อคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เพื่อประกาศเป็นกฎหมายให้มีผลบังคับใช้ อย่างไรก็ตาม จากการที่เทคโนโลยีในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ITU จึงได้พัฒนามาตรฐานและข้อเสนอแนะสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นที่ปรึกษาฯ ได้รวบรวมข้อมูลมาตรฐานข้อบังคับของ ITU ที่มีแนวโน้มต่อการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคต ซึ่งมีตัวอย่างดังนี้

มาตรฐาน Big Data หรือ Y.3600 มีจุดประสงค์เพื่อเป็นมาตรฐานกลางสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น Data Collection, Data Visualisation, Data Analysis และ Data Storage โดยมาตรฐานประกอบด้วยคำแนะนำสำหรับความต้องการ ความสามารถ และการใช้ Big Data บนระบบคลาวด์ สำหรับใช้งานร่วมกันทั่วโลก รวมไปถึงมีการระบุว่าการนำระบบคลาวด์มาใช้เพื่อให้บริการ Big Data ประเภทต่าง ๆ จะสามารถกระทำได้อย่างไร

ร่างมาตรฐานคลื่น 5G หรือ IMT-2020 ที่เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานคลื่น 5G ในด้านประสิทธิภาพของสเปกตรัมและการให้บริการคลื่นวิทยุ โดยผู้ให้บริการต้องทำตามข้อกำหนดของ ITU จึงจะเรียกว่าเป็นผู้ให้บริการเครือข่าย 5G ที่แท้จริง ซึ่งมาตรฐานที่จำเป็นขั้นพื้นฐาน อาทิ

- อัตราดาาวน์โหลดและอัปโหลดสูงสุดอยู่ที่ 20 Gbps และ 10 Gbps ตามลำดับ
- สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่น้อยกว่า 1 ล้านเครื่องภายในรัศมี 1 ตารางกิโลเมตร
- Bandwidth ขั้นต่ำต้องมีขนาด 100 MHz และต้องรองรับขนาด 1 GHz เมื่อใช้ย่านความถี่สูงกว่า

การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (World Radiocommunication Conferences: WRC)

การประชุม WRC จัดขึ้นทุก 3-4 ปี เพื่อให้มีการทบทวนและแก้ไขข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) ซึ่งเป็นสนธิสัญญาระหว่างประเทศที่ใช้ในการกำหนดคลื่นความถี่วิทยุ (radio-frequency spectrum) และรูปแบบการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบวงโคจรประจำที่ (geostationary-satellite) และไม่ประจำที่ (non-geostationary-satellite orbit) ซึ่งการจะปรับปรุงได้นั้นต้องถูกบรรจุเป็นวาระในการประชุมสภาบริหารสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU Council) โดยอาศัยมติหรือความคิดเห็นจากการประชุม WRC ครั้งที่ผ่านมา

สำหรับวาระการประชุมของ WRC จะถูกกำหนดโดย ITU Council ล่วงหน้าก่อนราว 4-6 ปีและจะประกาศให้ทราบก่อนการประชุมจริงประมาณ 2 ปี ทั้งนี้ บทบาทของ WRC ตามธรรมนูญของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU Constitution) มี 4 ด้านหลักๆ ดังนี้

1. แก้ไขข้อบังคับวิทยุ กำหนดและจัดสรรแผนคลื่นความถี่
2. ระบุลักษณะคลื่นความถี่วิทยุสากล
3. ให้คำแนะนำแก่ Radio Regulations Board และสำนักงานวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Bureau: BR)
4. กำหนดหัวข้อการศึกษา (Questions) ให้แก่การประชุมสมัชชาวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Assembly: RA) และกลุ่มศึกษา (Study Group) เพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC รอบถัดๆ ไป ทั้งนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวต้องนำเสนอต่อ Conference Preparatory Meeting (CPM) ก่อนนำเข้า WRC

สำหรับการประชุม WRC ที่กำลังจะเกิดขึ้นในวันที่ 28 ตุลาคมถึงวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ณ เมือง Sharm el-Sheikh ประเทศอียิปต์ หรือเรียกย่อๆ ว่า WRC-19 นั้น เกิดจากมติที่ประชุม WRC ในปี 2015 (WRC-15) โดยจะมีวาระการประชุม ดังนี้

1. พิจารณาผลการศึกษาจากหัวข้อที่เกิดจากมติที่ประชุม WRC-15: ซึ่งจะนำเสนอในรูปแบบของรายงาน Conference Preparatory Meeting ซึ่งเป็นการประชุมเพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC-19 หรือเรียกย่อๆ ว่า CPM-19 โดยมีการประชุมมาแล้ว 1 ครั้ง จัดเมื่อปี 2015 ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายนถึง 1 ธันวาคม (CPM-19-1) ทั้งนี้ ในวันที่ 18-28 กุมภาพันธ์ที่จะถึงนี้จะเป็นการประชุมครั้งที่ 2 (CPM-19-2) โดยหัวข้อที่ WRC ต้องพิจารณาจากรายงานของ CPM มีรายละเอียดมีดังนี้

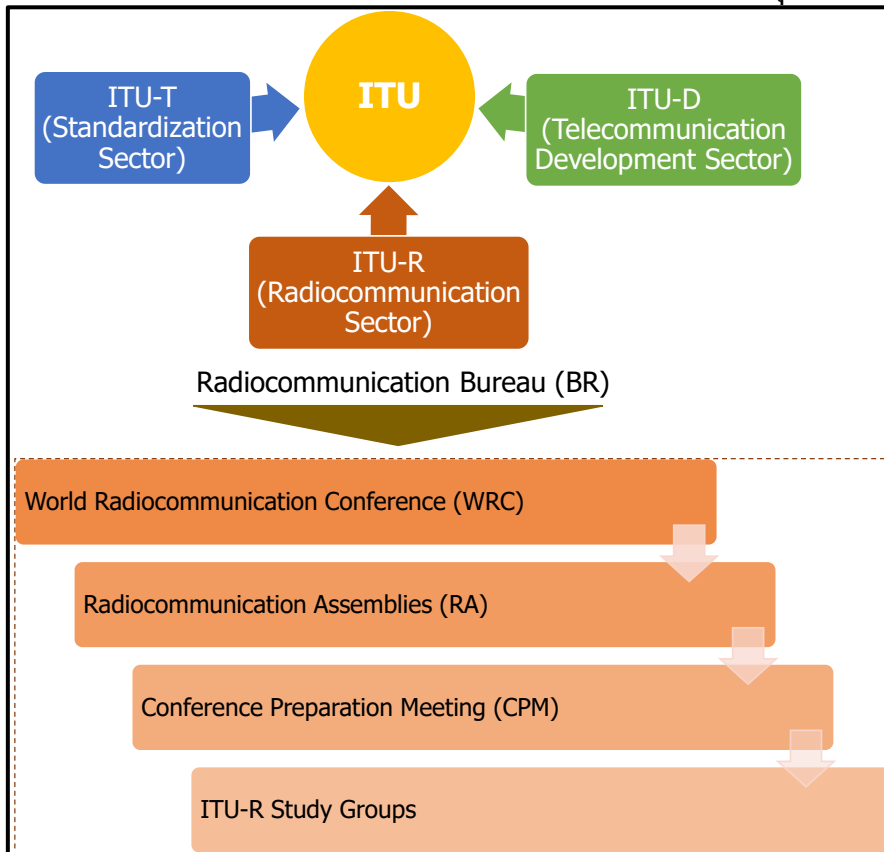
- 1.1 จัดสรรย่านความถี่ 50-54 MHz สำหรับกิจการวิทยุสมัครเล่น (amateur service) ใน region 1 (Resolution 658: WRC-15)
- 1.2 กำหนดอำนาจในการเข้าไปจัดการสถานีภาคพื้นดินของกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (mobile-satellite service) กิจการอุตุนิยมวิทยา (meteorological-satellite service) และกิจการสำรวจโครงสร้างและองค์ประกอบของโลก (Earth exploration-satellite service) ซึ่งให้บริการในย่านความถี่ 401-403 MHz และ 399.9-400.05 MHz (Resolution 765: WRC-15)
- 1.3 พิจารณาความเป็นไปได้ในการยกระดับกิจการ meteorological-satellite (รูปแบบ space-to-earth: อวกาศสู่โลก) จากกิจการรอง (Secondary service) เป็นกิจการหลัก (Primary service) และกำหนดให้กิจการ Earth exploration-satellite (อวกาศสู่โลก) เป็นกิจการหลักในย่านความถี่ 460-470 MHz (Resolution 766: WRC-15)
- 1.4 พิจารณาผลการศึกษาตาม Resolution 577: WRC-15 เกี่ยวกับแผนงานในอนาคตของกิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Broadcasting Satellite Service) และโครงข่ายของกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Fixed Satellite Service Network)
- 1.5 พิจารณาการใช้งานย่านความถี่ 17.7-19.7 MHz (อวกาศสู่โลก) และ 27.5-29.5 MHz (รูปแบบ earth-to-space: โลกสู่อวกาศ) ของสถานีภาคพื้นดินที่ติดต่อกับสถานีอวกาศสำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed-Satellite Service) (Resolution 158: WRC-15)

- 1.6 พัฒนาโครงร่างหลักเกณฑ์ของระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (Non-Geostationary Fixed satellite services systems) ในย่านความถี่ 37.5-39.5 GHz (อวกาศสู่โลก) 39.5-42.5 GHz (อวกาศสู่โลก) 47.2-50.2 GHz (โลกสู่อวกาศ) และ 50.4-51.4 GHz (โลกสู่อวกาศ) (Resolution 159: WRC-15)
- 1.7 ศึกษาความจำเป็นในการใช้คลื่นความถี่สำหรับงานตรวจวัดระยะไกล (telemetry) ติดตาม (tracking) และควบคุม (command) ของดาวเทียมแบบวงโคจรไม่ประจำที่ (non-geostationary-satellite orbit) ที่มีภารกิจระยะสั้น (Resolution 659: WRC-15)
- 1.8 พิจารณาความเป็นไปได้ในการสนับสนุนให้มีระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินและเพื่อความปลอดภัยทางทะเลทั่วโลก (Global Maritime Distress and Safety System: GMDSS) ที่ทันสมัย พร้อมทั้งสามารถนำระบบดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ร่วมด้วยได้ (Resolution 359: WRC-15)
- 1.9 พิจารณาผลการศึกษาของ ITU-R studies ดังนี้
 - 1.9.1. การกำกับดูแลการใช้งานย่านความถี่ 156-162.05 MHz ของอุปกรณ์ทางทะเลซึ่งใช้คลื่นวิทยุโดยอัตโนมัติ (Autonomous Maritime Radio Devices : AMRD) เพื่อปกป้อง GMDSS และระบบระบุตัวตนอัตโนมัติ (Automatic Identification System: AIS) (Resolution 362: WRC-15)
 - 1.9.2. แก้ไขข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) เพื่อให้มีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางทะเลผ่านดาวเทียม (maritime mobile-satellite service) (โลกสู่อวกาศและอวกาศสู่โลก) ในย่านความถี่ 156.0125-157.4375 MHz และ 160.6125-162.0375 MHz เพื่อให้สามารถใช้งานระบบแลกเปลี่ยนข้อมูลย่าน VHF (VHF data exchange system: VDES) ได้ โดยไม่ทำให้คุณภาพของระบบ VDES ภาคพื้นดิน ระบบ applications specific message (ASM) และระบบ AIS ลดลง (Resolution 360: WRC-15)
- 1.10 พิจารณาความจำเป็นของการใช้คลื่นความถี่และจัดเตรียมหลักเกณฑ์สำหรับการใช้ระบบติดตามและตรวจสอบสถานะเที่ยวบิน (Global Aeronautical Distress and Safety System: GADSS) (Resolution 426: WRC-15)
- 1.11 พิจารณาความจำเป็นของการใช้แถบความถี่เดียวกันทั้งโลกหรือภูมิภาคสำหรับระบบวิทยุคมนาคมของรถไฟเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างขบวนรถและอุปกรณ์ข้างราง (railways radiocommunication systems between train and trackside) ภายใต้ความถี่เดิมที่กำหนดไว้แล้ว (Resolution 236: WRC-15)
- 1.12 พิจารณาความเป็นไปได้ของการใช้ย่านความถี่เดียวกันทั้งโลกหรือภูมิภาคสำหรับระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System – ITS) ภายใต้ความถี่เดิมที่กำหนดไว้แล้ว (Resolution 237: WRC-15)
- 1.13 กำหนดย่านความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications: IMT) ที่จะมีการพัฒนาในอนาคต (Resolution 238: WRC-15)
- 1.14 พิจารณาผลการศึกษาของ ITU-R studies ในการจัดสรร high-altitude platform stations (HAPS) สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed-Satellite Service) (Resolution 160: WRC-15)

- 1.15 กำหนดย่านความถี่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางบก (Land Mobile Service) และกิจการประจำที่ (Fixed Service) ในย่านความถี่ 275-450 GHz (Resolution 767: WRC-15)
- 1.16 พิจารณาเกี่ยวกับแนวทางการใช้งานระบบเข้าถึงสัญญาณไร้สาย (wireless access system) และโครงข่าย Radio local area (WAS/RLAN) ในย่านความถี่ 5150 MHz และ 5925 MHz (Resolution 239: WRC-15)
2. ตรวจสอบผลการศึกษาของ ITU-R เกี่ยวกับข้อบังคับวิทยุ (Radio Regulations) ที่จะถูกนำเสนอในการประชุมสมัชชาโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Assembly: RA) (Resolution 28: WRC-15) และตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอ พร้อมทั้งเตรียมการสำหรับผลที่สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง โดยการประชุม RA-19 กำหนดจัดขึ้นในวันที่ 21-25 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ก่อนการประชุม WRC-19
3. เสนอแนะความคิดเห็นเกี่ยวกับการทบทวน (revision) หรือแทนที่ (replacement) หรือเพิกถอน (abrogation) ต่อมติหรือข้อเสนอแนะของการประชุม (Conference) ก่อนหน้า (Resolution 95: WRC-15)
4. ตรวจสอบรายงานของที่ประชุมสมัชชาโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Assembly: RA) และดำเนินการตามความเหมาะสม
5. ระบุประเด็นที่ต้องการให้ดำเนินการศึกษาอย่างเร่งด่วนให้แก่กลุ่มศึกษา (Study Group) เพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC ครั้งถัดไป
6. พิจารณาผลจากที่ประชุมใหญ่ผู้แทนผู้มีอำนาจเต็ม (Plenipotentiary Conference) Plenipotentiary Conference เกี่ยวกับกำหนดย่านความถี่สำหรับดาวเทียม (Resolution 86: Rev. Marrakesh, 2002) และ (Resolution 86: Rev.WRC-07)
7. พิจารณาลบเชิงอรรถ (Footnote) ซึ่งเป็นข้อเสนอของประเทศต่าง ๆ หรือลบบรรณามของประเทศต่าง ๆ ออกตามความเหมาะสม (Resolution 26: Rev.WRC-07)
8. พิจารณาและอนุมัติรายงานของผู้อำนวยการสำนักงานวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Bureau: BR)
9. เข้าร่วมกิจกรรมของภาควิทยุคมนาคม (Radiocommunication Sector)
10. ให้คำแนะนำ ITU Council เพื่อกำหนดวาระสำหรับประชุม WRC ครั้งถัดไป พร้อมทั้งให้ความคิดเห็นเบื้องต้น

จากการที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการเพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC-19 ได้ตามแผนภาพที่ 3.4 ดังนี้

แผนภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อเตรียมการสำหรับการประชุม WRC-19



จากแผนภาพจะเห็นได้ว่า การดำเนินการเตรียมการสำหรับการประชุมจะเริ่มต้นจาก ITU-R Study Groups ซึ่งเป็นกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและสถาบันการศึกษาจากทั่วโลก มากกว่า 5,000 คน ที่รวมตัวกันเพื่อศึกษาและพัฒนาข้อเสนอทางเทคนิค (Technical bases) เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจของที่ประชุม WRC รวมทั้งการจัดทำมาตรฐานสากลที่เกี่ยวกับวิทยุคมนาคม (Recommendation) รวมถึงรายงานและคู่มือที่เกี่ยวข้องกับวิทยุคมนาคม (Radiocommunications) เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ นำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ ภายใต้การทำงานของ Study Groups จะมีกลุ่มศึกษาย่อย (Subgroups) ที่เรียกว่า Working Parties (WPs) และ Task Groups (TGs) ทำหน้าที่ศึกษาประเด็นเพิ่มเติมเพื่อให้ข้อเสนอในแต่ละหัวข้อมีความสมบูรณ์มากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาของ Study Group จะผ่านการพิจารณาของ Conference Preparatory Meeting (CPM) ก่อนจะนำเสนอในที่ประชุม RA และ WRC ต่อไป

ปัจจุบัน ITU-R Study Groups มีทั้งหมด 6 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดของประเด็นศึกษาดังนี้

1. Study Group 1 (SG 1): Spectrum management ศึกษาการบริหารจัดการการใช้งานคลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 กลุ่มศึกษาย่อย

1.1 WP 1A Spectrum engineering techniques ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคทางวิศวกรรมคลื่นความถี่ เช่น การวิเคราะห์สัญญาณรบกวน การทนต่อการรบกวน การร่วมใช้คลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการ (spectrum sharing) การวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์ การกำหนดนิยามทางเทคนิค การประสานงานสถานีภาคพื้นดิน และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานคลื่นความถี่ ซึ่งหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่มีดังนี้

- ✓ Wireless power transmission: การส่งพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย
- ✓ Coexistence of wired telecommunication with radiocommunication systems: การใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการโทรคมนาคมแบบไร้สายกับระบบวิทยุคมนาคม
- ✓ Definition of the spectral properties of transmitter emissions: การกำหนดลักษณะการปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดการรบกวนแก่คลื่นความถี่อื่น
- ✓ Impact on radiocommunication systems from wireless and wired data transmission technologies used for the support of power grid management systems: ศึกษาผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับกิจการวิทยุคมนาคมจากการใช้คลื่นความถี่ของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid)
- ✓ Technical and operational characteristics of the active services operating in the range 275-1,000 GHz: การกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของการใช้งานคลื่นความถี่ในช่วง 275-1,000 GHz
- ✓ Characteristics for use of visible light for broadband communications: การกำหนดการใช้งานของแสงที่มองเห็น (visible light) ในการสื่อสารบรอดแบนด์หรือการสื่อสารแบบแถบความถี่กว้าง

และศึกษาหัวข้อที่เป็นวาระการประชุมของ WRC-19 คือ การระบุนโยบายของคลื่นความถี่ที่จะนำมาประยุกต์ใช้สำหรับกิจการประจำที่และเคลื่อนที่ ในช่วง 275-450 GHz

- 1.2 WP 1B Spectrum management methodologies and economic strategies ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการบริหารคลื่นความถี่และยุทธศาสตร์ทางเศรษฐศาสตร์ในการบริหารคลื่นความถี่ เช่น แนวทางการบริหารจัดการสำหรับองค์กรบริหารคลื่นความถี่ กรอบการกำหนดการกำกับดูแลคลื่นความถี่ และกระบวนการกำหนดคลื่นความถี่ให้ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในระยะยาว โดยหัวข้อที่กำลังศึกษา มีดังนี้
- ✓ Long-term strategies for spectrum utilization: แนวทางการใช้งานคลื่นความถี่ในระยะยาว
 - ✓ Alternative methods of national spectrum management: แนวทางการบริหารคลื่นความถี่ระหว่างประเทศ
 - ✓ Wireless power transmission: การส่งพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย
 - ✓ Spectrum redeployment as a method of national spectrum management: การจัดสรรการใช้งานคลื่นความถี่ใหม่
 - ✓ Innovative regulatory tools for shared use of spectrum: การจัดทำคู่มือเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การใช้งานคลื่นความถี่เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของประเทศต่างๆ
 - ✓ Economics aspects on spectrum management: จัดทำมุมมองทางเศรษฐศาสตร์ในการบริหารจัดการการใช้คลื่นความถี่
 - ✓ Definition of use and efficiency of a radio system: กำหนดรูปแบบการใช้งานต่างๆ ในระบบวิทยุ

- ✓ Harmonization for short-range devices: กำหนดการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมสื่อสารระยะสั้น
- ✓ Implementation and use of cognitive radio systems: กำหนดแนวทางการใช้งานเทคโนโลยีวิทยุรู้คิด

รวมถึงศึกษาหัวข้อที่เป็นวาระการประชุมของ WRC-19 ด้วย ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้าแบบไร้สายสำหรับรถไฟฟ้า (Wireless Power Transmission (WPT) for electric vehicles) และ บริหารจัดการสถานีดาวเทียมภาคพื้นดินที่มีได้รับอนุญาตโดยถูกต้อง (Assisting administrations in the management of unauthorized operation of earth station terminals)

1.3 WP 1C Spectrum monitoring ศึกษาวิธีการติดตามการใช้งานคลื่นความถี่ พัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวัดและตรวจสอบ รวมถึงแนวทางการระบุตำแหน่งการปล่อยสัญญาณ โดยกลุ่มศึกษาย่อยนี้มีหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่ดังนี้

- ✓ Methods and techniques used in space radio monitoring: การตรวจสอบการใช้งานสถานีวิทยุอวกาศ
- ✓ Measurement of spectrum occupancy: การตรวจสอบปริมาณการครอบครองคลื่นความถี่
- ✓ Spectrum monitoring evolution: พัฒนาเทคโนโลยีการตรวจสอบการใช้งานคลื่นความถี่
- ✓ Direction finding: เทคนิคการระบุตำแหน่ง

2. Study Group 3 (SG 3): Radiowave propagation ศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุแบบไอออไนซ์และไม่ไอออไนซ์ (Ionized and Non-ionized media) รวมถึงระบุลักษณะของสิ่งรบกวนคลื่นวิทยุเพื่อพัฒนาการใช้งานระบบวิทยุคมนาคมให้ดีขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 4 กลุ่มศึกษาย่อย

- 2.1 WP 3J Propagation fundamentals: จัดเตรียมข้อมูล พัฒนาแบบจำลองและรูปแบบการใช้งานคลื่นวิทยุแบบไม่ไอออไนซ์
- 2.2 WP3K Point-to-area propagation: ศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุสำหรับกิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Broadcasting) และกิจการเคลื่อนที่ (Mobile Services) รวมถึงกำหนดการใช้งานระบบเข้าถึงสัญญาณไร้สาย (wireless access system) แบบ point-to-multipoint
- 2.3 WP 3L Ionospheric propagation and radio noise ศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุในชั้นบรรยากาศและภาคพื้นดิน รวมถึงบอกลักษณะของสิ่งรบกวนเครื่องส่งสัญญาณคลื่นวิทยุ
- 2.4 WP 3M Point-to-point and Earth-space propagation: ศึกษาการแพร่กระจายของคลื่นวิทยุสำหรับสถานีภาคพื้นดินและสถานีอวกาศ รวมถึงระบุลักษณะของสัญญาณที่ต้องการและไม่ต้องการ (Wanted and Unwanted Signals)

3. Study Group 4 (SG 4): Satellite services ศึกษาการใช้งานและเครือข่ายสำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed Satellite Service: FSS) กิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม (mobile-satellite service: MSS) กิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Broadcasting Satellite Service: BSS)

และกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหาผ่านดาวเทียม (Radiodetermination Satellite Service: RDSS) ซึ่งประกอบด้วย 3 กลุ่มศึกษาย่อย

- 3.1 WP 4A Efficient orbit/spectrum utilization for the fixed-satellite service and broadcasting-satellite service: ศึกษาวงโคจร/การใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมและกิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม
- 3.2 WP 4B Systems, air interfaces, performance and availability objectives for the fixed-satellite service, broadcasting-satellite service and mobile-satellite service, including IP-based applications and satellite news gathering (SNG): ศึกษาระบบ การเชื่อมต่อ และรูปแบบการทำงานสำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม กิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม และกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม รวมถึงแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนพื้นฐานของ IP และระบบการส่งข่าวผ่านดาวเทียม
- 3.3 WP 4C Efficient orbit/spectrum utilization for the mobile-satellite service (MSS) and the radiodetermination-satellite service: ศึกษาวงโคจร/การใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมและกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหาผ่านดาวเทียม

4. Study Group 5 (SG 5): Terrestrial services ศึกษาและโครงข่ายสำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม กิจการเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม กิจการตรวจการณ์และตรวจค้นหาผ่านดาวเทียม และ กิจการวิทยุสมัครเล่นและวิทยุสมัครเล่นผ่านดาวเทียม (Amateur Satellite Service) ซึ่งมีกลุ่มศึกษาย่อย 5 กลุ่มดังนี้

- 4.1 WP 5A Land mobile service above 30MHz3 (excluding IMT); wireless access in the fixed service; amateur and amateur-satellite services: ศึกษาการใช้คลื่นความถี่ ย่านสูงกว่า 30 MHz สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางบก และการเข้าถึงสัญญาณไร้สายสำหรับ กิจการประจำที่ กิจการวิทยุสมัครเล่นและวิทยุสมัครเล่นผ่านดาวเทียม
- 4.2 WP 5B Maritime mobile service including the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS); the aeronautical mobile service and the radiodetermination service: ศึกษาการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการเคลื่อนที่ทางทะเลเพื่อรองรับการทำงานของระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินและความปลอดภัยทางทะเลทั่วโลก (Global Maritime Distress and Safety System: GMDSS) กิจการเคลื่อนที่ทางการบิน และกิจการวิทยุตรวจการณ์และตรวจค้นหา
- 4.3 WP 5C Fixed wireless systems; HF and other systems below 30 MHz in the fixed and land mobile services: ศึกษาการใช้งานระบบสัญญาณไร้สายแบบประจำที่ และการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน HF และความถี่ต่ำกว่า 30 MHz สำหรับกิจการประจำที่และกิจการเคลื่อนที่ทางบก
- 4.4 WP 5D IMT systems: ศึกษาการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล
- 4.5 TG 5/1 WRC-19 Agenda item 1.13 "to consider identification of frequency bands for the future development of International Mobile Telecommunications (IMT), including possible additional allocations to the mobile service on a

primary basis, in accordance with Resolution 238 (WRC-15): กำหนดย่านความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในอนาคต

5. Study Group 6 (SG 6): Broadcasting service ศึกษาระบบการใช้งานคลื่นความถี่ การแพร่ภาพ ความคมชัดและความครอบคลุมให้แก่กิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ ประกอบด้วย 3 กลุ่มศึกษาย่อยดังนี้
 - 5.1 WP 6A Terrestrial broadcasting delivery: ศึกษาระบบการส่งสัญญาณ ย่านความถี่ และฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ให้แก่กิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์
 - 5.2 WP 6B Broadcast service assembly and access: ศึกษาระบบการเชื่อมต่อและการเข้าถึงบริการของกิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์
 - 5.3 WP 6C Programme production and quality assessment: ศึกษาโครงสร้างและการประเมินประสิทธิภาพของการแพร่ภาพ

6. Study Group 7 (SG 7): Science services ศึกษาเกี่ยวกับกิจการวิทยาศาสตร์ โดยทำการศึกษาถึงคลื่นความถี่วิทยุมาตรฐานและสัญญาณเวลาสำหรับการวิจัยในอวกาศ (Space research: SRS) ระบบการปฏิบัติงานในอวกาศ (Space operation) การตรวจวัดและสำรวจพิภพ (meteorological-satellite (MetSat) and meteorological aids (MetAids)) กิจการอุทุนิยมวิทยา และกิจการวิทยุดาราศาสตร์ (radio astronomy (RAS) services) ซึ่งมี 4 กลุ่มศึกษาย่อยดังนี้
 - 6.1 WP 7A Time signals and frequency standard emissions: Systems and applications (terrestrial and satellite) for dissemination of standard time and frequency signals: ศึกษาสัญญาณเวลาและคลื่นความถี่วิทยุมาตรฐานสำหรับกิจการกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ภาคพื้นดินและผ่านดาวเทียม
 - 6.2 WP 7B Space radiocommunication applications: Systems for transmission/reception of telecommand, tracking and tele-metry data for space operations, space research, Earth exploration-satellite, and meteorological satellite services including the related use of links in the inter-satellite service: ศึกษาการใช้คลื่นความถี่เพื่อควบคุม สั่งการและติดตามการทำงานในกิจการปฏิบัติการในอวกาศ
 - 6.3 WP 7C Remote sensing systems: active and passive remote sensing applications in the Earth exploration-satellite service and systems of the MetAids service, as well as ground based passive sensors, space weather sensors and space research sensors, including planetary sensors: ศึกษาการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการตรวจวัดและสำรวจพิภพผ่านดาวเทียม
 - 6.4 WP 7D Radio astronomy: radio astronomy and radar astronomy sensors, both Earth-based and space-based, including space very long baseline interferometry (VLBI): ศึกษาการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการวิทยุดาราศาสตร์

เมื่อ ITU-R Study Groups ได้ผลการศึกษาตามประเด็นที่ได้รับมอบหมายแล้ว ต้องนำผลที่ได้เสนอในที่ประชุม Conference Preparatory Meeting (CPM) ซึ่งมีการประชุมมาแล้ว 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เมื่อปี ค.ศ. 2015 ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายนถึง 1 ธันวาคม (CPM-19-1) และครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 18-28 กุมภาพันธ์

พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมา (CPM-19-2) หลังจากนั้นให้นำผลการประชุมของ CPM ที่อยู่ในรูปของรายงาน CPM ไปพิจารณาต่อในการประชุมสมัชชาโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (Radiocommunication Assembly: RA) เพื่อตัดสินใจว่าจะปรับปรุงตามที่เสนอหรือไม่ พร้อมทั้งเตรียมการสำหรับผลที่สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง โดยการประชุม RA-19 กำหนดจัดขึ้นในวันที่ 21-25 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ก่อนการประชุม WRC-19 ในระหว่างวันที่ 28 ตุลาคมถึง 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

คณะกรรมการร่วมทางเทคนิคว่าด้วยการประสานและจัดสรรความถี่วิทยุตามบริเวณชายแดน (Joint Technical Committee on Coordination and Assignment of Frequencies along common Border: JTC)

JTC เป็นกลุ่มความร่วมมือแบบทวิภาคี (Bilateral Cooperation) ทางด้านกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคมและกิจการวิทยุคมนาคมระหว่างสำนักงาน กสทช. หน่วยงานความมั่นคงของรัฐ หน่วยงานผู้ให้บริการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และหน่วยงานผู้ให้บริการกิจการโทรคมนาคมของประเทศไทยกับหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการกำกับดูแลกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคมและกิจการวิทยุคมนาคม หน่วยงานผู้ให้บริการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และหน่วยงานผู้ให้บริการกิจการโทรคมนาคมของประเทศเพื่อนบ้านที่มีอาณาเขตติดต่อกับประเทศไทย ได้แก่ ประเทศมาเลเซีย ประเทศกัมพูชา สปป.ลาว และประเทศพม่า โดยมีรายละเอียดหน้าที่พอสั่งเขปดังต่อไปนี้

- 1) ร่วมมือสำรวจการใช้คลื่นความถี่วิทยุทั้งการให้บริการในกิจการโทรคมนาคมและกิจการกระจายเสียง รวมทั้งตรวจสอบการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ทับซ้อนกันภายในพื้นที่ติดต่อกันระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน
- 2) แก้ปัญหาการรบกวนสัญญาณของคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Interference: RFI) ในพื้นที่ติดต่อกันระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน
- 3) แนะนำเกี่ยวกับการวางแผน การจัดสรร และการกำหนดการใช้คลื่นความถี่วิทยุ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการใช้คลื่นความถี่วิทยุระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้านที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต
- 4) ปฏิบัติงานตามคำแนะนำหรือการตัดสินใจของคณะกรรมการร่วมด้านการประสานและจัดสรรความถี่วิทยุตามบริเวณชายแดน (Joint Commission on Coordination and Assignment of Frequencies along common Border: JC)

ทั้งนี้ คณะกรรมการร่วมทางเทคนิคว่าด้วยการประสานและจัดสรรความถี่วิทยุตามบริเวณชายแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้านต้องทำการจัดประชุมร่วมกันอย่างน้อย 1 ครั้งภายใน 6 เดือนหรือจัดประชุมเมื่อคณะกรรมการร่วมทางเทคนิคว่าด้วยการประสานและจัดสรรความถี่วิทยุตามบริเวณชายแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน หรือคณะกรรมการร่วมด้านการประสานและจัดสรรความถี่วิทยุตามบริเวณชายแดนเห็นสมควรให้มีการจัดขึ้น ซึ่งรายละเอียดของจำนวนครั้งที่การประชุมถูกจัดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ได้แก่

- ประเทศไทยกับประเทศมาเลเซียจำนวน 33 ครั้ง โดยครั้งล่าสุดถูกจัดขึ้นเมื่อวันที่ 7 – 9 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ณ ประเทศมาเลเซีย โดยผลการประชุมครั้งล่าสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ได้แก่

- 1) ที่ประชุมรับทราบการเริ่มให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี TDD-LTE ในย่านความถี่ 2300 MHz ของบริษัท ดีแทค ไตรเน็ต (จำกัด) ในฐานะคู่สัญญาของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และเห็นควรให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผู้ประสานงานของทั้งสองประเทศ
 - 2) ที่ประชุมรับทราบข้อมูลการเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยี 5G ของทั้งสองประเทศ และรับทราบความเป็นไปได้ในการใช้งานคลื่นความถี่ช่วง 24.25-43.5 GHz สำหรับเทคโนโลยี 5G และเห็นควรให้มีการติดตาม
- ประเทศไทยกับสปป.ลาวจำนวน 9 ครั้ง โดยครั้งล่าสุดถูกจัดขึ้นเมื่อวันที่ 10-12 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ณ ประเทศไทย โดยผลการประชุมครั้งล่าสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ได้แก่
 - 1) ที่ประชุมรับทราบการเริ่มให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี TDD-LTE ในย่านความถี่ 2300 MHz ของบริษัท ดีแทค ไตรเน็ต (จำกัด) ในฐานะคู่สัญญาของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และมีมติเห็นชอบให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผู้ประสานงานและพิจารณา กำหนดค่าพารามิเตอร์ร่วมกันอีกครั้งในการประชุม JTC ครั้งต่อไป (ถ้าจำเป็น)
 - 2) ที่ประชุมรับทราบสถานะการใช้งานและแผนการจัดช่องความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในย่านความถี่ VHF Band III และ UHF Band IV/V และเห็นชอบให้สถานีวิทยุคมนาคม สำหรับให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ประสานงาน ต้องดำเนินการให้เป็นไปตามข้อตกลงของการแบ่งช่องความถี่วิทยุใช้งานร่วมกัน ยกเว้นในกรณีพิเศษ และให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลคุณลักษณะทางเทคนิคเพื่อตรวจสอบรายละเอียด การรบกวนระหว่างสถานีวิทยุกระจายเสียงในระบบ FM ของทั้งสองประเทศด้วย
 - 3) ที่ประชุมรับทราบการใช้งานคลื่นความถี่ในย่านความถี่ต่างๆ ของผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของประเทศไทย และสปป.ลาว และเห็นชอบข้อตกลงการใช้งานในแต่ละย่านความถี่ร่วมกัน รวมทั้งเห็นชอบการกำหนดระดับความแรงสัญญาณเพื่อใช้ในการประสานงานตามบริเวณชายแดนไทย-ลาว ณ ตำแหน่ง 1 กิโลเมตร จากเส้นอ้างอิงของทั้งสองประเทศ โดยสามารถพิจารณาปรับปรุงได้ในการประชุม JTC ครั้งต่อไป
 - 4) ที่ประชุมรับทราบการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz ของ สปป.ลาว และรับทราบว่า ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz ตามบริเวณชายแดน
 - ประเทศไทยกับประเทศกัมพูชาจำนวน 7 ครั้ง โดยครั้งล่าสุดถูกจัดขึ้นเมื่อวันที่ 5 - 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ณ ประเทศไทย โดยผลการประชุมครั้งล่าสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ได้แก่
 - 1) ที่ประชุมเห็นชอบให้มีการแบ่งช่วงคลื่นความถี่ 850 MHz 1800 MHz และ 2100 MHz ระหว่างบริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด และบริษัท โทเทิล แอ็คเซ็สคอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ประเทศไทย กับ บริษัท Smart Axiata บริษัท MOBITEL บริษัท CamGSM และ บริษัท Viettel ประเทศกัมพูชา เพื่อแก้ปัญหาการรบกวนคลื่นความถี่ตามบริเวณชายแดน ไทย-กัมพูชา
 - 2) ที่ประชุมเห็นชอบให้ใช้ความถี่ร่วมกันเพื่อใช้สำหรับการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยใน ย่าน HF และ VHF ทั้งนี้ ให้รอการรับรองจาก Ministry of Posts and Telecommunications (MPTC) ประเทศกัมพูชา ซึ่ง Telecommunication Regulator of Cambodia (TRC) จะแจ้งให้ทราบ ในการประชุม JTC ครั้งต่อไป

- ประเทศไทยกับประเทศพม่าจำนวน 1 ครั้ง โดยครั้งล่าสุดถูกจัดขึ้นเมื่อวันที่ 8-9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ณ ประเทศพม่า โดยผลการประชุมครั้งล่าสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ได้แก่
 - 1) ที่ประชุมเห็นชอบให้มีการแบ่งช่วงคลื่นความถี่ 850 MHz 900 MHz 1800 MHz และ 2100 MHz สำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ

จากข้อมูลปฐมภูมิที่ได้รับจากแบบสอบถามผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ที่ปรึกษาฯ นำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมใน 6 ประเด็นหลัก ได้แก่ เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายอื่นของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ โดยภายในประเด็นหลักดังกล่าวจะแบ่งออกเป็นประเด็นย่อยตามจำนวนข้อที่เหมาะสม และนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวทั้ง 6 ปัจจัยต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย โดยคำนวณระดับค่าคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย จากการประเมินผลความคิดเห็นต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยของกลุ่มตัวอย่างโดยให้ค่าระดับคะแนนตามมาตรวัดลิเคิร์ต (Likert Scale) ซึ่งการให้ค่าคะแนนและเกณฑ์การแปลผลคะแนนในปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่เป็นดังนี้

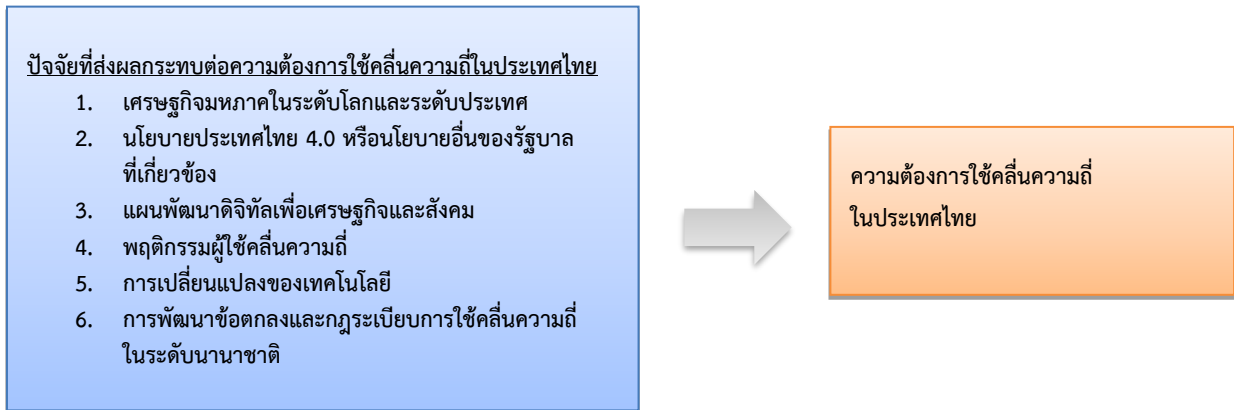
| | |
|-----------------|---|
| ส่งผลมากที่สุด | เท่ากับ 5 คะแนน |
| ส่งผลมาก | เท่ากับ 4 คะแนน |
| ส่งผลปานกลาง | เท่ากับ 3 คะแนน |
| ส่งผลน้อย | เท่ากับ 2 คะแนน |
| ส่งผลน้อยที่สุด | เท่ากับ 1 คะแนน และ |
| ไม่ทราบ | เท่ากับ 0 คะแนน สำหรับผู้ที่ไม่สามารถประเมินผลในประเด็นดังกล่าวได้ที่ปรึกษาฯ จะไม่นำผลของผู้ตอบแบบสอบถาม “ไม่ทราบ” มาใช้ในการคำนวณ เนื่องจากไม่สามารถระบุความคิดเห็นได้ |

ทั้งนี้ การแปลผลต่อคะแนนจากผลรวมคะแนนผู้ตอบแบบสอบถามเป็นดังนี้

- คะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย เท่ากับ 3.67 - 5.00 คะแนน แสดงว่า กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าปัจจัยนั้นจะส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย
- คะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย เท่ากับ 2.34 - 3.66 คะแนน แสดงว่า กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยปานกลางว่าปัจจัยนั้นจะส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย
- คะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 - 2.33 คะแนน แสดงว่า กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยน้อยกว่าปัจจัยนั้นจะส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



ทั้งนี้ คณะแนวความคิดเห็นเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

| รายการ | คะแนนความคิดเห็นเฉลี่ย (คะแนน) | จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ทราบผลกระทบบ |
|--|--------------------------------|--|
| 1. เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ | | |
| เช่น การเปลี่ยนแปลงไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีต่างๆ การลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เป็นต้น | 3.88 | 44 |
| 2. นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง | | |
| เช่น การมุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลให้ทันสมัยและกระจายอย่างทั่วถึง นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 การรองรับการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) เป็นต้น | 4.02 | 41 |
| 3. แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม | | |
| เช่น การผลักดันธุรกิจให้เข้าสู่ระบบการค้าดิจิทัลสากล และการเร่งสร้างธุรกิจเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ไทยมีศักยภาพและเป็นอุตสาหกรรมแห่งอนาคต Smart City (เช่น กล้อง CCTV) เป็นต้น | 3.96 | 49 |
| 4. พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ | | |
| 4.1 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน | 4.34 | 39 |
| 4.2 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ | 4.23 | 38 |
| 4.3 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเป็นช่องทางในการซื้อขายและโฆษณาสินค้าและบริการ | 4.24 | 41 |
| <i>คะแนนเฉลี่ยประเด็นหลักข้อที่ 4</i> | 4.26 | |
| 5. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี | | |
| 5.1 การเข้าสู่ยุคดิจิทัล เช่น การใช้ Internet of Things (IoT) ที่อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต เป็นต้น | 4.35 | 34 |
| 5.2 การให้บริการ Cloud Computing ที่ครอบคลุมถึงการประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และระบบออนไลน์ต่างๆ | 4.13 | 43 |
| 5.3 การเข้าสู่ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 (5G) ซึ่งมีความสามารถในการส่งข้อมูลในปริมาณมากกว่าระบบ 4G ถึง 1,000 เท่า | 4.26 | 40 |
| 5.4 การเข้ามาของสังคมไร้เงินสด (Cashless Society) | 3.98 | 46 |

| รายการ | คะแนน ความคิดเห็นเฉลี่ย (คะแนน) | จำนวนผู้ตอบ แบบสอบถามที่ไม่ ทราบผลกระทบท |
|---|---------------------------------------|--|
| 5.5 การกระจายเสียงและแพร่ภาพผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) | 4.17 | 46 |
| คะแนนเฉลี่ยประเด็นหลักข้อที่ 5 | 4.16 | |
| 6. การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ | | |
| เช่น กฎระเบียบเพื่อใช้เป็นมาตรฐานกลางสำหรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ และกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการกำหนดเทคโนโลยีต่างๆ ขององค์กรระหว่างประเทศ เป็นต้น | 3.93 | 49 |

จากคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ในภาพรวมใน 6 ประเด็นหลัก จะมีค่าคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.67-5.00 แสดงว่า กลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าปัจจัยทั้ง 6 ประเด็นหลักนั้นจะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย ทั้งนี้ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างคิดว่ามีผลมากที่สุดเป็น 3 อันดับแรก คือ

อันดับที่ 1 (4.26 คะแนน) คือ ปัจจัยพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ โดยกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าปัจจัยย่อยแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนมีผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมมากที่สุด

อันดับที่ 2 (4.16 คะแนน) คือ ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี โดยกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าปัจจัยย่อยการเข้าสู่ยุคดิจิทัล เช่น การใช้ Internet of Things (IoT) ที่อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต เป็นต้น มีผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมมากที่สุด

และอันดับที่ 3 (4.02 คะแนน) คือ ปัจจัยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง โดยกลุ่มตัวอย่างให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศมีผลกระทบน้อยที่สุดต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมเมื่อเทียบกับประเด็นอื่น

- 2) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) จะทำการวิเคราะห์พฤติกรรม การตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่ โดยนำข้อมูลที่ ได้จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างมาประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป STATA

การวิเคราะห์พฤติกรรมในการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงการถือครองคลื่นความถี่จากที่มีอยู่ในปัจจุบันโดยพิจารณาจากปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย ในการศึกษาครั้งนี้ นักวิจัยคาดว่าปัจจัยที่ 6 ดังกล่าวข้างต้นจะส่งผลให้ผู้ใช้คลื่นความถี่มีพฤติกรรมในการตัดสินใจต่อการถือครองคลื่นความถี่ที่สามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่ที่ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่ลดลง กลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่ที่ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น และกลุ่มผู้ใช้คลื่นความถี่ที่ตัดสินใจไม่เปลี่ยนแปลงการถือครองคลื่นความถี่จากที่มีอยู่เดิม โดยเนื่องจากความแตกต่างของทางเลือกที่มีเพียง 3 กลุ่มในลักษณะของ “ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิมลดลง” หรือ “ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิมเพิ่มขึ้น” หรือ “ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการถือครองคลื่น

ความถี่เดิม” นั้น ทำให้การวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจในการศึกษานี้ไม่ทำการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่โดยตรง แต่ใช้หลักการความน่าจะเป็นพื้นฐาน (Basic Probability Theory) ทางสถิติในการวิเคราะห์ โดยเปลี่ยนจากการตัดสินใจต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่เดิมของผู้ใช้คลื่นความถี่จากลดลง หรือ เพิ่มขึ้น หรือไม่เปลี่ยนแปลง เป็นความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคมักจะตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิมลดลง ความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคมักจะตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิมเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคมักจะตัดสินใจไม่เปลี่ยนแปลงการถือครองคลื่นความถี่เดิม ซึ่งทำให้พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ถูกเปลี่ยนจากการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Variable) เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) และสามารถสร้างแบบจำลองทางเศรษฐมิติเพื่อที่ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคได้ง่ายขึ้น

ทั้งนี้ เพื่อให้เข้าใจหลักการเบื้องต้นของแบบจำลองทางเศรษฐมิติเพื่อที่ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่ สมมติให้ผู้ใช้คลื่นความถี่มีเพียง 2 ตัวเลือกในการตัดสินใจ ได้แก่ ตัวเลือกที่ 1 คือถือครองคลื่นความถี่ และตัวเลือกที่ 2 คือไม่ถือครองคลื่นความถี่ เมื่อกำหนดให้ความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้คลื่นความถี่ i จะตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เท่ากับ P_{1i} แล้วความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้คลื่นความถี่ i จะตัดสินใจไม่ถือครองคลื่นความถี่เท่ากับ $1 - P_{1i}$ โดยที่ $i = 1, \dots, n$ สำหรับแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่นิยมใช้เพื่อที่ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ ได้แก่ Binary Choice Models โดยมีรายละเอียดโดยสังเขปของแบบจำลองดังกล่าวนี้ ดังนี้

กำหนดให้ $y_{1i} = 1$ เมื่อผู้ใช้คลื่นความถี่ i ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่
และ $y_{1i} = 0$ เมื่อผู้ใช้คลื่นความถี่ i ตัดสินใจไม่ถือครองคลื่นความถี่

$$\text{โดยที่} \quad P[y_{1i} = 1] = F(x_i\beta) \tag{1}$$

จาก (1) กำหนดให้

x_i คือ ตัวแปรต้นของแบบจำลองที่เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ $k \times 1$ ซึ่ง $x_{1i} = 1$ เพื่อเป็นค่าคงที่ในแบบจำลอง ทั้งนี้ ตัวแปรต้นของแบบจำลองประกอบด้วย

- 1) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ
- 2) ปัจจัยด้านนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายอื่นของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง
- 3) ปัจจัยด้านแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
- 4) ปัจจัยด้านพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่
- 5) ปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
- 6) ปัจจัยด้านการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้คลื่นความถี่

B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองที่เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ $k \times 1$

$F(.)$ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Distribution Function (CDF))

ทั้งนี้ กรณีพิจารณาภายใต้แบบจำลองโลจิสติก ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function (PDF)) จะเป็นแบบ Logistic คือ

$$f(t) = \frac{e^t}{(1+e^t)^2} \quad (2)$$

ซึ่งมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม คือ

$$F(t) = \frac{1}{1+e^{-t}} \quad (3)$$

ในทางปฏิบัติแบบจำลองโลจิส เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้โดยนักเศรษฐมิติหรือผู้วิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคโดยนำมาประยุกต์กับพฤติกรรมความต้องการใช้คลื่นความถี่ เนื่องจากแบบจำลองโลจิสเป็นแบบจำลองที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าแบบจำลองเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) คือ แบบจำลองเชิงเส้นตรงอย่างง่ายให้ผลประมาณการความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจใช้บริการสินค้าไม่ได้มีค่าอยู่เพียงแค่ช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 เท่านั้น โดยอาจจะให้ผลประมาณการที่มีค่ามากกว่า 1 หรือเป็นค่าที่ติดลบได้ ซึ่งตามหลักการความน่าจะเป็นพื้นฐานแล้วค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นของสิ่งใดสิ่งหนึ่งต้องอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 1 เท่านั้น ซึ่งจากรายละเอียดข้างต้นแบบจำลองโลจิสจะไม่มีปัญหาดังกล่าวนี้ เนื่องจากนำฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม ($F(t)$) ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 มาประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง ยิ่งไปกว่านั้น ลอการิทึมธรรมชาติของ Odds Ratio ของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม ($F(t)$) ที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น ($f(t)$) แบบ Logistic จะมีลักษณะ ดังนี้

$$\log \left[\frac{F(t)}{1-F(t)} \right] = t \quad (4)$$

ซึ่งเมื่อกำหนดให้ $t = x'_i\beta$ ดังนั้นลอการิทึมธรรมชาติของ Odds Ratio ของแบบจำลองโลจิสจะได้

$$\log \left[\frac{F(x'_i\beta)}{1-F(x'_i\beta)} \right] = x'_i\beta \quad (5)$$

นั่นคือ ลอการิทึมธรรมชาติของ Odds Ratio ของแบบจำลองโลจิสจะเป็นสมการเส้นตรงของตัวแปรต้นในแบบจำลอง

อย่างไรก็ตาม แบบจำลองโลจิสไม่ใช่เพียงแบบจำลองเดียวที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจของกลุ่มเป้าหมายในการศึกษา ซึ่งในกรณีนี้ได้แก่ ผู้ที่ถือครองคลื่นความถี่ โดยยังมีแบบจำลองโพรบิท (Probit Model) ซึ่งนักเศรษฐมิติหรือผู้วิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการตัดสินใจของกลุ่มเป้าหมายมักจะนำมาใช้ในการศึกษาเรื่องดังกล่าว ทั้งนี้ความแตกต่างของแบบจำลองโพรบิทกับแบบจำลองโลจิส คือ สำหรับแบบจำลองโพรบิท ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function (PDF)) จะเป็นแบบ standard normal distribution คือ

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} \quad (6)$$

แต่ด้วยข้อจำกัดที่แบบจำลองโพรบิทไม่สามารถเขียนฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสมได้ง่าย เหมือนกับแบบจำลองโลจิส ทำให้ความนิยมในการใช้แบบจำลองโพรบิทมีน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติในบางครั้งจะทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจของกลุ่มเป้าหมายโดยทั้งแบบจำลองโลจิส แบบจำลองโพรบิท และใช้ค่า R-square ที่ได้จากแบบจำลองเป็นตัวเลือกว่าแบบจำลองใดเหมาะสมกว่ากัน ทั้งนี้ การประมาณค่าพารามิเตอร์ภายใต้แบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทถูกประมาณการโดยวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) ทั้งสองแบบจำลอง

สำหรับค่า R-square ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความเหมาะสม (Goodness of Fit) ของแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิท ไม่สามารถใช้ค่า R-square ทั่วไปเหมือนกับแบบจำลองเชิงเส้นตรงอย่างง่ายได้ แต่จะมีค่า R-square ที่ใช้กับแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทโดยเฉพาะ โดยค่า R-square ดังกล่าวถูกเรียกว่า Count R-square โดยมีสูตรในการคำนวณดังสมการที่ (8) คือ

$$\text{Count } R^2 = \frac{\text{จำนวนที่แบบจำลองพยากรณ์ถูกต้อง}}{\text{จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด}} \quad (8)$$

จาก (8) จะเห็นได้ว่าค่า Count R-square เป็นค่าที่แสดงถึงความแม่นยำในการพยากรณ์พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคของแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิท โดยเมื่อค่า Count R-square มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทมีความแม่นยำในการพยากรณ์มาก แต่เมื่อค่า Count R-square มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทมีความแม่นยำในการพยากรณ์น้อย

ในส่วนของการวัดผลกระทบของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามของแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทจะพิจารณาจากค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect) โดยค่าดังกล่าวสามารถแปลความหมายว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต้นที่สนใจไป 1 หน่วย จะทำให้ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่สนใจเปลี่ยนแปลงไปกี่หน่วยในทิศทางเดียวกัน (เมื่อผลกระทบส่วนเพิ่มเป็นเครื่องหมายบวก) หรือทิศทางตรงกันข้าม (เมื่อผลกระทบส่วนเพิ่มเป็นเครื่องหมายลบ) เมื่อตัวแปรต้นที่ไม่สนใจเป็นค่าคงที่ โดยวิธีการคำนวณหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่มถูกแสดงไว้ในสมการที่ (9) ดังนี้

$$\text{Marginal Effect} = \frac{\partial (P[y_i = 1])}{\partial x_i} = \frac{\partial (F(x_i'\beta))}{\partial x_i} \quad (9)$$

นอกจากแบบจำลองโลจิสและแบบจำลองโพรบิทแล้ว ยังมีแบบจำลองที่มักจะนำมาใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภคคือ แบบจำลองมัลติโนเมียลโลจิส (Multinomial Logit Model) และแบบจำลองมัลติโนเมียลโพรบิท (Multinomial Probit Model) ทั้งนี้แบบจำลองมัลติโนเมียลโลจิสและแบบจำลองมัลติโนเมียลโพรบิทมีความแตกต่างกับแบบจำลองโลจิสและโพรบิท คือ แบบจำลองมัลติโนเมียลโลจิสและแบบจำลองมัลติโนเมียลโพรบิทมีความน่าจะเป็นของตัวเลือกที่จะใช้ในการตัดสินใจมากกว่า 2 ตัวเลือกขึ้นไปแต่เลือกตัดสินใจได้เพียงตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งเท่านั้น ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่ผู้ถือครองคลื่นความถี่ที่มีตัวเลือก 3 ตัวเลือก ได้แก่ ตัวเลือกที่ 1 ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่ลดลง ตัวเลือกที่ 2 ตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น และตัวเลือกที่ 3 ตัดสินใจไม่มีการเปลี่ยนแปลงการถือครองคลื่นความถี่เดิม จะใช้แบบจำลองมัลติโนเมียลโลจิสหรือแบบจำลองมัลติโนเมียลโพรบิทเพื่อทำการวิเคราะห์

พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิม โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 การตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น

| ประเด็น | Marginal Effect | ค่าที่แทนเพื่อหา Marginal Effect | Marginal Effect หลังปรับค่า* |
|--|-----------------|----------------------------------|------------------------------|
| ประเด็นที่ 1: เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ | 0.1131 | 3.9681 | 0.6131 |
| ประเด็นที่ 2: นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง | -0.1300 | 4.1170 | 0.3700 |
| ประเด็นที่ 3: แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม | 0.0231 | 4.0319 | 0.5231 |
| ประเด็นที่ 4: พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ | -0.1299 | 4.2991 | 0.3701 |
| ประเด็นที่ 5: การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี | 0.1359 | 4.2262 | 0.6359 |
| ประเด็นที่ 6: การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ | 0.0626 | 3.9930 | 0.5626 |

* เนื่องจากตัวแปรต้นของแบบจำลองเป็นข้อมูลความคิดเห็นที่เป็นมาตราวัดอันดับ (Ordinal Scale) ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ทางที่ปรึกษา ได้กำหนดค่าให้กับความคิดเห็นจาก 5 ถึง 1 โดย 5 คือมากที่สุด และ 1 คือน้อยที่สุด ดังนั้น เมื่อตัวแปรต้นเป็นข้อมูลที่เป็นมาตราวัดอันดับ เมื่อคำนวณค่า Marginal effect จากแบบจำลองได้ จะนำค่ามาเรียงอันดับเพื่อเปรียบเทียบกันเฉพาะในปัจจัย 6 ตัวนี้เท่านั้นว่าปัจจัยใดมีผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์จะปรับค่า Marginal effect ให้เป็นบวกทั้งหมด

จากตารางที่ 3.1 เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้ง 6 ประเด็นหลักกับผลกระทบต่อการตัดสินใจในการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ประเด็นหลักมีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นเรียงจากอันดับที่ 1 ซึ่งเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่ามีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ไปจนถึงอันดับที่ 6 ซึ่งเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นว่ามีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อันดับที่ 1 คือ ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เป็นปัจจัยหลักที่ผู้ถือครองคลื่นถี่ให้ความคิดเห็นว่ามีผลกระทบมากที่สุดที่จะทำให้การถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นจากในปัจจุบัน นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาข้างต้น พบว่า ปัจจัยย่อยทั้ง 5 ปัจจัยย่อยของการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ได้แก่ ปัจจัยย่อยที่ 1 การเข้าสู่ยุคดิจิทัล ปัจจัยย่อยที่ 2 การให้บริการ Cloud Computing ปัจจัยย่อยที่ 3 การเข้าสู่ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 (5G) ปัจจัยย่อยที่ 4 การเข้ามาของสังคมไร้เงินสด และปัจจัยย่อยที่ 5 การกระจายเสียงและแพร่ภาพผ่านระบบอินเทอร์เน็ต มีค่าคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในช่วงเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าจะส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยทั้ง 5 ปัจจัยย่อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยย่อยที่ 1 การเข้าสู่ยุคดิจิทัล มีค่าคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยสูงถึง 4.35 คะแนน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน) ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นเหตุผลที่สนับสนุนว่าปัจจัยหลักการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีมีผลกระทบที่จะทำให้การถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นจากในปัจจุบัน นอกจากนั้น การเข้ามาของ Internet of Things (IoT) ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลากหลายชนิดเข้าด้วยกัน อันเป็นผลทำให้ระบบต่างๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่เพื่อให้ระบบดังกล่าวเกิดขึ้น

โดยถ้ายังอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อมีมากขึ้น ความต้องการใช้คลื่นความถี่ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย โดยตัวอย่างของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์อัตโนมัติ เป็นต้น

อันดับที่ 2 คือ ปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ เนื่องจากเศรษฐกิจระดับโลกที่มีการแข่งขันกันทางการค้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน การลดต้นทุนในการผลิตสินค้าและการพัฒนาสินค้าให้คุณภาพมากขึ้นด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถเป็นช่องทางที่จะทำให้แต่ละประเทศมีความได้เปรียบในการแข่งขันทางการค้ามากขึ้น ส่งผลทำให้ประเทศต่างๆ หันมาจับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีต่างๆ มากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่กำลังจะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ เช่น การใช้ IoT กับอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารต่างๆ การเข้าสู่ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 (5G) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคตอย่างแน่นอน สำหรับในกรณีของประเทศไทย จากแผนพัฒนาประเทศในภาพรวมและในเชิงพื้นที่โดยเฉพาะเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก มีโครงการเป็นจำนวนมากที่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต เช่น รถไฟความเร็วสูงเชื่อมสามสนามบินหลัก การส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S Curve) เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล (Digital Park Thailand: EECd) เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EECI) เป็นต้น

อันดับที่ 3 คือ ปัจจัยการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ เนื่องจากข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติที่มีแนวโน้มต่อการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคต คือ ข้อตกลงเกี่ยวกับมาตรฐานคลื่น 5G หรือ IMT-2020 ที่เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานคลื่น 5G ในด้านประสิทธิภาพของสเปกตรัมและการให้บริการคลื่นวิทยุ ภายหลังจากมาตรฐานดังกล่าวถูกกำหนดออกมาประเทศไทยซึ่งเป็นหนึ่งในสมาชิกของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) จำเป็นต้องกำหนดมาตรฐานคลื่น 5G ตามข้อตกลงดังกล่าว ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการตกลงกันว่าความเร็วมาตรฐานคลื่น 5G จะอยู่ที่ 20 Gb/s ซึ่งจะมีความเร็วมากกว่ามาตรฐานคลื่น 4G ประมาณ 20 เท่าตัว ดังนั้น ความเร็วที่เพิ่มขึ้นย่อมหมายความว่าคลื่นความถี่ที่จะต้องการใช้จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

อันดับที่ 4 คือ ปัจจัยแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิดการผลักดันธุรกิจให้เข้าสู่ระบบการค้าดิจิทัลสากลและการเร่งสร้างธุรกิจเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ไทยมีศักยภาพและเป็นอุตสาหกรรมแห่งอนาคต ดังนั้น แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ย่อมส่งผลให้เกิดการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้สูงมากที่เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่กำลังจะเข้ามาจะมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ IoT กับอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารต่างๆ นั่นคือย่อมส่งผลทำให้ผู้ถือครองคลื่นความถี่มีความต้องการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น

อันดับที่ 5 คือ ปัจจัยพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ เมื่อพิจารณาปัจจัยย่อยทั้ง 3 ปัจจัยย่อยของพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ ได้แก่ ปัจจัยย่อยที่ 1 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ปัจจัยย่อยที่ 2 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจัยย่อยที่ 3 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเป็นช่องทางในการซื้อขายและโฆษณาสินค้าและบริการ ปัจจัยย่อยทั้ง 3

ดังกล่าวนี้เป็นประเด็นที่เกิดขึ้นแล้วในปัจจุบันและจะเกิดขึ้นต่อเนื่องไปในอนาคต อย่างไรก็ตามแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดจนทำให้เกิดความต้องการถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมาก

อันดับที่ 6 คือ ปัจจัยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง โดยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ ได้แก่

1. ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี
2. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564
3. นโยบายประเทศไทย 4.0

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาศึกษารายละเอียดโดยภาพรวมแล้ว นโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นความถี่ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะมุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลให้ทันสมัยและกระจายอย่างทั่วถึง รวมถึงการรองรับการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณารายละเอียดของนโยบายแล้ว เนื่องจากยุทธศาสตร์ที่กำหนดไว้ภายใต้กรอบนโยบายเหล่านั้นอาจไม่มีความเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับประเด็นเทคโนโลยี และอื่น ๆ ที่ทำให้ผู้ถือครองคลื่นความถี่เห็นว่าการดำเนินนโยบายของรัฐดังกล่าวมีผลกระทบต่อความต้องการถือครองคลื่นความถี่น้อยกว่าปัจจัยอื่นในการศึกษาครั้งนี้

3. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการ

ขณะที่ผลการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่ได้จากข้อคำถามย่อยที่ 5 จากส่วนที่ 2 ถึงส่วนที่ 5 ของแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายกิจการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กลุ่มกิจการโทรคมนาคม

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|---|--|---|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ | | | | | |
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | 1. การเข้ามาของเทคโนโลยี 5G | 57.69 | 11.54 | 0.00 | 30.77 |
| | 2. การใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น | 57.69 | 11.54 | 0.00 | 30.77 |
| | 3. การเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Wi-Fi เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคดิจิทัล | 61.54 | 7.69 | 0.00 | 30.77 |
| | 4. การให้บริการของ Cloud Computing | 50.00 | 11.54 | 0.00 | 38.46 |
| | 5. ความเร็วในการส่งข้อมูลของ Mobile data เพิ่มขึ้น | 65.38 | 3.85 | 0.00 | 30.77 |
| | 6. การใช้งาน Virtual reality (VR) และ Augmented reality (AR) เพิ่มขึ้น | 46.15 | 19.23 | 3.85 | 30.77 |
| | 7. การเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องของวงการ E-Sport หรือ กีฬาอิเล็กทรอนิกส์ | 42.31 | 23.08 | 0.00 | 34.62 |
| ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียม | | | | | |
| ดาวเทียม | 1. การพัฒนาระบบ Global Navigation Satellite System (GNSS) | 44.44 | 25.93 | 3.70 | 25.93 |
| | 2. การเพิ่มประสิทธิภาพของ High-speed Satellite Broadband | 62.96 | 11.11 | 3.70 | 22.22 |
| | 3. การพัฒนาการให้บริการ Mobile Satellite | 51.85 | 22.22 | 3.70 | 22.22 |

กลุ่มกิจการโทรคมนาคมประกอบด้วย 2 กิจการ ได้แก่ กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ และกิจการดาวเทียม โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการถือครองคลื่นความถี่รายกิจการ ดังนี้

กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ความเร็วในการส่งข้อมูลของ Mobile data เพิ่มขึ้น

กิจการดาวเทียม: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการดาวเทียม ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของ High-speed Satellite Broadband

2. กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|--|--|---|-------|-------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียง | | | | | |
| วิทยุกระจายเสียง | 1. การพัฒนาของเทคโนโลยีในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล (Digital Radio) ที่มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดี | 50.00 | 17.74 | 3.23 | 29.03 |
| | 2. การพัฒนาของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณเสียงรูปแบบใหม่ | 41.94 | 17.74 | 0.00 | 40.32 |
| | 3. การยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก | 20.97 | 33.87 | 8.06 | 37.10 |
| | 4. การเปลี่ยนผ่านไปสู่วิทยุกระจายเสียงระบบดิจิทัล | 51.61 | 16.13 | 1.61 | 30.65 |
| | 5. การกำหนดมาตรฐานในการรับส่งสัญญาณและอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลในประเทศไทย | 45.16 | 16.13 | 1.61 | 37.10 |
| | 6. ความแพร่หลายของอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล | 43.55 | 20.97 | 1.61 | 33.87 |
| | 7. การคืนคลื่นความถี่เพื่อนำไปจัดสรรใหม่หรือปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล | 27.42 | 38.71 | 1.61 | 32.26 |
| | 8. ความนิยมในวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลของประชาชน | 35.48 | 27.42 | 3.23 | 33.87 |
| | 9. แนวโน้มการใช้บริการเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (เช่น Spotify, JOOX, Apple Music และ Podcast) เพิ่มขึ้น | 56.45 | 12.90 | 0.00 | 30.65 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์ | | | | | |
| วิทยุโทรทัศน์ | 1. การพัฒนาของแพลตฟอร์มทางเลือกต่อระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน เช่น ทีวีผ่านดาวเทียม เคเบิลทีวี อินเทอร์เน็ตทีวี และ IPTV เป็นต้น | 50.00 | 21.88 | 3.13 | 25.00 |
| | 2. การพัฒนาของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณภาพและเสียงรูปแบบใหม่ | 53.13 | 21.88 | 3.13 | 21.88 |
| | 3. การพัฒนาการเข้ารหัสสัญญาณหรือเทคโนโลยีการส่งสัญญาณในกิจการโทรทัศน์ | 46.88 | 25.00 | 3.13 | 25.00 |
| | 4. การนำเทคนิคของโครงข่ายความถี่เดี่ยว (Single Frequency Network: SFN) มาใช้ในการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ระบบดิจิทัล | 34.38 | 31.25 | 3.13 | 31.25 |
| | 5. การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้รับชมโทรทัศน์ในระบบดิจิทัล | 43.75 | 18.75 | 15.63 | 21.88 |
| | 6. ความนิยมในระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดินของประชาชน | 28.13 | 34.38 | 15.63 | 21.88 |
| | 7. เทคโนโลยีโทรทัศน์ความละเอียดสูงยิ่ง (Ultra High Definition TV: UHD TV) หรือเทคโนโลยี 4K/8K รวมทั้งเทคโนโลยี High Dynamic Range (HDR) | 59.38 | 18.75 | 0.00 | 21.88 |
| | 8. แนวโน้มการใช้บริการสื่อสารและแพร่ภาพและเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) (เช่น Netflix, Line TV เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้นของประชาชน | 62.50 | 12.50 | 0.00 | 25.00 |
| | 9. การเปลี่ยนผ่านไปสู่โทรทัศน์ระบบดิจิทัล | 46.88 | 25.00 | 6.25 | 21.88 |
| | 10. การยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก | 34.38 | 31.25 | 6.25 | 28.13 |

กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ประกอบด้วย 2 กิจการ ได้แก่ กิจการวิทยุกระจายเสียง และกิจการวิทยุโทรทัศน์ โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการถือครองคลื่นความถี่รายการกิจการ ดังนี้

กิจการวิทยุกระจายเสียง: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการวิทยุกระจายเสียง ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าน่าจะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ แนวโน้มการใช้บริการเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (เช่น Spotify, JOOX, Apple Music และ Podcast) เพิ่มขึ้น โดยมี ปัจจัยการคืนคลื่นความถี่เพื่อนำไปจัดสรรใหม่หรือปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า เป็นปัจจัยที่ทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่คงที่ และมีปัจจัยการยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่ายังไม่ทราบว่าจะมีผลอย่างไรในอนาคต

กิจการวิทยุโทรทัศน์: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการวิทยุโทรทัศน์ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าน่าจะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ แนวโน้มการใช้บริการสื่อสารและแพร่ภาพและเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) (เช่น Netflix, Line TV เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้นของประชาชน โดยมี ปัจจัยความนิยมในระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดินของประชาชน เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า เป็นปัจจัยที่ทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่คงที่

3. กลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|--|---|---|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ | | | | | |
| ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public protection and disaster relief : PPDR) | 1. การพัฒนาเทคโนโลยี TETRA 2 (TEDS) ภายใต้มาตรฐาน TETRA เพื่อตอบสนองต่อความต้องการติดต่อสื่อสารและรับ-ส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและมีความเร็วสูงยิ่งขึ้น | 46.51 | 13.95 | 0.00 | 39.53 |
| | 2. แนวโน้มการนำมัลติมีเดียมาประยุกต์เพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยฯ กับการพัฒนาเครือข่ายข้อมูล PPDR ความเร็วสูงในรูปแบบต่าง ๆ (เช่น กล้องถ่ายภาพความร้อน วิดีโอพีสูงพื้นฐาน 3 มิติ และเทคโนโลยี LTE เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้น | 53.49 | 13.95 | 0.00 | 32.56 |
| | 3. แนวโน้มการนำเครือข่ายเชิงพาณิชย์มาใช้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ควบคู่ไปกับการนำเครือข่ายส่วนบุคคลมาใช้ในการปฏิบัติการที่ไม่สำคัญแต่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก | 44.19 | 20.93 | 2.33 | 32.56 |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของความต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลอย่างมีคุณภาพมากขึ้น (data-rich applications) | 58.14 | 16.28 | 0.00 | 25.58 |
| | 5. การเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดด้านความปลอดภัยซึ่งเกี่ยวข้องกับความมั่นคงของประเทศที่มีความซับซ้อนมากขึ้น | 53.49 | 13.95 | 0.00 | 32.56 |
| | 6. การพัฒนาเครือข่าย PPDR ให้มีศักยภาพยิ่งขึ้นเพื่อการลดต้นทุนโดยให้บริการเครือข่ายในเชิงพาณิชย์ | 44.19 | 18.60 | 0.00 | 37.21 |
| | 7. ระดับของการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ใน PPDR ที่ได้รับการยอมรับมากขึ้นเพื่อสนับสนุนหรือแทนที่เทคโนโลยี TETRA | 46.51 | 18.60 | 0.00 | 34.88 |

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|--|---|---|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | | | | | |
| ขนส่งและโลจิสติกส์ | 1. การพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System: ITS) เช่น ระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร โปรแกรมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) เป็นต้น | 57.14 | 17.86 | 0.00 | 25.00 |
| | 2. การพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างรถยนต์ด้วยกัน (Vehicle-to-Vehicle: V2V) ซึ่งจะช่วยให้ยานยนต์สามารถสื่อสารกับยานยนต์ที่อยู่ใกล้เคียง รับส่งข้อมูล ทราบตำแหน่งที่อยู่ หรือสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ที่จะขัดขวางการเดินทาง เป็นต้น | 50.00 | 25.00 | 0.00 | 25.00 |
| | 3. การพัฒนารถยนต์อัตโนมัติ/รถยนต์ไร้คนขับ (Automated Vehicles/Self-driving Cars) | 39.29 | 21.43 | 0.00 | 39.29 |
| | 4. การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการจราจรและขนส่ง (Traffic and Freight Management) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น | 60.71 | 25.00 | 0.00 | 14.29 |
| | 5. การพัฒนาเทคโนโลยีการรับ/ส่งข้อมูลระหว่างพาหนะและ โครงสร้างต่างๆ รอบเส้นทาง (Integration vehicle-infrastructure: V2I) ทำใหยานยนต์สามารถสื่อสารกับโครงสร้างรอบด้านในการเดินทาง อาทิ ไฟสัญญาณจราจร และเขตก่อสร้าง เพื่อปรับปรุงสภาพการเดินทาง สามารถหลีกเลี่ยงตำแหน่งรถติด และเพิ่มความปลอดภัยมากขึ้น | 53.57 | 25.00 | 0.00 | 21.43 |
| | 6. การพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการขนส่งระบบราง | 35.71 | 25.00 | 0.00 | 39.29 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการพลังงาน | | | | | |
| พลังงาน | 1. การพัฒนาของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ | 62.50 | 8.33 | 0.00 | 29.17 |
| | 2. การเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ | 62.50 | 8.33 | 0.00 | 29.17 |
| | 3. การออกกฎหมายหรือข้อบังคับใหม่ที่ทำให้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม | 54.17 | 12.50 | 0.00 | 33.33 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภค | | | | | |
| สาธารณูปโภค | 1. การเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบกิจการเคลื่อนที่ทางทะเล | 28.57 | 21.43 | 0.00 | 50.00 |
| | 2. การพัฒนาการติดต่อสื่อสารทางตรงระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศและนักบิน | 35.71 | 25.00 | 0.00 | 39.29 |
| | 3. การเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบสื่อสาร | 50.00 | 28.57 | 0.00 | 21.43 |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้อากาศยานไร้คนขับ | 28.57 | 25.00 | 0.00 | 46.43 |
| | 5. การเพิ่มขึ้นของการจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า เช่น ทางอากาศ และทางทะเล เป็นต้น | 42.86 | 17.86 | 0.00 | 39.29 |
| | 6. ความก้าวหน้าของเครื่องรับวิทยุที่ใช้ในกิจการวิทยุคมนาคม | 57.14 | 21.43 | 0.00 | 21.43 |
| | 7. การพัฒนาการสื่อสารแบบไร้สายของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในอากาศยาน | 35.71 | 17.86 | 0.00 | 46.43 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ (Fixed Link) | | | | | |
| ประจำที่ (Fixed Link) | 1. การเปลี่ยนจากการใช้คลื่นไมโครเวฟมาเป็นโครงข่ายใยแก้วนำแสง | 34.38 | 40.63 | 3.13 | 21.88 |
| | 2. การพัฒนาระบบ NLoS/LoS backhaul | 43.75 | 21.88 | 3.13 | 31.25 |
| | 3. การพัฒนาเทคนิคกล่าสัญญาณ (Modulation Techniques) | 50.00 | 21.88 | 3.13 | 25.00 |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของสถานีส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Stations) | 50.00 | 21.88 | 6.25 | 21.88 |
| | 5. การเปลี่ยนไปใช้ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น (Higher-Frequency Link) | 53.13 | 21.88 | 6.25 | 18.75 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | | | | | |
| วิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | 1. การเพิ่มขึ้นของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน | 65.71 | 28.57 | 0.00 | 5.71 |
| | 2. การพัฒนาเทคโนโลยีระบบตำแหน่งและการนำทาง | 62.86 | 25.71 | 0.00 | 11.43 |
| | 3. การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเพื่อความมั่นคง | 74.29 | 20.00 | 0.00 | 5.71 |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของอากาศยานไร้คนขับ | 65.71 | 11.43 | 0.00 | 22.86 |
| | 5. ความต้องการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมที่มากขึ้นในกิจการความมั่นคงของรัฐ | 62.86 | 17.14 | 0.00 | 20.00 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสาร | | | | | |
| วิทยุสื่อสาร | 1. ผู้ใช้งานวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ส่วนบุคคลและวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่สาธารณะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปใช้อุปกรณ์สื่อสารประเภทอื่น ๆ มากขึ้น | 54.32 | 20.99 | 7.41 | 17.28 |

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|---|--|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอุตุนิยมวิทยา | | | | | |
| อุตุนิยมวิทยา (Meteorology: MET) | 1. การเพิ่มประสิทธิภาพของเรดาร์ที่ใช้ในกิจการอุตุนิยมวิทยา | 20.83 | 25.00 | 0.00 | 54.17 |
| | 2. การเปิดให้บริการดาวเทียมใหม่ | 29.17 | 25.00 | 0.00 | 45.83 |
| | 3. การพัฒนาระบบการตรวจสอบสภาพอากาศโลก | 25.00 | 20.83 | 0.00 | 54.17 |
| ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาราศาสตร์วิทยุ | | | | | |
| ดาราศาสตร์วิทยุ (Radio Astronomy) | 1. แนวโน้มความต้องการของการใช้คลื่นความถี่เพื่อดาราศาสตร์วิทยุ | 19.05 | 33.33 | 0.00 | 47.62 |
| | 2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลของ back-end | 23.81 | 28.57 | 0.00 | 47.62 |

กลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม ประกอบด้วย 9 กิจการ ได้แก่ กิจการการกึ่งป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ กิจการขนส่งและโลจิสติกส์ กิจการพลังงาน กิจการสาธารณสุขโรค กิจการประจำที่ กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ กิจการวิทยุสื่อสาร กิจการอุตุนิยมวิทยา และกิจการดาราศาสตร์วิทยุ โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่รายกิจการ ดังนี้

กิจการการกึ่งป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการการกึ่งป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การเพิ่มขึ้นของความต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลอย่างมีคุณภาพมากขึ้น (data-rich applications)

กิจการขนส่งและโลจิสติกส์: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการจราจรและขนส่ง (Traffic and Freight Management) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งระบบรางเป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังไม่ทราบว่าจะมีผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่

กิจการพลังงาน: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามภายในกิจการพลังงาน มี 2 ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยการพัฒนาของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ และปัจจัยการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ

กิจการสาธารณสุขโรค: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการสาธารณสุขโรค มีปัจจัย 4 ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังไม่ทราบว่าจะมีผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า ได้แก่ ปัจจัยการเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบกิจการเคลื่อนที่ทางทะเล ปัจจัยการพัฒนาการติดต่อสื่อสารทางตรงระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศและนักบิน ปัจจัยการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้อากาศยานไร้คนขับ และปัจจัยการพัฒนาการสื่อสารแบบไร้สายของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในอากาศยาน อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยความก้าวหน้าของเครื่องรับวิทยุที่ใช้ใน

กิจการวิทยุหาดำแหน่ง เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด

กิจการประจำที่: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการประจำที่ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การเปลี่ยนไปใช้ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น (Higher-Frequency Link) อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยการเปลี่ยนจากการใช้คลื่นไมโครเวฟมาเป็นโครงข่ายใยแก้วนำแสง เป็นปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า จะทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่คงที่

กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จากปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ ปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่า จะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเพื่อความมั่นคง

กิจการวิทยุสื่อสาร: ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความคิดเห็นว่า ปัจจัยผู้ใช้งานวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ส่วนบุคคลและวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่สาธารณะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปใช้อุปกรณ์สื่อสารประเภทอื่น ๆ มากขึ้น จะเป็นปัจจัยที่ทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น

กิจการอุตุนิยมวิทยา: ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่า ยังไม่ทราบว่าจะปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการอุตุนิยมวิทยา จะส่งผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

กิจการดาราศาสตร์วิทยุ: ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า ยังไม่ทราบว่าจะปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามที่เกี่ยวกับกิจการดาราศาสตร์วิทยุ จะส่งผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

4. กลุ่มกิจการอื่น ๆ

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|---|---|---|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการคลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น | | | | | |
| คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (Short-range device :SRDs) | 1. การพัฒนาของเทคโนโลยี SRDs ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาเครือข่ายการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง และการพัฒนาคลื่นวิทยุกำลังสูง เป็นต้น | 21.79 | 15.38 | 0.00 | 62.82 |
| | 2. การพัฒนาเทคนิคการกล่าคลื่นสัญญาณ (Hamonisation of modulation techniques) เพื่อการสนับสนุนการใช้เครื่องมือ RFID ให้สามารถใช้งานข้ามประเทศได้ โดยก่อให้เกิดประโยชน์แก่การรักษาทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และเชิงพาณิชย์ เป็นต้น | 16.67 | 14.10 | 1.28 | 67.95 |
| | 3. การเติบโตของการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมสื่อสารระยะสั้นสำหรับการประยุกต์กับเครื่องมือและการรักษาทางการแพทย์ เช่น เครื่องกระตุ้นหัวใจ และอุปกรณ์วัดระดับกลูโคสที่ฝังในร่างกาย เป็นต้น | 16.67 | 15.38 | 1.28 | 66.67 |
| | 4. การเติบโตของอุปกรณ์เพื่อการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อการระบุอัตลักษณ์ (RFID tags) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในหลายกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น เช่น การขนส่งและการจัดการสินค้าคงคลัง ระบบการชำระเงิน และการระบุอัตลักษณ์สัตว์ เป็นต้น | 24.36 | 14.10 | 1.28 | 60.26 |
| | 5. ปริมาณการนำฐานข้อมูลในการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์กับอุปกรณ์ RFID ที่เพิ่มขึ้น เช่น การระบุพิกัดเพื่อติดตามการขนส่งสินค้า และระบบนำร่องของยานพาหนะ เป็นต้น | 29.49 | 7.69 | 1.28 | 61.54 |
| | 6. การพัฒนาเทคโนโลยีในอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบไร้สาย และเครื่องดักจับคลื่นไฟไร้สาย เป็นต้น | 33.33 | 7.69 | 1.28 | 57.69 |
| | 7. การพัฒนาเทคโนโลยีในระบบอัตโนมัติสำหรับอาคารและที่อยู่อาศัย เช่น ประตูอัตโนมัติ หน้าต่างอัตโนมัติ และอุปกรณ์ควบคุมความร้อนและแสง เป็นต้น | 24.36 | 15.38 | 0.00 | 60.26 |
| | 8. การเปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์หรือข้อบังคับใหม่ของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีความหลากหลายขึ้น ควบคู่กับการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ เช่น ระบบการควบคุมลมยาง (TPMS) และข้อกำหนดเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น | 17.95 | 12.82 | 2.56 | 66.67 |
| | 9. การพัฒนาเทคโนโลยีที่สูงขึ้นและมีความหลากหลายยิ่งขึ้นของการประยุกต์ RFID ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น การพัฒนารถยนต์ไร้คนขับ เป็นต้น | 19.23 | 11.54 | 2.56 | 66.67 |
| | 10. การเติบโตของการใช้ RFID สำหรับการประยุกต์ในการรักษาทางการแพทย์ในลักษณะอุปกรณ์ควบคุมและติดตามอาการโดยฝังในร่างกายของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น | 14.10 | 14.10 | 1.28 | 70.51 |
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง | | | | | |
| คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet) | 1. การเติบโตของผู้ใช้ฮอตสปอตส่วนบุคคล และฮอตสปอตสาธารณะที่สูงขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดในการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย และการเพิ่มการเข้าถึงสัญญาณอย่างจำกัดภายในอาคาร | 35.51 | 3.74 | 0.93 | 59.81 |
| | 2. แนวโน้มการจัดการใช้งานข้ามเขต (Roaming) ของระบบเครือข่ายไร้สาย | 27.10 | 7.48 | 0.00 | 65.42 |
| | 3. แนวโน้มการใช้เทคโนโลยี WiMAX ได้แก่ เครือข่าย FWA ที่เพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความครอบคลุมเครือข่ายไร้สายในเขตชนบทโดยสามารถควบคุมจากสถานที่ห่างไกลได้ | 24.30 | 4.67 | 3.74 | 67.29 |
| | 4. การกำหนดมาตรฐานใหม่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อลดความแออัดของเครือข่ายไร้สาย | 29.91 | 5.61 | 0.93 | 63.55 |
| | 5. แนวโน้มการเติบโตอย่างต่อเนื่องของการเข้าถึงเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ของผู้ใช้บริการที่สูงขึ้น | 36.45 | 3.74 | 0.00 | 59.81 |
| | 6. แนวโน้มการเข้าถึงเครือข่ายไร้สายที่เพิ่มขึ้นในชนบท | 31.78 | 4.67 | 0.00 | 63.55 |

กลุ่มกิจการอื่น ๆ ประกอบด้วย การใช้คลื่นความถี่ใน 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น และการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง โดยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการถือครองคลื่นความถี่แยกตามประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ได้ ดังนี้

การใช้คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น: ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า ยังไม่ทราบว่ามีปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้งานคลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นจะส่งผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet): ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า ยังไม่ทราบว่ามีปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูงจะส่งผลอย่างไรต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

4. สรุปการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย

ปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ ปัจจัยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยแผนพัฒนาชาติดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ปัจจัยพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และปัจจัยการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ ปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยดังกล่าวนี้ ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยแตกต่างกันออกไป โดยเมื่อพิจารณาในภาพรวมของความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทย จากคะแนนความคิดเห็นเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในภาพรวมพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยมากที่สุดคือ ปัจจัยพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ โดยมีปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และปัจจัยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยเป็นอันดับรองลงมาตามลำดับ

ปัจจัยพฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ พฤติกรรมของผู้ใช้บริการในกิจการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความถี่มีความถี่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเติบโตอย่างต่อเนื่องของผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนและผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้สมาร์ตโฟนเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของประชาชนมากขึ้นและกลายเป็นเครื่องมือที่ไม่ได้ถูกใช้เพื่อการติดต่อสื่อสารเท่านั้น แต่ยังคงครอบคลุมไปถึงการรับชมสื่อบันเทิงต่าง ๆ รวมถึงการทำธุรกรรมทางการเงิน การติดต่อซื้อขายสินค้า เป็นต้น

ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี (Disruptive Technologies) ที่ส่งผลโดยตรงต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ ได้แก่

- 1) Internet of Things (IoT) จากรายงานของ International Data Corporation (IDC) คาดการณ์ว่า ก่อนปี 2020 ตลาดจะมีการเชื่อมกันต่อผ่าน IoT กว่า 30 ล้านช่องทาง และมูลค่าทางเศรษฐกิจของ IoT จะมีมูลค่าสูงถึง 1.46 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ ในปี 2020

- 2) Cloud Computing การคาดการณ์ของ Gartner ระบุว่าตลาดการให้บริการ Cloud Computing จะมีรายได้ทั่วโลกรวมกันสูงถึง 2.6 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2017 เพิ่มขึ้นจากปี ค.ศ. 2016 ที่มีรายได้รวมกันอยู่ที่ 2.196 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยตลาดจะมีรายได้เพิ่มสูงขึ้นเป็น 4.12 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2020 หรือเพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 87.4 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2017
- 3) 5G หรือ 5th Generation ในปัจจุบันเกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และจีน มีการทดลองใช้งานเทคโนโลยี 5G แล้ว ทั้งนี้ จากการคาดการณ์ของ Ericsson ที่ระบุว่าจะมีผู้ใช้งาน 5G มากกว่า 1 พันล้านเลขหมาย เมื่อสิ้นสุดปี ค.ศ. 2023 หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมด

ปัจจัยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง ในปัจจุบันมีนโยบายของรัฐที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ ได้แก่

- 1) ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ที่ถูกจัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาประเทศให้มีโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโลก ยืดหยุ่นและปรับตัวได้เร็ว สามารถรับมือกับความเปลี่ยนแปลงและภัยคุกคามได้
- 2) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ที่ให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาและข้อจำกัดของไทยในหลายด้าน อาทิ คุณภาพคนไทยต่ำ แรงงานส่วนใหญ่มีปัญหาทั้งในเรื่ององค์ความรู้ ทักษะ ทักษะคนดี สังคมขาดคุณภาพและมีความเหลื่อมล้ำสูงที่เป็นอุปสรรคต่อการยกระดับศักยภาพการพัฒนา รวมถึงการเร่งพัฒนาปัจจัยพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในทุกด้าน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงมากขึ้น
- 3) นโยบายประเทศไทย 4.0 เป็นนโยบายที่รัฐบาลจัดทำขึ้น เนื่องจาก ในปัจจุบันรัฐบาลเล็งเห็นว่าประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาในหลากหลายด้าน ทั้งปัญหากับต่างประเทศรายได้ปานกลาง ปัญหาความเหลื่อมล้ำของการกระจายรายได้ ปัญหาความไม่สมดุลของการพัฒนา รวมทั้งการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนา ศักยภาพของโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลิตภาพและประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพของภาครัฐอยู่ในระดับต่ำ
- 4) แผนปฏิรูปประเทศ ด้านสื่อสารมวลชน เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นแผนที่มุ่งเน้นการสร้างดุลยภาพระหว่างเสรีภาพของการทำหน้าที่ของสื่อบนความรับผิดชอบกับการกำกับที่มีความชอบธรรมและการใช้พื้นที่ดิจิทัลเพื่อการสื่อสารอย่างมีจรรยาบรรณ ดำรงรักษาเสรีภาพของการแสดงออก การรับรู้ของประชาชน ด้วยความเชื่อว่าเสรีภาพของการสื่อสารคือเสรีภาพของประชาชนตามแนวทางของประชาธิปไตย

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากการใช้แบบจำลองมัลติโนเมียลโลจิสหรือแบบจำลองมัลติโนเมียลโพรบิทเพื่อทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการตัดสินใจของผู้ใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยในการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เดิม พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจถือครองคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี โดยมีปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ และปัจจัยการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นเป็นอันดับรองลงมาตามลำดับ

ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การเข้ามาของ Internet of Things (IoT) ซึ่งเป็นระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลากหลายชนิดเข้าด้วยกัน อันเป็นผลทำให้ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นอัตโนมัติ จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่เพื่อให้ระบบดังกล่าวเกิดขึ้น โดยถ้ายิ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต้อมีมากขึ้น ความต้องการใช้คลื่นความถี่ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในอนาคตมีแนวโน้มสูงมากที่จะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยตัวอย่างของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซอร์โวลต์โนมัติ เป็นต้น

ปัจจัยเศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ เศรษฐกิจระดับโลกที่มีการแข่งขันกันทางการค้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การลดต้นทุนในการผลิตสินค้าและการพัฒนาสินค้าให้มีคุณภาพมากขึ้นด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ สามารถเป็นช่องทางที่จะทำให้แต่ละประเทศมีความได้เปรียบในการแข่งขันทางการค้ามากขึ้น ส่งผลทำให้ประเทศต่าง ๆ หันมาจับเคลือบเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อตรงต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคตอย่างแน่นอน สำหรับในกรณีของประเทศไทย จากแผนพัฒนาประเทศในภาพรวมและในเชิงพื้นที่โดยเฉพาะเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก มีโครงการเป็นจำนวนมากที่จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นในอนาคต เช่น รถไฟความเร็วสูงเชื่อมสามสนามบินหลัก การส่งเสริมการลงทุนในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S Curve) เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล (Digital Park Thailand: EECd) เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EECi) เป็นต้น

ปัจจัยการพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ ข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติที่มีแนวโน้มต่อการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคต คือ ข้อตกลงเกี่ยวกับมาตรฐานคลื่น 5G หรือ IMT-2020 ที่เกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานคลื่น 5G ในด้านประสิทธิภาพของสเปกตรัมและการให้บริการคลื่นวิทยุ

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายการกิจการ จากการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่ได้จากข้อคำถามย่อยของแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในประเทศไทยรายการกิจการ ปัจจัยที่ระบุไว้ในแบบสอบถามของแต่ละกิจการที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความเห็นว่าจะส่งผลทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้นมากที่สุด มีรายละเอียดดังนี้

กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่: ความเร็วในการส่งข้อมูลของ Mobile data เพิ่มขึ้น

กิจการดาวเทียม: การเพิ่มประสิทธิภาพของ High-speed Satellite Broadband

กิจการวิทยุกระจายเสียง: แนวโน้มการใช้บริการเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (เช่น Spotify, JOOX, Apple Music และ Podcast) เพิ่มขึ้น

กิจการวิทยุโทรทัศน์: แนวโน้มการใช้บริการสื่อสารและแพร่ภาพและเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) (เช่น Netflix, Line TV เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้นของประชาชน

กิจการภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ: การเพิ่มขึ้นของความต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (data-rich applications)

กิจการขนส่งและโลจิสติกส์: การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการจราจรและขนส่ง (Traffic and Freight Management) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

กิจการพลังงาน: มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยการพัฒนาของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ และปัจจัยการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมิเตอร์อัจฉริยะ

กิจการสาธารณูปโภค: ความก้าวหน้าของเครื่องรับวิทยุที่ใช้ในกิจการวิทยุหาดำแหน่ง

กิจการประจำที่: การเปลี่ยนไปใช้ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น (Higher-Frequency Link)

กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ: การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเพื่อความมั่นคง

กิจการวิทยุสื่อสาร: ไม่สามารถบอกได้เนื่องจากในแบบสอบถามสำหรับกิจการวิทยุสื่อสารมีเพียงแค่ปัจจัยเดียว

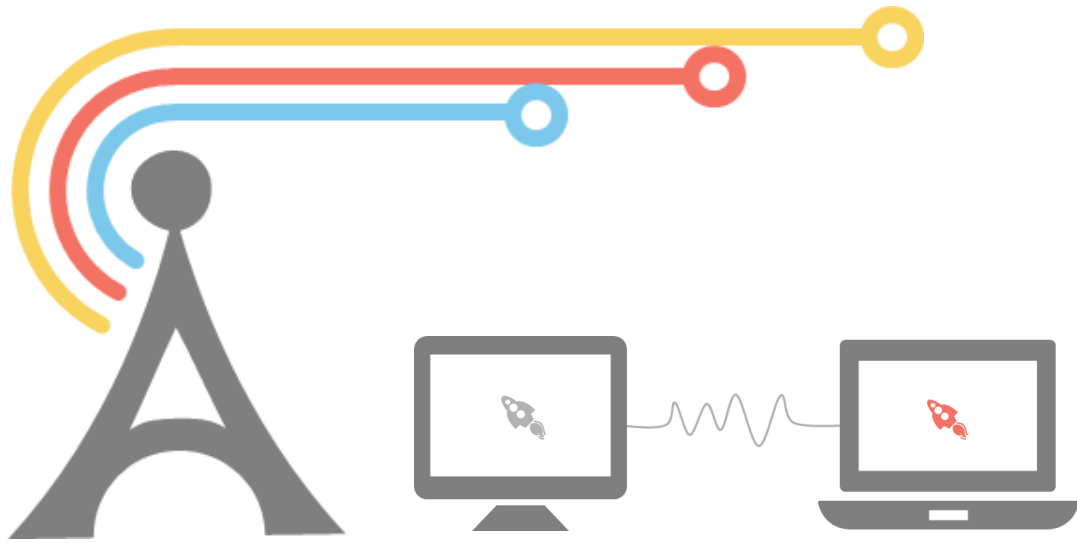
กิจการอุตุนิยมวิทยา: ไม่สามารถบอกได้เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามภายในอุตุนิยมวิทยา จะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

กิจการกิจการดาราศาสตร์วิทยุ: ไม่สามารถบอกได้เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามภายในกิจการดาราศาสตร์วิทยุ จะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

กิจการอื่น ๆ : ไม่สามารถบอกได้เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ระบุไว้ในแบบสอบถามภายในกิจการอื่น ๆ จะส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้า

บทที่ 4

วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่
สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ



บทที่ 4

วิเคราะห์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ

1. การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับหลักเกณฑ์และวิธีคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เหมาะสม

การคำนวณและคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ (Bandwidth Demand) ในอนาคต ของผู้ที่ถือครองคลื่นความถี่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกับหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลและจัดสรรความถี่ (Regulator) เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สำคัญประกอบการวางแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ได้อย่างเหมาะสมกับเวลาและสถานการณ์ อย่างไรก็ตาม ประเทศต่าง ๆ ในโลก มีวิธีการในการวางแผนจัดสรรคลื่นความถี่ที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากความต้องการใช้คลื่นความถี่นั้นมีความหลากหลายและแตกต่างกัน นอกจากนี้ ความถี่ที่แตกต่างกันของคลื่นที่ใช้ในการดำเนินการทำให้เกิดความแตกต่างทางด้านเทคนิคในการใช้งาน และเกิดความถี่ที่แตกต่างกันทั้งในด้านสังคมและเศรษฐกิจ จึงทำให้วิธีการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตมีความหลากหลายตามไปด้วย

เพื่อให้เกิดการคำนวณและคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับการใช้งานกิจการต่าง ๆ ของประเทศไทยอย่างเหมาะสม ที่ปรึกษาฯ ได้ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

แบบจำลองสากลในการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่และการนำไปประยุกต์ใช้

ในการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน หน่วยงาน International Telecommunication Union (ITU) ซึ่งนอกจากจะเป็นหน่วยงานสากล และมีบทบาทในการจัดสรรคลื่นความถี่บางส่วนให้กับประเทศสมาชิกนั้น ก็ยังมีบทบาทในการกำหนดมาตรฐานและให้คำปรึกษาด้าน ICT ให้กับประเทศสมาชิกอีกด้วย โดย ITU ได้เสนอแนะการคำนวณและคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ในบางประเภทกิจการที่มีมูลค่าการตลาดสูง หรือมีการใช้งานในลักษณะที่คล้ายคลึงกันในหลายประเทศ เช่น การคาดการณ์การใช้คลื่นความถี่ในย่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (International Mobile Telecommunications—IMT) เป็นต้น ซึ่งข้อเสนอแนะล่าสุดของ ITU คือ การคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ 4G หรือ IMT-Advanced^{1 2} โดยในการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคตของ ITU นั้น ได้เพิ่มตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้าไปในวิธีการคำนวณอยู่แล้ว เช่น ความหนาแน่นของผู้ใช้ต่อพื้นที่ อัตราบิตเรทเฉลี่ยในการส่งข้อมูล ประสิทธิภาพของการใช้ความถี่ที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งผลของการคำนวณจะทำให้ทราบถึงความต้องการใช้แบนด์วิดท์ในอนาคตได้ล่วงหน้า โดย ITU ก็ได้ทำการคำนวณและเสนอแนะปริมาณแบนด์วิดท์ที่จำเป็นต้องใช้ สำหรับประเทศสมาชิกบางกลุ่มไว้เป็นตัวอย่างแล้วด้วย

อย่างไรก็ตาม ประเทศสมาชิก ITU บางประเทศได้นำเอาแบบจำลองที่ ITU ได้พัฒนาขึ้นไปทำการปรับปรุงและใช้ในการคาดการณ์ความต้องการของประเทศของตนอีกครั้ง โดยมีการดำเนินการที่สำคัญดังนี้

- *ประเทศเยอรมนี* ได้ทำการศึกษาร่วมกับ LS Telecom และพบว่าการประมาณการณ์ของ ITU ได้ใช้ข้อมูลนำเข้าบางประการ เช่น ความหนาแน่นของผู้ใช้โทรศัพท์ในเมือง มากเกินจริงถึง 5 เท่าในกรณี

¹ Rep. ITU-R M.1768, Methodology for Calculation of Spectrum Requirements for the Future Development of IMT-2000 and Systems beyond IMT-2000 from the Year 2010 Onwards, ITU, June 2006.

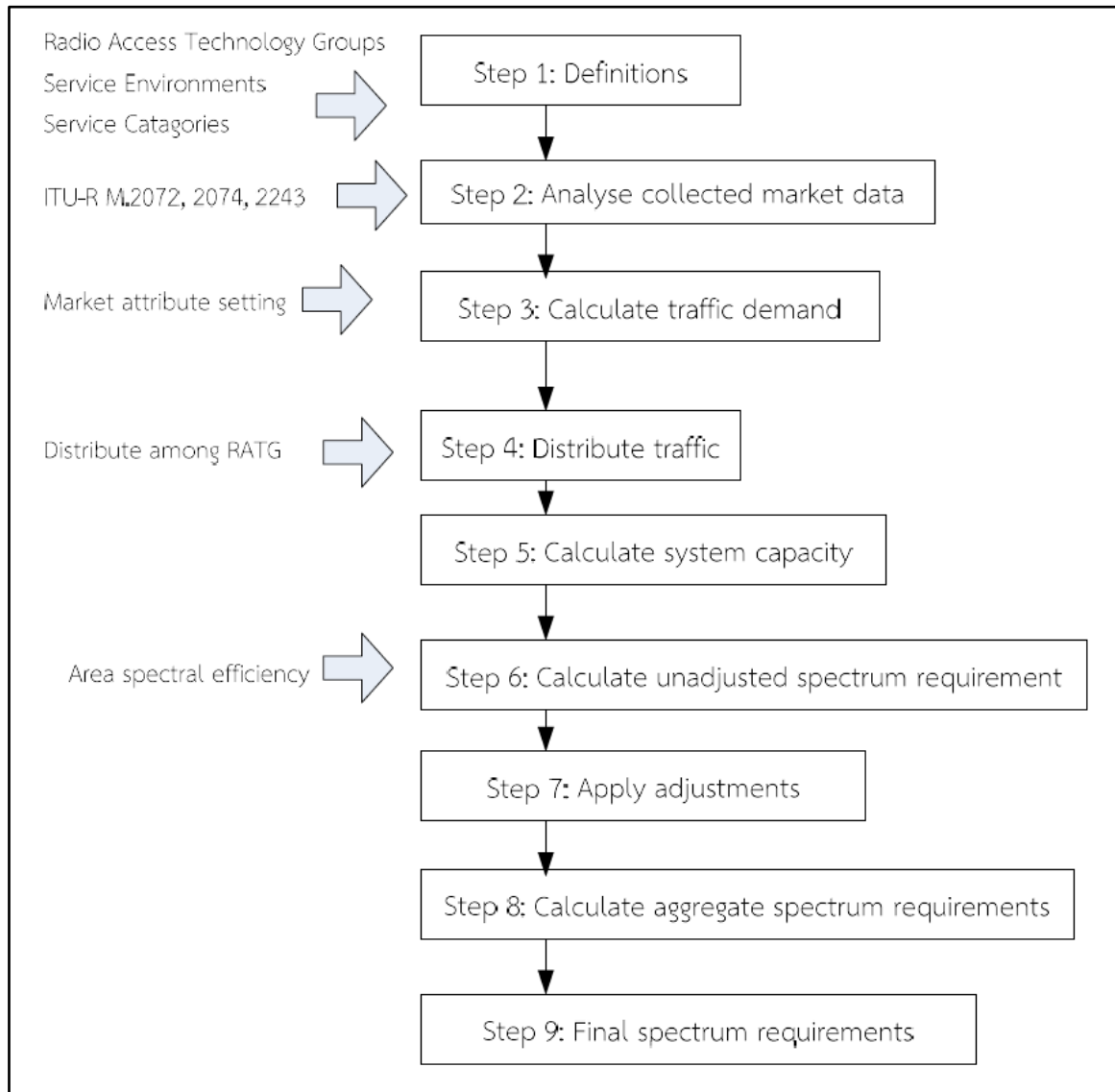
² Rep. ITU-R M.2078, Spectrum Requirements for the Future Development of IMT-2000 and Systems beyond IMT-2000, ITU, June 2006.

ของประเทศบราซิล และ 32 เท่าในกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกา ขณะที่กรณีที่ใช้ข้อมูลการใช้ข้อมูล (Data) ที่เพิ่มขึ้นต่อผู้ใช้หนึ่งคนมากเกินจริงถึง 27 เท่าในกรณีของประเทศญี่ปุ่น และ 285 เท่าในกรณีของประเทศบราซิล ทำให้การคาดการณ์ของ Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) ซึ่งการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของ ITU โดยใช้ข้อมูลที่มากเกินจริงเหล่านั้น ส่งผลให้ผลการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นของ ITU ในกรณีของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ อยู่ในช่วง 1340 MHz ถึง 1960 MHz เป็นตัวเลขที่มากเกินจริง โดยการศึกษาของ LS Telecom ให้ความเห็นว่า ผลการคาดการณ์ที่ได้อาจมากเกินจริงไปถึง 10-100 เท่า³ สำหรับความต้องการคลื่นวิทยุโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปี ค.ศ. 2020 นอกจากนี้ ITU ยังใช้ตัวเลขการใช้ข้อมูลต่อผู้ใช้หนึ่งคนในแอปพลิเคชันบางตัวมากเกินไปทำให้ข้อมูลการคาดการณ์อนาคตยิ่งคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ยิ่งไปกว่านั้น ประสิทธิภาพและเทคโนโลยีในการใช้คลื่นความถี่ที่ดีขึ้นยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นผิดพลาด เช่น ในปี ค.ศ. 2010 Federal Communications Commission (FCC) ได้คาดการณ์ว่าจะมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ถึง 708 MHz ในปี ค.ศ. 2014 แต่ผู้ให้บริการก็สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นตามการคาดการณ์ของ FCC ได้ โดยที่ไม่ต้องใช้คลื่นความถี่เพิ่มตามที่ FCC คาดไว้แต่อย่างใด โดย FCC ได้เตรียมจัดสรรคลื่นไว้ถึง 547 MHz แต่ก็ไม่ได้ถูกใช้ทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม LS Telecom ก็ยังให้ความเห็นว่า ITU มีแบบจำลองในการคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีเหตุผลและเหมาะสมมากกว่าวิธีการอื่น เนื่องจาก ITU มีการวิเคราะห์และพิจารณาโครงสร้างเครือข่ายหลายแบบในหลายสภาพแวดล้อมในการคำนวณ มากกว่าที่จะคำนวณด้วยโครงข่ายเดียวเหมือนกันทั้งระบบ ดังนั้น LS Telecom จึงได้เสนอวิธีการปรับปรุงข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองของ ITU ให้เหมาะสมสำหรับการคาดการณ์ความต้องการคลื่นความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ในปี ค.ศ. 2020 โดยได้ทำการเทียบเคียงกับผลการศึกษาของ Australian Communications and Media Authority (ACMA) ซึ่งมีการศึกษาปริมาณการขยายตัวของการใช้ข้อมูลทั่วประเทศโดยละเอียด โดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมโครงข่ายเชื่อมโยงที่แตกต่างกัน โดย LS Telecom ได้ทำการคำนวณความต้องการในการใช้คลื่นความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้อัลกอริทึมตามรายงาน ITU-R M.2072 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังแผนภาพที่ 4.1 ในการคำนวณดังกล่าว LS Telecom ได้ทำการแปลงข้อมูลนำเข้าในลักษณะที่คล้ายกับข้อมูลของ UMTS ให้อยู่ในรูปที่สามารถนำไปใช้ในอัลกอริทึมได้ เช่น การแปลงค่าความหนาแน่นของการใช้ข้อมูลให้อยู่ในรูปของ GBytes per sq km per month โดยคำนึงถึงการใช้งานในช่วงเวลาที่หนาแน่นที่สุดเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้ ยังมี การคำนึงถึง offloaded traffic หรือการปลดความหนาแน่นการใช้งานออกจากความถี่หลักในบางสภาพแวดล้อมของโครงข่าย ก็ถูกนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติมอย่างละเอียดในอัลกอริทึมด้วย

³ LS telecom AG / TMF Associates, Mobile Spectrum Requirement Estimates: Getting the Inputs Right, August 27, 2014.

แผนภาพที่ 4.1 อัลกอริทึมสำหรับคำนวณความต้องการความถี่คลื่น (Speculator model, ITU-R M.2290)



● *ประเทศอังกฤษ* หน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมของประเทศอังกฤษ (Federal Office of Communications หรือ Ofcom) ได้นำเสนอผลการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ในอนาคต ซึ่งจัดทำโดยบริษัท RealWireless ที่ใช้แบบจำลอง Speculator เช่นเดียวกับ LS Telecom โดย RealWireless ได้ทำการวิเคราะห์และเสนอแนะการปรับปรุงข้อมูลและปรับเปลี่ยนตัวแปรบางตัว (Service Environment 5) เช่น ในกรณีที่ผู้ซ้มีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและมีการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการปริมาณข้อมูลสูงมาก ๆ ซึ่งกรณีดังกล่าวทำให้เกิดความต้องการใช้ปริมาณคลื่นความถี่มากเป็นพิเศษ โดย RealWireless เห็นว่าผู้ใช้จะใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการปริมาณดาต้าสูงในตัวอาคารหรือที่พักอาศัยมากกว่าใช้ในขณะที่เคลื่อนที่⁴

⁴ RealWireless, UK Spectrum Usage & Demand: Second Edition Summary Report v3, 16 December 2015.

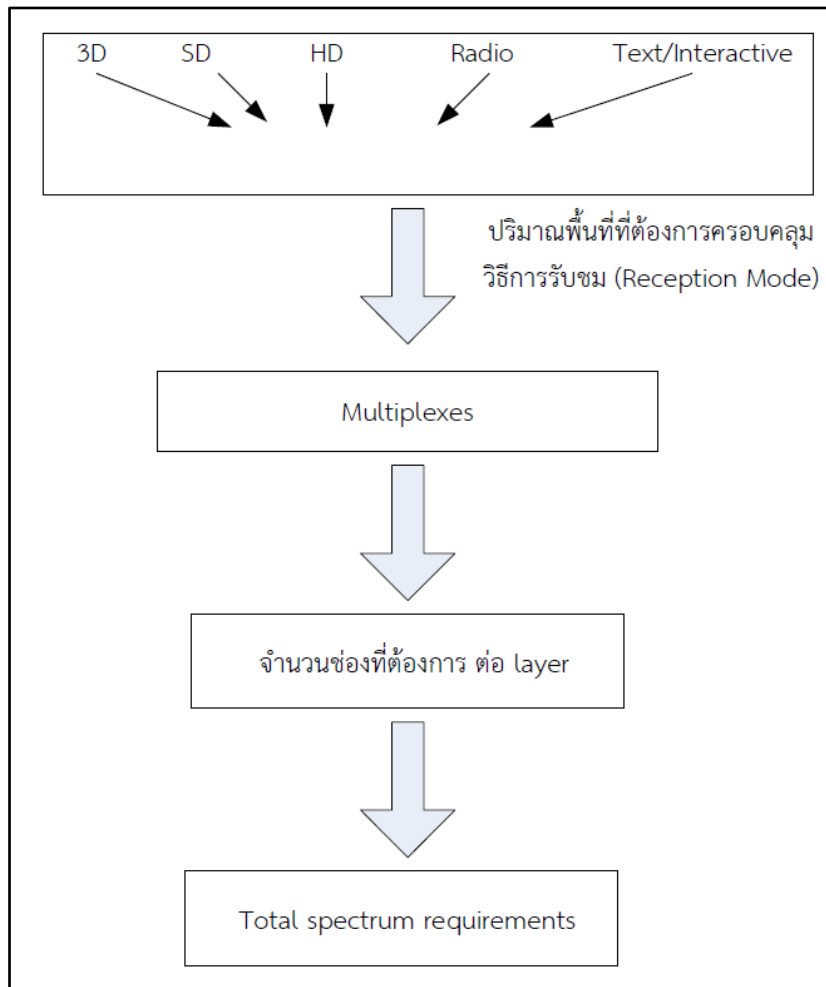
- *ประเทศรัสเซีย* ได้เสนอรายงานการประมาณค่าความต้องการใช้คลื่นความถี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้กับ ITU โดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน โดยคำนึงถึงประมาณการอัตราการเพิ่มของประสิทธิภาพของการใช้คลื่นความถี่ของโครงข่ายโทรศัพท์ที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2010 – ค.ศ. 2020 ประกอบกับการใช้อัตราการ offload ข้อมูลของระบบโครงข่าย โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณา ร่วมกับความต้องการใช้ดาต้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี วิธีการนี้ตรงไปตรงมา โปร่งใสและเข้าใจได้ง่าย แต่ตัวเลขของอัตราการ offload ข้อมูลก็ยังน้อยโดยอัตราการ offload ข้อมูลอยู่ที่ร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับประมาณการของ CISCO ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 50 (อ้างอิง) ซึ่งการปรับเปลี่ยนตัวเลขเหล่านี้เพียงเล็กน้อยในแบบจำลองของประเทศรัสเซีย ก็ส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก
- *ประเทศออสเตรเลีย* ได้นำเสนอวิธีการคล้ายกันเพื่อคำนวณความต้องการในการใช้คลื่นในปี ค.ศ. 2011 และมีข้อสรุปเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยยะในปี ค.ศ. 2020 จนสามารถเอาชนะความต้องการในการใช้คลื่นที่เพิ่มขึ้นได้ในที่สุด

การระบุประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ เป็นประเด็นที่มีความแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละการดำเนินการคาดการณ์ที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเทศ โดยความแตกต่างดังกล่าวครอบคลุมถึงการระบุตัวเลขประสิทธิภาพในปัจจุบันด้วย เช่น ในกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกา FCC ได้ระบุถึงประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Spectral Efficiency) ว่าอยู่ที่ 0.625 bps/Hz และเพิ่มเป็น 1.25 bps/Hz ในปี ค.ศ. 2014 ขณะที่ ACMA ได้ประมาณตัวเลขไว้ที่ 1.85 kbp/Hz สำหรับโครงข่ายก่อนปี ค.ศ. 2007 และเพิ่มเป็น 5.6 bps/Hz ในปี ค.ศ. 2015 และ 15 bps/Hz ในปี ค.ศ. 2020 ตามลำดับ ส่วน ITU ได้ประมาณประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ไว้ที่ 4 ถึง 7.3 bps/Hz/cell สำหรับโครงข่ายของ LTE Advanced ซึ่งเป็นการประมาณตัวเลขที่คำนึงถึงจำนวนของ Cell เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งการคาดการณ์ประสิทธิภาพของการใช้คลื่นความถี่ผิดพลาดและการอัปเดตระบบเป็น LTE ที่รวดเร็วเกินกว่ากำหนดทำให้ FCC จัดสรรคลื่นล่วงหน้าแต่ไม่มีการใช้ซึ่งเกิดขึ้น ในปี ค.ศ. 2010 มาแล้ว ซึ่งในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงกฎของ Cooper ซึ่งกล่าวไว้ว่าความสามารถในการส่งข้อมูลของย่านความถี่ต่าง ๆ จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าในทุก ๆ 30 เดือน ซึ่ง Cooper เห็นว่ากฎนี้คงอยู่ตั้งแต่เริ่มการส่งข้อมูลครั้งแรกโดย Guglielmo Marconi ในปี ค.ศ. 1895 แล้ว ในระบบโครงข่ายปัจจุบัน อาจมีการเพิ่มย่านความถี่ใหม่ๆเข้ามา แต่ในขณะเดียวกัน การใช้หรือปรับเปลี่ยนย่านความถี่เก่าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นก็ยังเป็นทางเลือกที่สามารถทำได้ (Refarming) เช่นกัน

สำหรับการคาดคะเนความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับการกระจายภาพและเสียง เช่น คลื่นความถี่โทรทัศน์ นั้น European Broadcasting Union (EBU) ได้ทำการคำนวณความต้องการของคลื่นความถี่สำหรับการกระจายภาพในย่านความถี่ UHF โดยคำนึงถึงจำนวนช่องที่ต้องการส่ง ลักษณะการรับชมในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รับชมด้วยอุปกรณ์เคลื่อนที่ หรือ รับชมในบ้าน พื้นที่รับส่งสัญญาณที่ต้องการ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการส่ง การบีบอัดสัญญาณที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงสรุปออกมาเป็นภาพรวมของความต้องการแบนด์วิดท์ดังแผนภาพที่ 4.2⁵

⁵ EBU Technical Report 015, Defining Spectrum Requirements of Broadcasting in the UHF Band, July 2012.

แผนภาพที่ 4.2 วิธีการคำนวณแบนด์วิดท์สำหรับการกระจายภาพและเสียง



จากการพิจารณาแบบจำลองต่าง ๆ ที่ใช้ในการคาดการณ์ดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในย่านความถี่คลื่นวิทยุที่มีมูลค่าทางการตลาดสูง เช่น คลื่นความถี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่และการกระจายภาพโทรทัศน์ ในบางประเทศก็ได้ใช้วิธีการคำนวณมูลค่าทางการตลาดในระบบเศรษฐกิจในอนาคตออกมาเป็นจำนวนเงิน เช่น Ofcom ซึ่งเป็นหน่วยงานดูแลและจัดสรรคลื่นวิทยุของประเทศอังกฤษ ได้ทำการคาดการณ์มูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการจัดสรรคลื่นล่วงหน้าไปจนถึงปี ค.ศ. 2020 โดยคำนวณจากปัจจัยดังนี้ คือ 1) ส่วนเกินผู้บริโภค ซึ่งหมายถึง ส่วนต่างที่เกิดจากความต้องการในการจ่ายเงินของผู้บริโภคและเงินที่ต้องจ่ายจริง 2) ส่วนเกินผู้ผลิต ซึ่งหมายถึงส่วนต่างที่เกิดจากราคาที่ผู้ผลิตขายได้จริง และราคาต่ำสุดที่ผู้ผลิตสามารถขายได้ และ 3) ผลประโยชน์นอกเหนืออื่น ๆ โดยผลรวมของทั้งสามปัจจัยในอนาคต จะช่วยให้การจัดสรรคลื่นของ Ofcom เป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ⁶

ขณะที่ ในส่วนของย่านคลื่นความถี่อื่น ๆ ที่ไม่ได้มีมูลค่าทางการตลาดที่ชัดเจน หน่วยงานที่จัดสรรคลื่นโดยทั่วไปจะใช้วิธีการจัดทำแบบสอบถามถึงความต้องการในการใช้งาน (Consultations/Questionnaires) เพื่อคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นในอนาคตและนำมาประกอบการปรับเปลี่ยนการจัดสรรคลื่นให้เหมาะสม (Frequency Allocations)

⁶ Europe Economics, Economic impact of the use of radio spectrum in the UK, www.europe-economics.com, 16 November 2006.

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นในอนาคตของต่างประเทศ

1) ประเทศออสเตรเลีย

ACMA ได้จัดทำรายงาน five-year-spectrum outlook 2013-2017 (FYSO) ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อทำการคาดการณ์การใช้คลื่นความถี่ในอีกห้าปีข้างหน้า (ค.ศ. 2017) โดยรายงานฉบับนี้ได้บรรจุแนวทางการจัดสรรคลื่นของ ACMA เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในตารางเวลาที่เหมาะสมเอาไว้ด้วย อย่างไรก็ตามเนื้อหาต่างๆที่อยู่ในรายงาน ได้มีการเปลี่ยนแปลงรายปี เพื่อปรับเปลี่ยนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย⁷

แนวทางในการคาดการณ์ความต้องการในการใช้คลื่นในกิจการด้านต่าง ๆ ของ ACMA นั้น ใช้วิธีการ evidence based approach โดยมีการรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ จากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม นอกเหนือจากผู้ให้บริการปกติ และสรุปเป็นแนวทางและทิศทางของการใช้คลื่นความถี่ในอนาคต ส่วนรายงาน FYSO ฉบับปัจจุบัน (ค.ศ. 2017 – ค.ศ. 2021) นั้นอยู่ในระหว่างการจัดทำรายปี โดยเนื้อหา รายงานแบ่งเป็นสองส่วนดังนี้

ส่วนที่หนึ่ง เป็นการขอคำแนะนำเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำรายงาน FYSO ให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ตอบกลับมาโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยรายงานส่วนนี้เริ่มต้นด้วยการนำเสนอ 1) แนวทางการจัดทำรายงานและแนวทางการปรับปรุง 2) แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคต และ 3) แนวทางการทบทวนการจัดสรรคลื่น ซึ่ง ACMA ได้สอดแทรกคำถามเพื่อขอคำแนะนำแบบในรายงานเพื่อใช้คำแนะนำที่ได้ในการปรับปรุงการทำรายงานในอนาคต

ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอร่างรายงาน FYSO ประจำปี โดยมีส่วนสำคัญ คือ การรวบรวมและสรุปหลักฐานปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้คลื่นความถี่ในอีกห้าปีข้างหน้า และขอคำแนะนำในการจัดสรรคลื่นความถี่ของ ACMA โดย ACMA จะนำเสนอแนวทางจัดสรรคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อขอคำแนะนำก่อนจะนำเข้าสู่กระบวนการจัดสรรคลื่นจริง เช่น มีการขอคำแนะนำในการจัดสรรคลื่นความถี่ 3.6 GHz และ 26 GHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่มีโอกาสถูกใช้งานสำหรับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นต่อไป โดย ACMA คาดว่าจะสามารถเลือกคลื่นความถี่สำหรับ 5G ได้ภายในปี 2018

2) ประเทศญี่ปุ่น

แผนการบริหารจัดการคลื่นความถี่วิทยุ กระทรวงกิจการภายในของประเทศญี่ปุ่นได้ทำรายงานการสำรวจสภาพการใช้งานคลื่นความถี่ทุกปี โดยอาศัยแบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูล ในการสำรวจได้ทำการแบ่งคลื่นความถี่เป็นสามช่วง คือ 1) ช่วงความถี่ต่ำกว่า 714 MHz 2) ช่วงความถี่ระหว่าง 714 MHz ถึง 3.4 GHz และ 3) ช่วงความถี่มากกว่า 3.4 GHz โดยข้อมูลในแบบสอบถามจะทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบถึงปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในอดีต รวมทั้งยังมีการสำรวจข้อมูลความต้องการใช้อุปกรณ์ จำนวนคน หรือ เทคโนโลยีใหม่ภายในระยะเวลาสามปีข้างหน้ามาประกอบในการพิจารณาการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคตอีกด้วย

นอกเหนือจากรายงานการสำรวจสภาพการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันแล้ว แผนการบริหารจัดการคลื่นความถี่วิทยุยังทำการวิเคราะห์แนวโน้มและทิศทางของเทคโนโลยีการใช้คลื่นความถี่แยกต่างหากจากรายงานประจำปี โดยในรายงานการวิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยีฉบับล่าสุด ซึ่งเป็นปี ค.ศ. 2016 นั้น เนื้อหาสาระของรายงานฉบับนี้ได้เน้นไปที่ทิศทางของการใช้คลื่นความถี่สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคของ Internet of

⁷ Australian Communications and Media Authority, Five-year Spectrum Outlook 2013-2017, September 2013.

Things (IoT) ข้อมูลส่วนใหญ่ในรายงานเป็นข้อมูลสถิติที่แสดงถึงปริมาณการใช้ข้อมูล (Data) ของอุปกรณ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่จนถึงปี ค.ศ. 2020 จำนวนของอุปกรณ์ที่สามารถต่อเชื่อมกับระบบอินเทอร์เน็ตจนถึงปี ค.ศ. 2030 และการบรรยายสภาพสังคมและเศรษฐกิจที่จะเปลี่ยนไปในอนาคตอันเนื่องมาจากการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน (Big Data)⁸

3) สหภาพยุโรป

European Commission ได้ว่าจ้างบริษัท Analysys Mason ให้ทำการศึกษาความต้องการใช้คลื่นในอนาคตของประเทศสมาชิก โดย Analysys Mason และได้ทำการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่ตั้งแต่ 400 MHz ถึง 6 GHz และแบ่งการใช้คลื่นความถี่ทั้งหมดออกเป็น 14 กิจกรรมดังนี้⁹

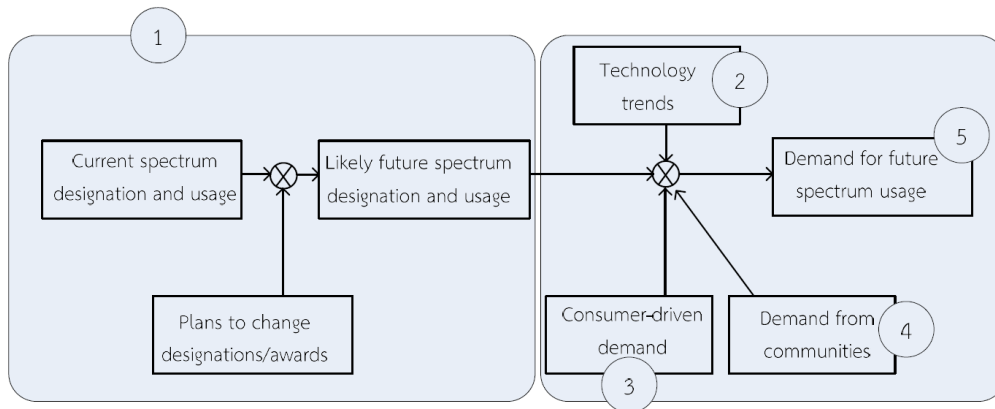
- a. การบิน การเดินเรือ และการนำทาง
- b. กิจกรรมโทรทัศน์
- c. กิจกรรมโทรศัพท์เซลลูลาร์
- d. กิจกรรมป้องกันประเทศ
- e. Fixed Links
- f. กิจกรรมขนส่ง
- g. ดาราศาสตร์
- h. วิทยุสื่อสาร
- i. งานเทศกาล พิธีเนื่องในโอกาสพิเศษต่างๆ
- j. กิจกรรมป้องกันภัยสาธารณะ
- k. อุตุนิยมวิทยา
- l. กิจกรรมดาวเทียม
- m. อุปกรณ์สื่อสารทางไกล
- n. WLAN

ในการคำนวณการพยากรณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่นั้น Analysys Mason ได้ทำการคำนวณเป็นระยะเวลาล่วงหน้า 10 ปี โดยทำการแยกคำนวณแต่ละกิจกรรมและแยกย่อยแต่ละกิจกรรมเป็นย่านความถี่คลื่น โดยละเอียด จากนั้นใช้ปัจจัยตัวเลขในการเติบโตของคลื่นความถี่แต่ละช่วงเพื่อการคำนวณ โดยปัจจัยตัวเลขที่ใช้ จะได้จากวิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยี การเติบโตของจำนวนผู้ใช้ และนโยบายของภาครัฐ เป็นต้น โดยวิธีการคำนวณของ Analysys Mason แสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.3

⁸ Japan Ministry of Internal Affairs and Communications, ICT Annual Report 2017.

⁹ Analysys Mason, Analysys of Technology Trends, Future Needs and Demand for Spectrum, www.analysismason.com, 2013.

แผนภาพที่ 4.3 วิธีที่ใช้ในการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นของ Analysys Mason



ขั้นตอนที่ 1: วิเคราะห์สภาพการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน เพื่อนำไปใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการพยากรณ์ Analysys Mason ได้ใช้ข้อมูลในเชิงคุณภาพ โดยจำแนกการใช้คลื่นออกเป็น 4 ระดับเพื่อการคำนวณ อันเนื่องมาจากข้อมูลในเชิงปริมาณของแต่ละประเทศแตกต่างกันมากเกินไป และบางประเทศก็ไม่มีข้อมูลในเชิงปริมาณ

ขั้นตอนที่ 2 3 และ 4: นำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้คลื่นได้แก่ a) แนวโน้มของเทคโนโลยี b) ความต้องการและจำนวนของผู้บริโภค ผู้ใช้ และผู้ให้บริการ ในส่วนของผลกระทบที่มีต่อความต้องการคลื่นความถี่อันเกิดจากเทคโนโลยีนั้น Analysys Mason ได้ใช้วิธีการสำรวจโดยแบ่งผลกระทบออกเป็น 5 ระดับ เพื่อใช้ในการคำนวณ ซึ่งเทคโนโลยีใหม่นั้น อาจจะทำให้ความต้องการคลื่นเพิ่มหรือลดก็ได้

ขั้นตอนที่ 5: คำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอีก 10 ปีข้างหน้า โดย Analysys Mason ได้แสดงผลลัพธ์ของความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคตให้อยู่ในรูปของ heatmap ภายใต้การอนุมานอนาคตสองรูปแบบ คือ กิจกรรมเติบโตน้อยที่สุด กับ กิจกรรมเติบโตมากที่สุด

ข้อดีของการพยากรณ์อนาคตการใช้คลื่นความถี่ของ Analysys Mason คือ การแบ่งย่อยการคำนวณของแต่ละกิจการโดยละเอียด ทำให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำสูง แต่เนื่องจากแต่ละกิจการมีวิธีการคำนวณแตกต่างกัน ทำให้รายงานฉบับนี้มีความซับซ้อนและปริมาณเนื้อหาเยอะ ซึ่งปัจจัยในการคำนวณหลาย ๆ ตัวก็มีที่มาไม่ชัดเจน ยากแก่การตรวจสอบความเหมาะสมเพราะเป็นการสำรวจจากพื้นที่กว้างหลายประเทศในยุโรป

4) ประเทศแคนาดา

Red Mobile Consulting¹⁰ ได้ทำการสำรวจและพยากรณ์การใช้คลื่นความถี่วิทยุในอนาคต โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงสำหรับองค์กรธุรกิจและหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง โดยได้ทำการสำรวจความต้องการคลื่นความถี่วิทยุตั้งแต่ 52 MHz ไปจนถึง 38 GHz ในช่วงปี ค.ศ. 2010 ถึง ค.ศ. 2015 ใน 15 กิจการโทรคมนาคม แบ่งเป็น 5 กิจการโทรคมนาคมที่มีมูลค่าทางธุรกิจสูง และ 10 กิจการโทรคมนาคมทั่วไป

ในกรณีของกิจการโทรคมนาคมที่มีมูลค่าทางธุรกิจสูงนั้น Red Mobile ได้ใช้ข้อมูลความต้องการบริการในกิจการนั้น ๆ เป็นข้อมูลหลัก (Service Demand) และแปลงความต้องการนั้นเป็นปริมาณช่วงความถี่

¹⁰ Red Mobile Consulting, Study of Future Demand for Radio Spectrum in Canada 2011- 2015, www.redmobileco.com.

คลื่นวิทยุ โดยที่นำเอาปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้ามาพิจารณาด้วย เช่น ประสิทธิภาพในการใช้คลื่น และ เทคโนโลยีก้าวกระโดดใหม่ ๆ เป็นต้น ส่วนกิจการที่เหลืออื่น ๆ นั้นจะใช้ข้อมูลที่ได้จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ร่วมกับการค้นคว้าข้อมูลเฉพาะในส่วนของกิจการนั้น ๆ มาประกอบ โดย Red Mobile ได้ทำการสำรวจและ สัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียถึง 50 ราย

ในการพยากรณ์ความต้องการในการใช้คลื่นความถี่วิทยุ โดยเฉพาะในส่วนของกิจการโทรคมนาคม มูลค่าสูงนั้น Red Mobile ได้พัฒนาแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ความต้องการในอนาคตเรียกว่า PRISM แบบจำลอง โดยได้ใช้แบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ความต้องการในการใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นระยะเวลา ล่วงหน้า 5 ถึง 20 ปี โดย PRISM โมเดลนี้มีความครอบคลุมและยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายตาม ลักษณะเฉพาะของแต่ละกิจการ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เป็นตัวสนับสนุนการใช้งานหลัก

PRISM โมเดลเป็นวิธีการที่สร้างขึ้นมาจากวิธีการพยากรณ์แบบ bottom-up เพื่อพยากรณ์ค่า ความต้องการความถี่คลื่นวิทยุในอนาคตโดยเฉพาะ โดยนำเอาข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณ ข้อมูลรับส่ง จำนวนผู้ใช้บริการ และจำนวนช่องสัญญาณ เป็นต้น มาใช้ในการคำนวณแบบจำลอง นอกจากนี้ ข้อมูลนำเข้าที่มีผลกระทบแบบไม่ต่อเนื่อง หรือ มีผลกระทบเป็นบางโอกาส ก็ถูกนำมาใช้ด้วย เช่น การ เปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของการใช้คลื่นความถี่วิทยุ การเพิ่มขึ้นของจำนวนสถานีรับส่ง โดยโมเดลจะพยา กรณ์แนวโน้มของปริมาณการใช้ข้อมูลและแนวโน้มของเทคโนโลยีในแต่ละกิจการ จากนั้นจะพิจารณาวิธีการใช้ เทคโนโลยีในแต่ละกิจการ แล้วจึงสรุปเป็นแนวโน้มของความต้องการความถี่คลื่นวิทยุในอนาคต

ข้อดีของการใช้โมเดลนี้ในการคำนวณ คือ สามารถใช้ข้อมูลที่หลากหลายจากกิจการโทรคมนาคม ต่าง ๆ และใช้ข้อมูลจากแบนด์วิธที่แตกต่างกันได้เพราะมีการแตกย่อยเป็นหลายส่วน ทำให้สามารถพยากรณ์ ความต้องการคลื่นความถี่วิทยุในหลายช่วงเวลาข้างหน้า ในช่วงความถี่คลื่นวิทยุที่แตกต่างกัน เช่น กรณีของ โทรศัพท์ระบบเซลลูลาร์ ก็แบ่งตามชนิดของระบบของเครื่องรับส่ง เช่น แยกแบนด์วิธของระบบ LTE ออกมา ต่างหาก ก็จะมีข้อมูลนำเข้าที่แตกต่างจากแบนด์วิธที่ใช้ระบบเดิม จากนั้นจึงทำการ Bottom Up ขึ้นไปเพื่อ สรุปความต้องการคลื่นความถี่วิทยุโดยรวมในที่สุด

ในกรณีของการพยากรณ์ความต้องการคลื่นความถี่ของกิจการโทรคมนาคมทั่วไปนอกเหนือจาก กิจการโทรคมนาคมมูลค่าสูงนั้น Red Mobile ได้ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลนำเข้าจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิต่าง ๆ และข้อมูลจากแบบสอบถามจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสรุปออกมาเป็นข้อมูลความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคต โดยการสรุปข้อมูลของ Red Mobile ได้แยกออกเป็น 3 ฉากทัศน์ (Scenario) คือ

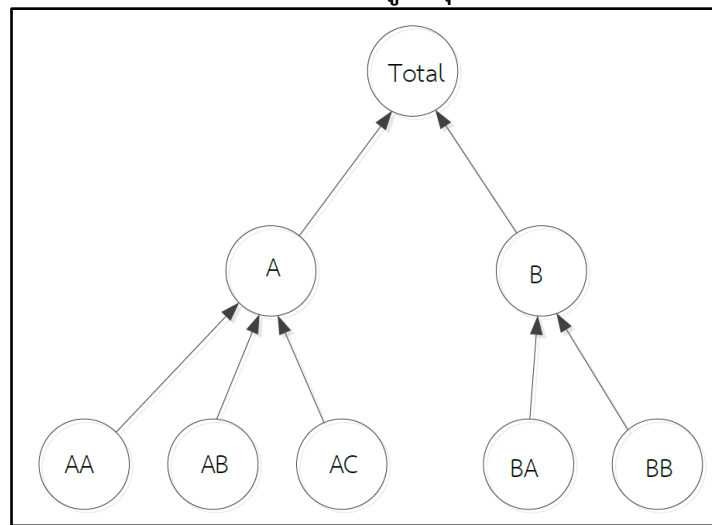
- 1) กรณีกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่มีการเติบโตแบบปกติ (Growth as Usual)
- 2) กรณีกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่มีการเติบโตแบบก้าวกระโดด (Wire-Free World)
- 3) กรณีกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่มีการเติบโตแบบช้า (low investment)

โดยในการสรุปขั้นตอนสุดท้าย Red mobile ได้สรุปกรณีที่น่าเป็นไปได้มากที่สุดของแต่ละกิจการ ควบคู่ไปกับกรณีที่มีการเติบโตแบบก้าวกระโดด เพื่อความสะดวกในการวางแผนจัดสรรคลื่น

2. การคำนวณเพื่อพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้วิธี Bottom Up

การคาดการณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในอนาคตที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายในการคาดการณ์ความต้องการในกิจการต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละกิจการนั้นยังมีลักษณะย่อยของการใช้งาน และรวมเป็นภาพรวมความต้องการของประเทศ ภายในระยะเวลา 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี ตามลำดับ ดังนั้น การคาดการณ์จึงเป็นการดำเนินการในลักษณะของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอนุกรมของเวลา (Time Series Data) โดยลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาในแต่ละช่วงเวลานั้น มีลักษณะเป็นการพิจารณาประเภทการใช้งานย่อยในแต่ละกิจการ หรือข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับชั้น (Hierarchical Time Series Data) แล้วนำมา รวมกัน (Grouped Time Series Data) เพื่อเป็นภาพสรุปของความต้องการใช้คลื่นความถี่ของประเทศในที่สุด

แผนภาพที่ 4.4 โครงสร้างของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ K = 2 ระดับ



แผนภาพที่ 4.4 แสดงข้อมูลอนุกรมเวลาที่แบ่งเป็น 2 ระดับชั้น (K = 2) โดยที่ชั้นที่ระดับ K=0 คือชั้นที่รวมข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยข้อมูลทั้งหมด ณ เวลา t จะแทนด้วยสัญลักษณ์ y_t และข้อมูลในชั้นล่างลงไปก็จะแทนที่ด้วย $y_{j,t}$ ซึ่งหมายถึงข้อมูลของ Node j ณ เวลา t เช่น $y_{A,t}$ ก็จะมีหมายถึงข้อมูลของ Node A ณ เวลา t ที่ระดับชั้น K = 1 หรือ $y_{AB,t}$ ก็จะมีหมายถึงข้อมูลของ Node AB ที่ระดับ K = 2 ณ เวลา t

ทั้งนี้ แผนภาพที่ 4.4 มีจำนวน Node ทั้งหมดเท่ากับ $n = 1 + 2 + 5 = 8$ และ $m = 5$ คือ จำนวน Node ของระดับล่างสุด และ $m < n$ เสมอ โดยที่สำหรับ ณ เวลา t ใด ๆ เราสามารถหาค่า y_t ได้ดังนี้

$$y_t = y_{AA,t} + y_{AB,t} + y_{AC,t} + y_{BA,t} + y_{BB,t} \quad (1)$$

และ $y_{A,t} = y_{AA,t} + y_{AB,t} + y_{AC,t}$

$$y_{B,t} = y_{BA,t} + y_{BB,t}$$

หรือ $y_t = y_{A,t} + y_{B,t}$

โดยสามารถเขียนสมการดังกล่าวข้างต้นได้ด้วยเมตริกซ์ดังต่อไปนี้

$$\begin{bmatrix} y_t \\ y_{A,t} \\ y_{B,t} \\ y_{AA,t} \\ y_{AB,t} \\ y_{AC,t} \\ y_{BA,t} \\ y_{BB,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{AA,t} \\ y_{AB,t} \\ y_{AC,t} \\ y_{BA,t} \\ y_{BB,t} \end{bmatrix} \quad (2)$$

หรือ ในรูปกระชับได้ตามสมการข้างล่าง โดยที่เมตริกซ์ คือเมตริกซ์ที่มีขนาด $m \times n$

$$y_t = S b_t \quad (3)$$

3. การประยุกต์ใช้วิธี Bottom Up เพื่อการพยากรณ์ความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคต

ในการประยุกต์ใช้วิธีการ Bottom Up เพื่อการพยากรณ์ความต้องการการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตนั้น กิจกรรมที่จะทำการพยากรณ์จะต้องถูกแบ่งกลุ่มตามความเหมาะสม และทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุในอนาคตของกลุ่มย่อยเหล่านั้น ในกรณีศึกษาการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่โดย ITU ได้ทำการแบ่งกลุ่มของการใช้คลื่นความถี่ออกเป็นหลายกลุ่ม ดังนี้

- 1) Radio Access Technology Group (RATG) คือ การแบ่งการใช้งานคลื่นความถี่ตามลักษณะของเทคโนโลยีการรับส่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

| | |
|--------|-----------------------------|
| RATG 1 | Pre-IMT, IMT2000 |
| RATG 2 | IMT 2020 |
| RATG 3 | Radio LAN |
| RATG 4 | Digital mobile broadcasting |

- 2) Service Category คือ การแบ่งกลุ่มตามลักษณะการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

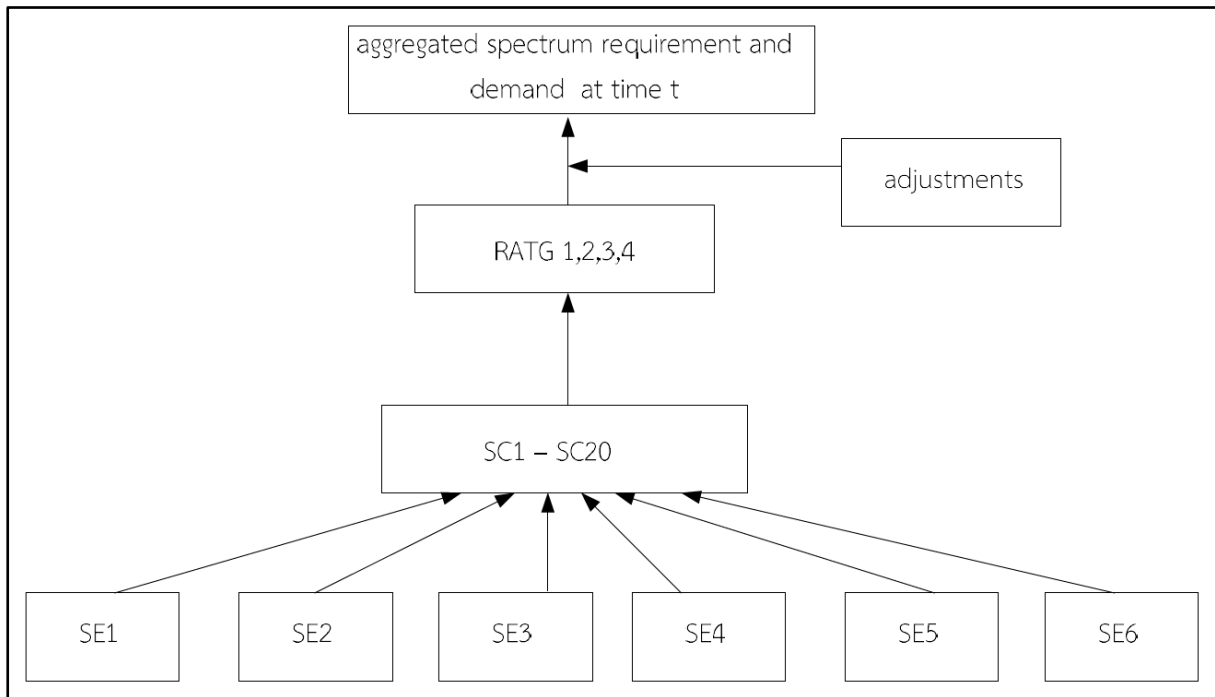
| | การสนทนา | การ streaming | การสื่อสารแบบ interactive | แบบ background |
|--------------------------------|----------|---------------|---------------------------|----------------|
| Super High Multimedia | SC1 | SC6 | SC11 | SC16 |
| High Multimedia | SC2 | SC7 | SC12 | SC17 |
| Medium Multimedia | SC3 | SC8 | SC13 | SC18 |
| Low-rate data & Low multimedia | SC4 | SC9 | SC14 | SC19 |
| Very low-rate data | SC5 | SC10 | SC15 | SC20 |

3) Service Environments คือ การแบ่งตามสภาพแวดล้อมในการใช้งาน

| ความหนาแน่นของ ชุมชน รูปแบบการใช้งาน | ใจกลางเมือง | ชานเมือง | ชนบท |
|--|-------------|----------|------|
| บ้าน | SE1 | SE4 | SE6 |
| ที่ทำงาน | SE2 | SE5 | |
| ที่สาธารณะ | SE3 | | |

เมื่อทำการแยกกลุ่มการใช้งานคลื่นความถี่ตามความเหมาะสมแล้ว ก็ทำการเพิ่มระดับชั้นและสร้างโหนดสำหรับการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ โดยตัวอย่างหนึ่งของการสร้างโครงสร้าง bottom up ของ ITU สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.5

แผนภาพที่ 4.5 การสร้างโครงสร้าง bottom up ของ ITU



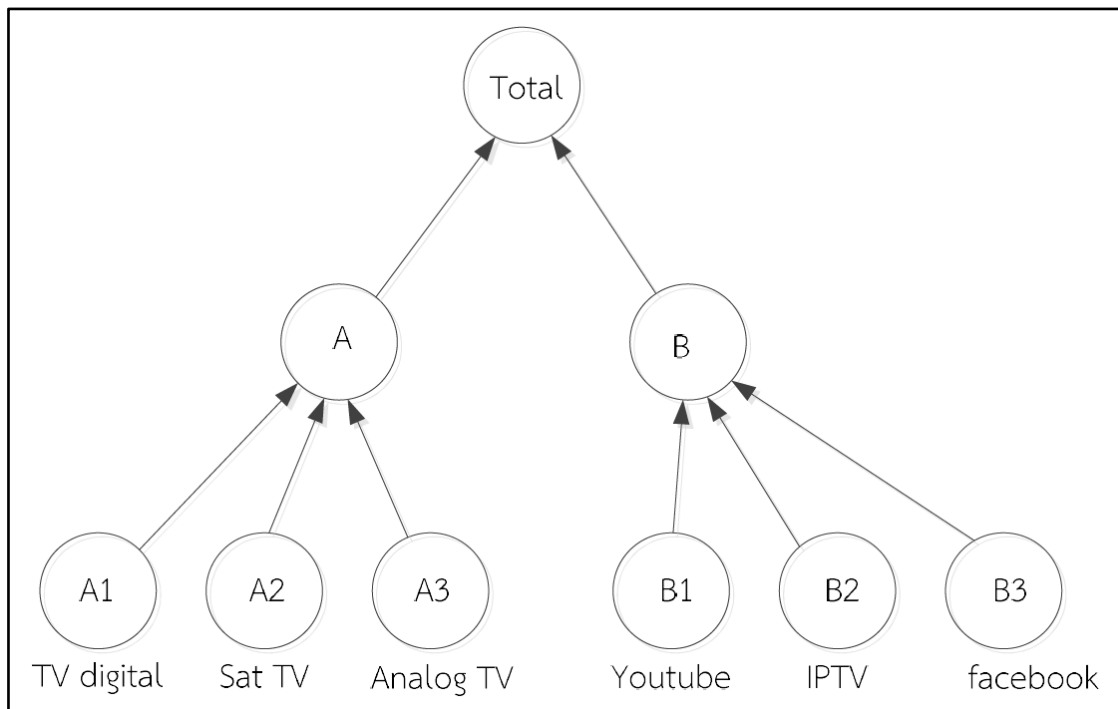
โดยขั้นตอนในการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ตามแผนภาพที่ 4.5 เป็นดังนี้

- 1) แบ่งกลุ่มการใช้งานตามนิยามที่กำหนด เช่น RATG และ SE
- 2) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ เช่น แบบสอบถาม และข้อมูลของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีการเปิดเผยต่อสาธารณะ
- 3) คำนวณความต้องการคลื่นตามลำดับชั้นของโครงสร้างและโหนด
- 4) กระจายปริมาณการใช้ข้อมูล (traffic) ให้กับโหนด RATG แต่ละชนิด
- 5) ปรับค่าความความต้องการแบนด์วิดท์ให้เหมาะสม
- 6) รวมค่าความต้องการแบนด์วิดท์ ณ เวลาที่ต้องการ

จากตัวอย่างการคำนวณพยากรณ์ความต้องการความถี่คลื่นในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่โดย ITU ดังกล่าวข้างต้น เราสามารถออกแบบโครงสร้างของการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคตของกิจการต่าง ๆ ได้ในลักษณะคล้ายกัน โดยทำการแยกกลุ่มของการใช้งานคลื่นตามข้อมูลที่ได้สำรวจ จากนั้นกำหนดลำดับชั้นของโครงสร้างการคำนวณและโหนดที่จำเป็น กระจายปริมาณการใช้ข้อมูลและคำนวณการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสม จากนั้นจึงสรุปรวมเป็นค่าความต้องการคลื่นความถี่ในอนาคต ณ เวลาที่สนใจ

ตัวอย่างเช่น ในการออกแบบโครงสร้างการคำนวณแบบ Bottom Up ถ้าเราต้องการประยุกต์ใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์แบบง่าย สามารถทำได้ดังแผนภาพที่ 4.6 โดยลำดับชั้น K มีค่าเท่ากับ 2 โดยชั้นที่ K = 2 คือชั้นล่างสุดประกอบไปด้วยโหนด 6 โหนด ได้แก่ กลุ่มที่ใช้คลื่นความถี่ได้แก่ ทีวีดิจิทัล ทีวีดาวเทียม ทีวีแอนะล็อก และกลุ่มที่ไม่ใช้คลื่นความถี่ ได้แก่ Youtube, IPTV และ facebook ในระดับ K = 2 จะเป็นการนำเข้าข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งได้แก่จำนวนผู้ชม จำนวนช่องสัญญาณ โหนด A ในระดับ K = 1 จะเป็นการประมวลผลทางสถิติซึ่งจะแสดงผลของความต้องการคลื่นว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไรเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โหนด B จะประมวลผลทางสถิติเพื่อแสดงความต้องการที่มีผลกระทบกับความต้องการใช้คลื่นเช่นเดียวกัน และในระดับ K = 0 จะเป็นการประมวลผลความต้องการคลื่นความถี่ในขั้นตอนสุดท้าย และปรับเปลี่ยนความต้องการนั้นเป็นช่วงความถี่ที่เหมาะสม

แผนภาพที่ 4.6 ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างการคำนวณแบบ bottom up สำหรับกิจการโทรศัพท์อย่างง่าย



จากแผนภาพที่ 4.6 กำหนดให้ความต้องการความถี่คลื่นที่ระดับ K=0 ของโหนด A1, A2 และ A3 คือ $y_{A1,t}$, $y_{A2,t}$ และ $y_{A3,t}$ ตามลำดับ เราสามารถหาค่าความต้องการความถี่คลื่นที่ระดับ K=1 ของโหนด A หรือ $y_{A,t}$ ได้ดังนี้

$$y_{A,t} = f_{A1}(y_{A1,t}) + f_{A2}(y_{A2,t}) + f_{A3}(y_{A3,t}) \quad (4)$$

โดยที่ $f_{A1}(\cdot), f_{A2}(\cdot)$ และ $f_{A3}(\cdot)$ คือ ฟังก์ชันปรับเปลี่ยน (adjustment function) ที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับแต่ละกลุ่มย่อยในแต่ละกลุ่มกิจการ เช่นเดียวกันกับโหนด B ก็จะได้สมการ

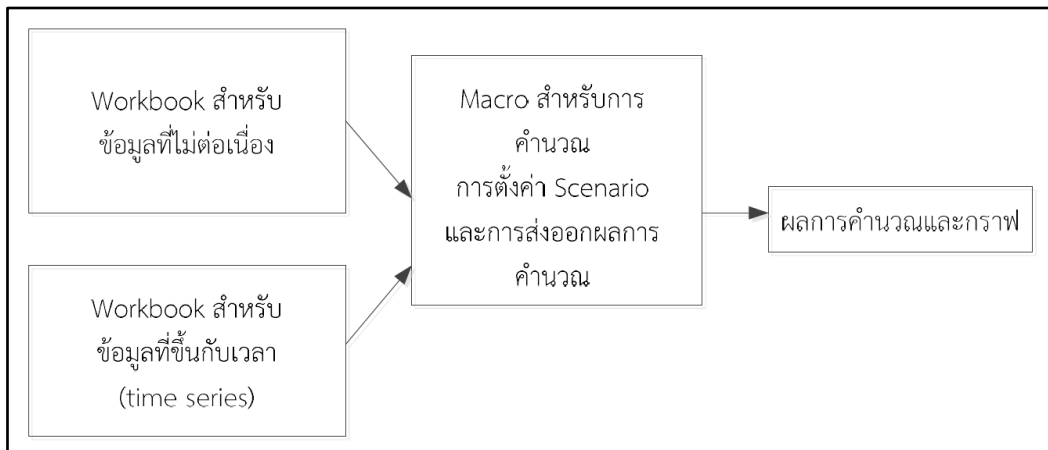
$$y_{B,t} = f_{B1}(y_{B1,t}) + f_{B2}(y_{B2,t}) + f_{B3}(y_{B3,t}) \quad (5)$$

และ ค่ารวมความต้องการความถี่คลื่นในระดับ $K=0$ คือ

$$y_t = f_A(y_{A,t}) + f_B(y_{B,t}) \quad (6)$$

โดยฟังก์ชันปรับเปลี่ยนระหว่างโหนด จะทำการปรับเปลี่ยนค่าข้อมูลนำเข้าที่เข้ามาให้เหมาะสมก่อน จะทำการรวมค่าความต้องการความถี่คลื่นเข้ากับค่าความต้องการจากโหนดอื่น ซึ่งฟังก์ชันดังกล่าวจะถูกออกแบบและเก็บไว้ในไฟล์ของ Microsoft Excel ดังแสดงในโครงสร้างของเครื่องมือในการคำนวณดังแสดงในแผนภาพที่ 4.7

แผนภาพที่ 4.7 โครงสร้างไฟล์ Microsoft Excel ที่ใช้ในการคำนวณความต้องการความถี่คลื่น



ในการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่ของแต่ละกิจการนั้น ที่ปรึกษาฯ ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ควบคู่กับโปรแกรม MATLAB โดยมีโครงสร้างไฟล์ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.7 โครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้จะประกอบไปด้วย workbook สำหรับเก็บข้อมูลสองส่วน คือ

- 1) ข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนสถานี สภาพทางภูมิศาสตร์ ช่วงความถี่ที่วางอยู่ ฉากทัศน์ที่เป็นไปได้ (Scenarios) ข้อสมมติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ
- 2) ข้อมูลที่ต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้บริการ จำนวนผู้ให้บริการรายปี

เมื่อนำเข้าข้อมูลในไฟล์ workbook จนครบถ้วนแล้วส่วนแผ่นงาน macro หรือ โปรแกรม MATLAB จะทำการคำนวณตามที่กำหนด โดยแต่ละกิจการจะมี macro หรือสูตรในการคำนวณที่แตกต่างกัน ทำการคำนวณตามที่ได้รับกำหนด และแสดงผลลัพธ์เป็นปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการ เช่น ความต้องการคลื่นความถี่ตามเวลา ย่านความถี่ที่เหมาะสมตามความต้องการขณะนั้น

4. การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยในกิจการต่าง ๆ

4.1 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1.1 บทนำ

ในการคำนวณเพื่อหาความต้องการคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น เราสามารถคำนวณหาได้โดยใช้วิธีการของ ITU ซึ่งสามารถใช้คำนวณหาความต้องการของความต้องการคลื่นความถี่ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งแบบปัจจุบัน (IMT2000) และแบบอนาคต (IMT 2020) ซึ่งเราสามารถอนุมานใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ 5G ได้ โดยการคำนวณของ ITU นั้น ได้มีการปรับปรุงวิธีการให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของ traffic ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการสื่อสารแบบ Speech-Oriented ไปสู่การสื่อสารแบบ Multimedia โดยในปัจจุบัน Traffic ที่เกิดจาก Internet Protocol (IP) ได้กลายเป็นตัวแปรหลักของการใช้คลื่นความถี่วิทยุในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ และจะเพิ่มความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ ในอนาคต

ในการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่วิทยุ (Bandwidth Requirement) ในอดีตที่ผ่านมา จะทำการแยกชนิดของสภาพแวดล้อมการใช้งาน (Environment) และชนิดของบริการ (Services) ออกจากกัน เพื่อนำความต้องการคลื่นสูงสุดในแต่ละสภาพแวดล้อมและแต่ละชนิดของบริการมารวมกัน แต่ในความเป็นจริงของสถานการณ์ในปัจจุบัน ชนิดของบริการหลายชนิดมีการทับซ้อนกัน (Interrelations) ทำให้การคำนวณความต้องการคลื่นความถี่อาจมากเกินไป การคำนวณคลื่นความถี่ในปัจจุบันของ ITU จึงต้องมีการวิเคราะห์และอนุญาตให้ชนิดของบริการบางชนิดสามารถมีความเกี่ยวเนื่องกันได้ นอกจากนี้ ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อความต้องการคลื่นความถี่ของกิจการ เช่น ความหนาแน่นของผู้ใช้และประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ ก็เป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการคำนวณเป็นอย่างมาก

การคำนวณโดยใช้วิธีการของ ITU นั้น จำเป็นต้องมีการนิยามความหมายของข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณดังนี้

a) **ชนิดของบริการ (Services)** โดยชนิดของบริการ หรือ Service Category (SC) สามารถจำแนกตาม Service Type (ST) และ Traffic Class (TC) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ชนิดของบริการการส่งข้อมูลในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

| Traffic class \ Service type | Conversation | Streaming | Interactive | Background |
|-----------------------------------|--------------|-----------|-------------|------------|
| Super-high multimedia | SC1 | SC6 | SC11 | SC16 |
| High multimedia | SC2 | SC7 | SC12 | SC17 |
| Medium multimedia | SC3 | SC8 | SC13 | SC18 |
| Low rate data and low multimedia | SC4 | SC9 | SC14 | SC19 |
| Very low rate data ⁽¹⁾ | SC5 | SC10 | SC15 | SC20 |

โดยในแต่ละ service type นั้นสามารถแยกย่อยได้ตามปริมาณการส่งข้อมูลดังนี้

| Service type | Peak bit rate |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Very low rate data | < 16 kbit/s |
| Low rate data and low multimedia | < 144 kbit/s |
| Medium multimedia | < 2 Mbit/s |
| High multimedia | < 30 Mbit/s |
| Super-high multimedia | 30 Mbit/s to 100 Mbit/s/1 Gbit/s |

b) สภาพแวดล้อมของบริการ (Service Environments -- SE) สามารถแยกได้ตามลักษณะสภาพแวดล้อมการใช้งาน และความหนาแน่นของผู้ใช้ในพื้นที่ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ชนิดของสภาพแวดล้อมการใช้งานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

| Service usage pattern | Teledensity | | |
|-----------------------|-------------|----------|-------|
| | Dense urban | Suburban | Rural |
| Home | SE1 | SE4 | SE6 |
| Office | SE2 | SE5 | |
| Public area | SE3 | | |

c) สภาพแวดล้อมของการใช้คลื่น (radio environment -- RE) มีการจำแนกได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สภาพแวดล้อมการใช้คลื่นของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

| RE | Teledensity | | |
|---------------------------|-------------|-----------|--------|
| | Dense urban | Sub-urban | Rural |
| Macro cell | 0.65 | 1.5 | 8.0 |
| Micro cell ⁽¹⁾ | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Pico cell ⁽¹⁾ | 1.6E-3 | 1.6E-3 | 1.6E-3 |
| Hot spot ⁽¹⁾ | 6.5E-5 | 6.5E-5 | 6.5E-5 |

* This example is not applicable to the scenario of large areas with low teledensity coverage.

⁽¹⁾ It is assumed that the cell size of these environments is not teledensity dependent.

d) เทคโนโลยีที่ใช้ในการเข้าถึงคลื่น (radio access technology group -- RATG) สามารถจำแนกได้โดยอ้างอิงแนวทางการจำแนกของ ITU ได้ดังนี้

1. RATG#1 คือ เทคโนโลยี pre-IMT และ IMT-2000
2. RATG#2 คือ เทคโนโลยี IMT-advanced หรือ IMT-2020
3. RATG#3 คือ radio LANS
4. RATG#4 คือ การกระจายภาพและเสียงแบบดิจิทัล

ซึ่งในกรณีศึกษาในรายงานฉบับนี้ จะทำการศึกษาเฉพาะความต้องการคลื่นของกลุ่ม RATG#1 และ RATG#2 เท่านั้น

4.1.2 วิธีการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

หลังจากจำแนกข้อมูลตามนิยามของ ITU แล้ว เราต้องทำการรวบรวมข้อมูลทางการตลาดต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อคำนวณหาปริมาณ Traffic ทั้งหมดที่ต้องการโดยบริการแต่ละชนิดตามลักษณะสภาพแวดล้อม แล้วจึงแบ่งปริมาณ Traffic กระจายลงสู่ RATG ทั้งหมด จากนั้นคำนวณปริมาณแถบคลื่นความถี่ที่ต้องการโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ของ RATG นั้น และทำการปรับค่าแถบคลื่นความถี่ตามความจำเป็น และทำการรวมค่าความถี่ทั้งหมดที่ต้องการใช้ โดยแผนภูมิในการคำนวณค่าความถี่ของ ITU สามารถสรุปได้ตามแผนภาพที่ 4-1 โดยในขั้นตอนที่ 1 หลังจากทำการนิยามข้อมูลต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการสำรวจข้อมูลจากภาคธุรกิจของการบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยอาจหาจากข้อมูลสถิติทั่วไป และรวบรวมจากแบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในขั้นตอนต่อไป คือการคำนวณหาปริมาณของ Traffic ที่แต่ละบริการต้องใช้ในแต่ละสภาพแวดล้อมและแต่ละช่วงเวลา ซึ่งในที่นี้ ควรจะเป็นปริมาณ Traffic ที่มีค่าสูง ในขั้นตอนที่ 4 เราทำการกระจายปริมาณ Traffic ลงไปใน RATG แต่ละชนิด และสภาพของ RE แต่ละชุด เพื่อจะได้ทำการคำนวณหาความต้องการแถบคลื่นวิทยุของแต่ละ RATG ในขั้นตอนสุดท้าย

ในขั้นตอนที่ 5 การคำนวณหาค่า System Capacity สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C_{\text{rat,p,ps}} = C_{\text{rat,p,ps,UL}} + C_{\text{rat,p,ps,DL}}, \quad (7)$$

$$C_{\text{rat,p,cs}} = C_{\text{rat,p,UL}} + C_{\text{rat,p,cd,DL}}$$

โดยที่ $C_{\text{rat,p,ps}}$ คือ System Capacity ของ RATG ใน Service Environment m และ Radio Environment p; ps และ cs คือ Packet Switching และ Circuit Switching ตามลำดับ; UL และ DL คือ Uplink และ Downlink ตามลำดับเช่นกัน โดยจากสมการที่ (7) เราสามารถหาค่าของ System Capacity ทั้งหมดได้จาก

$$C_{\text{rat,p}} = C_{\text{rat,p,ps}} + C_{\text{rat,p,cs}} \quad (8)$$

หลังจากได้ค่า System Capacity แล้วเราสามารถหาค่าความต้องการแถบคลื่นความถี่ได้โดยการใช้ค่าประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่เข้าช่วยดังสมการ

$$f_{\text{m, rat, p}} = \frac{C_{\text{m, rat, p}}}{\eta_{\text{m, rat, p}}} \quad (9)$$

โดยที่

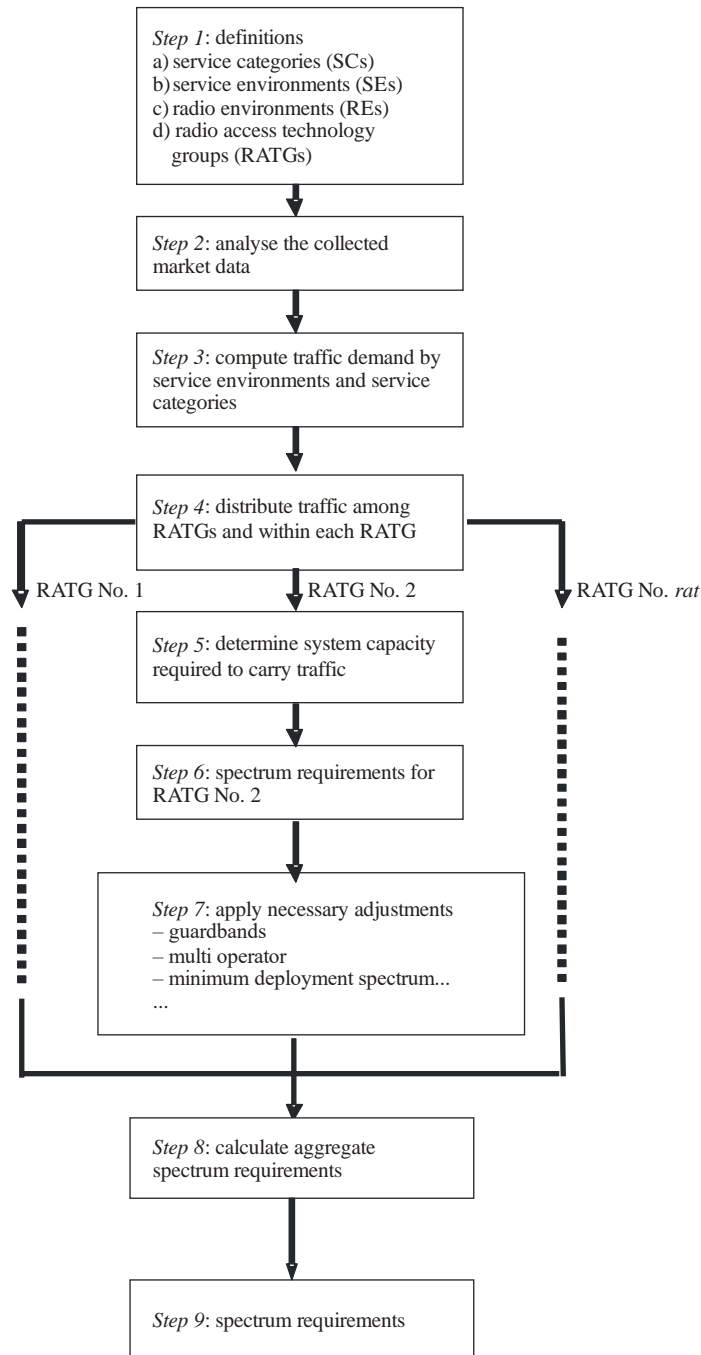
$f_{\text{m, rat, p}}$ คือ แถบความถี่คลื่นวิทยุที่ต้องการสำหรับสภาพแวดล้อมการใช้งานลำดับที่ m

$\eta_{\text{m, rat, p}}$ คือ ค่าประสิทธิภาพในการใช้คลื่นวิทยุของ RATG นั้นใน radio environment p

ดังนั้น $f_{\text{rat,p}}$ ก็คือ แถบความถี่คลื่นวิทยุที่ต้องการทั้งหมดในสภาพความหนาแน่นการใช้งานแบบเดียวกัน (Same Teledensity) เช่นเดียวกัน F_{rat} ก็คือ แถบความถี่ที่ต้องการทั้งหมดจากแต่ละ Radio Environment p รวมกัน หรือเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$F_{rat} = \sum_p \sum_m f_{m, rat, p} \tag{10}$$

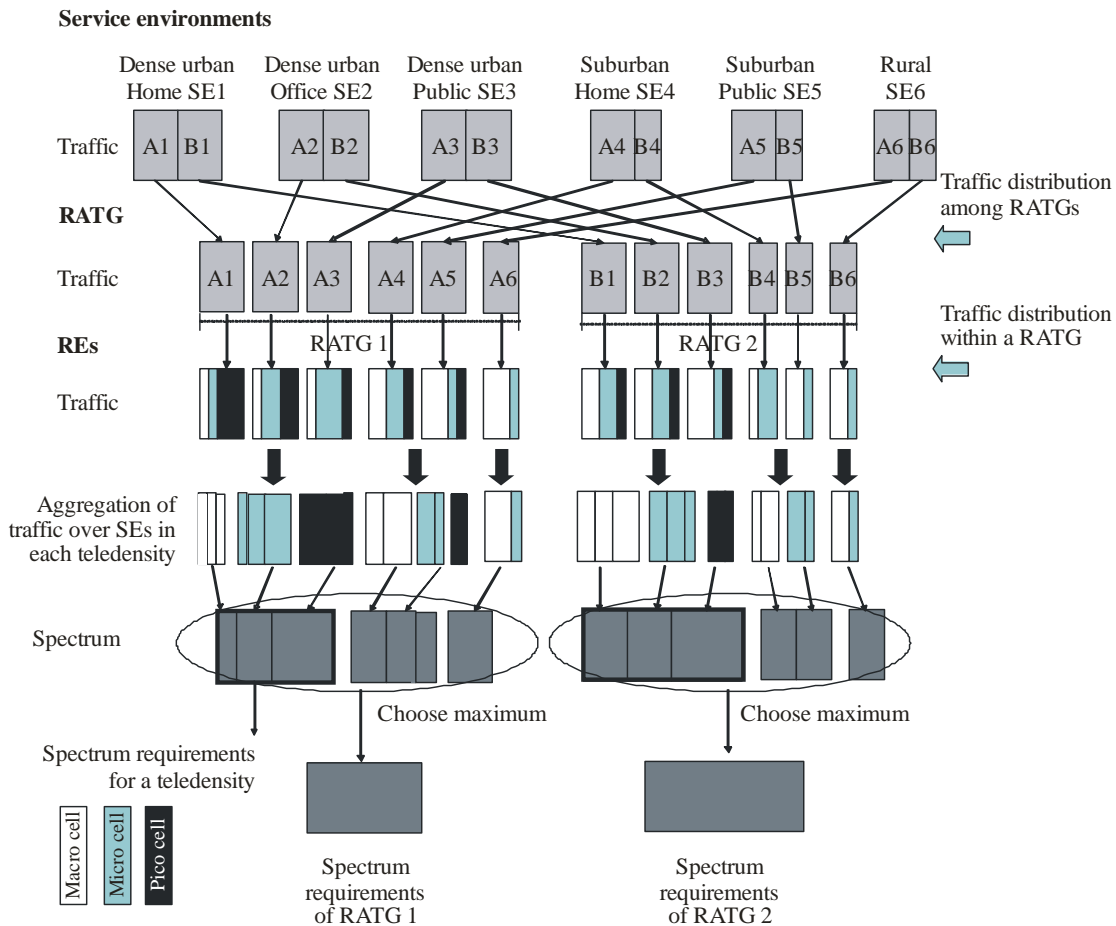
แผนภาพที่ 4.8 วิธีการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่ของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ ITU
(ภาพจาก M1768)



M.1768-01

ในการคำนวณแถบคลื่นความถี่สำหรับ RATG#1 และ RATG#2 โดยวิธีการของ ITU ดังกล่าวข้างต้นนั้นสามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังแผนภาพที่ 4.9 โดย A คือ การเข้าถึงคลื่นด้วยเทคโนโลยี RATG#1 และ B คือ การเข้าถึงเทคโนโลยีด้วย RATG#2

แผนภาพที่ 4.9 วิธีการคำนวณความต้องการคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ของ ITU



M.1768-02

ที่มา: International Telecommunication Union, Recommendation, ITU-R (Radiocommunication Sector of ITU), ITU-R M.1768-1, Methodology for calculation of spectrum requirements for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications, M Series: Mobile, radiodetermination, amateur and related satellite services, April 2013

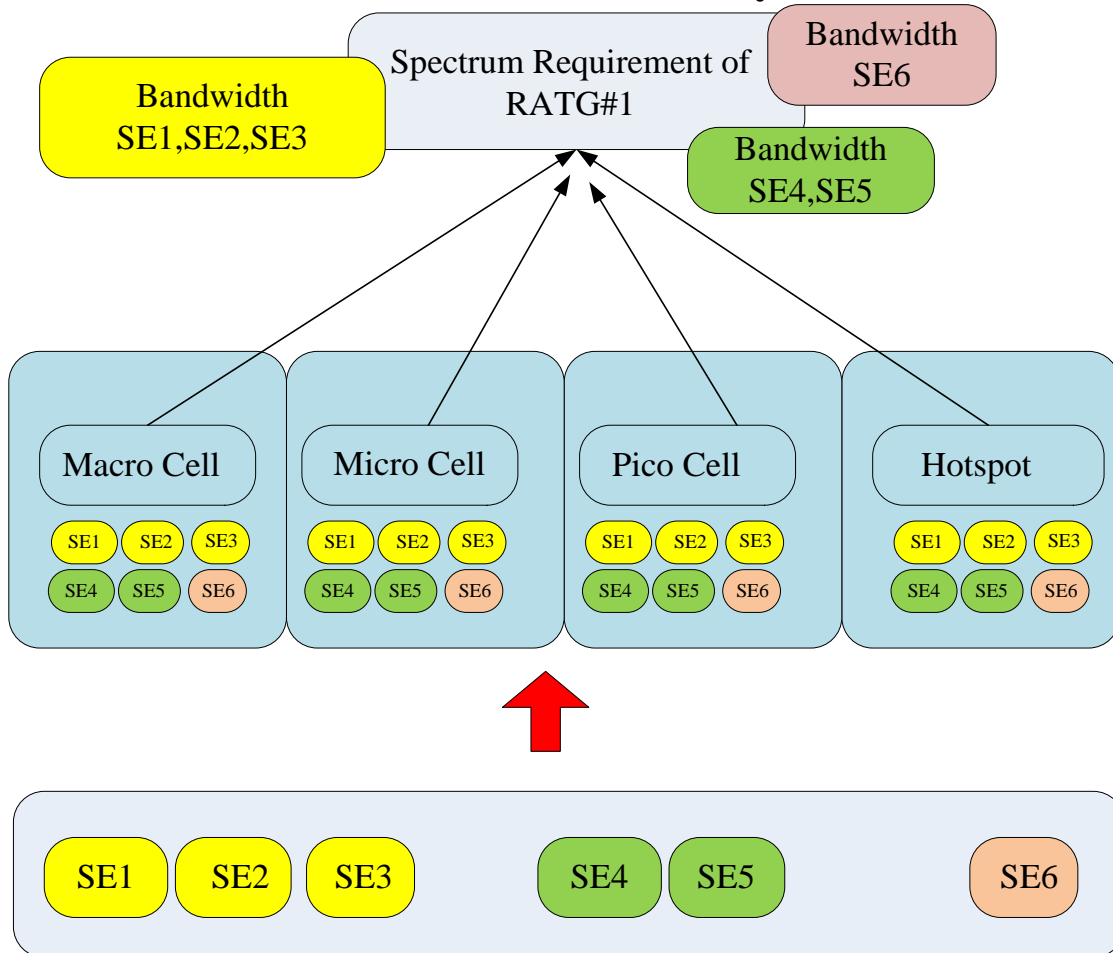
4.1.3 การคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่ด้วยวิธีการของ ITU ในลักษณะอนุกรมเวลา

ในการคาดการณ์ความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุในอนาคต เช่น ในระยะเวลา 10 ปี หรือ 20 ปี ข้างหน้า จำเป็นต้องใช้ข้อมูลในอนาคตประกอบในการคำนวณเช่นกัน เช่น ค่าของประสิทธิภาพการใช้คลื่นก็ต้องเป็นค่าประสิทธิภาพของระบบเน็ตเวิร์กสื่อสารนั้นในปีที่ต้องการทราบค่าความต้องการแถบคลื่นความถี่ เพื่อความสะดวกในการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่สำหรับในแต่ละปีที่เป็นเป้าหมายการศึกษา ที่ปรึกษา จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนลักษณะการคำนวณของ ITU ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล

นำเข้าต่าง ๆ ได้ง่าย และสามารถดำเนินการได้ด้วยโปรแกรมคำนวณพื้นฐาน หรือในลักษณะของแบบจำลอง Bottom Up

ดังนั้น เราสามารถปรับปรุงแนวทางการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่ให้อยู่ในรูปแบบของ Bottom Up Model ดังแผนภาพที่ 4.10

แผนภาพที่ 4.10 การคำนวณแถบความต้องการความถี่ของ ITU ในรูปแบบของแบบจำลอง Bottom Up



ในวิธีการคำนวณของ ITU นั้น ได้ทำการแบ่งสภาพแวดล้อมของการบริการออกเป็นสามกลุ่ม คือ 1) กลุ่มหนาแน่นมาก ได้แก่ SE1 ถึง SE3 2) กลุ่มหนาแน่นปานกลาง ได้แก่ SE4 ถึง SE5 และ 3) กลุ่มหนาแน่นน้อย คือ SE6 จากแผนภาพที่ 4.10 traffic ของแต่ละ SE ซึ่งจะแทนด้วยฟังก์ชัน $T_{SE,m}(t)$ ได้ถูกกระจายไปยัง radio environment แต่ละชนิดด้วยสัดส่วนที่แตกต่างกัน แทนด้วยฟังก์ชัน $ratio_{SE,m,p}(t)$ หลังจากทำการแยกสัดส่วนของ traffic ให้กับแต่ละ radio environment แล้ว ฟังก์ชัน $BW_{adjust,SE,m,p}(t)$ จะทำการปรับค่า system capacity ให้เป็นค่าแถบคลื่นความถี่ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มความหนาแน่นผู้ใช้นั้น ซึ่งในขั้นตอนสุดท้าย เราจะทำการเลือกแถบความถี่ที่ต้องการมากที่สุดจากทุก ๆ กลุ่มความหนาแน่นผู้ใช้ ซึ่งวิธีการคำนวณที่กล่าวมาสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$F_{\text{Rat,SE,1,2,3}}(t) = [T_{\text{SE,1}}(t) \quad T_{\text{SE,2}}(t) \quad T_{\text{SE,3}}(t)] \times \begin{bmatrix} \Gamma_{\text{SE1macro}}(t)BW_{\text{SE1macro}}(t) & \Gamma_{\text{SE1micro}}(t)BW_{\text{SE1micro}}(t) & \Gamma_{\text{SE1pico}}(t)BW_{\text{SE1pico}}(t) & \Gamma_{\text{SE1hotspot}}(t)BW_{\text{SE1hotspot}}(t) \\ \Gamma_{\text{SE2macro}}(t)BW_{\text{SE2macro}}(t) & \Gamma_{\text{SE2micro}}(t)BW_{\text{SE2micro}}(t) & \Gamma_{\text{SE2pico}}(t)BW_{\text{SE2pico}}(t) & \Gamma_{\text{SE2hotspot}}(t)BW_{\text{SE2hotspot}}(t) \\ \Gamma_{\text{SE3macro}}(t)BW_{\text{SE3macro}}(t) & \Gamma_{\text{SE3micro}}(t)BW_{\text{SE3micro}}(t) & \Gamma_{\text{SE3pico}}(t)BW_{\text{SE3pico}}(t) & \Gamma_{\text{SE3hotspot}}(t)BW_{\text{SE3hotspot}}(t) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$F_{\text{Rat,SE,4,5}}(t) = [T_{\text{SE,4}}(t) \quad T_{\text{SE,5}}(t)] \times \begin{bmatrix} \Gamma_{\text{SE4macro}}(t)BW_{\text{SE4macro}}(t) & \Gamma_{\text{SE4micro}}(t)BW_{\text{SE4micro}}(t) & \Gamma_{\text{SE4pico}}(t)BW_{\text{SE4pico}}(t) & \Gamma_{\text{SE4hotspot}}(t)BW_{\text{SE4hotspot}}(t) \\ \Gamma_{\text{SE5macro}}(t)BW_{\text{SE5macro}}(t) & \Gamma_{\text{SE5micro}}(t)BW_{\text{SE5micro}}(t) & \Gamma_{\text{SE5pico}}(t)BW_{\text{SE5pico}}(t) & \Gamma_{\text{SE5hotspot}}(t)BW_{\text{SE5hotspot}}(t) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$F_{\text{Rat,SE,6}}(t) = T_{\text{SE,6}}(t) \times [\Gamma_{\text{SE6macro}}(t)BW_{\text{SE6macro}}(t) \quad \Gamma_{\text{SE6micro}}(t)BW_{\text{SE6micro}}(t) \quad \Gamma_{\text{SE6pico}}(t)BW_{\text{SE6pico}}(t) \quad \Gamma_{\text{SE6hotspot}}(t)BW_{\text{SE6hotspot}}(t)] \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

สมการที่ (11) คือการคำนวณค่าความต้องการแถบคลื่นความถี่ทั้งหมดของ SE1, SE2 และ SE3 ณ เวลา t ใดๆ โดยการกระจายปริมาณ traffic ทั้งหมดลงใน radio environment ที่ต่างกัน เช่น macro cell หรือ pico cell จากนั้นทำการปรับแต่งค่าแถบความถี่ที่ต้องการแล้วจึงนำกลับมารวมกันอีกครั้ง เนื่องจากพื้นที่ในการเขียนสมการมีจำกัด จึงกำหนดให้

$$\text{ratio}_{\text{SE,m,p}}(t) = r_{\text{SE,m,p}}(t) \quad \text{และ} \quad \text{BW_adjust}_{\text{SE,m,p}}(t) = \text{BW}_{\text{SE,m,p}}(t)$$

ในทำนองเดียวกัน สมการที่ (12) ก็คือการคำนวณค่าแถบความถี่ทั้งหมดของ SE4, SE5 และสมการที่ (13) คือการคำนวณค่าแถบความถี่ทั้งหมดของ SE6 ในที่สุดแล้ว ค่าแถบความถี่ที่ต้องการโดย RATG#1 ตามแผนภาพที่ 4-3 สามารถหาได้จากสมการ

$$F_{\text{Ratg\#1}}(t) = \text{MAX} (F_{\text{Rat,SE,1,2,3}}(t), F_{\text{Rat,SE,4,5}}(t), F_{\text{Rat,SE,6}}(t)) \quad (14)$$

ในกรณีของ RATG#2 หรือ กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ IMT-Advanced ก็ยังสามารถใช้แผนภาพการคำนวณในลักษณะเดียวกันได้ และสามารถคำนวณหาค่าความต้องการแถบคลื่นความถี่ ณ เวลา t ใดๆ ได้เช่นเดียวกัน

$$F_{\text{Ratg\#2}}(t) = \text{MAX} (F_{\text{Rat,SE,1,2,3}}(t), F_{\text{Rat,SE,4,5}}(t), F_{\text{Rat,SE,6}}(t)) \quad (15)$$

จากนั้น ค่าความต้องการแถบคลื่นความถี่ ณ เวลา t ใดๆ ของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมด คือ

$$F(t) = F_{\text{Ratg\#1}} + F_{\text{Ratg\#2}} \quad (16)$$

4.1.4 ข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

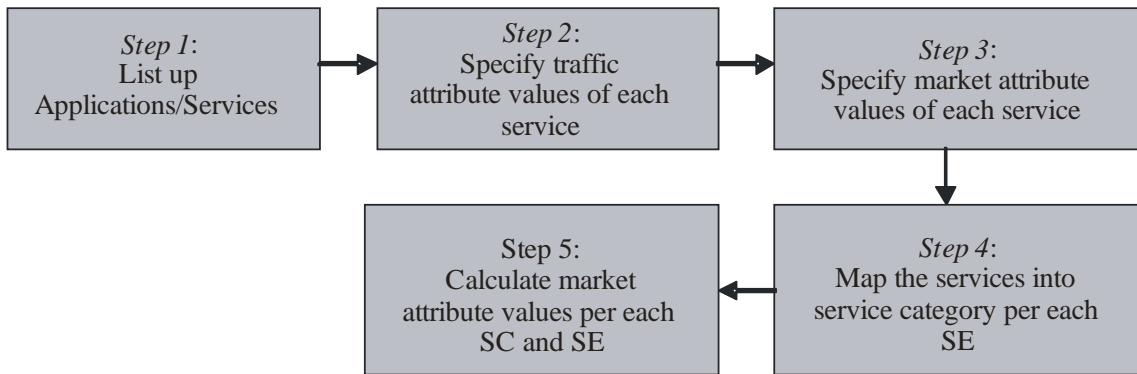
ข้อมูลนำเข้าต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ค่าที่ได้จากตลาดผู้ใช้บริการ (Market Related Parameters) และค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในเชิงเทคนิค (Technical Related Parameters) ซึ่งค่าของตลาดผู้ใช้บริการที่สำคัญอาจได้มาจากการสำรวจแบบสอบถาม หรือ จากการสัมภาษณ์ ซึ่งมีประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น

- ประเด็นที่เกี่ยวกับบริการต่าง ๆ ที่มีในปัจจุบัน
- ประเด็นที่เกี่ยวกับลักษณะของตลาดผู้ใช้บริการ เช่น พฤติกรรมของผู้บริโภค

- ประเด็นที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ Traffic
- ประเด็นที่เกี่ยวกับแนวโน้มเทคโนโลยีหรือบริการในอนาคต

ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.11 แสดงขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากตลาดผู้ใช้บริการ โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

แผนภาพที่ 4.11 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากตลาดผู้ใช้บริการ



M.1768-03

จากการคำนวณเฉพาะพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง SE1, SE2 และ SE3 สำหรับ RATG#1 และ RATG#2 เราสามารถใช้ข้อสมมติดังต่อไปนี้

- 1) จำกัดนิยามของ RATG#1 และ RATG#2 ตามความจำเป็นในการคำนวณความต้องการแบนด์วิดท์ โดยกำหนดให้ RATG#1 คือ เทคโนโลยีเดิม หรือ pre-IMT2020 ส่วน RATG#2 คือ เทคโนโลยี 5G หรือ IMT2020
- 2) ประสิทธิภาพของคลื่นความถี่เริ่มต้นอยู่ที่ 15 bps/Hz ในปี ค.ศ. 2020 (12 bps/Hz ในปี ค.ศ. 2019)
- 3) จากสมการที่ 3) และจากปริมาณแบนด์วิดท์ทั้งหมดที่ใช้ในปัจจุบัน ทำให้ได้ค่า System Capacity ตั้งต้นอยู่ที่ 5640 Mbps
- 4) อัตราการเพิ่มของ System Capacity ที่ต้องการอยู่ที่ ปีละ 30% และ System Capacity ของระบบ 5G จะต้องมีค่าเป็น 10-20 เท่าของระบบเดิม ในการคำนวณกำหนดให้เป็น 10 เท่าภายในระยะเวลา 3-5 ปี
- 5) ประสิทธิภาพของคลื่นเพิ่มขึ้นสองเท่าทุก 30 เดือน ตามกฎของ Cooper (แต่เพื่อให้เหมาะสมใช้อัตรา 1.6 เท่าตาม ACMA)
- 6) RATG#2 หรือ 5G จะทำการทดสอบเท่านั้นในระยะเวลาสามปี ก่อนให้บริการ
- 7) หลังจาก RATG#2 เริ่มให้บริการ Traffic Ratio จะเริ่มต้นที่ 10 % (อ้างอิง แนวทางการประมาณการของประเทศเกาหลี (Korean estimation))
- 8) RATG#2 หรือ 5G คิดคำนวณในช่วงคลื่นที่ต่ำกว่า 6 GHz เท่านั้น

4.1.5 ผลการคำนวณเพื่อหาความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยคำนึงถึงอัตราการเพิ่มประสิทธิภาพของคลื่นความถี่ตามกฎหมายของ Cooper สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz

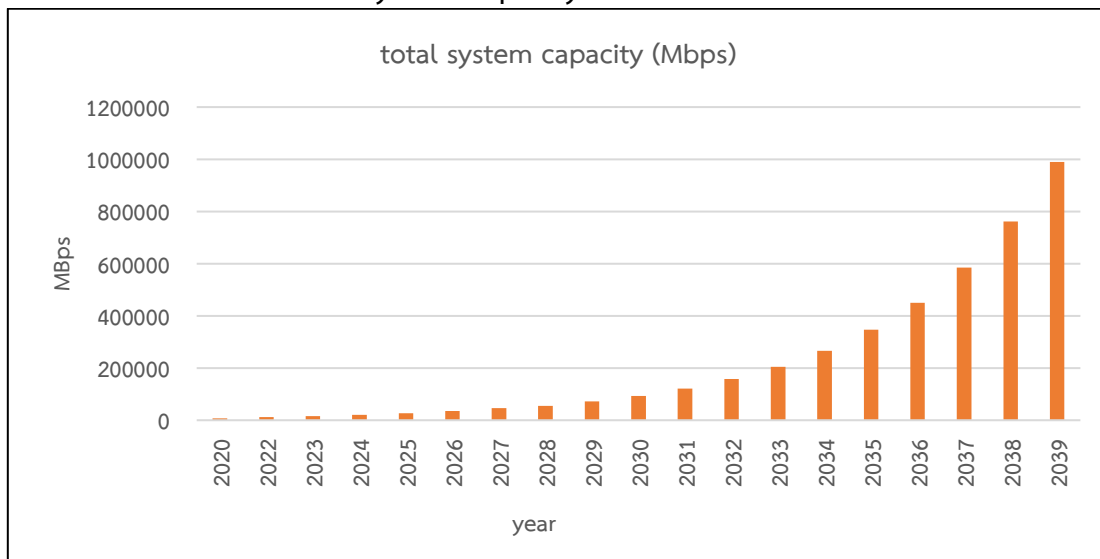
เมื่อทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ (initial setting) แล้ว ทำการคำนวณโดยใช้สมการ (1) ถึง (10) จะได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับ ช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz

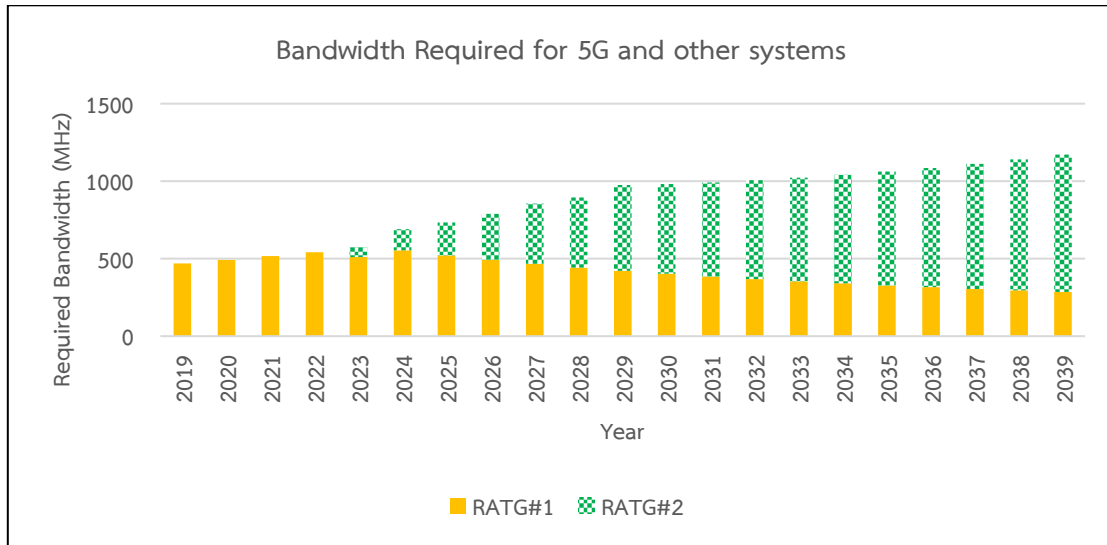
| year | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
|--------------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| total system capacity (Mbps) | 5640 | 7332 | 9531.6 | 12391.08 | 16108.4 | 20940.93 | 27223.2 | 35390.16 | 46007.21 | 55208.66 | 71771.25 | 93302.63 |
| RATG#1 bandwidth efficiency (bps/Hz) | 12 | 14.88 | 18.4512 | 22.87949 | 28.37057 | 30.2 | 32.1 | 34 | 35.9 | 37.8 | 39.7 | 41.6 |
| RATG#2 bandwidth efficiency (bps/Hz) | | | | | 25 | 31 | 38.44 | 47.6656 | 59.10534 | 73.29063 | 90.88038 | 112.6917 |
| RATG#1 required bandwidth (MHz) | 470 | 492.7419 | 516.5843 | 541.5803 | 511.0072 | 554.7265 | 521.8922 | 492.7277 | 466.6501 | 443.1942 | 421.9834 | 402.7101 |
| RATG#2 required bandwidth (MHz) | | | | | 64.43362 | 135.1027 | 212.46 | 296.987 | 389.1967 | 451.9704 | 552.8132 | 579.5623 |

เมื่อนำผลการคำนวณมาเขียนแผนภาพ จะได้แผนภาพของ system capacity ในระยะ 20 ปีดังแสดงในแผนภาพที่ 4.12 โดยจะเห็นว่าปริมาณของข้อมูล (bps) จะมีลักษณะก้าวกระโดดในช่วงที่ระบบใหม่ (5G) หรือ RATG#2 ถูกนำมาใช้ และเมื่อเขียนกราฟแห่งแสดงความต้องการแถบคลื่นความถี่ในแต่ละปีของระบบ RATG#1 (pre-IMT2020) และ RATG#2 (5G) จะได้ดังแผนภาพที่ 4.13

แผนภาพที่ 4.12 ปริมาณ system capacity ของแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปี



แผนภาพที่ 4.13 ปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปีช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz



ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าความต้องการของแถบคลื่นของ RATG#2 จะอยู่ในช่วงระหว่าง 400-600 MHz ช่วงคลื่นของ 5G ที่จะนำมาใช้จริง ซึ่งมีผลกับ bandwidth efficiency และปริมาณแถบคลื่นที่ใช้ได้จริง

4.1.6 ผลการคำนวณเพื่อหาความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพแบบคงที่สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz

ในการคำนวณความต้องการแบนด์วิดท์โดยปกติ โดยแยกการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเน็ตเวิร์คต่าง ๆ ที่อาจมีในภายหลัง และความสามารถในการส่งผ่านข้อมูลที่เพิ่มขึ้นออกไป ความซับซ้อนยุ่งยากในการคำนวณก็จะลดลง โดยมีข้อสมมติที่ใช้ในการคาดการณ์ดังต่อไปนี้

- 1) ประสิทธิภาพของการใช้คลื่นของระบบ pre-IMT2020 อยู่ที่ 2.5 bps/Hz
- 2) ประสิทธิภาพของการใช้คลื่นของระบบ IMT2020 เฉลี่ยอยู่ที่ 10 bps/Hz
- 3) System capacity ของระบบ IMT2020 หรือ 5G เป็น 100 เท่าของระบบ pre-IMT2020 หรือเท่ากับ 57500 Mbps (คำนวณจากกรณีของประเทศไทย)
- 4) ระบบ pre-IMT2020 และ IMT2020 ยังถูกใช้ร่วมกันอย่างน้อย 10 ปี

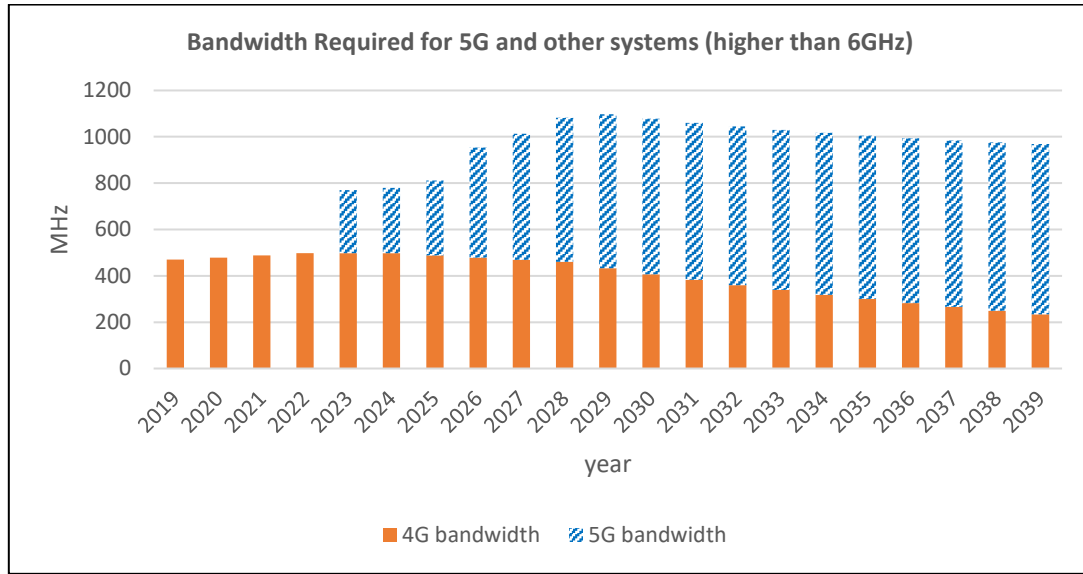
ผลการคำนวณสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.5 และสามารถเขียนแผนภาพได้ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.5 ความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz (MHz)

ในปี 2022-2039

| Year | 2022 | 2023 | 2024 | 2027 | 2030 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4G bandwidth | 497.9137 | 497.9137 | 497.9137 | 469.1952 | 442.1331 | 408.4627 | 400.4536 | 392.6016 | 384.9035 | 377.3564 | 369.9572 |
| 5G bandwidth | | 272.0419 | 281.4226 | 544.0984 | 777.2835 | 777.2835 | 777.2835 | 777.2835 | 777.2835 | 777.2835 | 777.2835 |

แผนภาพที่ 4.14 ปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละปีสำหรับช่วงความถี่ต่ำกว่า 6 GHz



ในกรณีการคำนวณความต้องการคลื่นโดยกำหนดให้ประสิทธิภาพของคลื่นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือคงตัว การเปลี่ยนแปลงของความต้องการคลื่นจะขึ้นกับขนาดของ System Capacity ที่ต้องการเมื่อเริ่มแรก โดยในช่วงที่เริ่มมีการนำระบบ 5G เข้ามาใช้ System Capacity บางส่วนก็จะถูกแบ่งมาจากระบบเดิมและเพิ่มสัดส่วนขึ้นเรื่อยๆ และ System Capacity ของระบบเดิมก็จะถูกลดลง แต่ก็จะไม่หมดไปจากระบบอันเนื่องมาจากอุปกรณ์หรือผู้ใช้เดิมที่ยังคงมีอยู่ในระบบ ซึ่งหากคำนึงถึงการใช้งานในอดีต ผู้ใช้และอุปกรณ์ในระบบเดิมจะยังคงอยู่เป็นระยะเวลานาน ซึ่งในกรณีของระบบ 4G คาดว่าระบบเดิมจะคงอยู่จนหมดอายุของสัมปทานการใช้คลื่น

4.1.7 การคำนวณเพื่อหาความต้องการแถบคลื่นความถี่วิทยุช่วงความถี่มากกว่า 6 GHz สำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ IMT2020 (5G)

ในการติดตั้งระบบ IMT2020 (5G) นั้นมีความต้องการใช้งานในช่วงความถี่ดังนี้ คือ

1) ช่วงความถี่คลื่นวิทยุ UHF หรือ เรียกโดยทั่วไปว่า low band ซึ่งหมายถึงช่วงความถี่ที่ต่ำกว่า 1GHz ลงมา คลื่นในช่วงนี้สามารถส่งถ่ายข้อมูลความเร็วสูงได้ในวงกว้าง แต่ก็ยังเหมาะสมสำหรับการส่งถ่ายข้อมูลความเร็วต่ำในช่วงแบนด์วิดท์แคบ

2) ช่วงความถี่ low SHF หรือ เรียกโดยทั่วไปว่า mid band ซึ่งหมายถึงช่วงความถี่ตั้งแต่ 1 GHz ถึง 6 GHz โดยในระบบ IMT2020 จะมุ่งไปที่ความถี่ 2.5 GHz และ 3.5 GHz เป็นหลัก

3) ช่วงความถี่ high SHF หรือ high band ซึ่งเริ่มตั้งแต่ความถี่ที่สูงกว่า 6 GHz เป็นต้นไป โดยระบบ IMT2020 (5G) จะมุ่งเป้าไปที่ความถี่ 28 GHz และ 39 GHz เป็นหลัก

สำหรับการคำนวณความถี่เบื้องต้นที่ต้องการใช้ในระดับต่ำกว่า 6 GHz สามารถคำนวณได้ตามที่แสดงไปแล้ว แต่ในการคำนวณความถี่ high band นั้น เราสามารถประยุกต์ใช้สูตรของ 3GPP ดังต่อไปนี้

$$\text{data bit rate (Mbps)} = 10^{-6} \cdot \sum_{j=1}^J \left(v_{\text{Layers}}^{(j)} \cdot Q_m^{(j)} \cdot f^{(j)} \cdot R_{\text{max}} \cdot \frac{N_{\text{PRB}}^{BW^{(j)},\mu} \cdot 12}{T_s^\mu} \cdot (1 - OH^{(j)}) \right) \quad (17)$$

โดยที่

J คือ จำนวนผู้ให้บริการ (Carriers) ในช่วงความถี่นั้นๆ หรือ ในช่วงความถี่ทั้งหมดรวมกัน

$$R_{\text{max}} = 948/1024$$

สำหรับ carrier ลำดับที่ j

$v_{\text{Layers}}^{(j)}$ คือ จำนวน layer สูงสุดที่ได้จากพารามิเตอร์ `maxNumberMIMO-LayersPDSCH` สำหรับ downlink โดยมีค่าตั้งแต่ 1-8 พารามิเตอร์ `maxNumberMIMO-LayersCB-PUSCH` และ `maxNumberMIMO-LayersNonCB-PUSCH` สำหรับ uplink โดยมีค่าตั้งแต่ 1-4

$Q_m^{(j)}$ คือ maximum supported modulation order ที่ได้จาก พารามิเตอร์ `supportedModulationOrderDL` สำหรับ downlink และ พารามิเตอร์ `supportedModulationOrderUL` สำหรับ uplink

$f^{(j)}$ คือ scaling factor ที่ได้จากพารามิเตอร์ `scalingFactor` มีค่าตั้งแต่ 1, 0.8, 0.75 และ 0.4

μ คือ ตัวแปรของ orthogonal frequency division modulation (OFDM) (as defined in TS 38.211) มีค่าเลือกได้ตามตาราง

| μ | $\Delta f = 2^\mu \cdot 15$ [kHz] | Cyclic prefix |
|-------|-----------------------------------|------------------|
| 0 | 15 | Normal |
| 1 | 30 | Normal |
| 2 | 60 | Normal, Extended |
| 3 | 120 | Normal |
| 4 | 240 | Normal |

$$T_s^\mu \text{ คือ OFDM symbol duration โดยที่ } T_s^\mu = \frac{10^{-3}}{14 \times 2^\mu}$$

$N_{\text{PRB}}^{BW^{(j)},\mu}$ คือ maximum resource block (RB) allocation ในช่วงแบนด์วิดท์ $BW_{(j)}$ โดยใช้ค่าคงที่ μ มีค่าโดยประมาณได้ด้วยสูตรดังนี้

$$N_{\text{PRB}}^{BW^{(j)},\mu} = \text{assign bandwidth (in MHz)} \cdot 0.78105 \text{ (ในกรณีค่าคงที่ } \mu=3)$$

$OH^{(j)}$ คือ ค่า overhead ดังต่อไปนี้

0.14, for frequency range FR1

0.18, for frequency range FR2

สมการที่ (17) ข้างต้น เป็นสมการสำหรับหาค่า bit rate ของระบบ 5G จากการใช้ข้อมูลของแบนด์วิดท์ที่มีลงไปในช่วงของสมการ แต่ในกรณีที่เราใส่ค่า bit rate ที่ต้องการลงทางซ้ายมือของสมการ ก็จะสามารถหาค่าของแบนด์วิดท์ที่จำเป็นในช่วงต่าง ๆ ได้ โดย J คือ จำนวนของช่วงแบนด์วิดท์ที่ใช้ทั้งหมด ในที่นี้ คือ $J = 2$ โดยแบ่งช่วงการใช้งานแบนด์วิดท์เป็นสองช่วง คือ ช่วงต่ำกว่า 6 GHz (Frequency Range 1 หรือ FR1) และ ช่วงสูงกว่า 6 GHz (Frequency Range 2 หรือ FR2) โดยทั้งสองช่วงความถี่ มีค่า μ ที่ต่างกัน คือ 60-120 kHz ในกรณีของ FR2 ($\mu = 2$ หรือ 3) และ ต่ำกว่า 60 kHz ในกรณีของ FR1 ($\mu = 0$ หรือ 1)

เช่น ในการคำนวณเพื่อหาขีดความสามารถ หรือ system capacity ที่เกิดจากการ allocate ช่วงคลื่น FR2 ปริมาณ 400 MHz ให้กับผู้ใช้บริการหนึ่งราย จะสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Data rate} = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 0.92578125 \cdot \frac{400 \cdot 0.78105 \cdot 12}{0.00000892857142857143} \cdot (1 - 0.18) = 1912 \text{ Mbps}$$

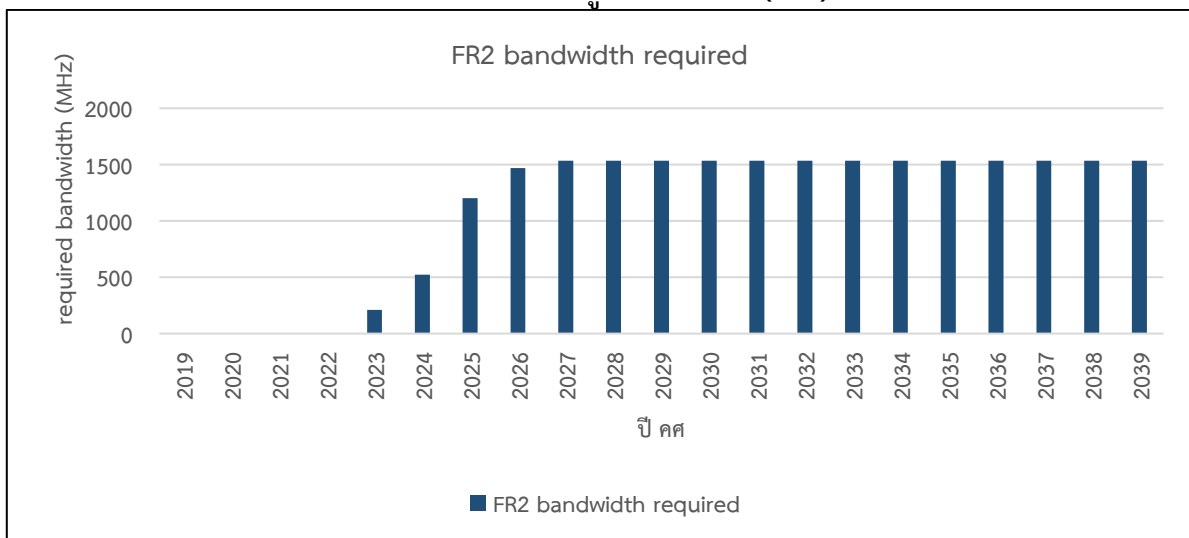
โดยที่ แทนค่า $v_{Layers}^{(j)} = 1$, $q_m^{(j)} = 6$, $r^{(j)} = 1$, $\mu = 3$

โดยปริมาณ system capacity ที่ได้รวมทั้งอัตรา UL และ DL ไว้เรียบร้อยแล้ว ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราต้องการหาค่าช่วงของแบนด์วิดท์ที่ต้องการในกรณีที่มีค่า Bit rate แล้ว ก็สามารถแก้สมการที่ (17) ได้ตามปกติ

เมื่อเราทำการกำหนดค่า bit rate ที่ต้องการให้ FR2 สามารถรองรับได้ลงไปแล้ว ก็สามารถทำการคำนวณหาค่าความต้องการแบนด์วิดท์ที่เป็นไปได้สำหรับ FR2 โดยมี assumption ที่จำเป็นดังนี้ คือ ภาระโหลดของ FR2 อยู่ที่ 10% ในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นจนถึง 90% ของ system capacity ในที่สุด ซึ่งหมายความว่าในบริเวณที่ FR2 สามารถเข้าถึงจะมีการใช้งานด้วยช่วงความถี่ FR2 มากกว่าช่วงความถี่ FR1

เมื่อทำการคำนวณหาค่าแบนด์วิดท์ของ FR2 ตามข้อสมมติที่กำหนด ปริมาณความต้องการแถบคลื่นความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่สูงกว่า 6 GHz สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 4.15

แผนภาพที่ 4.15 ปริมาณความต้องการแถบคลื่นโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับช่วงความถี่สูงกว่า 6 GHz (FR2)



ในการคำนวณสมการที่ (17) สามารถดำเนินการได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น MATLAB หรือ Excel โดยการใส่ข้อมูล bit rate ในทางด้านซ้ายของสมการ ก็จะสามารถคำนวณค่าของ $N_{PRB}^{BW(f),\mu}$ ได้ และทราบค่าของช่วงแบนด์วิดท์ที่ต้องการ ขณะที่ค่าคงที่หรือตัวแปรอื่น ๆ นั้น ให้ใช้ค่าต่ำสุดไปก่อนในช่วงแรกของการนำเทคโนโลยี 5G เข้ามาในระบบ และเมื่อเวลาผ่านไปก็สามารถเพิ่มค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งเป็นไปตามการเพิ่มประสิทธิภาพของคลื่นนั่นเอง โดยการใช้สมการที่ (17) ในการคำนวณหาความต้องการคลื่นความถี่จะสามารถเลือกเพิ่มประสิทธิภาพมากกว่าการเพิ่มปริมาณแบนด์วิดท์ในกรณีที่ความต้องการแบนด์วิดท์เกิน 400 MHz ต่อผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ จำนวนของโอเปอเรเตอร์ (ผู้ให้บริการ) ก็มีผลในการคำนวณด้วยเช่นกัน โดยจะเห็นได้ว่าหากหักค่า OH ในการคำนวณนั้น จะทำให้ผลการคำนวณได้ความต้องการแบนด์วิดท์อยู่ที่ 1500 MHz โดยประมาณ และจำนวนโอเปอเรเตอร์ถูกตั้งอยู่ที่ 3 ขณะที่ในกรณีที่มีการเพิ่มจำนวนโอเปอเรเตอร์เป็น 4 หรือ 5 ราย ค่าความต้องการคลื่นโดยรวมจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพื่อให้ได้ system capacity เท่าเดิม อันเนื่องมาจากการค่า OH ในสมการ (17) โดยค่าความต้องการคลื่นจะเพิ่มขึ้นจากเดิม 4.5% และ 7.2% ตามลำดับ

4.2 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการดาวเทียม

4.2.1 บทนำ

ในปัจจุบัน การเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ตสามารถทำได้ง่าย โดยอาจผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือผ่านเครือข่ายใยแก้วนำแสงก็ได้ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการสื่อสารได้หลากหลาย ทั้งการสื่อสารสองทาง การสื่อสารแบบออกอากาศกระจายข่าวสาร แต่อย่างไรก็ตามในหลาย ๆ สถานการณ์ อินเทอร์เน็ตยังมีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ให้บริการที่ยังไม่อาจเข้าถึง การสื่อสารดาวเทียมซึ่งโดดเด่นในด้านความครอบคลุม ยังคงมีความจำเป็นอยู่เสมอ ดังนั้นความต้องการการสื่อสารผ่านดาวเทียมแม้ว่าจะไม่เพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ แต่ด้วยเหตุผลข้างต้น ยังเป็นการสื่อสารที่มีความสำคัญและยังคงต้องมีอยู่เสมอ อีกทั้งต้องพัฒนา รูปแบบการให้บริการที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

ขอบเขตของกิจการนี้ครอบคลุมเฉพาะการใช้งานดาวเทียมในเชิงพาณิชย์เท่านั้น โดยไม่รวมการใช้งานเพื่อภารกิจการสำรวจและอื่น ๆ ในประเทศไทย เนื่องจากดาวเทียมในเชิงพาณิชย์มีมูลค่าตลาดสูง ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ดาวเทียมเพื่อภารกิจการสำรวจและอื่น ๆ เป็นกลุ่มกิจการที่ให้บริการสาธารณะ โดยมีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ ผู้ประกอบการที่ให้บริการการสื่อสารผ่านดาวเทียมในประเทศไทยมีเพียงหนึ่งราย คือบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ดังนั้นในการประมาณการความต้องการใช้คลื่นความถี่ จึงอาศัยข้อมูลทางเทคนิคของบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) เป็นหลัก

4.2.2 แนวคิดในการพยากรณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการดาวเทียม

แนวคิดในการพยากรณ์การใช้คลื่นความถี่วิทยุในส่วนของกิจการดาวเทียม อาศัยข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้ (หรือลดการใช้) เป็นค่านำหนักมาปรับเพิ่มลดจากปริมาณการใช้ในปัจจุบัน เพื่อพยากรณ์ความต้องการการใช้งานในอนาคต ดังนั้น การพยากรณ์จึงประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลปริมาณการใช้สเปกตรัมในปัจจุบัน

- ค่าในเชิงปริมาณของปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัมเพิ่ม
- ค่าในเชิงปริมาณของข้อมูลปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัมลดลง
- ค่าสัมประสิทธิ์ ความผันผวนของตัวแปรและข้อสมมุติฐานต่าง ๆ เพื่อการประมาณกรอบของความแม่นยำ
- วิธีการคำนวณจากค่าข้อมูลข้างต้น

โดยมีรายละเอียดของข้อมูลนำเข้าในการพยากรณ์ ดังนี้

I. ข้อมูลปริมาณการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบัน

ข้อมูลของการใช้คลื่นความถี่เป็นค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์ โดยหลักการแล้ว ข้อมูลนี้ควรนำมาจากฐานข้อมูลของ สำนักงาน กสทช. ที่ได้จัดสรรให้ อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริงอาจมีความคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่ สำนักงาน กสทช. จัดสรรให้ได้ เช่น อาจมีการได้รับจัดสรร แต่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์หรือมีการใช้งานจริงน้อย (Low Utilization) จึงควรมีการตรวจสอบจากการสำรวจจากผู้ได้รับการจัดสรรจริงอีกครั้ง ในกรณีนี้ จะต้องคำนึงถึง การใช้คลื่นความถี่ซ้ำ (Spectrum Re-use) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ใช้งาน เป็นปัจจัยหนึ่งอีกด้วย

II. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัมเพิ่ม

ตัวขับเคลื่อน (Drives) ที่มีผลต่อความต้องการใช้สเปกตรัมแยกออกได้เป็นสาเหตุสำคัญสองประการ ได้แก่

(ก) อัตราการเติบโตเชิงปริมาณและคุณภาพของภาคธุรกิจอุตสาหกรรม

การขยายตัวของโครงสร้างพื้นฐาน แม้ว่าจะไม่เป็นอุตสาหกรรมทางการสื่อสารโดยตรง แต่การขยายตัวของอุตสาหกรรมใด ๆ มักมีความเกี่ยวข้องกับความต้องการใช้สเปกตรัมในเชิงพาณิชย์ที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น ตัวชี้วัด อัตราการเติบโตทางอุตสาหกรรมหรือเศรษฐกิจ เช่น GDP ก็สามารถนำมาเป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ได้

(ข) การเกิดของนวัตกรรมและเทคโนโลยีชนิดใหม่ ๆ

นวัตกรรมในทศวรรษที่ 21 ตามการสังเกตแล้ว จะพบว่ามักรวมความสามารถในการเชื่อมต่อถึงกัน ความสามารถในการเชื่อมต่อนี้ บวกเป็นนัยว่าต้องการการสื่อสาร แล้วจะส่งผลให้มีความต้องการใช้สเปกตรัมที่เพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นการเกิดใหม่ของนวัตกรรมและเทคโนโลยีชนิดใหม่จึงเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างยิ่งทำให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัม

III. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัมลดลง

ในอีกมุมหนึ่ง ปัจจัยที่เป็นตัวเร่งให้เกิดความต้องการใช้สเปกตรัม ก็ส่งผลทำให้เกิดความต้องการที่ลดลงได้เช่นกัน กล่าวคือ

(ก) การพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ

โดยปกติแล้ว การพัฒนาทางวิทยาการเทคโนโลยีต่าง ๆ จะทำให้การใช้ทรัพยากรต่าง ๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในหลาย ๆ กรณีจึงมีการใช้งานที่มากขึ้น โดยมีการใช้สเปกตรัมที่น้อยลงได้ เช่น การนำระบบดิจิทัลมาแทนที่ระบบแอนะล็อกเดิม เป็นต้น

(ข) การพัฒนาทางเทคโนโลยีเป็นการเสนอทางเลือกใหม่

นอกจากนี้ การมีเทคโนโลยีทางเลือกที่เกิดขึ้น ก็สามารถเป็นปัจจัยที่ทำให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้งาน แล้วส่งผลต่อความต้องการการใช้สเปกตรัมได้ด้วยเช่นกัน เช่น เทคโนโลยี streaming ภาพและเสียงที่อาจทำให้ความต้องการรับชมรายการโทรทัศน์หรือวิทยุลดลง เป็นต้น

IV. การประมาณกรอบของความแม่นยำ

โดยปกติแล้ว ปัจจัยการลดหรือเพิ่มของความต้องการใช้แบนด์วิดท์มักมีข้อจำกัด หรือเป็นไปตามสมมติฐานต่าง ๆ สมมติฐานนี้เกี่ยวข้องกับนโยบาย เศรษฐกิจ สภาวะ/สถานการณ์ในอนาคต และเงื่อนไขอีกหลายประการ ซึ่งทั้งหมดนี้เปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และอาจไม่เป็นที่น่าพอใจระหว่างข้อมูลจากการสำรวจและจากการวิเคราะห์ ดังนั้น ในการพยากรณ์ จึงควรมีการทบทวน หรืออัปเดตเป็นระยะเพื่อให้การพยากรณ์เป็นไปได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

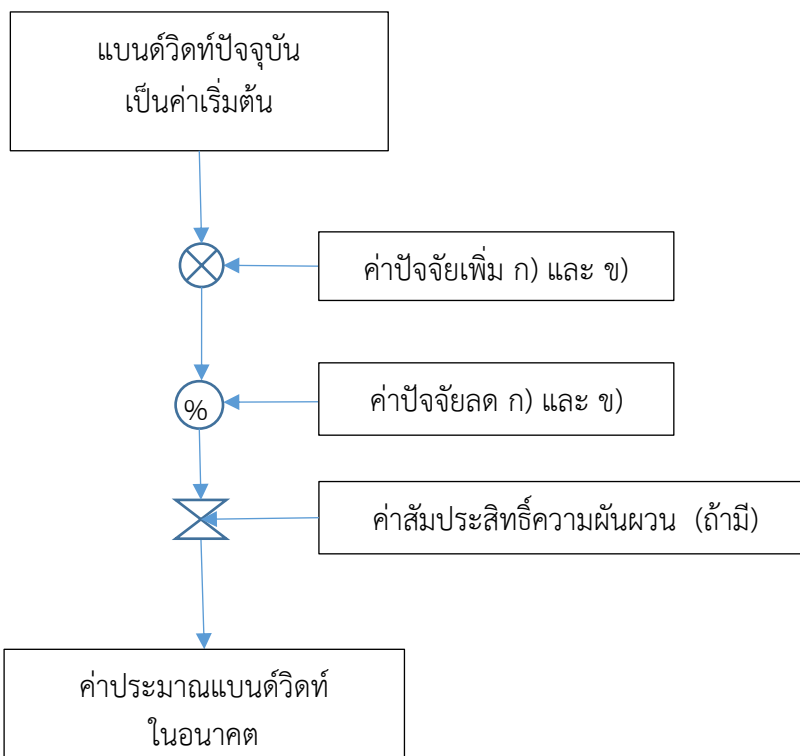
V. วิธีการคำนวณ

วิธีการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ตามแนวความคิดข้างต้น แสดงรายละเอียดทางเทคนิคในหัวข้อที่ 4.2.3

4.2.3 กรรมวิธีในการคำนวณ

ตามแนวคิดที่กล่าวในข้างต้น. เมื่อนำปัจจัยต่าง ๆ มาคิดรวมกัน การพยากรณ์ความต้องการใช้สเปกตรัม สามารถแสดงสรุปได้ดังแผนภาพที่ 4.16

แผนภาพที่ 4.16 การพยากรณ์แบนด์วิดท์ตามแนวคิดของปัจจัยการเพิ่มลด



หมายเหตุ. ในกรณีที่ข้อมูลบางอย่างขาดหายไปหรือไม่สามารถหาได้ จะใช้การประมาณการณ์ แล้วปิดไปเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความผันผวนแทน

จากรูปข้างต้น ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้แบนด์วิดท์จากปริมาณแบนด์วิดท์ที่ใช้ในปัจจุบัน แสดงในรูปสูตรการคำนวณได้ด้วยความสัมพันธ์

$$B_{out} = B_{in} * G / L * D = B_{in} * (G_1 * G_2) / (F * E) * D$$

โดยที่

- B_{out} เป็นแบนด์วิดท์ผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ในหน่วย MHz
- B_{in} เป็นแบนด์วิดท์เริ่มต้น (ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน) ในหน่วย MHz ของกิจการที่ต้องการประเมินความต้องการใช้แบนด์วิดท์
- G เป็นค่าปัจจัยเพิ่ม ซึ่งมาจากผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์จากอัตราการเติบโตของทราฟฟิก (Traffic growth) G_1 และค่าสัมประสิทธิ์จากปัจจัยจากการเกิดของเทคโนโลยีใหม่ G_2
- L เป็นค่าปัจจัยลด ซึ่งมาจากผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพจากการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น bps/Hz ที่มากขึ้น หรือ E และค่าสัมประสิทธิ์ประมาณเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีทางเลือกอื่น ๆ (Offload factor) F
- D (ถ้ามี) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของความผันผวน (Disruption) สุทธิ

ในการคำนวณนั้นมักจะแสดงการปรับปริมาณการใช้งานเป็นช่วง ๆ เวลา เช่นทุก ๆ ปี ดังนั้น สมการข้างต้นจึงปรับปีให้อยู่ในรูปอนุกรมตามเวลาของการปรับได้เป็น

$$B_{out}[n+1] = B_{in}[n] * G[n] / L[n] / D[n]$$

โดยที่

n และ $n+1$ เป็นช่วงเวลาปัจจุบันและช่วงเวลาถัดไปที่จะพยากรณ์ความต้องการใช้สเปกตรัมตามลำดับ

ทั้งนี้ ข้อมูลสำหรับกิจการดาวเทียมเพื่อการพยากรณ์ความต้องการใช้แบนด์วิดท์ข้างต้น จากแนวคิดในรายงานฉบับนี้เป็นดังต่อไปนี้

แหล่งข้อมูลจะถูกแยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ก) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจจัดเก็บข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องในกิจการในปัจจุบัน และ
- ข) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิจากการสืบค้นบนพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี

หากข้อมูลไม่ไปในทิศทางเดียวกัน ก็ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของสัมประสิทธิ์ความผันผวน เพื่อสร้างเป็นช่วงกรอบของผลลัพธ์ (Output Dynamic Range) ต่อไป

ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อสรุปจากแบบสำรวจ พบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ปัจจัยจากการเพิ่มประสิทธิภาพ High throughput satellite จะมีผลให้มีการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้น มากเป็นอันดับที่หนึ่ง และการให้บริการ Mobile Satellite มากเป็นอันดับสอง ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลสำรวจปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|--|---|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียม | | | | | |
| | 1. การพัฒนาระบบ Global Navigation Satellite System (GNSS) | 44.44 | 25.93 | 3.70 | 25.93 |
| | 2. การเพิ่มประสิทธิภาพของ High throughput satellite | 62.96 | 11.11 | 3.70 | 22.22 |
| | 3. การเพิ่มการให้บริการ Mobile Satellite | 51.85 | 22.22 | 3.70 | 22.22 |

ข้อมูลทฤษฎี

แหล่งข้อมูลทฤษฎี ซึ่งอยู่นอกเหนือจากการใช้แบบสำรวจ/สัมภาษณ์ ที่นำมาคำนวณความต้องการใช้แบนด์วิดท์ ได้แก่

- รายงานการถือครองแบนด์วิดท์สำหรับดาวเทียม อ้างอิงจาก เว็บไซต์ของบริษัทไทยคม จำกัด <https://www.thaicom.net>
 เพราะเป็นเจ้าของดาวเทียมเชิงพาณิชย์สัญชาติไทยเพียงผู้เดียวในขณะนี้ข้อมูลทางเทคนิค เช่น จำนวนทรานสปอนเดอร์ จะนำมาใช้เป็นข้อมูลปริมาณแบนด์วิดท์ตั้งต้น
- รายงานสถานะของอุตสาหกรรมดาวเทียม จะสรุปจาก Satellite Industry Association (SIA) Report 2017 <https://www.sia.org/wp-content/uploads/2017/07/SIA-SSIR-2017.pdf>
 ใช้ในการหาปัจจัยทางด้านบวกและลบ เช่น อัตราการเติบโตของดาวเทียมต่าง ๆ เป็นต้น
- รายงานแนวโน้มเทคโนโลยีและตลาดดาวเทียมปี 2016 จาก ITU <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/Documents/Events/2016/Sep-ISS2016/Presentation/>
 ข้อมูลทางการตลาดของ High Throughput Satellite ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การพยากรณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่

ในกรณีของดาวเทียม การพยากรณ์ความต้องการใช้คลื่นความถี่จะแยกเป็นสองกรณี ได้แก่ การให้บริการแบบเดิมซึ่งจะเน้นที่การออกอากาศกระจายสัญญาณ (Broadcasting) ในย่าน C และ Ku Bands และการให้บริการข้อมูลความเร็วสูง (High Throughput Service, HTS) ในย่าน Ka Band

I. การให้บริการออกอากาศผ่านดาวเทียม

ข้อมูลจำนวนทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมไทยคมที่ใช้ในการให้บริการแบบเดิม ไม่นับรวม IPStart ดังตารางที่ 4.7 เนื่องจากขนาดทรานสปอนเดอร์มีทั้ง 36 MHz และ 54 MHz การแสดงสรุปจะให้การเทียบเป็นจำนวนเทียบเท่าของ 36 MHz แทน

ตารางที่ 4.7 จำนวนทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมไทยคม 5-8 ในการบริการออกอากาศ

| Satellite | Band | Year | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|-------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Thaicom 4 | 8 KU Augment, 3 Ku Shaped, 7 KU | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 degree | 84 KU spot (171/115 MHz a beam) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Year 2005 | 10 Ka Band | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Thaicom 5 | C 36 | | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | | | | |
| 78.5 degree | Ku 36 | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | | | |
| Year 2006 | KU 54 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| Thaicom 6 | C 36 | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | | |
| 78.5 degree | Ku 36 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | |
| Year 2013 | KU 54 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| Thaicom 7 | C 36 | | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 120 degree | Ku 36 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Year 2014 | KU 54 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Thaicom 8 | C 36 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 78.5 degree | Ku 36 | | | | | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Year 2016 | KU 54 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | รวม 36 MHz | | 61 | 75 | 75 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 59 | 59 | 38 | 38 |

หมายเหตุ อายุการใช้งานดาวเทียมหลังต่ออายุเชื้อเพลิง กำหนดให้เป็น 20 ปี ในกรณีของการให้บริการแบบเดิม ในการประมาณการจะไม่นับรวมทรานสปอนเดอร์ของ IPStar

ในกรณีการบริการออกอากาศ การแปลงข้อมูลทศนิยมเพื่อเป็นค่าในการคำนวณด้านอุปสงค์ เป็นดังนี้ B_{in} ค่าตั้งต้น พิจารณาจากจำนวนทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมไทยคมทั้งหมดในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งสมมุติว่าใช้งานเต็มครบทุกทรานสปอนเดอร์ของดาวเทียมที่ใช้งานในปีนั้น ก่อนจะมีการนำดาวเทียมเข้าวงโคจรและเพิ่มจำนวนทรานสปอนเดอร์ในปี 2014

G อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมจากข้อมูล SIA ตั้งแต่ปี 2012 ถึง 2016 ลดลงจาก 18%, 10% 7%, 3% และ 2% ในปี 2016 หรือในอัตรา $18 \cdot \exp(-y/2) \%$ ต่อปี โดยที่ $y = (\text{ปีค.ศ.}-2012)$

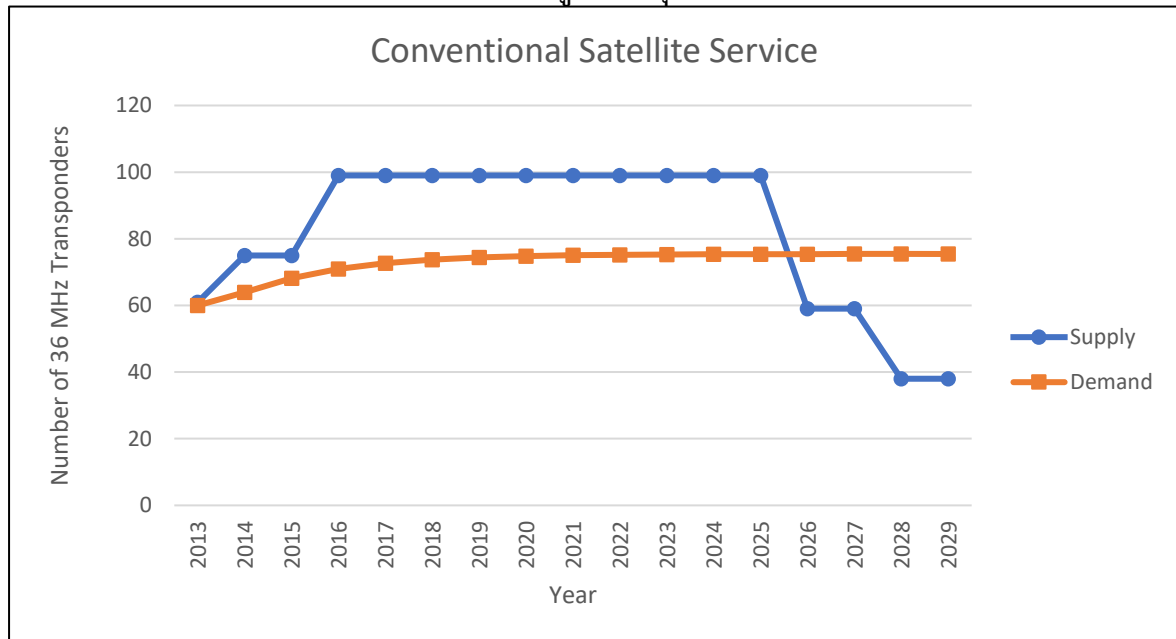
L เท่ากับ 1 เนื่องด้วยเป็นการสรุป แบบผนวกรวมสุทธิธรรมใน G อยู่แล้ว และ D เป็นการสิ้นอายุใช้งานของดาวเทียม

ผลการพยากรณ์สำหรับการบริการออกอากาศแสดงในตารางที่ 4.8 และแผนภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.8 การพยากรณ์จำนวนทรานสปอนเดอร์ขนาด 36 MHz ที่ต้องการในแต่ละปี

| | | Number of Transponders Forecasted for Conventional Satellite Service | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--|
| | Year | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | |
| Available Number of 36 MHz Equivalent Transponders | Supply | 61 | 75 | 75 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 59 | 59 | 38 | 38 | |
| Overall Growth Rate in % for conventional services | | 10.9 | 6.6 | 4.0 | 2.4 | 1.5 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| | Demand | 60.0 | 64.0 | 68.2 | 70.9 | 72.7 | 73.8 | 74.4 | 74.8 | 75.1 | 75.2 | 75.3 | 75.4 | 75.4 | 75.4 | 75.4 | 75.4 | | |
| + for oversupply and - for shortage | Margin | 1.0 | 11.0 | 6.8 | 28.1 | 26.3 | 25.2 | 24.6 | 24.2 | 23.9 | 23.8 | 23.7 | 23.6 | 23.6 | -16.4 | -16.4 | -37.4 | -37.4 | |

แผนภาพที่ 4.17 การพยากรณ์จำนวนทรานสพอนเดอร์ไทยคมที่ต้องการ กับจำนวนที่มีอยู่ตามอายุการใช้งาน



ที่มา: <https://www.globenewswire.com/news-release/2018/04/11/1468321/0/en/Satellite-Communications-Global-Market-to-Reach-Double-Digit-CAGR.html>

II. การให้บริการข้อมูลความเร็วสูง (High Throughput Satellite, HTS)

จากข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งได้จากการสำรวจความเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พบว่าส่วนใหญ่เห็นว่า High throughput satellite เป็นเทคโนโลยีที่จะก่อให้เกิดความต้องการใช้แบนด์วิดท์ที่มากขึ้น ในขณะที่ข้อมูลทุติยภูมิจากการสืบค้นพบว่าในประเทศอินโดนีเซียได้ระบุว่าจะเพิ่มขีดความสามารถเพิ่มขึ้นจาก 5 Gpbs ในปี ค.ศ. 2013 คาดว่าจะเปลี่ยนไปเป็น 50 Gpbs โดยประมาณ ในปีค.ศ. 2023 หรือ 10 เท่าใน 10 ปี ขณะที่รายงานวิจัยของ www.businesswire.com ให้ความเห็นว่าอัตราการเติบโตรายปีแบบทบต้น (Compound Annual Growth Rate, CAGR) อยู่ที่ 10%

นอกจากนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบข้อสังเกตว่าการใช้งาน HTS ในภูมิภาคที่อยู่ในเขตฝนจะหลีกเลี่ยง Ka Band ซึ่งมีการลดทอนสัญญาณของความถี่ในย่านนี้เนื่องจากปริมาณฝนที่สูงมาก อย่างไรก็ตาม Ka Band เป็นย่านความถี่ที่เหมาะสมกับการทำ Spot Beam ซึ่งจะทำให้มีการใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency Reuse) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางความเร็วในการรับส่งได้ง่าย สำหรับประเทศไทยดาวเทียมไทยคม 4 (IPStar*) ซึ่งเป็นดาวเทียม HTS ดวงแรก ที่ได้นำขึ้นสู่วงโคจรตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 และได้ให้บริการ High Throughput (100 Ku-band and 10 Ka-band Transponders) กำลังจะถูกทดแทนด้วยดาวเทียม ThaiCom9* (TCStar) ซึ่งมี Ka band เป็นหลัก ในปี ค.ศ. 2019¹¹

ข้อสังเกตอื่น ๆ เป็นดังนี้ ลักษณะการให้บริการของ HTS โดยทั่วไปแล้ว จะเหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะเจาะจงพิเศษ ในลักษณะที่ไม่สามารถเข้าถึงโครงข่ายข้อมูลพื้นฐานปกติได้ หรือใช้เป็นเป็นเครือข่ายสำรอง เช่น การใช้งานบนเครื่องบิน (In-flight Connectivity) การเสริมหรือสำรองการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Backhaul) หรือจากทางทะเลหรือพื้นที่ห่างไกล (Marine and Remote Areas) เป็นต้น แม้ว่ากา

¹¹ ที่มา: https://space.skyrocket.de/doc_sdat/tcstar-1.htm

อัตราการเติบโตของ HTS อาจคิดจากความต้องการรับส่งข้อมูลของผู้ใช้ที่อยู่ภายในเครือข่ายโครงสร้างโทรคมนาคมพื้นฐานโดยตรงไม่ได้ ตามธรรมชาติของกลุ่มเป้าหมาย แต่อย่างไรก็ตาม การบริการ HTS ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการเป็นเครือข่ายสำรองที่จำเป็นต้องมี ดังนั้นความต้องการ HTS จะเพิ่มตามสัดส่วนของความต้องการใช้งานข้อมูลของเครือข่ายข้อมูลพื้นฐานปกติเสมอ และจะเพิ่มมากขึ้นจากการบริการทางข้อมูลรูปแบบใหม่ ๆ อีกด้วยเช่นกัน

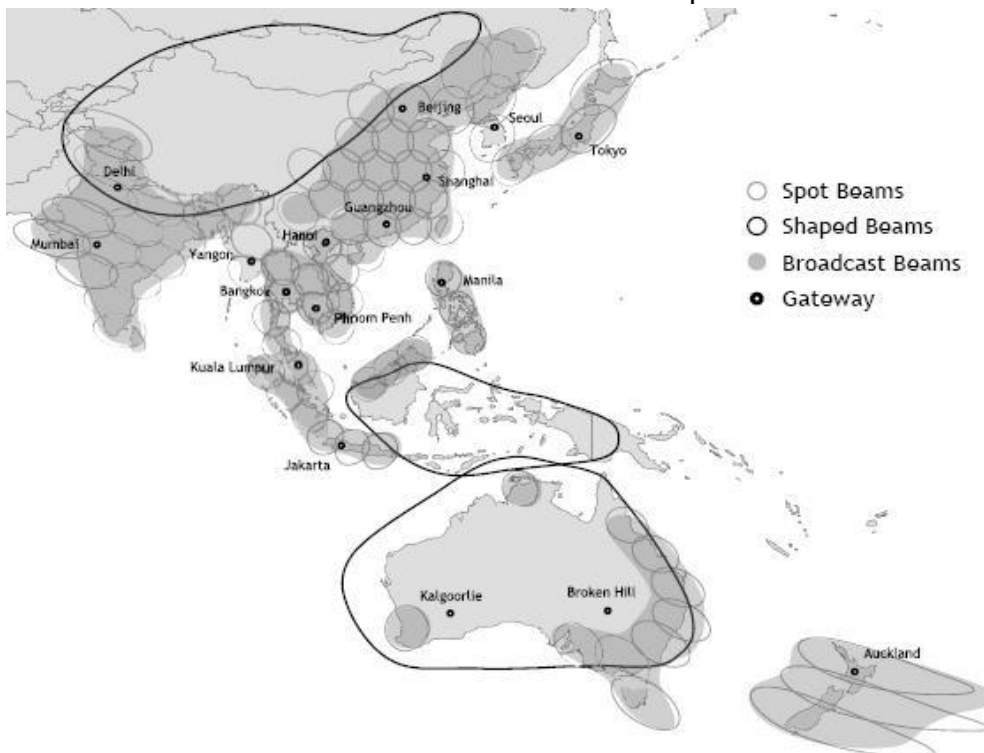
การประมาณอุปสงค์ของการใช้งาน HTS จากข้อสังเกต อยู่บนสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- ดาวเทียม IPStar ซึ่งมีจำนวนทรานสปอนเดอร์แบบ Ku band spot beam สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับดาวเทียม จำนวน 84 หน่วย และ Ka band spot beam 10 หน่วย สำหรับการเชื่อมต่อจากดาวเทียมไปเกตเวย์ ในการประมาณการนี้ไม่รวม shaped beam ซึ่งปกติจะครอบคลุมพื้นที่ที่ประชากรไม่หนาแน่นและปริมาณการรับส่งข้อมูลน้อย
- มีการใช้งานระบบเต็มทีในปี ค.ศ. 2020 ก่อนการนำ TCStar เข้าสู่วงโคจร
- ระบบมีความจุในการรับส่งข้อมูล (System Capacity) เท่ากับ 40 Gbps
- IPStar ได้รับการยืดอายุการใช้งานจนถึงปี ค.ศ. 2025

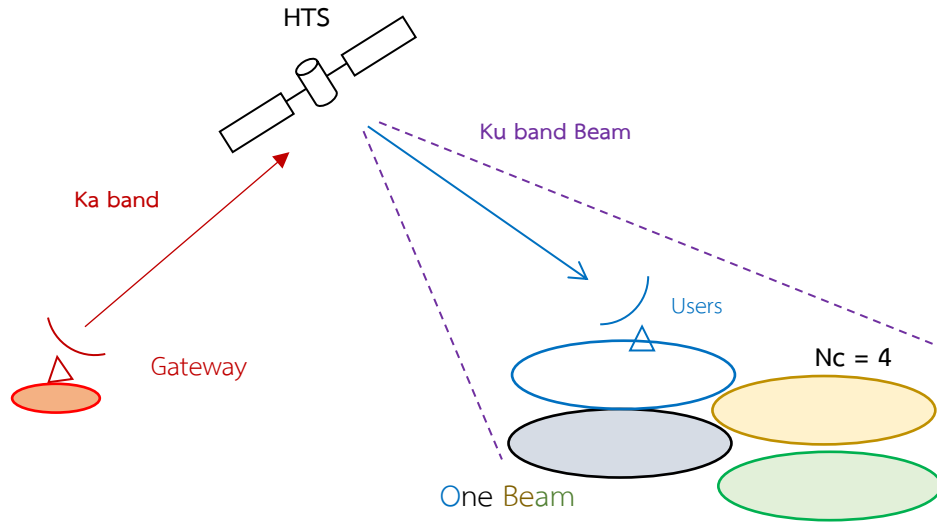
ผลการประมาณการอุปสงค์ อัตราความต้องการใช้ High Throughput Satellite จำลองบนฉากทัศน์จาก 2 ฉากทัศน์ ได้แก่

- ฉากทัศน์ที่ 1 อัตราการเติบโต ที่เพิ่มขึ้น 10 เท่าใน 10 ปี หรือเท่ากับ $10^{(y-2013)/10}$ เมื่อเทียบกับปี 2013 ตามรายงานของประเทศอินโดนีเซีย และ
- ฉากทัศน์ที่ 2 อัตราการเติบโต ที่ CAGR เท่ากับ 10% สำหรับทั่วโลก

แผนภาพที่ 4.18 IPStar Footprint



แผนภาพที่ 4.19 IPStar Architecture

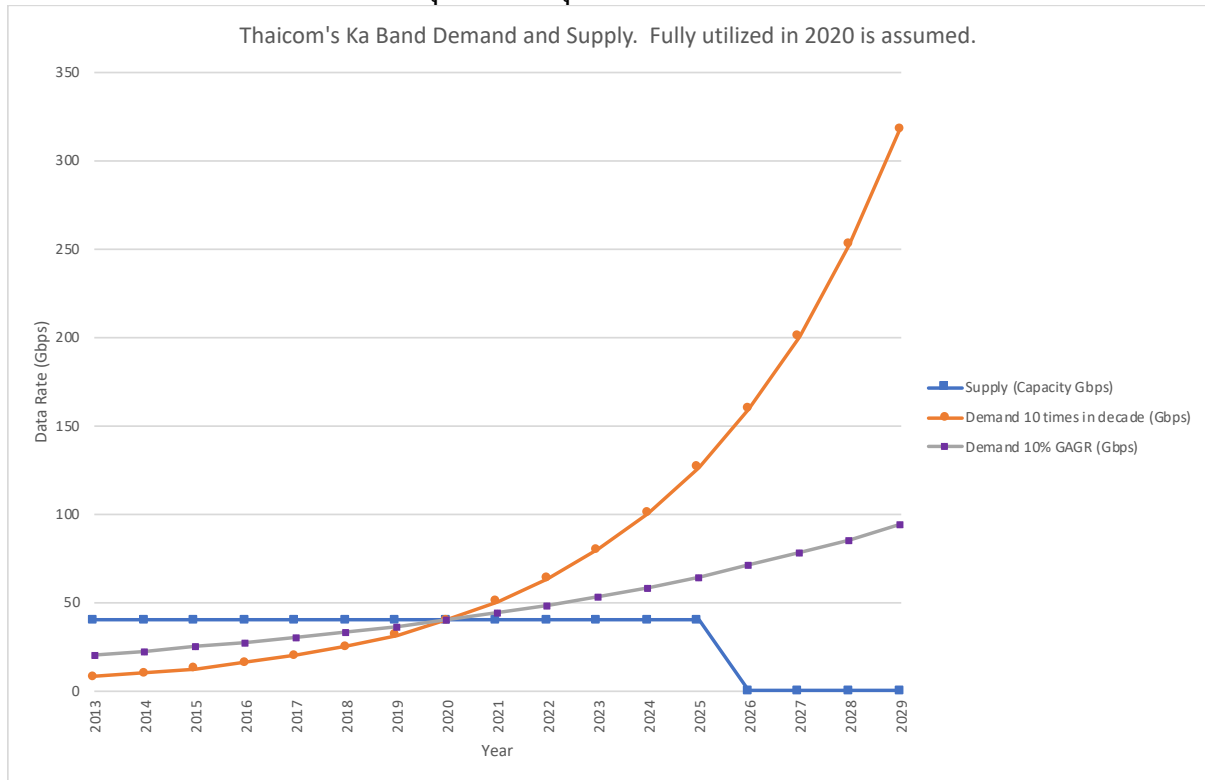


ผลการประมาณความต้องการใช้ HTS ของทั้งสองฉลากทัศน์ แสดงในตารางที่ 4.9 โดยสมมติว่ายังไม่มี การนำ TCStar เข้าสู่วงโคจร แต่มีการต่ออายุการใช้งานดาวเทียม iPstar ออกไปได้ถึงปี ค.ศ. 2025 ขณะที่ แผนภาพที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบอุปสงค์และอุปทานในเชิงแผนภาพเปรียบเทียบกับเวลา

ตารางที่ 4.9 การพยากรณ์อุปสงค์ Ka Band ทรานสปอนเดอร์และอุปทานที่มี โดยยังไม่คิดว่ามี Thaicom9 แต่มีการยืดอายุการใช้งานดาวเทียมไทยคม 4

| Demand Forecasted for High Throughput Satellites % of Utilization 40 Gbps supported | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | Year | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
| | Number of Ka-band spot beams | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Number of Ku spot beams | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Supply (Capacity Gbps) | Rsource Supply (Gbps) | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Scenario I: 10 times in 10 years (Gbps) | Gain with respect to 2013 at a rate of 10 times in 10 years | 1.0 | 1.3 | 1.6 | 2.0 | 2.5 | 3.2 | 4.0 | 5.0 | 6.3 | 7.9 | 10.0 | 12.6 | 15.8 | 20.0 | 25.1 | 31.6 | 39.8 |
| Demand 10 times in decade (Gbps) | assumed fully utilized in 2020 (Gbps) | 8.0 | 10.0 | 12.6 | 15.9 | 20.0 | 25.2 | 31.8 | 40.0 | 50.4 | 63.4 | 79.8 | 100.5 | 126.5 | 159.2 | 200.5 | 252.4 | 317.7 |
| Margin | + for oversupply and - for shortage | 32.0 | 30.0 | 27.4 | 24.1 | 20.0 | 14.8 | 8.2 | 0.0 | -10.4 | -23.4 | -39.8 | -60.5 | -86.5 | -159.2 | -200.5 | -252.4 | -317.7 |
| Scenario II: World 10% CAGR (Gbps) | CAGR 10% | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| Demand 10% GAGR (Gbps) | fully utilized in 2020 assumed (Gbps) | 20.5 | 22.6 | 24.8 | 27.3 | 30.1 | 33.1 | 36.4 | 40.0 | 44.0 | 48.4 | 53.2 | 58.6 | 64.4 | 70.9 | 77.9 | 85.7 | 94.3 |
| Margin | + for oversupply and - for shortage | -10.5 | -12.6 | -14.8 | -17.3 | -20.1 | -23.1 | -26.4 | -30.0 | -34.0 | -38.4 | -43.2 | -48.6 | -54.4 | -70.9 | -77.9 | -85.7 | -94.3 |

แผนภาพที่ 4.20 อุปสงค์และอุปทานของ Ka Band สำหรับประเทศไทย



จะเห็นได้ว่าความต้องการใช้บริการ HTS อาจมากถึง 300 Gps ในปี 2029 เมื่อมีอัตราการเติบโต 10 เท่าใน 10 ปี หรืออย่างน้อยก็ 100 Gbps เมื่ออัตราการเติบโตที่ 10%

ความสัมพันธ์ระหว่างความจุ และแบนด์วิดท์เป็นดังนี้

$$C = E \cdot NB \cdot BW / NC$$

โดยที่ C เป็น ความจุของทั้งระบบ (Capacity) ในหน่วย bps

E เป็น ประสิทธิภาพการใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth Efficiency) ในหน่วย bps/Hz สำหรับมาตรฐาน DVB-S2 จะได้ประมาณ 1.5 bps/Hz

NB เป็น จำนวนบีม Beam ในระบบ หรือจำนวนครั้งในการใช้ความถี่ซ้ำ (Frequency Reuse) เช่น 64 สำหรับ KU-band ของ IPStar

BW เป็น แบนด์วิดท์ที่ดาวเทียมมีอยู่ในหน่วย Hz

NC เป็น จำนวนกลุ่มความถี่ย่อยในบีม ปรกติจะแยกความถี่เป็น 4 กลุ่มสี NC = 4 คล้าย ๆ กับระบบ Cellular

โดยการประมาณการกลับแล้ว IPStar จะมีแบนด์วิดท์เท่ากับ

$$BW = 40 \text{ Gbps} / (1.5 \text{ bps/Hz}) / 84 \text{ Beams} * 4 \text{ colors} = 1,270 \text{ MHz.}$$

เมื่อมีความหนาแน่นของการรับส่งข้อมูลต่อพื้นที่มากขึ้น ความต้องการโดยรวมของระบบจะเพิ่มขึ้นด้วย แนวทางการเพิ่มความจุของระบบ (Supply) เพื่อรองรับความต้องการ (Demand) มีหลายแนวทางแต่จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

- (ก) เพิ่มแบนด์วิดท์ในแต่ละบีม ในกรณีนี้ ต้องเพิ่มเกือบ 10 เท่า
- (ข) เพิ่มประสิทธิภาพ เช่น จาก DVB-S2 ไป DVB-S2X ที่ใหม่กว่าจะได้เพิ่มเป็น 4.5 bps/Hz โดยประมาณ
- (ค) เพิ่มจำนวนบีม ในกรณีของ Geostationary พื้นที่ของบีมจะกำหนดโดย 3-dB spot beamwidth ของสายอากาศ เช่น Kuband เท่ากับ 1 องศา ทำให้ footprint ประมาณ 1000 km ส่วน ka-band จะเท่ากับ 0.5 องศา หรือประมาณ ดังนั้น หากเปลี่ยนจาก Ku-band ไปเป็น Ka band จะทำให้ได้ความจุเพิ่มขึ้นประมาณ 4 เท่า
- (ง) ลด NC จาก 4 เป็น 3 ในทางปฏิบัติอาจมีปัญหาด้านการรบกวน
- (จ) ใช้ดาวเทียม LEO/MEO แทน GEO เพื่อลดขนาด footprint ของ Ku หรือ Ka band จะทำให้ Frequency Reuse ได้มากกว่าขึ้นบนพื้นที่บนโลกที่ตารางกิโลเมตรเท่ากัน

ตัวอย่างการประมาณความเพียงพอของระบบ

ในตัวอย่างนี้ เป้าหมายคือให้ระบบรองรับ 300 Gbps โดยใช้ฐานของดาวเทียม IPStar ในปัจจุบัน ซึ่งสมมติให้ มีความจุ 40 Gbps และใช้แบนด์วิดท์ในย่าน Ku-band จำนวน 1270 MHz เป็นค่าตั้งต้น ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ เป็นดังแสดงในบรรทัดแรกของตารางที่ 4.10

ทำการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์เพื่อให้ผลต่อความจุในทางบวก ตามวิธีการที่แสดงไว้ก่อนหน้านี้ ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 4.10 จากผลการคำนวณสรุปได้ว่าหากมีการเพิ่มแบนด์วิดท์เป็นสองเท่า บวกกับเปลี่ยนไปใช้ Ka band แทน Ku band จะทำให้ได้ความจุที่เพียงพอ หมายเหตุ จำเป็นต้องใช้จำนวนบีมเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่า เนื่องจาก Ka band footprint ครอบคลุมได้เล็กกว่าของ Ku band

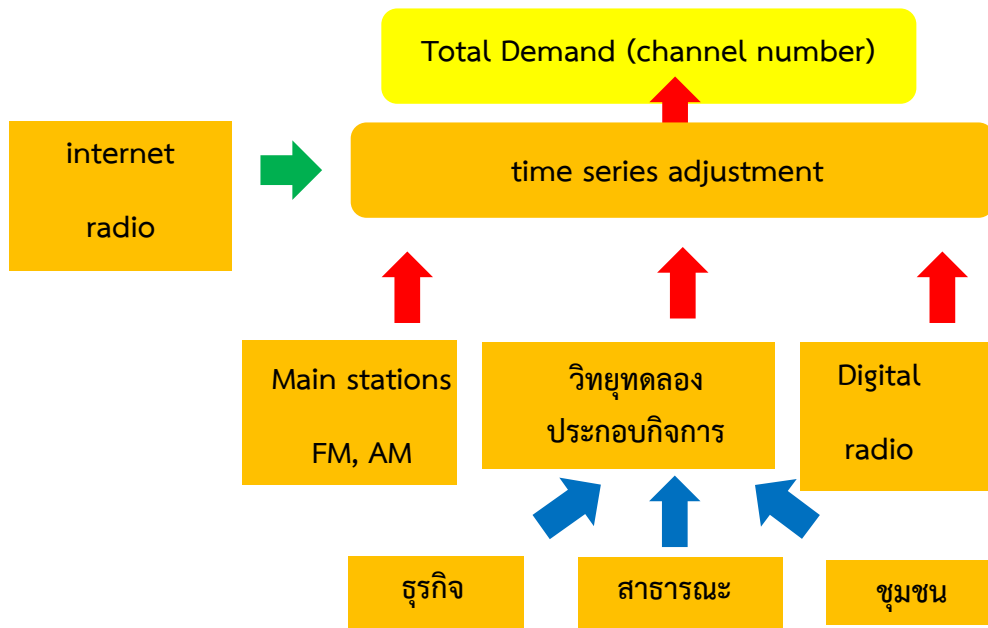
ตารางที่ 4.10 การประมาณความเพียงพอของระบบ

| | HTS to serve 300 Gps | | | | |
|-----------------|----------------------|-------|-------|------------|----------|
| | Bandwidth | Color | #Beam | Efficiency | Capacity |
| | (MHz) | | | (bps/Hz) | Gbps |
| | BW | NC | NB | E | C |
| IPStar-Base | 1270 | 4 | 84 | 1.5 | 40.005 |
| Double BW | 2540 | 4 | 84 | 1.5 | 80.01 |
| Less Colors | 1270 | 3 | 84 | 1.5 | 53.34 |
| Ku to Ka | 1270 | 4 | 336 | 1.5 | 160.02 |
| DVB-S2X | 1270 | 4 | 84 | 4.5 | 120.015 |
| Double BW+Ku2Ka | 2540 | 4 | 336 | 1.5 | 320.04 |

4.3 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุกระจายเสียง

ในกิจการวิทยุกระจายเสียงนั้น เราสามารถแบ่งกลุ่มของการใช้คลื่นความถี่ได้ดังแผนภาพที่ 4.21 โดยมีการใช้คลื่นหลักแบ่งตามการโมดูเลชันออกเป็นแบบ FM และ AM โดยแบบ FM ยังแบ่งได้ออกเป็นสถานีหลัก สถานีทดลองประกอบกิจการ และสถานีดิจิทัล

แผนภาพที่ 4.21 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุกระจายเสียง



ในกรณีของวิทยุทดลองประกอบกิจการนั้น แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ประเภทธุรกิจ ประเภทชุมชน และประเภทสาธารณะ เมื่อกำหนดให้ความต้องการคลื่นความถี่ ณ เวลา t ของทั้งสามกิจการของวิทยุทดลองประกอบกิจการ คือ

$$\mathbf{d}(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{business}}(t) \\ d_{\text{local}}(t) \\ d_{\text{public}}(t) \end{bmatrix}$$

โดยกำหนดให้ $\mathbf{d}(t)$ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์และ $\mathbf{d}(t = 0)$ หรือ ความต้องการ ณ เวลาปัจจุบัน เทียบเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามให้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการการใช้คลื่นในอนาคตภายใน 5 ปีข้างหน้า เมื่อรวมกับผลกระทบจากเศรษฐกิจ สังคมและนโยบายต่าง ๆ ของภาครัฐ และความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีใหม่ในระยะเวลาอันใกล้ สามารถปรับเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{channel_number}(t) = \begin{bmatrix} \text{adjust}_B(t)d_{\text{business}}(t) \\ \text{adjust}_L(t)d_{\text{local}}(t) \\ \text{adjust}_P(t)d_{\text{public}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $d_{business}(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G_{business}(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L_{business}(t)$ โดยเขียนสมการดังกล่าวได้ดังนี้

$$d_{business}(t) = G_{business}(t) * L_{business}(t) * d_{business}(t - 1)$$

เมื่อได้ค่า $d_{business}(t)$ แล้วก็สามารถนำมาปรับคูณให้เป็นจำนวนช่องด้วย $adjust_B(t)$ ซึ่งอาจเป็นค่าคงที่ เช่น จำนวนช่อง แต่อาจแทรกด้วยปัจจัยของการ disruption ($disrupt_B(t)$) เข้ามาได้ เช่น $adjust_B(t) = 3000(1 - disrupt_B(t))$ เป็นต้น

เช่นเดียวกับ ในกรณีของวิทยุสถานีหลักทั้ง FM และ AM นั้น สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$d_{main}(t) = \begin{bmatrix} d_{FM}(t) \\ d_{AM}(t) \end{bmatrix}$$

$$channel_number_{main}(t) = \begin{bmatrix} adjust_{main_FM}(t)d_{FM}(t) \\ adjust_{main_AM}(t)d_{AM}(t) \end{bmatrix}$$

ในกรณีของวิทยุดิจิทัล สามารถคำนวณความต้องการได้โดยอ้างอิงข้อมูลความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายจากแบบสอบถาม โดยกำหนดให้ความต้องการใช้คลื่นของวิทยุดิจิทัล คือ $d_{digital_radio}(t)$ และเมื่อปรับค่าความต้องการคลื่นที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนช่องจะได้

$$channel_number_{digital}(t) = adjust_{digital_radio}(t)d_{digital_radio}(t)$$

ในการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี สามารถทำได้โดยการให้นำหน้าจากการตอบแบบสอบถามในหลาย ๆ คำถาม แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ควรที่จะเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 5 ปีถึง 10 ปี โดยน้ำหนักต่าง ๆ อาจจะถูกอยู่ในตัวฟังก์ชันหลัก $G_{main}(t)$ หรือ อยู่ในฟังก์ชัน $adjust$ ก็ได้

โดยจากการเก็บข้อมูลในแบบสอบถาม สามารถคำนวณอัตราการเพิ่มของแต่ละประเภทของสถานีวิทยุได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นของสถานีวิทยุแต่ละชนิด

| ชนิดของสถานีวิทยุ | FM สาธารณะ | FM ชุมชน | FM ธุรกิจ | FM สถานีหลัก | สถานี ดิจิทัล | AM |
|---|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|------|
| เปอร์เซ็นต์ของความต้องการคลื่นในห้าปีข้างหน้าเทียบกับปัจจุบัน | 131 % | 91 % | 90.4 % | 150 % | 130 % | 92 % |

จากการรวบรวมปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนต่าง ๆ ทั้งจากข้อมูลแบบสอบถาม ข้อมูลวิทยุภูมิ สามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 4.12 และตารางที่ 4.13 โดยค่าน้ำหนักของปัจจัยเพิ่มจะมีค่ามากกว่า 1 ส่วน ปัจจัยลดทอนจะมีน้ำหนักน้อยกว่า 1 โดยค่าน้ำหนักที่ได้ดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณร่วมกับความต้องการของคลื่นวิทยุกระจายเสียงที่ได้รับผลกระทบ

ในการกำหนดค่าน้ำหนักของปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนเพื่อใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ สามารถกำหนดค่าโดยการประยุกต์ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ Delphi โดยวิธีการนี้ถือกำเนิดขึ้นในช่วง

กลางทศวรรษ 1950 โดย Norman Dalkey และ Olaf Helmer แห่งบริษัท Rand Corporation โดยวิธีการพยากรณ์แบบ Delphi จะทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการพยากรณ์เพื่อตั้งข้อมูลที่จำเป็นออกมา โดยการสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนั้นจะทำโดยอิสระ ผู้ตอบแบบสอบถามจะไม่มีข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามอื่น และหลังจากตอบคำถามแล้ว ผู้สำรวจจะส่งผลการวิเคราะห์ให้ทราบและให้โอกาสตอบคำถามใหม่อีกครั้ง โดยกิจกรรมทั้งหมดจะถูกทำซ้ำจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่นิ่งและไม่เปลี่ยนแปลง (iterative)

ตารางที่ 4.12 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุกระจายเสียงโดยเฉลี่ยต่อปี

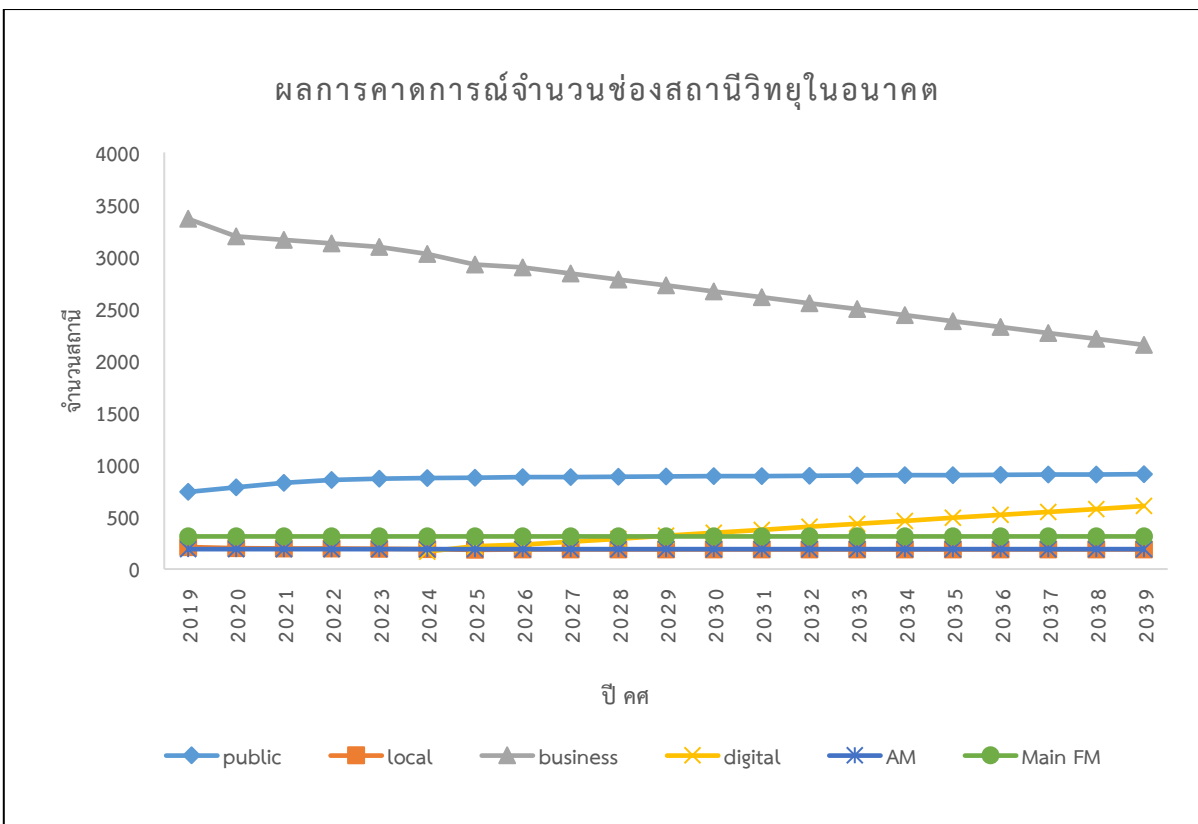
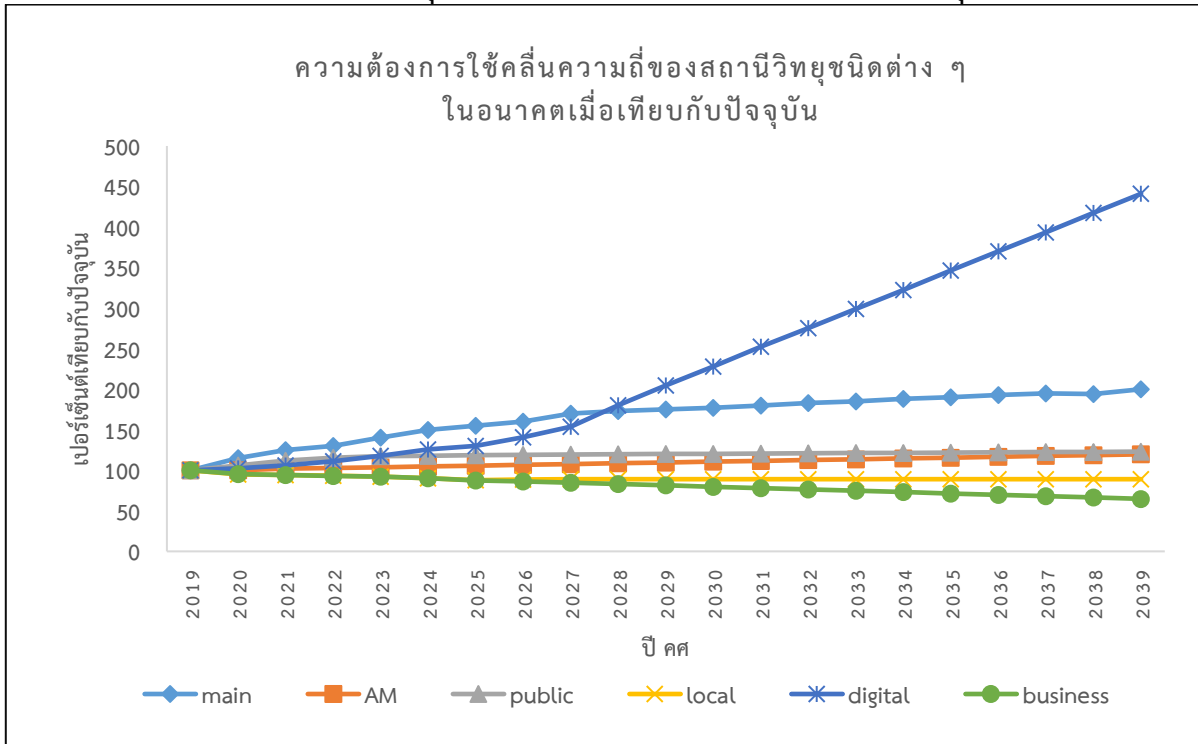
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความถี่คลื่นวิทยุกระจายเสียง | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|--|------------------------------------|---|
| ธุรกิจโฆษณาทางวิทยุกระจายเสียงมีแนวโน้มที่ดีขึ้น | $G_1(t) = 1.05$ | วิทยุภาคธุรกิจ, วิทยุหลัก |
| จำนวนผู้ฟังวิทยุมีจำนวนลดลง | $L_1(t) = 0.95$ | ทุกชนิด |
| สถานีส่งวิทยุดิจิทัล ไม่เหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับสถานีวิทยุทดลองประกอบกันในพื้นที่ชนบท | $L_2(t) = 0.95$ | วิทยุดิจิทัล |
| สถานีส่งวิทยุดิจิทัลเหมาะสมกับย่านชุมชนหนาแน่นในเมืองใหญ่ เพราะสามารถเพิ่มจำนวนช่องได้มากกว่าในพื้นที่เดิม | $G_2(t) = 1.05$ | วิทยุดิจิทัล |
| Internet radio และ streaming service มีฐานผู้ฟังกว้างมากขึ้น | $L_3(t) = 0.95$ | ทุกชนิด |
| เครื่องรับวิทยุดิจิทัล ไม่เหมาะที่จะติดตั้งใน smart phone | $L_4(t) = 0.95$ | วิทยุดิจิทัล |
| นโยบาย switch off ของภาครัฐ การกำหนดมาตรฐานของวิทยุดิจิทัล การคืนคลื่นความถี่เพื่อการจัดสรรใหม่ | $L_5(t) = 0.90$ | วิทยุ FM, AM |

ตารางที่ 4.13 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุกระจายเสียงแยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| $G_1(t)$ | 1.05 | 1.10 | 1.12 | 1.15 |
| $L_1(t)$ | 0.97 | 0.90 | 0.87 | 0.87 |
| $L_2(t)$ | 0.80 | 0.84 | 0.96 | 1.01 |
| $G_2(t)$ | 1.00 | 1.05 | 1.10 | 1.15 |
| $L_3(t)$ | 1.00 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| $L_4(t)$ | 0.92 | 0.95 | 0.98 | 1.00 |
| $L_5(t)$ | 1.00 | 0.97 | 0.90 | 0.80 |

จากนั้นสามารถสร้างกราฟของความต้องการใช้คลื่นความถี่ของสถานีวิทยุชนิดต่าง ๆ ในอนาคตเมื่อเทียบกับปัจจุบัน และผลการคาดการณ์จำนวนช่องสถานีวิทยุในอนาคตได้ตามแผนภาพที่ 4.22 ดังนี้

แผนภาพที่ 4.22 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของสถานีวิทยุชนิดต่าง ๆ ในอนาคตเมื่อเทียบกับปัจจุบัน และผลการคาดการณ์จำนวนช่องสถานีวิทยุในอนาคต



จากแผนภาพที่ 4.22 จะเห็นได้ว่าสถานีวิทยุทดลองประกอบการประเภทธุรกิจจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจากการมีตัวเลือกด้านเทคโนโลยีในการประกอบกิจการหลายชนิด โดยเฉพาะ facebook live จะเป็นตัวเลือกทางเทคโนโลยีที่โดดเด่นมากที่สุด เพราะสามารถเจาะกลุ่มเป้าหมายผู้ฟังได้มากกว่าตัวเลือกชนิดอื่น ทั้งนี้ สถานีวิทยุทดลองประกอบการประเภทสาธารณะมีแนวโน้มคงที่หรือถ้าเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนสถานีวิทยุทดลองประกอบการประเภทชุมชนจะค่อนข้างคงที่

ในส่วนของสถานีวิทยุ FM และ AM หลักนั้น มีแนวโน้มคงที่ในระยะยาว โดยสถานีหลัก AM มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยีที่สูง เช่น การปรับเปลี่ยนเป็นระบบ FM หรือ การเข้าสู่ระบบดิจิทัลในอนาคต ส่วนเทคโนโลยีอนาคต เช่น วิทยุดิจิทัลนั้น ได้รับความสนใจในผู้ประกอบการสถานีวิทยุหลัก และ สถานีวิทยุสาธารณะมากกว่า

4.4 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุโทรทัศน์

4.4.1 บทนำ

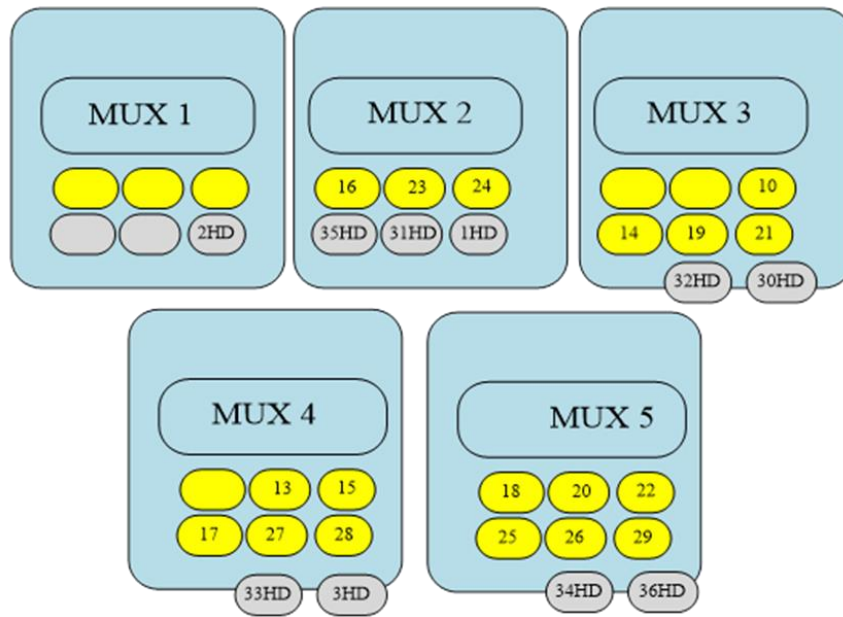
การรับชมรายการทางออกอากาศสัญญาณโทรทัศน์หรือ TV มีมาเป็นเวลายาวนาน โดยเริ่มต้นในระบบแอนะล็อก สัญญาณโทรทัศน์ในระบบเดิมต้องใช้ช่องสัญญาณที่กว้าง (6-8 MHz ต่อช่องโดยประมาณ) และความคมชัดยังจำกัด เทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันนี้สามารถเพิ่มคุณภาพของการรับชมและช่วงประหยัดการใช้ช่องสัญญาณได้เป็นอย่างมาก ความสามารถนี้อาศัยเทคนิคการบีบอัดข้อมูล (Data Compressing) และเทคนิคการมอดูเลตแบบดิจิทัล (Digital Modulation Technique) ที่มีประสิทธิภาพสูงและพื้นฐานสำคัญ

สำหรับในประเทศไทย ได้เริ่มทำการเปลี่ยนผ่านระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์จากแบบแอนะล็อกมาเป็นระบบดิจิทัล ตั้งแต่ปี 2557 และจะทำการยกเลิกระบบแอนะล็อกแบบเดิมทั้งหมดภายในปี 2561 โดยในการเริ่มออกอากาศมีการส่งสัญญาณทั้งหมด 5 มัลติเพล็กซ์และแต่ละมัลติเพล็กซ์มีรายละเอียดของช่องสถานีตามตารางที่ 4.14 และสรุปแผนผังการใช้งานมัลติเพล็กซ์ได้ดังแผนภาพที่ 4.23

ตารางที่ 4.14 จำนวนของมัลติเพล็กซ์และรายชื่อสถานีในตอนเริ่มออกอากาศระบบดิจิทัล

| Number | ชื่อสถานี |
|--------|--|
| Mux#1 | SD: สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย (2) HD: สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ส่วนภูมิภาค (11) |
| Mux#2 | SD: ช่องวัน (1) ทีเอ็นเอ็น 24 (16)ช่องเวิร์คพอยท์ (23) ทูโฟร์ยู (24) HD: ช่องวัน 31 (31) ช่อง 7 HD (35) |
| Mux#3 | SD: สถานีวิทยุโทรทัศน์รัฐสภา (10) เอ็มคอต 14 (14) สปริงนิวส์ (19) วอยซ์ทีวี (21) HD: เอ็มคอตเอชดี (30) ไทยรัฐทีวี (32) |
| Mux#4 | SD: สถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส (3) ช่อง 3 แฟมิลี (13) ช่อง 8 (27) ช่อง 3 เอสดี (28) HD: ช่อง 3 เอชดี (33) |
| Mux#5 | SD: นิวทีวี (18) ไบรต์ทีวี (20) เนชั่นทีวี (22) จีเอ็มเอ็ม 25 (25) สปริง 26 (26) โมโน 29 (29) HD: อมรินทร์ทีวี (34) พีพีทีวี (36) |

แผนภาพที่ 4.23 มัลติเพล็กซ์ต่าง ๆ ของประเทศไทย ตอนเริ่มเปลี่ยนเป็นระบบดิจิทัล



โดยสรุปแล้ว ในขณะที่เริ่มการออกอากาศ จะมีจำนวน MUX ขนาด 8 MHz ทั้งสิ้นรวม 5 MUX ซึ่งจะจัดช่องสัญญาณย่อยใน MUX สองรูปแบบได้แก่ แบบ 6 SD + 2 HD หรือแบบ 3 SD + 3 HD โดยมีจำนวนช่องสัญญาณย่อยให้ใช้งานได้ทั้งหมดเท่ากับ 27 ช่องแบบ SD และ 11 แบบ HD และมีการใช้งานช่องสัญญาณขณะเริ่มต้น ดังนี้ 18 ช่องแบบ SD และ 10 แบบช่องแบบ HD

4.4.2 สถานะภาพในปัจจุบัน (พ.ศ. 2562) ที่เกี่ยวข้องกับกิจการวิทยุโทรทัศน์

มีเหตุการณ์สำคัญในปี 2562 ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการใช้ความถี่ดังนี้

a) การเรียกคืนความถี่เพื่อใช้งานในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่สากล

ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการวิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ลงราชกิจจานุเบกษา วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2561 มีสาระสำคัญดังนี้

- กำหนดความถี่วิทยุ 510-790 MHz
- กำหนดความกว้างแถบคลื่นความถี่ 8 MHz (4 ช่อง HD หรือ 12 ช่อง SD โดยประมาณ)
- กำหนดหมายเลขช่องความถี่วิทยุ ตั้งแต่เลขที่ 26-60
- กำหนดการใช้ความถี่วิทยุ 698-790 MHz ตามแผนความถี่วิทยุนี้ สามารถใช้ได้จนกว่า การปรับปรุงการใช้ความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ตามเชิงอรรถประเทศไทย (TP-4) ของแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่จะแล้วเสร็จ

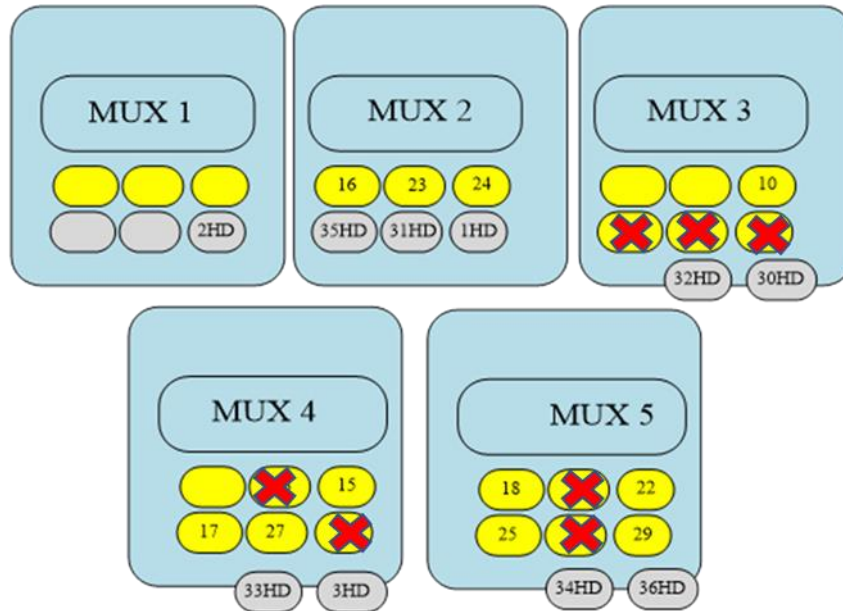
ปรากฏการณ์นี้จะมีผลให้ 96 MHz หรือประมาณ 1/3 ของย่านความถี่เดิมสำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์หายไป

b) การโยกย้ายการใช้คลื่นความถี่ ระบบ Trunked Radio และ การใช้คลื่นความถี่ในกิจการเคลื่อนที่

ทางบกและกิจการประจำที่ ออกจากย่านความถี่ 450-470 MHz ภายในสิ้นปี 2563 ปรากฏการณ์นี้จะมีผลให้ มีสเปกตรัมสำหรับสำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์เพิ่มขึ้น 40 MHz

c) การยื่นความประสงค์ขอคืนใบอนุญาต จำนวน 7 ช่อง ได้แก่ NOW ช่อง 26, Spring News ช่อง 19, Bright ช่อง 20, Voice ช่อง 21, อสมท ช่อง 14, 3SD ช่อง 28 และ 3-family ช่อง 13 ทำให้จำนวนช่องสัญญาณ ลดลงดังแสดงในแผนภาพที่ 4.24

แผนภาพที่ 4.24 มัลติเพล็กซ์ต่าง ๆ ของประเทศไทย ปัจจุบัน (พ.ศ. 2562)



ผลกระทบต่อการนำย่านความถี่ไปใช้งานกับ ทำให้มีการใช้งานจริงเหลือเพียง 10 ช่องสัญญาณ SD และ 10 ช่องสัญญาณ HD

4.4.3 การวิเคราะห์การใช้ช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์

การวิเคราะห์การใช้งานช่องสัญญาณอยู่บนสมมติฐานตามฉากทัศน์ (scenario) รวม 2 กรณี ได้แก่ การวิเคราะห์ตามสถานะในปัจจุบัน และการวิเคราะห์ในกรณีที่มีการเพิ่มคุณภาพของสัญญาณจาก SD ไปเป็น HD

ข้อมูลเบื้องต้น เป็นดังนี้ จำนวน MUX ที่มีในระบบเท่ากับ 5 MUX ซึ่งแต่ละ MUX สามารถรองรับช่อง SD ได้เท่ากับ 12 ช่องใน 1 MUX หรือช่อง HD ได้ 4 ช่อง ดังนั้นช่องสัญญาณในระบบเมื่อเทียบเป็นช่อง SD จะมีทั้งหมด 60 ช่อง เพื่อให้การคิดสามารถใช้ปริมาณเดียวกัน ช่องสัญญาณ HD จะถูกเทียบให้เท่ากับ 3 ช่องสัญญาณ SD ดังนั้นหน่วยในการวิเคราะห์ จะให้อยู่ในหน่วยเทียบเคียงของจำนวนช่อง SD

a) ฉากทัศน์ที่หนึ่ง (Scenario I) การวิเคราะห์ความเพียงพอกรณี MUX ลดลง

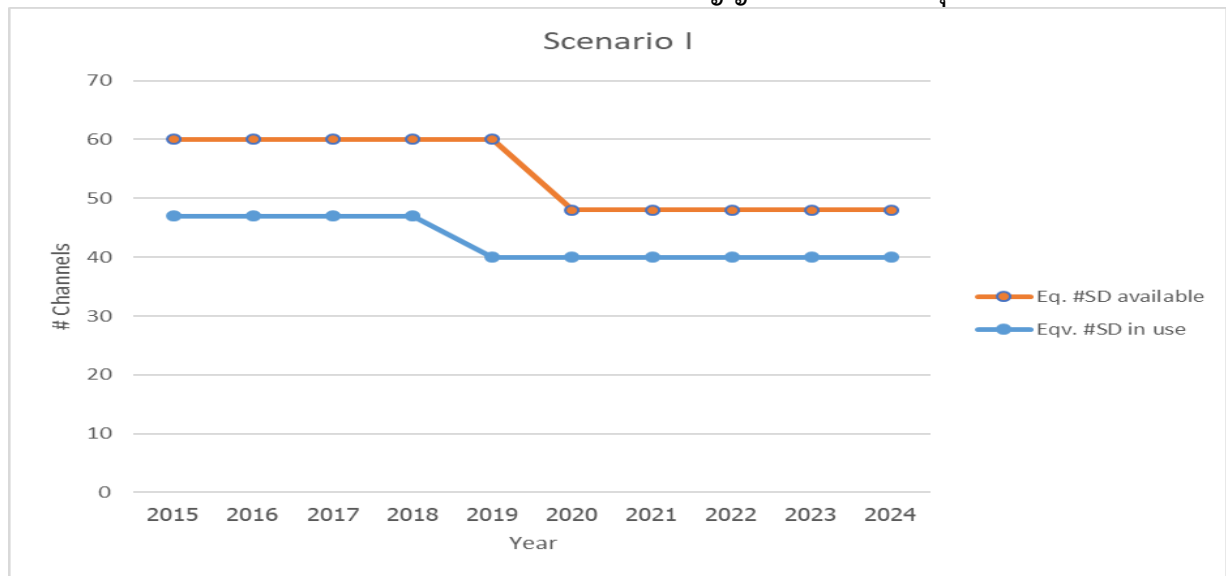
ในฉากทัศน์นี้สมมติให้ไม่มีความต้องการช่องสัญญาณเพิ่ม แต่มีการคืนใบอนุญาต 7 ช่อง SD ในปี พ.ศ. 2562 (2019) และในปี พ.ศ. 2563 (2020) จะมีการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่ โดยนำช่วงปลายของกิจการวิทยุโทรทัศน์ไปใช้กับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยยังไม่คิดถึงผลของการนำคลื่น 470-510 MHz มาใช้ สมมติให้จำนวน MUX หายไป 1 MUX ช่องสัญญาณถูกย้ายไปใน 4 MUX ที่เหลือ แล้วจึงทำการประมาณการใช้ประโยชน์

ผลการวิเคราะห์จะแสดงโดยเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ (utilization) ในกรณีนี้ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.15 และการแสดงผลเพื่อเปรียบเทียบโดยกราฟ แสดงในแผนภาพที่ 4.25

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์การใช้ช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์รายปี

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Equivalent #SD Available | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| # MUX Available | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| # SD in use | 17 | 17 | 17 | 17 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| # HD in use | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Equivalent #SD in use | 47 | 47 | 47 | 47 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| #MUX needed (unrounded) | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| % Utilization | 78.3 | 78.3 | 78.3 | 78.3 | 66.7 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 | 83.3 |

แผนภาพที่ 4.25 การใช้ประโยชน์ MUX และช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์ รายปี



จะเห็นได้ว่าภายหลังการคืนใบอนุญาต จะมีจำนวนช่องสัญญาณในสเกล SD เท่ากับ 40 ช่อง ซึ่งเทียบได้กับ $40/12 = 3.3$ MUX คิดเป็น 83.3% ของช่องสัญญาณที่มีอยู่ หากต้องการเพิ่มคุณภาพสัญญาณโดยเปลี่ยนเป็นช่อง HD ทั้งหมดจะไม่มีทรัพยากรที่เพียงพอต่อการดำเนินการ

b) ฉากทัศน์ที่สอง (Scenario II) การวิเคราะห์ศักยภาพในการปรับเป็นช่อง HD

ในฉากทัศน์นี้เป็นการสมมติเพื่อวิเคราะห์ต่อจากฉากทัศน์ที่หนึ่ง โดยกำหนดให้สามารถมี MUX ว่างได้ครบ 5 จากการได้รับการจัดสรรย่าน 470 -510 MHz จากกิจการอื่น แล้วไม่มีความต้องการช่องสัญญาณเพิ่ม จึงนำช่องที่เหลือมาปรับเพื่อให้เป็นช่อง HD ทั้งหมด

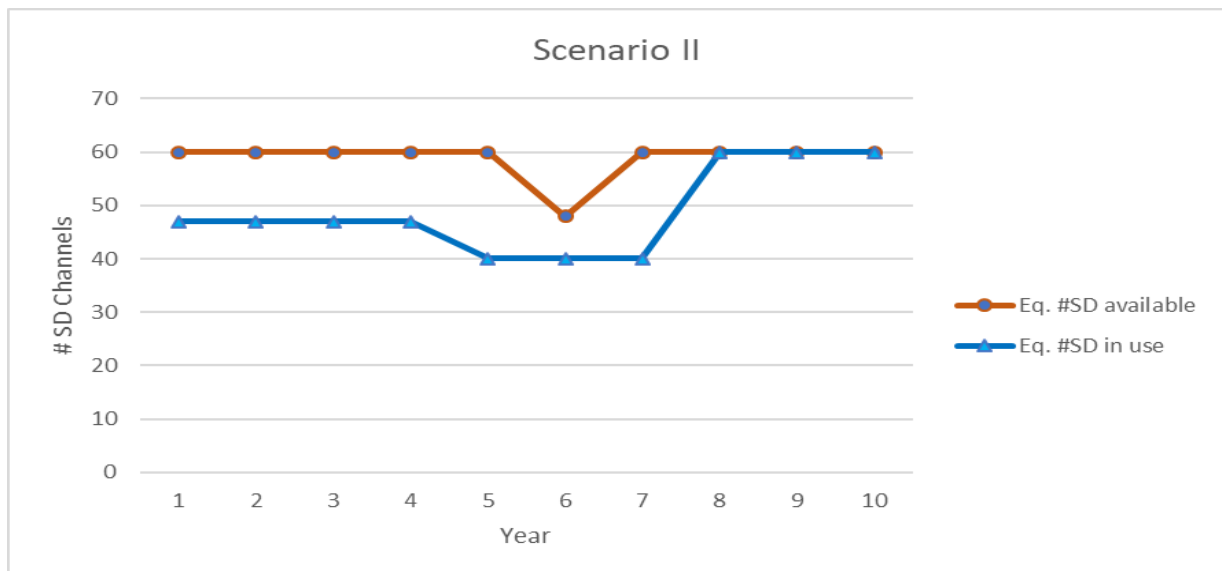
จำนวน MUX จะลดลงชั่วคราวเหลือ 4 MUX เหมือนในฉากทัศน์ที่ 1 แล้วจะคืนมาในปี 2020 เป็น 5 MUX หรือเทียบเท่ากับ 60 ช่องสัญญาณ SD ทำให้การใช้ประโยชน์ก่อนเมื่อปรับลดลงเหลือ 66.7%

หลังจากนั้นจะปรับ 10 ช่อง SD ให้เป็น HD แล้วการใช้ประโยชน์จะได้เท่ากับ 100% เต็ม ผลการวิเคราะห์สรุปในตารางที่ 4.16 และแผนภาพที่ 4.26

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์การใช้ช่องสัญญาณในกิจการวิทยุโทรทัศน์รายปี

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Equivalent #SD Available | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 48 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| # SD in use | 17 | 17 | 17 | 17 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| # HD in use | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 |
| Equivalent #SD in use | 47 | 47 | 47 | 47 | 40 | 40 | 40 | 60 | 60 | 60 |
| #MUX needed (unrounded) | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| % Utilization | 78.3 | 78.3 | 78.3 | 78.3 | 66.7 | 83.3 | 66.7 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

แผนภาพที่ 4.26 การใช้ประโยชน์ MUX เมื่อมีการปรับไปเป็น HD ทั้งหมด แจกตามรายปี

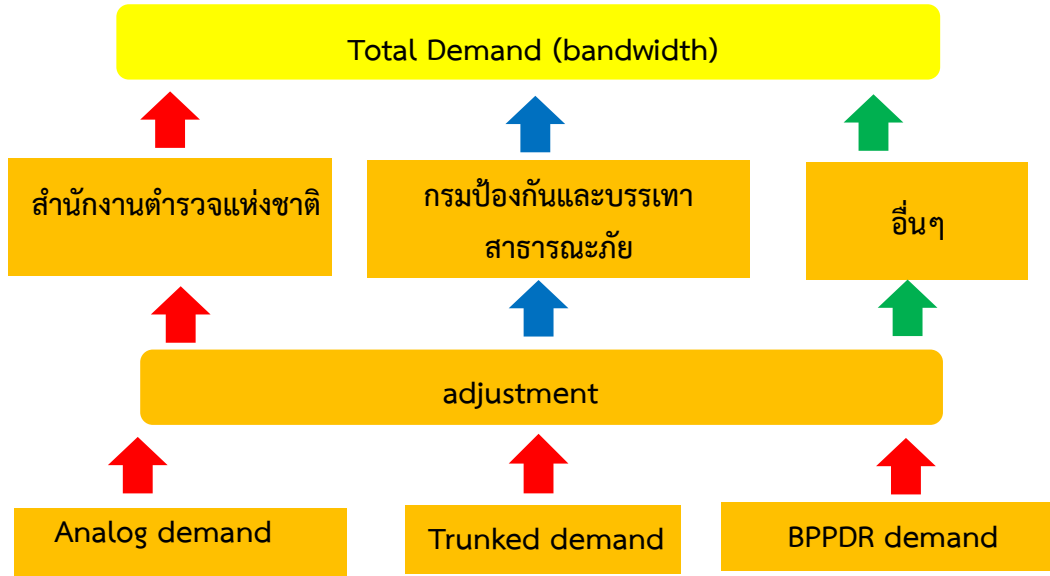


จากการวิเคราะห์พบว่าหากไม่มีการยื่นขอช่องสัญญาณเพิ่มเติมแล้ว ช่องสัญญาณที่มีทั้งหมดสามารถปรับเป็นให้เป็นช่องแบบ HD ได้อย่างเพียงพอ

4.5 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ

สำหรับการคำนวณความต้องการใช้คลื่นสำหรับกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สามารถแบ่งการใช้คลื่นความถี่ได้เป็น 3 ประเภทตามแผนภาพที่ 4.27 คือ คลื่นในช่วง HF/SSB ช่วง VHF และคลื่นที่ใช้สำหรับระบบดิจิทัล

แผนภาพที่ 4.27 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย



โดยสามารถเขียนสมการความต้องการใช้คลื่นความถี่ด้วยเมตริกซ์ $d(t)$ ได้ดังนี้

$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{HF}(t) \\ d_{VHF}(t) \\ d_{trunked}(t) \\ d_{BPPDR}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $d(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ โดยเขียนสมการของความต้องการคลื่นแต่ละชนิดได้ดังนี้

$$d_{HF}(t) = G_{HF}(t) * L_{HF}(t) * d_{HF}(t-1) = G_0(t) * L_2(t) * d_{HF}(t-1)$$

$$d_{VHF}(t) = G_{VHF}(t) * L_{VHF}(t) * d_{VHF}(t-1) = G_0(t) * L_2(t) * d_{VHF}(t-1)$$

$$\begin{aligned} d_{trunked}(t) &= G_{trunked}(t) * L_{trunked}(t) * d_{trunked}(t-1) \\ &= G_0(t) * G_2(t) * G_3(t) * G_4(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{trunked}(t-1) \end{aligned}$$

$$d_{BPPDR}(t) = G_{BPPDR}(t) * L_{BPPDR}(t) * d_{BPPDR}(t-1) = G_0(t) * G_2(t) * G_3(t) * G_4(t) * d_{BPPDR}(t-1)$$

โดยค่าปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจะถูกกำหนดไว้ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18 ดังนี้

ตารางที่ 4.17 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยโดยเฉลี่ยต่อปี

| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการคลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|---|------------------------------------|---|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.1$ | ทุกกลุ่ม |
| ประสิทธิภาพของระบบดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นในการส่งข้อมูล เช่น TETRA2 | $L_1(t) = 0.9$ | Trunked radio |
| การเพิ่มการใช้งานมัลติมีเดียเพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย | $G_1(t) = 1.02$ | BPPDR |
| แนวโน้มการใช้เครือข่ายเชิงพาณิชย์มาใช้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ | $L_2(t) = 0.96$ | Analog, Trunked radio |
| การเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนด นโยบายด้านกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย | $G_2(t) = 1.05$ | Trunked radio, BPPDR |
| การพัฒนาเครือข่าย PPDR และการลดต้นทุนการใช้บริการสำหรับเทคโนโลยีใหม่ | $G_3(t) = 1.04$ | Trunked radio, BPPDR |
| ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบดิจิทัลที่ลดลง | $G_4(t) = 1.05$ | Trunked radio, BPPDR |

ตารางที่ 4.18 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|-------|--------|--------|-------|
| $L_1(t)$ | 0.95 | 0.942 | 0.948 | 0.94 |
| $L_2(t)$ | 0.95 | 0.967 | 0.975 | 0.983 |
| $G_0(t)$ | 1.10 | 1.10 | 1.05 | 1.02 |
| $G_1(t)$ | 1.025 | 1.0242 | 1.0153 | 1.002 |
| $G_2(t)$ | 1.05 | 1.042 | 1.04 | 1.031 |
| $G_3(t)$ | 1.02 | 1.023 | 1.044 | 1.091 |
| $G_4(t)$ | 1.05 | 1.052 | 1.049 | 1.035 |

จากการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ได้ข้อมูลการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้คลื่นใน 5 ปีข้างหน้าของแต่ละความถี่ใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.19

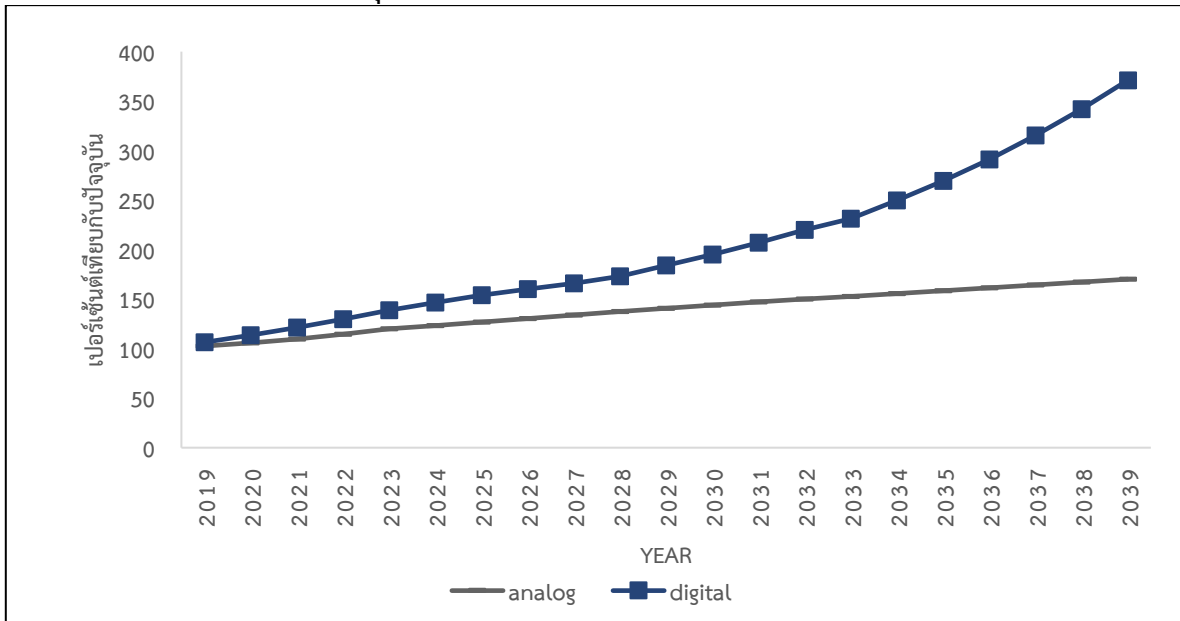
ตารางที่ 4.19 ข้อมูลความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

| ชนิดของการใช้คลื่น | HF/SSB | VHF | Trunked radio |
|---|---------|-------|---------------|
| เปอร์เซ็นต์ของความต้องการคลื่นในห้าปีข้างหน้าเทียบกับปัจจุบัน | 142.8 % | 143 % | 140.9 % |

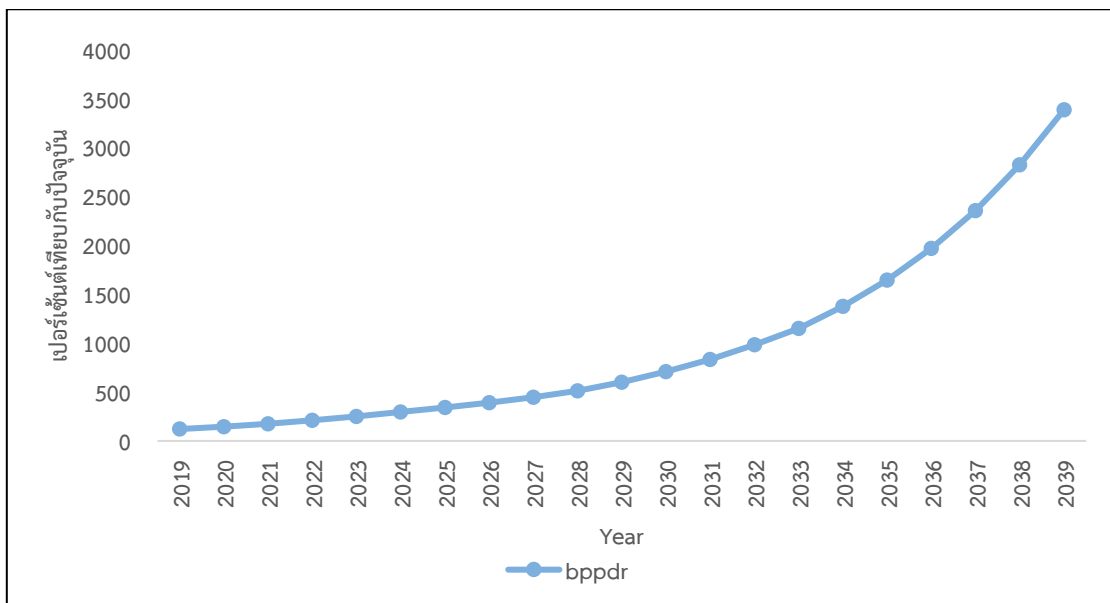
ในการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่แท้จริง จำเป็นจะต้องพิจารณาความต้องการที่แท้จริงของกิจการในภาพรวม โดยเปอร์เซ็นต์ของความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นที่ไม่สะท้อนการใช้งานแบบตัววัดที่แท้จริง เช่น ผู้ให้ข้อมูลบอกว่ามีการใช้งานมากขึ้น อาจไม่ได้หมายความว่าต้องการใช้ช่องสัญญาณที่มากขึ้น ดังนั้น เปอร์เซ็นต์การใช้งานที่เพิ่มขึ้นต้องถูกลดทอนด้วยค่าอัตราส่วนการใช้แบนด์วิดท์ที่เพิ่มขึ้นจริง

ทั้งนี้ ในแต่ละกิจการค่าดังกล่าวนี้มีค่าไม่เท่ากัน สามารถสังเคราะห์ตัวเลขได้จากแบบสอบถาม เช่น ในกรณีของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย อัตราส่วนการเพิ่มแบนด์วิดท์จริงอยู่ที่ประมาณ 0.25 ของเปอร์เซ็นต์ความต้องการที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงความต้องการและจำนวนช่องที่เพิ่มขึ้น จะได้กราฟดังแผนภาพที่ 4.28 ถึงแผนภาพที่ 4.30 โดยแผนภาพที่ 4.28 และแผนภาพที่ 4.29 แกนแนวตั้งซ้ายมือ คือเปอร์เซ็นต์ของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบัน และแผนภาพที่ 4.30 แกนแนวตั้งซ้ายมือ คือจำนวนช่องการสื่อสาร

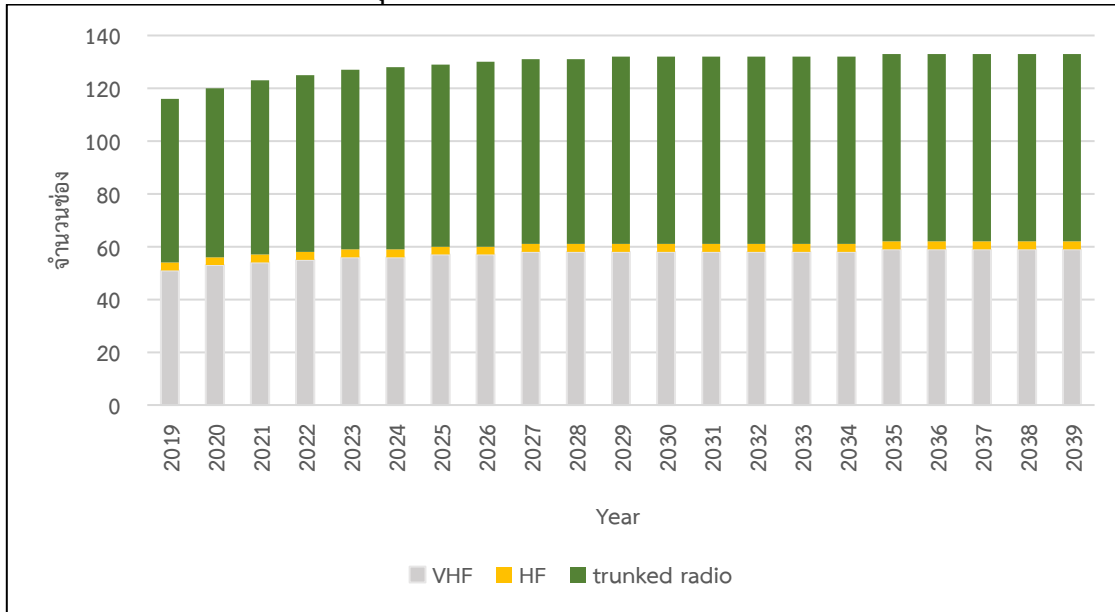
แผนภาพที่ 4.28 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำหรับวิทยุสื่อสารแบบแอนะล็อกและดิจิทัล trunked radio



แผนภาพที่ 4.29 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำหรับระบบ Broadband PPDR



แผนภาพที่ 4.30 ความต้องการช่องความถี่ที่เพิ่มขึ้นของกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
สำหรับวิทยุสื่อสารแบบแอนะล็อกและ trunked radio

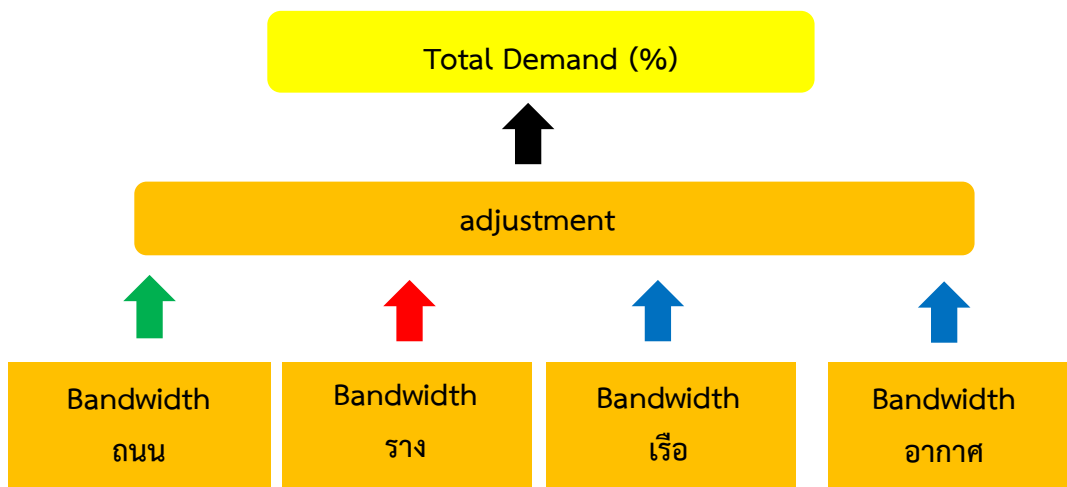


จากการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบไปด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ช่องสื่อสารแบบแอนะล็อกจะเพิ่มขึ้นแต่ไม่มากเมื่อเทียบกับช่องสื่อสารแบบ trunked ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้งานของระบบวิทยุสื่อสารแบบแอนะล็อกเริ่มมีความอึดตัวเมื่อเทียบกับระบบวิทยุแบบดิจิทัลที่ยังมีจำนวนผู้ใช้ที่น้อยกว่า ในขณะที่ช่องสื่อสารแบบดิจิทัลอาจมีประสิทธิภาพในการใช้แบนด์วิดท์มากกว่า แต่ก็ยังไม่สามารถทดแทนระบบแอนะล็อกได้อันเนื่องมาจากลักษณะการใช้งานที่ยังมีความแตกต่างกันอยู่

4.6 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้ความถี่วิทยุเพื่อกิจการขนส่งและโลจิสติกส์

การคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทตามชนิดของการขนส่ง ได้แก่ 1) ทางถนน 2) ทางราง 3) ทางอากาศ และ 4) ทางเรือ โดยในแต่ละประเภทนั้น มีการใช้คลื่นในลักษณะที่หลากหลายทำให้ยากแก่การคำนวณ อีกทั้งคลื่นบางประเภทเป็นการใช้เพื่อเทคโนโลยีในอนาคตซึ่งยังไม่ชัดเจนว่าจะใช้เมื่อใด อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งการใช้งานของคลื่นความถี่ออกเป็นช่องแอนะล็อกและช่องดิจิทัลได้ ทั้งนี้ สมการความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์สามารถสร้างโดยใช้แผนภูมิตามแผนภาพที่ 4.31 ดังนี้

แผนภาพที่ 4.31 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์



โดยสามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันได้ดังนี้

$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{rail}}(t) \\ d_{\text{road}}(t) \\ d_{\text{aviation}}(t) \\ d_{\text{maritime}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $a(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ ซึ่งสามารถเขียนสมการของความต้องการคลื่นแต่ละชนิดได้ดังนี้

$$\begin{aligned} d_{\text{rail}}(t) &= G_{\text{rail}}(t) * L_{\text{rail}}(t) * d_{\text{rail}}(t - 1) \\ &= G_0(t) * G_3(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{rail}}(t - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{aviation}}(t) &= G_{\text{aviation}}(t) * L_{\text{aviation}}(t) * d_{\text{aviation}}(t - 1) \\ &= G_0(t) * G_3(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{aviation}}(t - 1) \end{aligned}$$

$$d_{\text{maritime}}(t) = G_{\text{maritime}}(t) * L_{\text{maritime}}(t) * d_{\text{maritime}}(t - 1)$$

$$= G_0(t) * G_3(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{maritime}}(t - 1)$$

$$d_{\text{road}}(t) = G_{\text{road}}(t) * L_{\text{road}}(t) * d_{\text{road}}(t - 1)$$

$$= G_0(t) * G_1(t) * G_2(t) * G_3(t) * G_4(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{road}}(t - 1)$$

ตารางที่ 4.20 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์โดยเฉลี่ยต่อปี

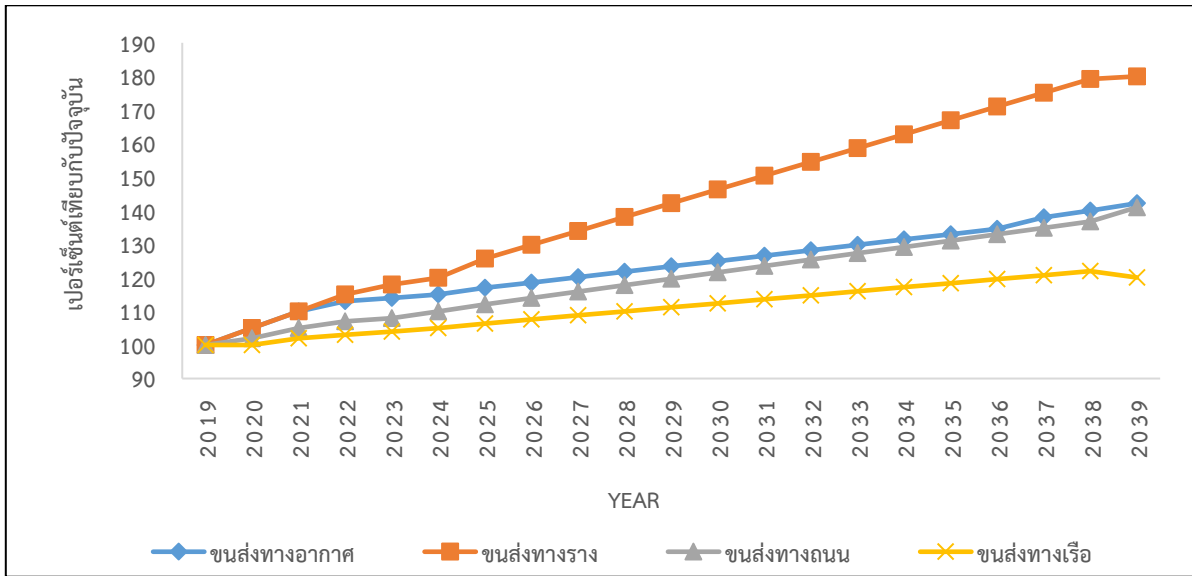
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความถี่คลื่นกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|---|------------------------------------|---|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.12$ | ทุกกิจการ |
| การพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆที่เกี่ยวกับระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ | $G_1(t) = 1.02$ | ขนส่งทางบก |
| ประสิทธิภาพของระบบดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นในการส่งข้อมูล | $L_1(t) = 0.95$ | ทุกกิจการ |
| ราคาของอุปกรณ์ในระบบดิจิทัลที่ลดลง | $L_2(t) = 0.95$ | ทุกกิจการ |
| การพัฒนาเทคโนโลยีการรับส่งข้อมูลระหว่างพาหนะ | $G_2(t) = 1.025$ | ขนส่งทางบก |
| พัฒนาระบบบริหารการจราจรและการขนส่ง | $G_3(t) = 1.02$ | ทุกกิจการ |
| พัฒนาระยยนต์ไร้คนขับ | $G_4(t) = 1.01$ | ขนส่งทางบก |

ตารางที่ 4.21 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์แยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| $G_0(t)$ | 1.12 | 1.08 | 1.05 | 1.02 |
| $G_1(t)$ | 1.02 | 1.023 | 1.025 | 1.035 |
| $G_2(t)$ | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.10 |
| $G_3(t)$ | 1.05 | 1.10 | 1.12 | 1.15 |
| $G_4(t)$ | 1.00 | 1.00 | 1.1 | 1.15 |
| $L_1(t)$ | 0.97 | 0.95 | 0.87 | 0.87 |
| $L_2(t)$ | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.95 |

จากค่าปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอน จะสามารถสร้างกราฟความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ได้ตามแผนภาพที่ 4.32 ดังนี้

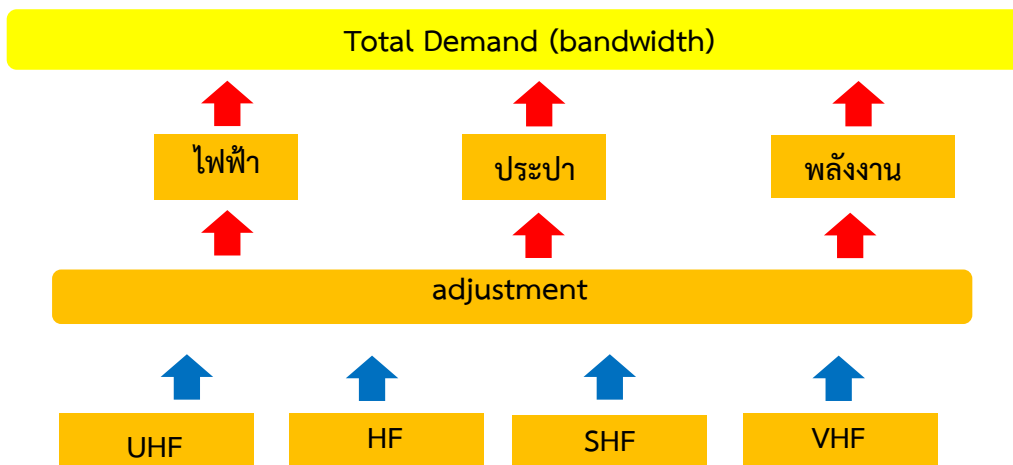
แผนภาพที่ 4.32 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์



จากแผนภาพจะเห็นได้ว่าการขนส่งทางรางมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่มากขึ้นกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น เนื่องจากมีแนวโน้มในการสร้างและขยายกิจการรถไฟในหลากหลายรูปแบบ รวมทั้งมีความต้องการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีมากขึ้นเนื่องจากการเข้ามาของระบบรถไฟแบบใหม่ ส่วนการขนส่งทางถนน แนวโน้มของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในอนาคตมีความเป็นไปได้สูง และเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ของรถยนต์ไฟฟ้านั้นมีความต้องการคลื่นหลายรูปแบบ ซึ่งจะส่งผลให้มีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการนี้เพิ่มสูงขึ้น

4.7 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการสาธารณสุขและพลังงาน

แผนภาพที่ 4.33 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสาธารณสุขและพลังงาน



ในส่วนของกิจการสาธารณูปโภคและพลังงาน สามารถแบ่งความต้องการใช้คลื่นความถี่ออกเป็น 1) กิจการไฟฟ้า 2) กิจการประปา และ 3) กิจการพลังงาน ตามแผนภาพประกอบที่ 4.33 โดยสามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันได้ดังนี้

$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{electricity}}(t) \\ d_{\text{water_supply}}(t) \\ d_{\text{energy}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $d(t)$ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ ทั้งนี้ สามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่แต่ละชนิดได้ดังนี้

$$d_{\text{electricity}}(t) = G_0(t) * G_1(t) * G_2(t) * G_3(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{electricity}}(t - 1)$$

$$d_{\text{water_supply}}(t) = G_0(t) * G_1(t) * G_2(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{water_supply}}(t - 1)$$

$$d_{\text{energy}}(t) = G_0(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{energy}}(t - 1)$$

โดยปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสาธารณูปโภคและพลังงาน ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.22 และตารางที่ 4.23 ดังนี้

ตารางที่ 4.22 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสาธารณูปโภคและพลังงานโดยเฉลี่ยต่อปี

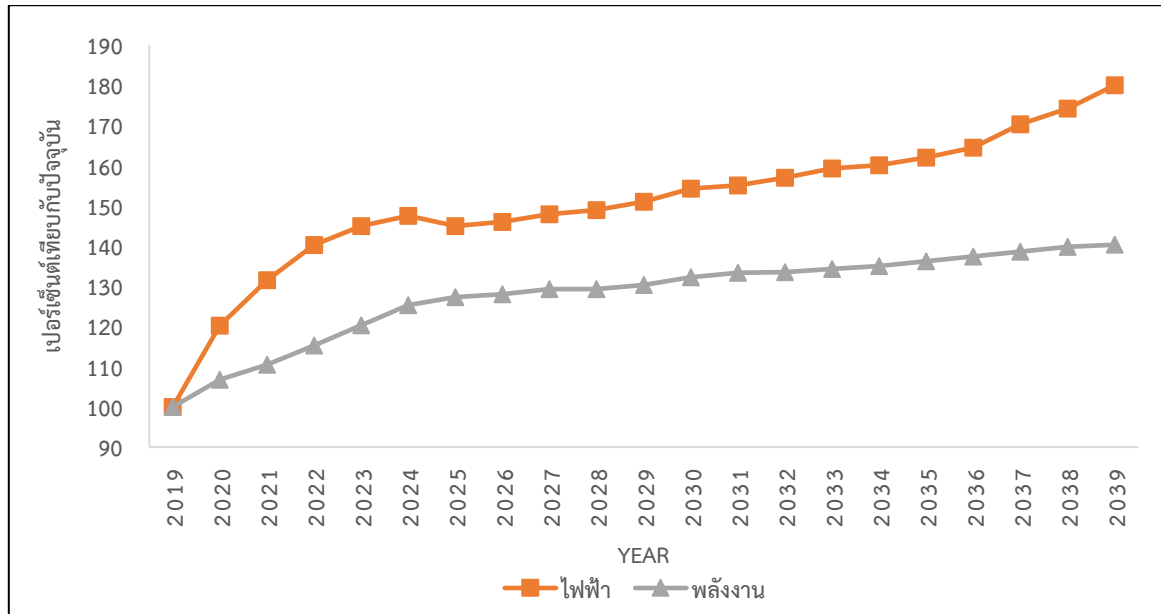
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการคลื่นความถี่กิจการสาธารณูปโภคและพลังงาน | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|--|------------------------------------|---|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.1$ | ทุกชนิด |
| การพัฒนาของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) | $G_1(t) = 1.02$ | ไฟฟ้า |
| การพัฒนาระบบของ smart meter | $G_2(t) = 1.01$ | ไฟฟ้า |
| การเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบวิทยุสื่อสาร | $L_1(t) = 0.90$ | ทุกชนิด |
| ความต้องการใช้คลื่นในกิจการพิเศษต่างๆ | $G_3(t) = 1.01$ | ไฟฟ้า |
| การประยุกต์ใช้ระบบ NB-IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิต | $L_2(t) = 0.98$ | ทุกชนิด |

ตารางที่ 4.23 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสาธารณูปโภคและพลังงานแยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| $G_0(t)$ | 1.10 | 1.08 | 1.05 | 1.03 |
| $G_1(t)$ | 1.02 | 1.015 | 1.01 | 1.0 |
| $G_2(t)$ | 1.01 | 1.01 | 1.005 | 1.0 |
| $G_3(t)$ | 1.01 | 1.01 | 1.012 | 1.014 |
| $L_1(t)$ | 0.9 | 0.92 | 0.94 | 0.97 |
| $L_2(t)$ | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 1.00 |

จากค่าปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนสามารถเขียนแผนภาพแสดงความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสาธารณูปโภคสำหรับกิจการไฟฟ้าและพลังงานได้ดังแผนภาพที่ 4.34 (แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประปามีค่อนข้างคงที่ จึงไม่นำใส่ในแผนภาพ)

แผนภาพที่ 4.34 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการไฟฟ้าและพลังงาน



ถ้ากำหนดให้ $UHF_{electricity}(t)$, $UHF_{water_supply}(t)$, $UHF_{energy}(t)$ คือจำนวนช่อง UHF ที่แต่ละภาคส่วนใช้ จะได้ว่า จำนวนช่อง UHF รวม คือ

$$UHF_{total}(t) = UHF_{electricity}(t) * d_{electricity}(t) + UHF_{water_supply}(t) * d_{water_supply}(t) + UHF_{energy}(t) * d_{energy}(t) + UHF_{other}(t) * d_{other}(t)$$

ในทำนองเดียวกัน ความถี่คลื่นชนิดอื่นก็สามารถคำนวณได้เช่นเดียวกัน และสามารถเขียนเป็นสมการเมตริกซ์แยกได้ดังนี้

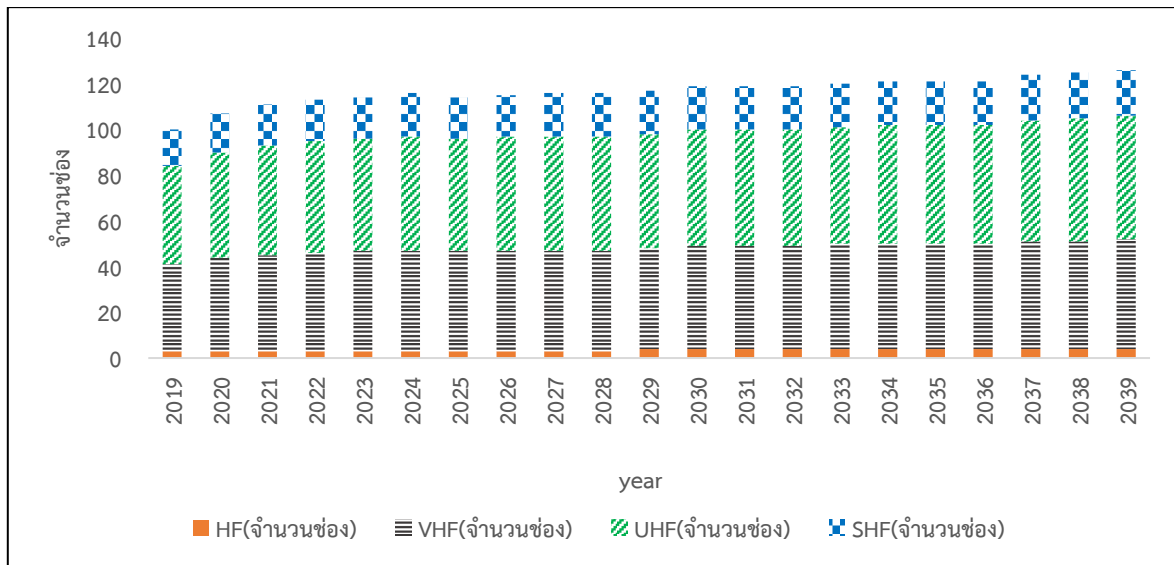
$$\begin{bmatrix} UHF_{total}(t) \\ HF_{total}(t) \\ SHF_{total}(t) \\ VHF_{total}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} UHF_{electricity}(t) & UHF_{water_supply}(t) & UHF_{energy}(t) & UHF_{other}(t) \\ HF_{electricity}(t) & HF_{water_supply}(t) & HF_{energy}(t) & HF_{other}(t) \\ SHF_{electricity}(t) & SHF_{water_supply}(t) & SHF_{energy}(t) & SHF_{other}(t) \\ VHF_{electricity}(t) & VHF_{water_supply}(t) & VHF_{energy}(t) & VHF_{other}(t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_{electricity}(t) \\ d_{water_supply}(t) \\ d_{energy}(t) \\ d_{other}(t) \end{bmatrix}$$

จากสมการเมตริกซ์ข้างต้น เราสามารถหาค่าของความถี่คลื่นความถี่ชนิดต่าง ๆ ของแต่ละภาคส่วนได้ เช่น

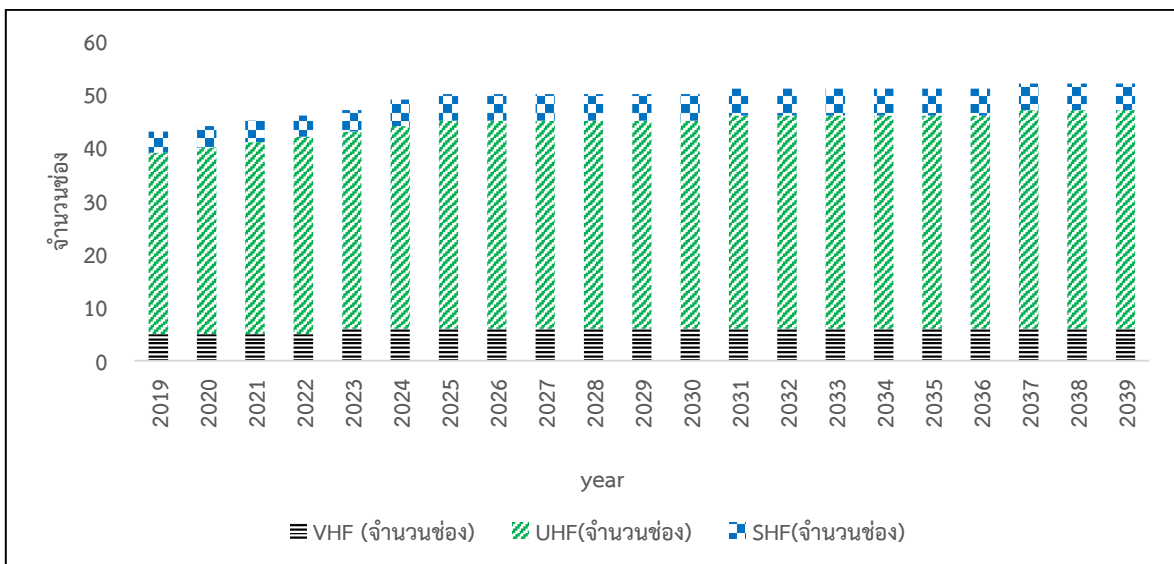
$$\begin{bmatrix} UHF_{electricity}(t) \\ HF_{electricity}(t) \\ SHF_{electricity}(t) \\ VHF_{electricity}(t) \end{bmatrix} \text{ หรือ } \begin{bmatrix} UHF_{energy}(t) \\ HF_{energy}(t) \\ SHF_{energy}(t) \\ VHF_{energy}(t) \end{bmatrix} \text{ ซึ่งสามารถนำไปสร้างแผนภาพแสดงจำนวนช่องในอนาคตได้}$$

จากการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ความต้องการคลื่นความถี่ที่เพิ่มขึ้นในส่วนของการไฟฟ้าและกิจการพลังงานอยู่ที่ 147.5 % และ 125.3% ใน 5 ปีข้างหน้าเมื่อเทียบกับปัจจุบัน ส่วนกิจการประปานั้นมีความต้องการคลื่นความถี่ค่อนข้างคงที่และมีแนวโน้มสามารถทดแทนการใช้คลื่นบางส่วนด้วยระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ เทคโนโลยี internet of thing (IoT) ได้ เมื่อทำการปรับค่าต่าง ๆ จากแบบสอบถามแล้ว สามารถคำนวณค่าความต้องการช่องความถี่ที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มตัวอย่างได้ โดยเมื่อทำการปรับค่า adjustment เช่น อัตราการเพิ่มแบนด์วิดท์จริงของกิจการไฟฟ้าอยู่ที่ 1/3 ของกิจการพลังงานอยู่ที่ 1/2 จะสามารถเขียนกราฟความต้องการช่องสัญญาณได้ตามแผนภาพที่ 4.35 และแผนภาพที่ 4.36

แผนภาพที่ 4.35 ความต้องการช่องความถี่ของกิจการไฟฟ้าในอนาคต



แผนภาพที่ 4.36 ความต้องการช่องความถี่ของกิจการพลังงานในอนาคต



ในกรณีของกิจการไฟฟ้านั้น มีความต้องการคลื่นความถี่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการตั้งโรงผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความต้องการไฟฟ้าที่สูงขึ้น เช่น โรงผลิตกระแสไฟฟ้าร่วม (co-generation) เป็นต้น ในอนาคตอาจมีโรงไฟฟ้าถ่านหินเพิ่มขึ้น ซึ่งก็อาจทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่หรือช่องความถี่เพิ่มขึ้น ส่วนกรณีของกิจการพลังงานก็มีความต้องการเพิ่มขึ้นเช่นกัน เพราะโรงผลิตกระแสไฟฟ้ามีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจการพลังงานอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศไทยมีการใช้พลังงานจากก๊าซธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้ามาก

4.8 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการประจำที่

กิจการประจำที่มีช่วงความถี่ที่หลากหลาย จากการตรวจสอบข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ กิจการประจำที่มีความต้องการใช้คลื่นความถี่มากขึ้นแต่เป็นการใช้แบบเสริมการใช้งานกับระบบหลัก ทำให้อัตราการเพิ่มแบนด์วิทที่แท้จริงค่อนข้างต่ำ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบ 5G กำลังจะเริ่มให้บริการ คลื่นความถี่จากกิจการประจำที่จะมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่านข้อมูลของระบบ 5G มาก ทำให้กิจการประจำที่มีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยความต้องการคลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการประจำที่หาได้ดังนี้

$$d_{\text{fixed_link}}(t) = G_{\text{fixed_link}}(t) * L_{\text{fixed_link}}(t) * d_{\text{fixed_link}}(t - 1)$$

โดย $d_{\text{fixed_link}}(t)$ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G_{\text{fixed_link}}(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L_{\text{fixed_link}}(t)$

โดยที่ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.24 และตารางที่ 4.25 ดังนี้

ตารางที่ 4.24 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่โดยเฉลี่ยต่อปี

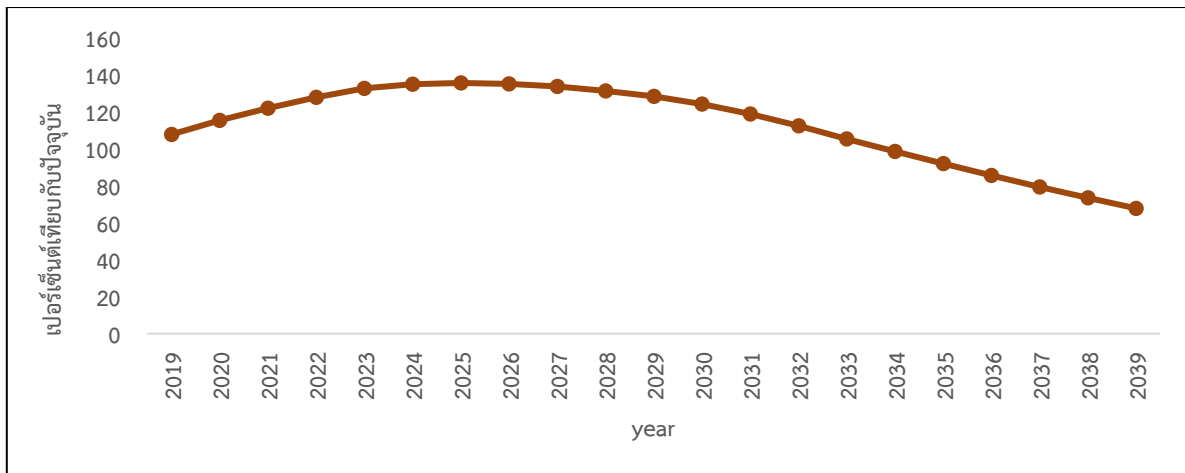
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความถี่คลื่นกิจการประจำที่ | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย |
|---|------------------------------------|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.05$ |
| การเปลี่ยนจากการใช้คลื่นไมโครเวฟมาเป็นโครงข่ายใยแก้วนำแสง | $L_1(t) = 0.96$ |
| การเพิ่มขึ้นของสถานีส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Stations) | $G_1(t) = 1.02$ |
| การเปลี่ยนไปใช้ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น (Higher-Frequency Link) | $G_2(t) = 1.05$ |

ตารางที่ 4.25 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่แยกตามปี

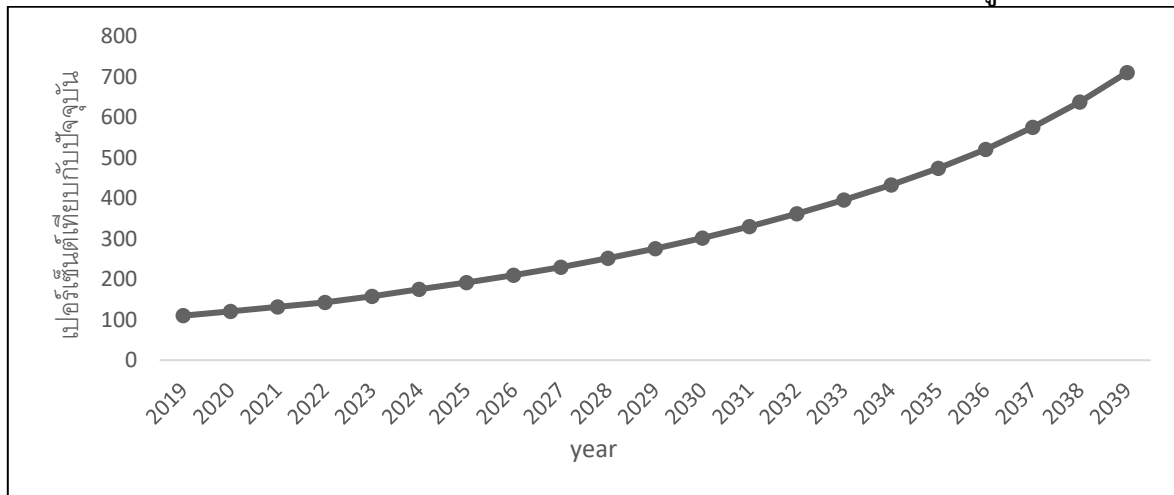
| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|------|-------|-------|-------|
| $G_0(t)$ | 1.10 | 1.06 | 1.04 | 1.04 |
| $L_1(t)$ | 0.98 | 0.970 | 0.958 | 0.950 |
| $G_1(t)$ | 1.02 | 1.04 | 1.045 | 1.05 |
| $G_2(t)$ | 1.02 | 1.04 | 1.06 | 1.1 |

จากการที่แนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่จะมีความแตกต่างระหว่างช่วงคลื่นความถี่ เมื่อแบ่งช่วงความถี่ออกเป็น 2 ช่วงความถี่ คือ ช่วงต่ำกว่า 15 GHz และ ช่วงความถี่สูงกว่า 15 GHz จากค่าปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนสามารถเขียนแผนภาพความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับความถี่ช่วงต่ำกว่า 15GHz ได้ตั้งแผนภาพที่ 4-37 และสามารถเขียนแผนภาพความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับความถี่ช่วงสูงกว่า 15GHz ได้ตั้งแผนภาพที่ 4-38

แผนภาพที่ 4-37 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำสำหรับความถี่ช่วงต่ำกว่า 15 GHz



แผนภาพที่ 4.38 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำสำหรับความถี่ช่วงสูงกว่า 15 GHz

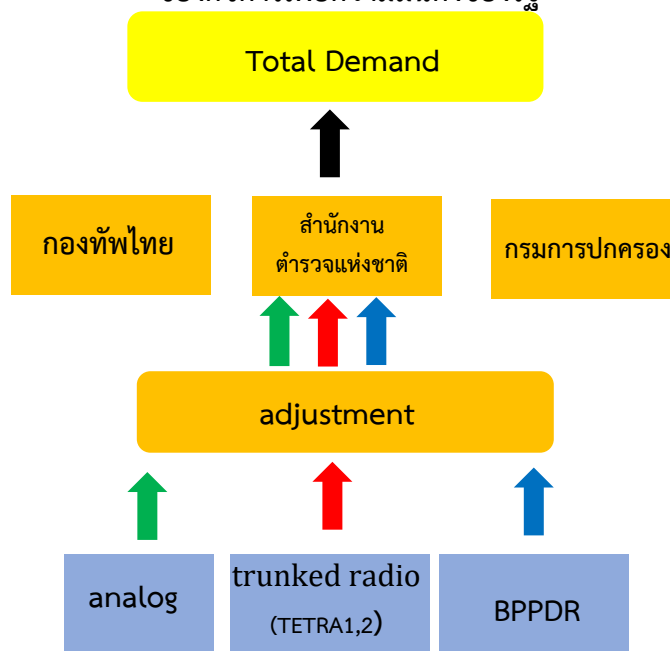


จากการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่ จะเห็นว่าช่วงความถี่ที่ต่ำกว่า 15 GHz จะมีค่าลดลง ซึ่งมีสาเหตุมาจากความต้องการบิเทรทที่สูงขึ้นของภาคธุรกิจ ทำให้คลื่นช่วงความถี่บริเวณนี้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ในระยะยาว ส่วนช่วงคลื่นความถี่สูงนั้นสามารถส่งผ่านข้อมูลความเร็วสูงได้ ซึ่งยังสามารถตอบสนองความต้องการของภาคธุรกิจเครือข่าย IMT ในด้านความเร็วได้

4.9 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุสำหรับกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ

ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ ประกอบไปด้วยกลุ่มผู้ใช้สามกลุ่มใหญ่ คือ 1) กองทัพอไทย 2) สำนักงานตำรวจแห่งชาติ 3) กรมการปกครอง โดยทั้งสามหน่วยงานนั้นมีการใช้บริการวิทยุสื่อสารทั้งหมดสามลักษณะใหญ่ คือ 1) analog radio 2) trunked radio และ 3) broadband PPDR (Public safety LTE) ตามแผนภาพที่ 4.39

แผนภาพที่ 4.39 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ



กำหนดให้ปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ของทั้งสามระบบจากทั้งสามหน่วยงาน ณ เวลา t มีรายละเอียดดังนี้

- 1) กองทัพอไทย คือ $d_{\text{army, trunked radio}}(t)$, $d_{\text{army, analog}}(t)$ และ $d_{\text{army, BPPDR}}(t)$
- 2) กรมการปกครอง คือ $d_{\text{provincial, trunked radio}}(t)$, $d_{\text{provincial, analog}}(t)$ และ $d_{\text{provincial, BPPDR}}(t)$
- 3) สำนักงานตำรวจแห่งชาติ คือ $d_{\text{police, trunked radio}}(t)$, $d_{\text{police, analog}}(t)$, และ $d_{\text{police, BPPDR}}(t)$

โดยสามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันได้ดังนี้

$$\mathbf{d}_{\text{army}}(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{analog}}(t) \\ d_{\text{trunked radio}}(t) \\ d_{\text{BPPDR}}(t) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{d}_{\text{provincial}}(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{analog}}(t) \\ d_{\text{trunked radio}}(t) \\ d_{\text{BPPDR}}(t) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{d}_{\text{police}}(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{analog}}(t) \\ d_{\text{trunked radio}}(t) \\ d_{\text{BPPDR}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $\mathbf{d}(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ ทั้งนี้ เนื่องจากการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของสำนักงานตำรวจแห่งชาติและกรมการปกครองจะถูกคำนวณอยู่ในกิจการอื่นที่ไม่ใช่กิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐด้วย เพื่อไม่ให้เกิดความทับซ้อนในการคำนวณ ในกรณีของสำนักงานตำรวจแห่งชาติจะทำการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ทั้งหมดในกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ส่วนกรมการปกครองจะทำการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ทั้งหมดในกิจการวิทยุสื่อสารในส่วนของภาครัฐ ดังนั้น ในการคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการเพื่อความมั่นคงรัฐจะทำการคำนวณเฉพาะความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกองทัพไทย โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} d_{\text{army,analog}}(t) &= G_{\text{army,analog}}(t) * L_{\text{army,analog}}(t) * d_{\text{army,analog}}(t - 1) \\ &= G_0(t) * L_2(t) * d_{\text{army,analog}}(t-1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{army,trunked radio}}(t) &= G_{\text{army,trunked radio}}(t) * L_{\text{army,trunked radio}}(t) * d_{\text{army,trunked radio}}(t - 1) \\ &= G_0(t) * G_2(t) * G_3(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{army,trunked radio}}(t - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{army,BPPDR}}(t) &= G_{\text{army,BPPDR}}(t) * L_{\text{army,BPPDR}}(t) * d_{\text{army,BPPDR}}(t - 1) \\ &= G_0(t) * G_1(t) * G_2(t) * G_3(t) * d_{\text{army,BPPDR}}(t - 1) \end{aligned}$$

โดยที่ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.26 และตารางที่ 4.27 ดังนี้

ตารางที่ 4.26 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐโดยเฉลี่ยต่อปี

| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความถี่คลื่นกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|--|------------------------------------|---|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.12$ | ทุกกิจการ |
| ประสิทธิภาพของระบบดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นในการส่งข้อมูล เช่น TETRA2 | $L_1(t) = 0.95$ | trunked radio |

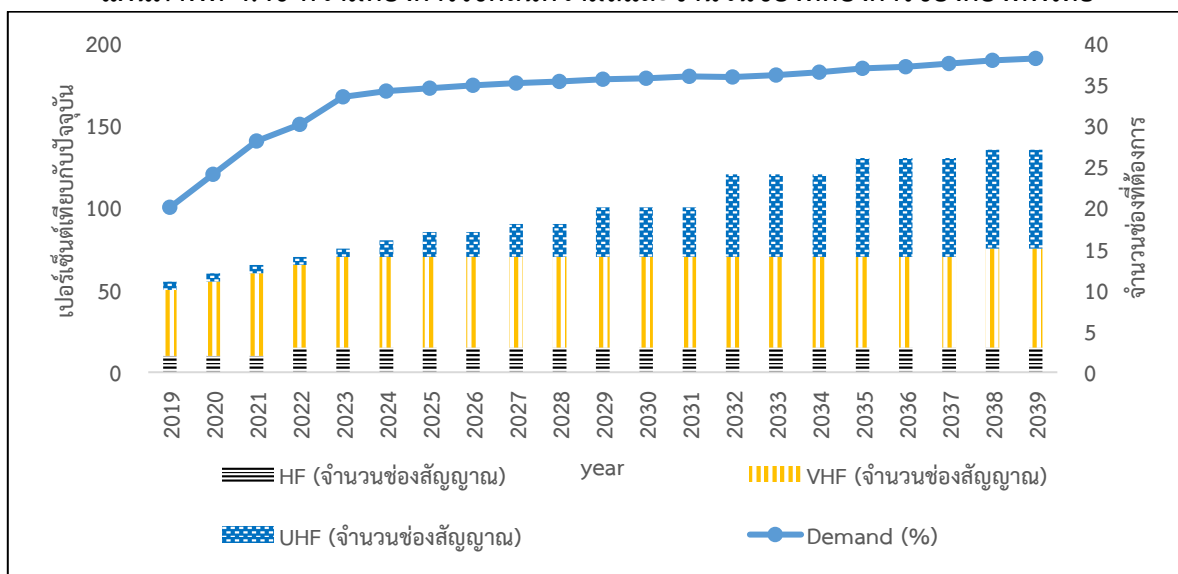
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความถี่คลื่นกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|--|------------------------------------|---|
| การเพิ่มการใช้งานมัลติมีเดียเพื่อสนับสนุนภารกิจ | $G_1(t) = 1.05$ | BPPDR |
| แนวโน้มการใช้เครือข่ายเชิงพาณิชย์มาใช้ | $L_2(t) = 0.98$ | Analog, trunked radio |
| การพัฒนาเครือข่าย PPDR และการลดต้นทุนการใช้บริการสำหรับเทคโนโลยีใหม่ | $G_2(t) = 1.02$ | trunked radio, BPPDR |
| ราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบดิจิทัลที่ลดลง | $G_3(t) = 1.02$ | trunked radio, BPPDR |

ตารางที่ 4.27 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่กิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐแยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|------|-------|-------|------|
| $L_1(t)$ | 0.95 | 0.97 | 0.98 | 0.99 |
| $G_0(t)$ | 1.15 | 1.13 | 1.12 | 1.1 |
| $L_2(t)$ | 0.98 | 0.985 | 0.986 | 1.00 |
| $G_2(t)$ | 1.02 | 1.01 | 1.008 | 1.00 |
| $G_3(t)$ | 1.01 | 1.022 | 1.023 | 1.03 |

จากการคำนวณโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถาม เราสามารถรวมความต้องการคลื่นของกองทัพไทยทั้งหมดไว้ด้วยกันได้ โดยจากการคำนวณข้อมูลของกองทัพในแบบสอบถาม จะได้ค่าความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอีก 5 ปีข้างหน้าเมื่อเทียบกับความต้องการในปัจจุบันเท่ากับ 170% หรือเพิ่มขึ้น 70% จากปีปัจจุบัน ทั้งนี้ สามารถเขียนกราฟความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกองทัพไทยได้ดังแผนภาพที่ 4.40 โดยแนวตั้งขวามือคือ ตัวเลขเปอร์เซ็นต์ความต้องการในอนาคตเทียบกับปัจจุบัน และแนวตั้งขวามือคือ จำนวนช่องสัญญาณที่ต้องการในอนาคต

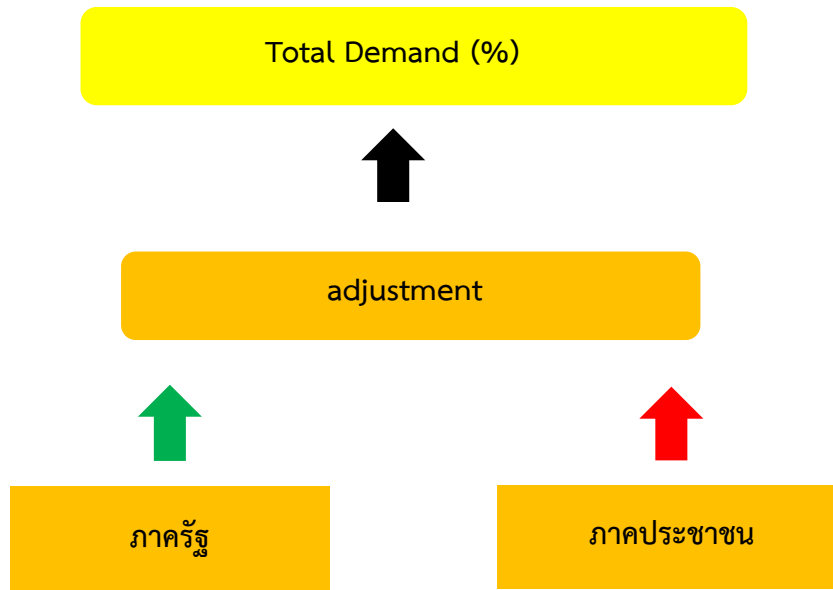
แผนภาพที่ 4.40 ความต้องการใช้คลื่นความถี่และจำนวนช่องที่ต้องการของกองทัพไทย



4.10 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการวิทยุสื่อสาร

กิจการวิทยุสื่อสารสามารถแบ่งตามลักษณะผู้ใช้งานคลื่นความถี่ออกเป็น 1) ภาครัฐ (หน่วยงานหลักที่ใช้วิทยุสื่อสารในส่วนของภาครัฐคือ กรมการปกครอง) และ 2) ภาคประชาชน ตามแผนภาพที่ 4.41

แผนภาพที่ 4.41 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุสื่อสาร



โดยสามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันได้ดังนี้

$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{\text{government}}(t) \\ d_{\text{cb}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $d(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ ซึ่งเมื่อแทนค่าดังกล่าวลงในสมการ $d(t)$ จะได้สมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่ของภาครัฐและภาคประชาชนได้ดังนี้

$$\begin{aligned} d_{\text{government}}(t) &= G_{\text{government}}(t) * L_{\text{government}}(t) * d_{\text{government}}(t - 1) \\ &= G_{\text{government}}(t) * G_1(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{government}}(t - 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\text{cb}}(t) &= G_{\text{cb}}(t) * L_{\text{cb}}(t) * d_{\text{cb}}(t - 1) \\ &= G_{\text{cb}}(t) * G_1(t) * L_1(t) * L_2(t) * d_{\text{cb}}(t - 1) \end{aligned}$$

โดยที่ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการสื่อสาร ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.28 และตารางที่ 4.29 ดังนี้

ตารางที่ 4.28 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุสื่อสารโดยเฉลี่ยต่อปี

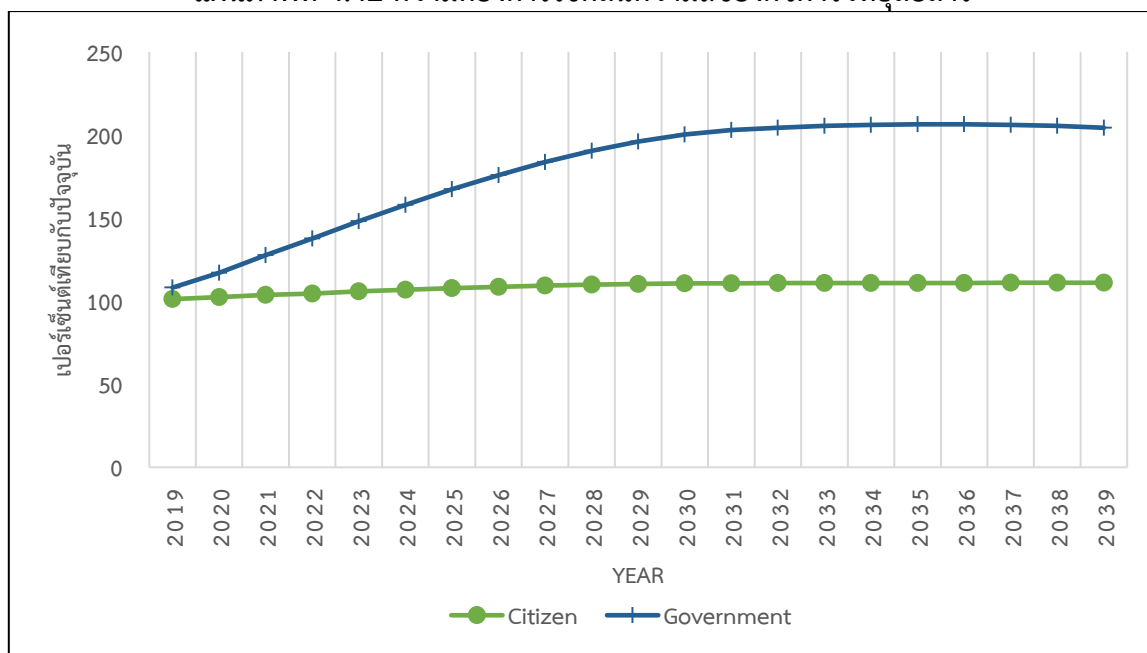
| ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความต้องการคลื่นความถี่กิจการวิทยุสื่อสาร | ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | ชนิดของความต้องการคลื่นที่ได้รับผลกระทบ |
|---|------------------------------------|---|
| การขยายตัวของการใช้งานโดยปกติ (ข้อมูลจากแบบสอบถาม) | $G_0(t) = 1.05$ | ทุกภาคส่วน |
| ประสิทธิภาพของระบบดิจิทัลที่เพิ่มขึ้นในการส่งข้อมูล เช่น TETRA2 | $L_1(t) = 0.95$ | ทุกภาคส่วน |
| แนวโน้มการใช้เครือข่ายเชิงพาณิชย์เพื่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ | $L_2(t) = 0.95$ | ทุกภาคส่วน |
| ราคาอุปกรณ์ที่ลดลง | $G_1(t) = 1.05$ | ทุกภาคส่วน |

ตารางที่ 4.29 ปัจจัยเพิ่มและปัจจัยลดทอนที่ใช้ในการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุสื่อสารแยกตามปี

| ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ให้โดยเฉลี่ย | 2019 | 2024 | 2029 | 2034 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| $L_1(t)$ | 0.95 | 0.941 | 0.932 | 0.929 |
| $G_{cb}(t)$ | 1.012 | 1.01 | 1.004 | 1.0003 |
| $G_{government}(t)$ | 1.08 | 1.066 | 1.029 | 1.00 |
| $L_2(t)$ | 0.96 | 0.96 | 0.93 | 0.93 |
| $G_1(t)$ | 1.05 | 1.036 | 1.027 | 1.02 |

เมื่อทำการเขียนกราฟความต้องการใช้คลื่นความถี่ของทั้งภาครัฐและภาคประชาชน จะได้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ดังแผนภาพที่ 4.42 โดยในระยะเวลา 5 ปีข้างหน้าความต้องการใช้คลื่นความถี่ของภาคประชาชนจะเพิ่มขึ้น 6 % ส่วนภาครัฐจะมีความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น 46% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับปัจจุบัน

แผนภาพที่ 4.42 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการวิทยุสื่อสาร

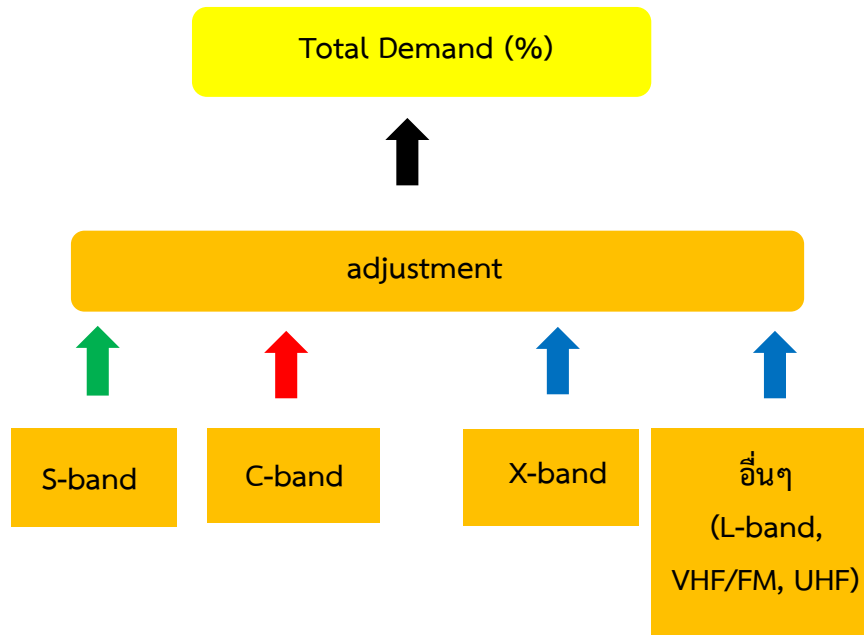


วิทยุสื่อสารภาคประชาชนมีความต้องการที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มากนัก อันเนื่องมาจากการเข้ามาของผู้ใช้รายใหม่มีน้อย ผู้ใช้รายเดิมยังคงมีความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้น แต่บทบาทของการติดต่อสื่อสารด้วยอินเทอร์เน็ตอาจเป็นตัวหยุดการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานวิทยุสื่อสารภาคประชาชน ในขณะที่วิทยุสื่อสารภาครัฐมีความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการขยายตัวของเขตชุมชนเมืองทั่วประเทศในปัจจุบัน

4.11 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการอู่ศูนย์มวิทยุ

ในกิจการอู่ศูนย์มวิทยุ แบ่งการใช้คลื่นเป็นช่วงได้ออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ 1) S-band 2) C-band 3) X-band และ 4) below L-band ดังแผนภาพที่ 4.43

แผนภาพที่ 4.43 แบบจำลอง Bottom Up สำหรับคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการอู่ศูนย์มวิทยุ

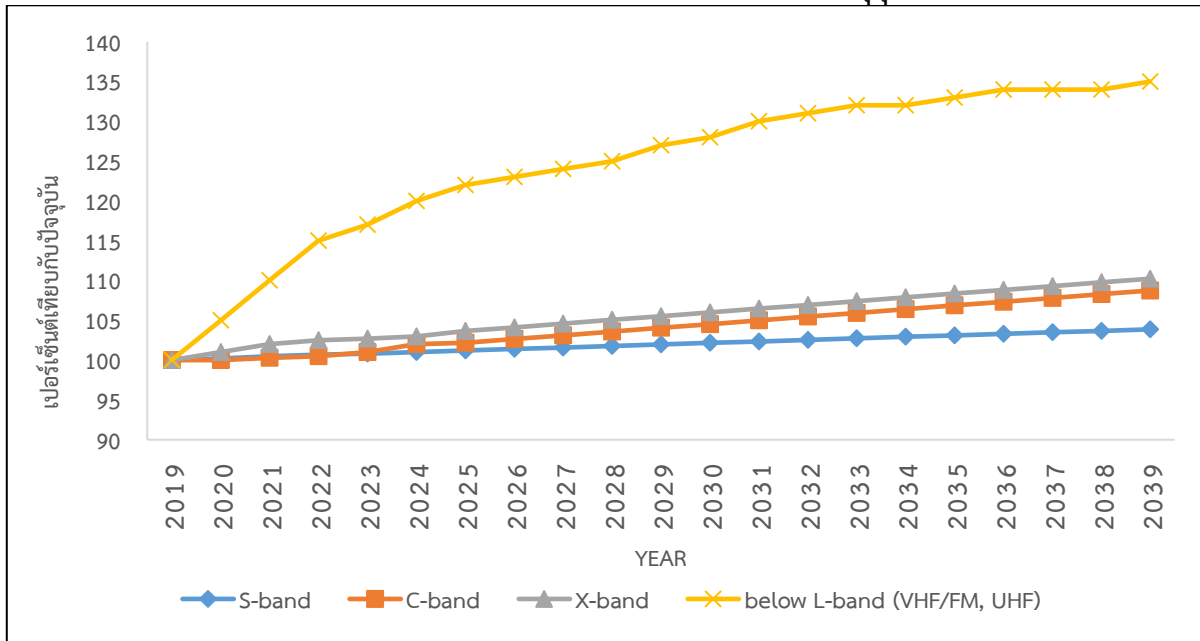


โดยสามารถเขียนสมการของความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันได้ดังนี้

$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{S\text{-band}}(t) \\ d_{C\text{-band}}(t) \\ d_{X\text{-band}}(t) \\ d_{\text{below_L_band}}(t) \end{bmatrix}$$

โดย $d(t)$ สามารถหาได้จากการคูณปัจจัยเพิ่ม (gain) หรือ $G(t)$ และปัจจัยลดทอน (loss) หรือ $L(t)$ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากกิจการอู่ศูนย์มวิทยุมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องน้อย ทำให้ค่าน้ำหนัก gain และ loss ของกิจการอู่ศูนย์มวิทยุนั้น สามารถใช้ค่า $G_0(t)$ โดยตรงได้ ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่ได้จากการสัมภาษณ์โดยตรง และปรับเพิ่มลดเล็กน้อยหลังจากการทำประชุมกลุ่มย่อย ทั้งนี้ เมื่อทำการพล็อตกราฟจากสมการความต้องการใช้คลื่นความถี่ จะได้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการอู่ศูนย์มวิทยุตามแผนภาพที่ 4.44 ดังนี้

แผนภาพที่ 4.44 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการอู่ศูนย์มวิทยา



จากแผนภาพที่ 4.44 พบว่าความต้องการใช้คลื่นความถี่ในช่วงต่ำกว่า L-band จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความต้องการใช้งาน และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ เทคโนโลยีใหม่ เช่น DVB-S (11-12 GHz) จะเพิ่มขึ้นอย่างมากเช่นกัน แต่เนื่องจากคลื่นความถี่ดังกล่าวจะใช้คลื่นความถี่ของกิจการดาวเทียม จึงไม่จำเป็นต้องแสดงความต้องการใช้คลื่นความถี่ในแผนภาพที่ 4.44

4.12 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการดาราศาสตร์วิทยุ

ในกิจการดาราศาสตร์นั้น สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติจะได้มีการเปิดใช้งานรับคลื่นวิทยุที่มีขนาด 40 เมตร และ 13 เมตร ตามลำดับ โดยจะเริ่มมีการรับสัญญาณคลื่นวิทยุได้ในช่วงตั้งแต่ 2 ถึง 100 GHz โดยเฉพาะในช่วงคลื่นความถี่ 2 ถึง 40 GHz นั้น มีการใช้งานที่สำคัญหลายด้าน แต่ขณะเดียวกันก็อาจทับซ้อนกับการใช้งานในกิจการโทรคมนาคมด้านอื่น เช่น กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่อาจใช้คลื่นความถี่ที่สูงมากเช่นกัน แต่ กิจการดาราศาสตร์นั้นความถี่คลื่นวิทยุที่รับได้เป็นตัวกำหนดข้อมูลของแร่ธาตุในอวกาศ ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ ทั้งนี้ สามารถเขียนสมการของความถี่ความต้องการใช้คลื่นความถี่เมื่อเทียบกับปัจจุบันของกิจการดาราศาสตร์วิทยุได้ดังนี้

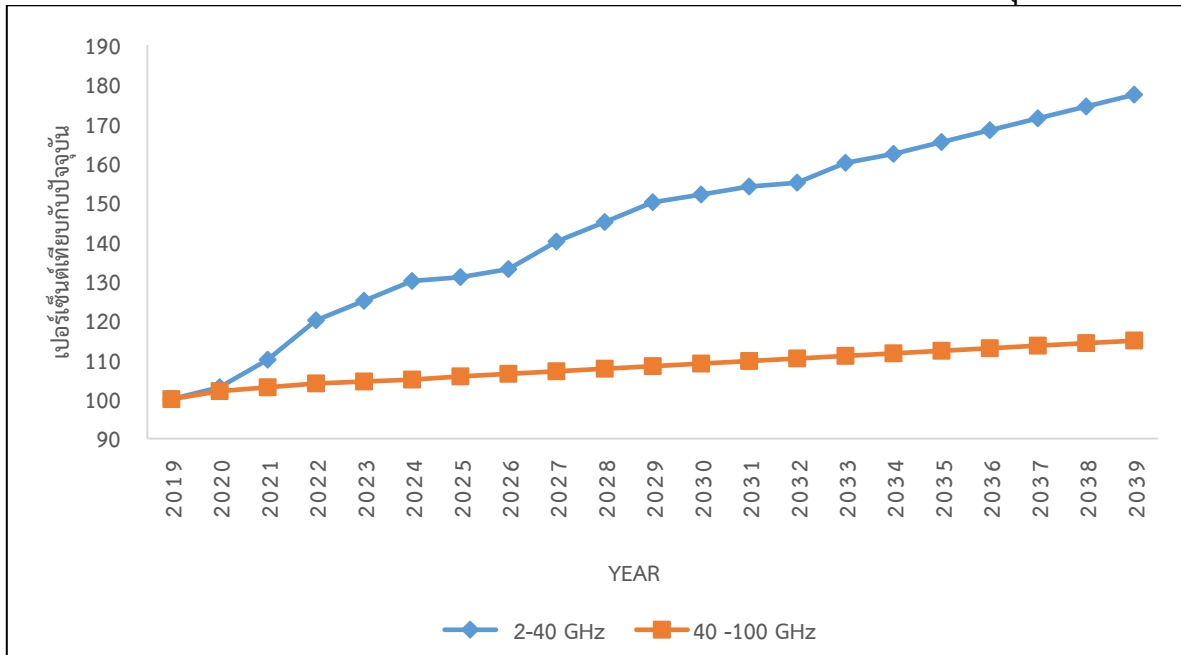
$$d(t) = \begin{bmatrix} d_{2-40\text{GHz}}(t) \\ d_{40-100\text{GHz}}(t) \end{bmatrix}$$

โดยที่ $d_{2-40\text{GHz}}(t) = G_{2-40}(t)d_{2-40\text{GHz}}(t-1)$

และ $d_{40-100\text{GHz}}(t) = G_{40-100}(t)d_{40-100\text{GHz}}(t-1)$

โดย $G_{2-40}(t)$ และ $G_{40-100}(t)$ นั้นได้จากการสัมภาษณ์ โดยสามารถสร้างกราฟความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการดาราศาสตร์วิทยุจากข้อมูลการสัมภาษณ์ได้ดังแผนภาพที่ 4.45 ดังนี้

แผนภาพที่ 4.45 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการดาราศาสตร์วิทยุ



สำหรับคลื่นความถี่วิทยุช่วงต่ำของกิจการดาราศาสตร์วิทยุมีความต้องการใช้งานที่สูงกว่าคลื่นความถี่ช่วงสูงเพราะมีการรับสัญญาณคลื่นของมวลสารสำคัญหลายชนิด และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากกว่า ทั้งในเรื่องของการออกแบบอุปกรณ์และเทคโนโลยีการรับส่งสัญญาณ ซึ่งทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ต้องการค้นคว้าและวิจัยเพื่อนำไปต่อยอดในอุตสาหกรรมขั้นสูงต่อไป

4.13 การคำนวณเพื่อหาความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อกิจการอื่น ๆ

Internet of Things หรือ IoT เป็นการสื่อสารข้อมูลที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิด ตั้งแต่ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นผลให้ระบบต่าง ๆ สามารถติดต่อสื่อสาร และทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ จัดเป็นการสื่อสารที่ให้ศักยภาพในการสื่อสารสูงสุด เพราะไม่เพียงแต่เป็นการสื่อสารระหว่างมนุษย์ต่อมนุษย์ (Human to Human: H2H) แต่ยังเป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกลกับเครื่องจักร (Machine to Machine: M2M) โดยปราศจากมนุษย์เป็นผู้ควบคุม เพื่อการเข้าถึงข้อมูล การควบคุมอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้ากับอุปกรณ์ รวมถึงเซ็นเซอร์ และสมาร์ทแท็ก (Smart tag) เป็นต้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีของ IoT มีการแบ่งกลุ่มของการเชื่อมต่อและเครือข่ายไร้สาย IoT อาจแบ่งได้ตามระยะทาง อัตราข้อมูล หรือแบ่งตามมาตรฐาน สำหรับการแบ่งกลุ่มตามระยะทางการใช้งานสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ ระยะใกล้ (Short-range) ระยะกลาง (Mid-range) และระยะไกล (Long-range) โดยแต่ละโปรโตคอล ถูกออกแบบแตกต่างกันออกไปตามการใช้งาน และเนื่องจากในแต่ละกลุ่มมีโปรโตคอลหลากหลาย จึงจำเป็นต้องเลือกโปรโตคอลที่สำคัญและมีบทบาทต่อ IoT ในปัจจุบันและอนาคต สำหรับเทคโนโลยีแบบไร้สายที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เข้าสู่ระบบ อินเทอร์เน็ต สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ

1) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะใกล้ (Short-Range Devices หรือ Short-range communication) เป็นรูปแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระยะสั้นมากโดยใช้กำลังส่งต่ำมาก เหมาะสำหรับการสื่อสารในพื้นที่ครอบคลุมขนาดเล็กซึ่งอยู่ในลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ (Peer-to-peer) หรือการเชื่อมต่อแบบโครงข่ายก็ได้ ในกลุ่มของการสื่อสารระยะใกล้จะอยู่ในกลุ่มของ WPAN เป็นหลักและอาจรวมกลุ่มของ RFID และ NFC เข้าไปด้วย โดยเทคโนโลยี WPAN ที่สำคัญคือ 6LoWPAN, Zigbee และ BLE (Bluetooth Low Energy) เป็นการพัฒนาบรูทสำหรับ IoT โดยเฉพาะ โดยทั้ง 3 โปรโตคอลออกแบบตาม IEEE 802.15.4 โดย BLE จะมีการเชื่อมต่อแบบ Star เท่านั้น ส่วน Zigbee และ 6LoWPAN สามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง แบบ Mesh และ Star โดยระยะใช้งานไม่เกิน 10 เมตร นอกจากนี้ยังมี Z-Wave, Wireless HART, Thread และ EnOcean อยู่ในกลุ่มนี้ โดยความถี่ที่ใช้ทั้งหมด คือ 2.4 GHz ยกเว้น Z-Wave และ EnOcean ที่ใช้ความถี่ Sub-1 GHz [3]

2) เทคโนโลยีไร้สายแบบกลุ่มเทคโนโลยีระยะกลาง เป็นกลุ่มพัฒนามาตรฐาน IEEE 802.11 หรือรู้จักกันในชื่อของ WLAN หรือ WiFi มีบทบาทสำคัญในช่วงการสื่อสารระยะกลางโดยเฉพาะในตัวอาคารที่ใช้งานย่านความถี่ ISM (Industrial, Scientific and Medical) เป็นช่วงความถี่ที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต (Unlicensed) ในสองแถบคือ 2.4 GHz และ 5 GHz ยกเว้น 802.11af ใช้ความถี่ย่านโทรทัศน์ที่ไม่ได้ใช้งาน (TV white space) 802.11y (Light licensed) และที่กำลังพัฒนาอยู่คือ 802.11ah (HaLow) ซึ่งจะใช้ความถี่ 900 MHz โดยเริ่มตั้งแต่ 802.11n/ac เริ่มมีการนำเทคนิค MIMO (Multi-input multi-output) มาช่วยทำให้อัตราเร็วข้อมูลสูงขึ้น แต่ข้อจำกัดของ WiFi นอกจากพื้นที่ครอบคลุมไม่มากแล้ว การใช้งานแบบเคลื่อนที่ก็เป็นจุดด้อยที่สำคัญมากของระบบนี้

3) เทคโนโลยีไร้สายแบบระยะไกล (Long-range หรือ Wide area communication) เป็นส่วนที่สำคัญมากเพราะเป็นหนึ่งใน คุณสมบัติที่ต้องการของ IoT คือ การใช้พลังงานที่ต่ำแต่สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางที่ไกลหรือครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง ซึ่งเทคโนโลยี ดังกล่าว คือ LPWAN (Low Power Wide Area Network) โดยเฉพาะการใช้งานของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำ คุณภาพอากาศ แร่ธรรมชาติ รวมทั้ง งานทางด้านเกษตรกรรมและปศุสัตว์ เทคโนโลยี LPWAN จึงถูกพัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะ ซึ่งอาจจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มที่พัฒนาจากโครงข่ายโทรศัพท์เดิม คือพัฒนาต่อจาก 3G/4G และ LTE ซึ่งจะใช้ความถี่ในช่วงเดียวกันและต้องมีใบอนุญาต เช่น NB-IoT, LTE-MTC และอีกกลุ่มที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้ความถี่ต่ำกว่า 1 GHz บางที่เรียกว่า Sub-1 GHz โดยจะใช้ความถี่ที่เป็นแบบไม่ต้องมีใบอนุญาต เช่น LoRa, Sigfox และ Weightless หรือสามารถแบ่งตามเทคนิคที่ใช้ก็จะได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้เทคนิคแบนวิทที่แคบมาก ๆ (Ultra Narrowband) เพื่อเพิ่มค่าอัตราส่วน SNR (Signal-to-noise ratio) เทคโนโลยีในกลุ่มนี้คือ NB-IoT, Sigfox ในขณะที่อีกกลุ่มใช้เทคนิคการเข้ารหัสเพื่อต่อต้านกับสัญญาณรบกวนที่ตัวรับแถบกว้าง กลุ่มนี้ ก็มี LoRa เป็นตัวหลัก

สำหรับ LTE-M ถูกพัฒนามาจาก 3GPP ซึ่งออกแบบบนความถี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีอัตราส่งข้อมูลสูงสุดในกลุ่มนี้ ออกแบบมารองรับการสื่อสารระหว่าง M2M โดยเฉพาะ ที่ตัวรับของ LTE-M ใช้แบนวิทที่เพียง 1.4 MHz เทียบกับ LTE ของโทรศัพท์ที่ใช้ถึง 20 MHz ดังนั้นความซับซ้อนจึงลดลงมาก รวมทั้ง การติดตั้ง LTE-M เพียงปรับปรุงโปรแกรมเข้าไปยังส่วนของสถานีฐานเดิมโดยไม่ต้องมีส่วนของฮาร์ดแวร์เพิ่มเติม ขณะที่ NB-IoT เป็นการพัฒนาต่อจาก LTE-M เพื่อให้รองรับจำนวนเครื่องที่หนาแน่นและมากขึ้นหรือเป็นเวอร์ชัน massive LTE-M ซึ่งช่วงความถี่ (200 kHz) ที่ใช้สามารถ ใช้ทั้งความถี่เดิมในระบบ GSM หรือใช้ช่วงในหรือ guard band ของ LTE ส่วน LoRa แตกต่างจาก LTE-M และ NB-IoT ซึ่ง ออกแบบบนช่วงความถี่ ISM ซึ่ง

ขึ้นอยู่กับแต่ละโซนและแต่ละประเทศแต่ความถี่ไม่เกิน 1 GHz เช่น สหรัฐใช้ 915 MHz ยุโรปใช้ 868 MHz ของไทยถูกกำหนดโดย สำนักงาน กสทช. ให้ใช้ช่วงความถี่ 920- 925 MHz โดย LoRa พัฒนาโดยใช้เทคนิคการมอดูเลตแบบ Chirp Spread Spectrum (CSS) ซึ่งทำให้ออสซิลเลเตอร์ที่ตัวรับมีราคาถูก แต่มีเสถียรภาพมาก ดังนั้น ชิพของ LoRa จึงมีราคาต่ำ และยังสามารถปรับอัตราส่งข้อมูลและระยะทางได้โดยใช้ Spread factors (SFs)

ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อระยะใกล้หรือระยะไกล ช่วงความถี่แบบมีใบอนุญาตหรือไม่มีใบอนุญาต เทคโนโลยี IoT ล้วนมีความสำคัญต่อการใช้ชีวิตในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้น การทำความเข้าใจภาพรวมและแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยี IoT จะช่วยให้เหล่า นักวิจัย วิศวกร นวัตกรรมสามารถออกแบบสร้างและทดสอบอุปกรณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างรวดเร็วทันต่อความต้องการของตลาดรวมทั้งมีความเชื่อมั่นในทุกช่วงของขบวนการ และมีความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องตามมาตรฐาน นอกจากนี้ IoT จะเปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้นและรองรับอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน และเนื่องจากสเกลของ IoT มีขนาดใหญ่มาก ดังนั้น โอกาสและความท้าทายสำหรับงานวิจัยจึงเปิดกว้างและหลากหลาย โดยเฉพาะการเชื่อมต่อและโปรโตคอลการสื่อสารไร้สาย ดังตัวอย่าง การเพิ่มประสิทธิภาพแถบความถี่เนื่องจากจำนวนของอุปกรณ์ที่จะใช้เชื่อมต่อมีจำนวนมากแต่มีทรัพยากรแถบความถี่ที่จำกัด ดังนั้น จะทำอย่างไรให้แถบความถี่ที่มีอยู่รองรับการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านั้นให้ได้มากที่สุด และยังสามารถรับประกันคุณภาพการให้บริการ (QoS) ที่เหมาะสมรวมทั้งใช้พลังงานน้อยที่สุด สิ่งหนึ่งที่สามารถสำรวจการเพิ่มการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านั้นในประเทศไทย นั่นคือการพัฒนาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ดังจะเห็นได้จากนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) ที่ได้รวมยุทธศาสตร์การสร้างความศักยภาพและความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมและบุคลากรทางการวิจัยไว้ และมีการจัดงบประมาณในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง อันจะเป็นผลให้มีการพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ (สมาคม ECTI) ได้จัดให้มีการประชุมวิชาการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ เพื่อรองรับการนำเสนอผลงานนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (ECTI-CARD) ขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีตามลำดับ โดยมุ่งเน้นกลุ่มผลงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชิงประยุกต์ด้าน IoT ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 : เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร
- กลุ่มที่ 2 : เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์การกีฬา
- กลุ่มที่ 3 : การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงานบ้านอัตโนมัติ
- กลุ่มที่ 4 : การเรียนการสอนทางไกล การศึกษาบัณฑิตคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน
- กลุ่มที่ 5 : การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์
- กลุ่มที่ 6 : การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้านเครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย
- กลุ่มที่ 7 : การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม
- กลุ่มที่ 8 : ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม
- กลุ่มที่ 9 : ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึงการยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ
- กลุ่มที่ 10 : มาตรฐานวิทยา การวัดและควบคุม
- กลุ่มที่ 11 : หัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

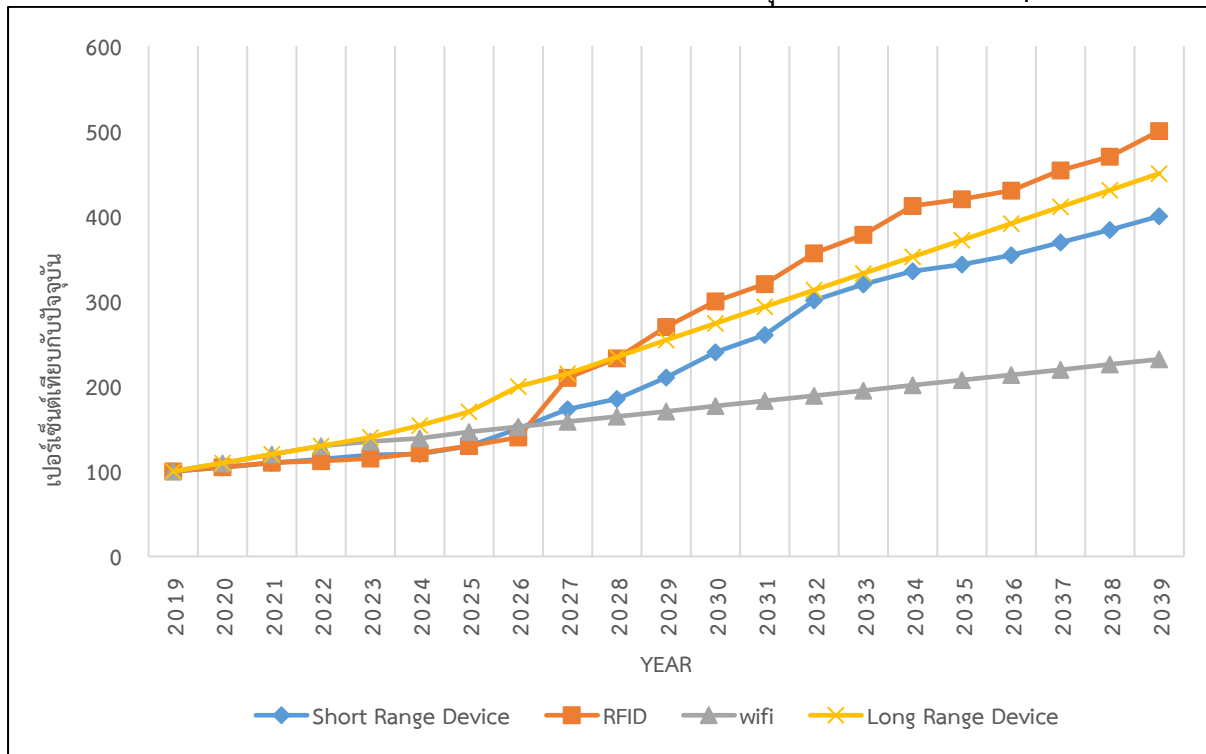
ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามและข้อมูลการสัมภาษณ์ พบว่าใน 5 ปีข้างหน้า ความต้องการใช้อุปกรณ์ IoT แต่ละประเภทเพิ่มขึ้นดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 อัตราความต้องการใช้อุปกรณ์ IoT

| ชนิดของ IoT | Short Range Devices | RFID | WiFi | Long Range Devices |
|---|---------------------|-------|-------|--------------------|
| เปอร์เซ็นต์ของความต้องการคลื่นในห้าปีข้างหน้าเทียบกับปัจจุบัน | 120.5 | 121.4 | 138.7 | 154 |

เมื่อสร้างกราฟความต้องการใช้อุปกรณ์ IoT ชนิดต่าง ๆ ในอนาคต จะได้กราฟดังแสดงในแผนภาพที่ 4-46 ดังนี้

แผนภาพที่ 4.46 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ของอุปกรณ์ IoT ชนิดต่างๆ



จากแผนภาพที่ 4.46 แสดงค่าเฉลี่ยการเพิ่มขึ้นของการใช้อุปกรณ์อยู่ที่ 20-30% ซึ่งใกล้เคียงกับจำนวนการต่อเชื่อมอินเทอร์เน็ตของอุปกรณ์ IoT ทั่วโลก ซึ่งอยู่ที่ 17-20 % แต่อย่างไรก็ตาม แนวโน้มการแพร่หลายของอุปกรณ์ IoT ในตลาดโลกสูงกว่าการต่อเชื่อมจริงมาก ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามมีค่าที่สูงกว่าแนวโน้มจริงของการต่อเชื่อมอินเทอร์เน็ตของ IoT

5. ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่

ในการบริหารคลื่นความถี่ของกิจการต่าง ๆ สิ่งหนึ่งที่จะต้องทราบเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการบริหารคลื่นความถี่คือการทราบถึงความต้องการใช้คลื่นความถี่ของกิจการต่าง ๆ ทั้งในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในกรณีของความต้องการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันสามารถรวบรวมข้อมูลได้โดยตรงจากหน่วยงาน/องค์กร/บริษัทที่มีความจำเป็นที่จะใช้คลื่นความถี่ต่าง ๆ แต่ในกรณีของความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการประมาณความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เหมาะสมของแต่ละกิจการซึ่งมีความแตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของธรรมชาติหรือประเภทการใช้งาน ยิ่งไปกว่านั้น ด้วยการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยี ย่อมส่งผลให้การคำนวณหาความต้องการใช้คลื่นความถี่ในอนาคตมีความผันผวนตามไปด้วย ทั้งนี้ ในปัจจุบันบางกิจการ มีวิธีการคำนวณความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่เหมาะสมของตัวเอง ทำให้กิจการดังกล่าวมีความชัดเจนของความต้องการใช้แบนด์วิดท์ในอนาคตอย่างไรก็ตาม ในแต่ละกิจการมีวิธีในการคำนวณที่มากกว่า 1 วิธี ดังนั้น การจะตัดสินว่าจะนำวิธีการใดมาใช้ในการคำนวณ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสอดคล้องของบริบทของการดำเนินกิจการในประเทศนั้น

กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: ในปัจจุบันเทคโนโลยี 5G เป็นเทคโนโลยีที่พูดถึงกันมากทั้งในระดับประเทศและระดับสากล สำหรับในกรณีของประเทศไทยนั้น เทคโนโลยี 5G มีแนวโน้มที่จะเริ่มให้บริการในเชิงพาณิชย์ในอีก 2-3 ปีข้างหน้า ทั้งนี้ การเข้ามาของเทคโนโลยี 5G จำเป็นที่จะต้องใช้คลื่นความถี่ใหม่ (new radio) และเครือข่ายใหม่ (new network) ซึ่งจำเป็นต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมหาศาลทั้งทางภาครัฐและภาคเอกชน ดังนั้น การเปลี่ยนถ่ายไปสู่การใช้เทคโนโลยี 5G จำเป็นที่จะต้องทำคู่ขนานกับระบบ LTE ที่ใช้ในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 5G จะเริ่มเปิดใช้เชิงพาณิชย์ ซึ่งจะทำให้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีเทคโนโลยีที่คู่ขนานกันตั้งแต่ 3G, LTE และ 5G ดังนั้นในช่วงเวลานี้ ควรมีการจัดสรรความถี่ที่เหมาะสมกับ 5G ให้เสร็จสิ้น

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) เทคโนโลยี 5G จะเป็นเทคโนโลยีหลัก คาดว่ามากกว่าร้อยละ 50 ของทั้งหมดจะใช้เทคโนโลยี 5G อย่างไรก็ตาม ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G จะยังคงมีการใช้งานอยู่ ส่วนเทคโนโลยี 3G จะครบอายุซึ่งจะถูกทดแทนหมด (โดยใช้การคาดคะเน ตามหลัก 15 ปีหลังจากการเริ่มนำมาใช้เชิงพาณิชย์) อุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ จะต้องการเชื่อมต่อสื่อสารมากขึ้น ความต้องการแบนด์วิดท์จะเริ่มมากขึ้น ในขณะที่อายุใบอนุญาตการใช้แบนด์วิดท์เฉพาะ 5G ที่ 15 ปี จะยังไม่หมดอายุ แม้จะเริ่มหนาแน่น แต่คาดว่าจะเพียงพอ และจะเริ่มมีการนำเสนอเทคโนโลยี 6G ดังนั้นการเฝ้าติดตามการใช้ความถี่ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีใหม่ พร้อมแผนการปรับเปลี่ยนความถี่ให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล จึงเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการในรอบเวลานี้

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) การให้บริการจะเปลี่ยนจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นข้อมูลเคลื่อนที่แทนเกือบทั้งหมด แนวความคิดและรูปแบบจะเปลี่ยนไปจากอดีตและปัจจุบันด้วยเช่นกัน คาดว่าในการใช้งานในส่วนของคลื่นความถี่และแบนด์วิดท์จะเป็นไปตามมาตรฐานสากลเหมือนกันทั้งโลกมากขึ้น มากกว่าการกำหนดเป็นมาตรฐานแบบเฉพาะภูมิภาค ดังนั้นความต้องการแบนด์วิดท์จะเป็นไปในทิศทาง

เดียวกัน ในส่วนของการกำกับดูแลนั้น การเตรียมความพร้อมด้านกฎระเบียบ ที่เสริมให้มีความคล่องตัวในการใช้งานคลื่นความถี่น่าจะเป็นกุญแจหลัก และสำคัญไม่น้อยกว่าการจัดสรรแบนด์วิดท์

กิจการดาวเทียม

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: High Throughput Service (HTS) มีแนวโน้มที่จะทำให้อุปกรณ์ดาวเทียมมีความต้องการใช้แบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยความต้องการที่เพิ่มขึ้นสามารถคำนวณตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของความต้องการใช้งานข้อมูลโครงข่ายข้อมูลพื้นฐานปกติ และบริการทางข้อมูลรูปแบบใหม่ ๆ ทั้งนี้ ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับธุรกิจแบบเดิม (Conventional) มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการใช้แบนด์วิดท์เท่ากับในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) ด้วยการให้บริการแบบเดิมของดาวเทียมจะมีความต้องการที่คงที่ ในขณะที่เทคโนโลยี HTS จะมีบทบาทในกิจการนี้มากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นดาวเทียมเคลื่อนที่ ในภาพรวมควรจัดการให้มีความพอเพียงต่อการใช้งานในรูปแบบเดิม พร้อมทั้งเตรียมพร้อมสำหรับการให้บริการแบบใหม่ ในกรอบระยะเวลาที่ จึงควรมีความชัดเจนในกฎระเบียบและการกำกับดูแล เช่น ในส่วนของการให้บริการดาวเทียมต่างสัญชาติ เป็นต้น ทั้งนี้ คลื่นความถี่ของกิจการดาวเทียมอาจมีการทับซ้อนกับกิจการ IMT ดังนั้นอาจต้องคำนึงถึงการชดเชยให้กิจการดาวเทียมตามความเหมาะสม

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) ปริมาณข้อมูลผ่านดาวเทียมจะเกิดขึ้นอย่างก้าวกระโดด โดยมีสองประเด็นหลัก ได้แก่

- ประเด็นที่หนึ่ง การจัดสรรแบนด์วิดท์ กล่าวคือ การเติบโตของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่อาจทำให้เกิดความต้องการใช้ความถี่ย่านที่สูง ๆ ขึ้น ซึ่งอาจเกิดการทับซ้อนกับกิจการดาวเทียมได้ ขณะเดียวกัน ดาวเทียมก็มีความต้องการแบนด์วิดท์สำหรับการสื่อสารข้อมูลเพิ่มเช่นกัน ดังนั้นการวางแผนล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อหลีกเลี่ยงการเรียกคืนความถี่ในภายหลัง

- ประเด็นที่สอง การร่วมให้บริการข้อมูลเคลื่อนที่ กล่าวคือ ดาวเทียมแบบ High Throughput Satellite (HTS) ซึ่งจะร่วมให้บริการกับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่สากล (IMT) ควรได้รับการพิจารณาทั้งด้านกฎระเบียบและการใช้คลื่นความถี่อย่างรอบคอบครอบคลุมทุกมิติและมีความชัดเจน ด้วยจะเป็นการดำเนินกิจการที่อาจมีปัญหาเรื่องการก้าวล่วงข้ามประเภทกิจการกันได้ ดังเช่น กรณีการกระจายเสียงโทรทัศน์และสตรีมมิ่งในอินเทอร์เน็ต

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) ดาวเทียมจะเป็นทั้งช่องทางการสื่อสารทางเลือกและช่องทางการสื่อสารเพื่อการเติมเต็มแก่ผู้ใช้บริการข้อมูลแบบเคลื่อนที่และผู้ใช้บริการข้อมูลแบบอยู่กับที่ ความจำเป็นของการวิจัยพัฒนาและปริมาณแบนด์วิดท์ที่มากจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน ปริมาณข้อมูลที่มากขึ้นจะนำมาสู่การกำหนดย่านความถี่ใหม่ ๆ ขึ้นตามมาในที่สุด ในทางปฏิบัตินั้น ประเทศไทยยังมีส่วนร่วมในขั้นตอนการวิจัยพัฒนาระบบและผลิตภัณฑ์น้อยมาก ซึ่งจะเป็นผู้มีความสำคัญในการผลักดันขับเคลื่อนทิศทางได้ยาก การคาดคะเนความต้องการใช้แบนด์วิดท์จึงทำได้ยาก ดังนั้น การเฝ้าติดตามทิศทางของกิจการและการเตรียมความพร้อมด้านกฎระเบียบ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

กิจการวิทยุกระจายเสียง

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: ในอนาคตความต้องการคลื่นความถี่ของวิทยุทดลองประกอบกิจการฯ ประเภทธุรกิจ ซึ่งเป็นสถานีวิทยุแอมะลือลิก มีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมวิทยุ

ทดลองประกอบกิจการฯ ยังคงมีความต้องการคลื่นความถี่อยู่ใน 20 ปีข้างหน้า สำหรับการกระจายเสียงในระบบดิจิทัล ในปัจจุบันมีหลายประเทศทั่วโลกที่อยู่ในขั้น matured state แต่ประเทศส่วนใหญ่ก็ยังคงใช้งานการกระจายเสียงในระบบแอนะล็อกควบคู่กันไปอยู่

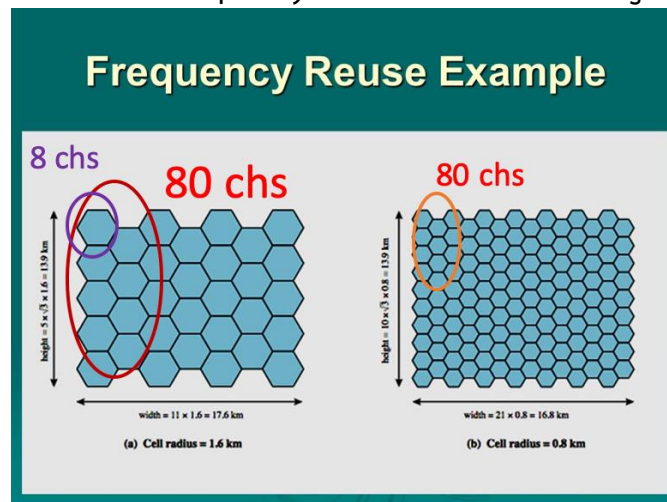
การวิเคราะห์ความจุของแบนด์วิดท์:

1) วิทยูกระจายเสียงแบบ FM เดิม

ข้อมูลปัจจุบัน

- ความถี่จัดสรรตั้งแต่ 87.5-107.5 MHz โดยมีระยะระหว่างช่องเท่ากับ 250 kHz
- สามารถมีช่องได้ในระบบ (ก่อนการใช้ความถี่ซ้ำ—frequency reuse) ได้ทั้งสิ้น $20/0.25 = 80$ channels
- สมมติให้ Frequency reuse factor เท่ากับ 10 assumingly ดังนั้น จะมีสถานีในพื้นที่ส่งเดียวกันเท่ากับ $80/10 = 8$ สถานี หรือจำนวนโปรแกรมออกอากาศที่แตกต่างกัน เท่ากับ 8 สถานี

แผนภาพที่ 4.47 FM Frequency Reuse and Broadcasting Coverage



ฉากทัศน์ที่ 1 เมื่อให้รายการเดียวกันมีพื้นที่ครอบคลุมทั้งประเทศ

สมมติให้ ใช้ความสูงเสาส่งและกำลังส่ง ที่หนึ่งสถานี สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ทั้งจังหวัดขนาดใหญ่ เช่น นครราชสีมา (20,000 ตร.กม.) ในขณะที่ประเทศไทยมีพื้นที่เท่ากับ 513,000 ตร.กม. จึงต้องใช้เสาส่งอย่างน้อย 25 แห่ง และจะทำให้มีสถานีส่งทั้งสิ้น 200 สถานี เพื่อส่งสถานีแห่งประเทศไทย 8 สถานี ให้ครอบคลุมทั้งประเทศ

ฉากทัศน์ที่ 2 ครอบคลุมในพื้นที่เฉพาะท้องถิ่น

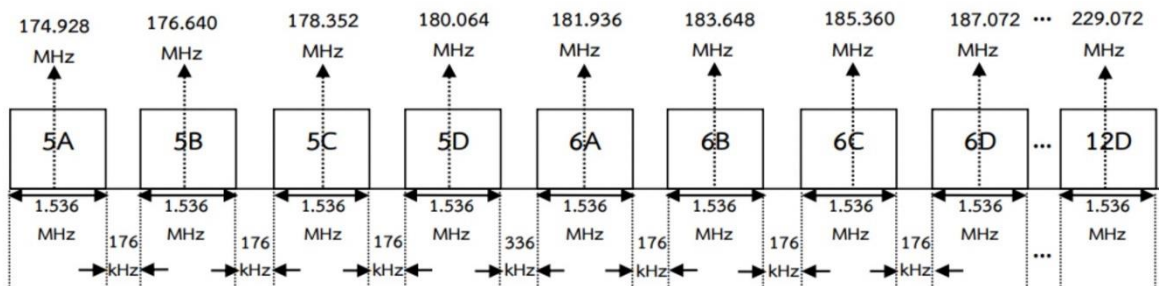
ในปัจจุบันมีสถานีส่งรายการที่ไม่ซ้ำกันกระจายอยู่จำนวนมาก สถานีบริการชุมชนประมาณ 330 สถานี สถานีบริการสาธารณะ 1,000 สถานี และสถานีบริการธุรกิจ 3,700 สถานี รวม 5,000 สถานี โดยประมาณ หากคำนวณเบื้องต้นพบว่าพื้นที่ครอบคลุมต่อสถานี เท่ากับ $20,000 / (5,000/200) = 800$ ตร.กม. หรือ เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 32 กม. โดยประมาณ

หมายเหตุ ในทางปฏิบัติ จะไม่สุดขีดในสองฉากทัศน์ จะผสมกันและอยู่ระหว่างสองฉากทัศน์ ในระบบออกอากาศแบบเดิมจึงเพียงพอ แต่หากต้องการจำนวนสถานีใหม่มากขึ้น ก็ต้องอาศัยการจำกัดพื้นที่ในการส่งให้แคบลง

2) วิทยุกระจายเสียงแบบดิจิทัลใหม่

แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ (ราชกิจจานุเบกษา 27 กุมภาพันธ์ 2561) กำหนดให้ใช้แบนด์ในย่าน 174-230 MHz (56 MHz) สำหรับการกระจายเสียงระบบดิจิทัล โดยกำหนดช่องสัญญาณตั้งแต่ 5A, 5B, 5C, 5D จนถึง 12 D จำนวนรวม 32 ช่อง โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (blocks A to D) จะทำให้มีช่องสัญญาณขนาด 1.536 MHz โดยใช้การมอดูเลตแบบ DQPSK-OFDM ที่อัตราข้อมูล 1.152 Mbps ต่อช่อง ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.48

แผนภาพที่ 4.48 ช่องสัญญาณของ วิทยุดิจิทัลตามประกาศ กสทช.



หากสมมติให้แต่ละสถานีส่งข้อมูลที่ 192 kbps เพื่อให้มีคุณภาพของเสียงไม่ด้อยกว่าของระบบ FM เดิม หากใช้รหัสแก้ความผิดพลาด (FEC) ที่ 1/2 ทำให้แต่ละช่องต้องส่งที่อัตรา 2*192 kbps ในหนึ่งช่องความถี่จะสามารถบรรจุได้เท่ากับ 1152 kbps/(2*192) 3 สถานี

เมื่อ Frequency reuse เท่ากับ 4 จะมีสถานีในระบบได้ทั้งสิ้น $32 * 3/4 = 24$ สถานี หรือมีจำนวนสถานีได้มากที่สุดเท่ากับ 24 สถานีในฉากทัศน์ที่ 1 ในกรณี FM หรือเป็น 3 เท่าของความจุเดิม

ดังนั้น สามารถรองรับการย้ายจาก FM เดิมมาเป็นระบบใหม่ได้ทั้งหมด หรือสามารถให้ออกอากาศคู่ขนานทั้งสองระบบขนานกันไปได้ ด้วยใช้ย่านความถี่ที่ไม่ทับซ้อนกัน

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ในภาพรวมการกระจายเสียงในระบบดิจิทัลจะทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมจัดสรรแบนด์วิดท์สำหรับในสถานีวิทยุดิจิทัล ทั้งนี้ การกระจายเสียงในระบบดิจิทัลควรจะเข้ามาเป็นอีกช่องทางหนึ่งสำหรับผู้บริโภคในการฟังวิทยุ ไม่ควรที่จะเข้ามาแทนที่ของการกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก กล่าวคือ ถึงแม้ว่าจะมีการเข้ามาของกระจายเสียงในระบบดิจิทัล ก็ควรที่จะคงสถานีวิทยุแบบแอนะล็อกไว้ให้เหมือนในปัจจุบัน โดยแนวทางการบริหารคลื่นความถี่ตามกรอบเวลาเป็นดังนี้

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) ต้องจัดสรรความถี่ FM และ AM ที่เรียกคืนใหม่ให้แล้วเสร็จ แก้ปัญหาการรบกวน การประกอบกรรที่ผิดกฎหมาย และที่สำคัญที่สุดคือต้องสรุปทิศทางของการออกอากาศแบบดิจิทัลให้ชัดเจน

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) หากสรุปว่าจะติดตั้งระบบดิจิทัล ควรออกอากาศระบบดิจิทัลให้ได้เต็มครบทุกสถานี หากพ้นกรอบเวลานี้แล้ว ประชาชนอาจห่างจากการรับฟังผ่านการกระจายเสียง ซึ่งจะทำให้ผู้ประกอบการยินได้ด้วยตัวเองยากขึ้น ควรส่งเสริมสนับสนุนให้มีเครื่องรับราคาถูกลง กำหนดให้มีในวิทยุในรถยนต์ ซึ่งตามการวิจัยพบว่าเป็นแหล่งและเวลาที่มีการรับฟังวิทยุที่มากที่สุด

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) แนวโน้มการบริโภคสื่อทางวิทยุกระจายเสียงจะเป็นไปในทางที่ลดลง แต่การออกอากาศยังจำเป็นที่จะต้องคงไว้อยู่ ในส่วนของสเปกตรัมมีความพอเพียง ไม่มีสัญญาณถึงความต้องการที่เพิ่มขึ้น แต่ภารกิจจะไปอยู่กับการบริหารจัดการและกำกับดูแลเสียมากกว่า

กิจการวิทยุโทรทัศน์

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: ในอนาคตสำหรับประเทศไทยจำนวนช่องสถานีโทรทัศน์ดิจิทัลจะมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตามแนวโน้มของสภาวะทั่วโลก โดยในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าผู้รับชมและผู้ผลิตรายการจะมีช่องทางเลือกที่เข้าถึงได้ง่ายมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นถึงแม้ว่าในอนาคตคลื่นความถี่ของกิจการวิทยุโทรทัศน์บางส่วนจะถูกนำไปใช้งานกับ IMT ก็มีแนวโน้มว่าจะยังมีคลื่นความถี่ที่เพียงพอสำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์ สำหรับการพิจารณาปรับคุณภาพความคมชัดของทั้งภาพและเสียงของรายการโทรทัศน์น่าจะเกิดขึ้นภายหลังจากการเพิ่มผลของจำนวนช่องโทรทัศน์เข้าสู่สภาวะสมดุลแล้ว

การวิเคราะห์ความจุของแบนด์วิดท์:

จากการประมาณการพบว่า ช่องรายการดิจิทัลทีวีที่ยังคงดำเนินกิจการอยู่สามารถบรรจุได้ใน 5 ช่องสัญญาณขนาด 8 MHz (5 MUX) จำนวนแบนด์วิดท์ที่ต้องการใช้จะเท่ากับ 40 MHz หากมีการใช้ความถี่ซ้ำแบบ 4 กลุ่ม ตามแนวปฏิบัติทั่วไป แบนด์วิดท์ที่จำเป็นจะเท่ากับ 160 MHz หากสำรองไว้อีกหนึ่งกลุ่ม เช่น บริเวณชายแดน จะใช้แบนด์วิดท์เท่ากับ 200 MHz

เดิมแบนด์วิดท์ที่จัดสรรสำหรับกิจการวิทยุโทรทัศน์ดิจิทัล มีทั้งสิ้น เท่ากับ $790-510 = 280$ MHz ในปัจจุบันนี้หลังการจัดสรรใหม่ โดยได้เพิ่มจากกิจการเคลื่อนที่ทางบก 40 MHz และลดลงจากกิจการโทรทัศน์เคลื่อนที่ 96 MHz จะมีคงเหลือเท่ากับ $280+40-96 = 224$ MHz ซึ่งยังคงเหลือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้ อีก 24 MHz

ด้วยปริมาณแบนด์วิดท์ที่เหลือไม่มากนัก ประกอบกับการคุกคามเชิงธุรกิจของโทรทัศน์ดิจิทัลเนื่องมาจากการเข้าถึงได้ยาก การนำไปใช้ประโยชน์อาจเป็นการเสริมความมั่นคงในกิจการนี้ เช่น การให้บริการออกอากาศกระจายข้อมูลสู่อุปกรณ์มือถือ ซึ่งมีลักษณะคล้าย ๆ กับ Cell broadcasting เป็นต้น

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) จะอยู่ในช่วงระยะหลังการอนุญาตให้คืนช่องความถี่จึงควรเฝ้าติดตามการดำเนินการและแนวโน้มของธุรกิจไปก่อน

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) ด้วยแบนด์วิดท์ในส่วนกิจการโทรทัศน์ยังมีเพียงพอที่จะเพิ่มคุณภาพได้ อาจพิจารณายกระดับให้เป็น HD ให้หมด ทั้งนี้ขึ้นกับสถานการณ์ในช่วงนั้นเป็นสำคัญ

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) หลังปี ค.ศ. 2029 ควรทบทวนการใช้ความถี่สำหรับกิจการนี้ใหม่ เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของแบนด์วิดท์ต่อรายได้ ความนิยมใช้ ความสอดคล้องกับวิถีของยุคใหม่ในสมัยนั้น และความจำเป็นที่ต้องรักษาเอาไว้

กิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: ในปัจจุบันกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัตียังคงนิยมใช้วิทยุสื่อสารในระบบแอนะล็อกอยู่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิทยุสื่อสารในระบบดิจิทัล เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน อุปกรณ์มีราคาต่ำกว่า และความรวดเร็วในการสื่อสาร ส่วนวิทยุสื่อสารระบบ trunk นั้น ปัจจุบันได้ทยอยเปลี่ยนไปเป็นระบบดิจิทัล เนื่องจากมีความเป็นส่วนตัวและความ

ปลอดภัยของข้อมูลสูง และที่สำคัญเป็นเทคโนโลยีที่สามารถบริหารจัดการการใช้ความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งมีคุณสมบัติการสื่อสารทั้งแบบ trunked radio และ conventional land mobile เข้าด้วยกันโดยเรียกว่าระบบ digital trunked radio ในขณะที่เครือข่าย LTE เพื่อรองรับการสื่อสารความเร็วสูงเพื่อภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย หรือ (Broadband Public Protection and Disaster Relief: BB-PPDR) ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้น โดยเป็นการติดต่อสื่อสารภายในหน่วยงาน

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) จัดระเบียบการใช้งานวิทยุสื่อสารเท่าที่มีโดยยังไม่ต้องพิจารณาหาคลื่นความถี่เพิ่ม ส่งเสริมสนับสนุนให้เริ่มการย้ายไปเป็นระบบดิจิทัล เพื่อประเมินผลในอีก 5 ปีข้างหน้า

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029)

o วิทยุสื่อสาร: ปรับฐานจำนวนการใช้งานในแบบดิจิทัลให้แพร่หลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้แบนด์วิดท์ให้คุ้มค่า สัดส่วนเป้าหมายควรอยู่ที่ 50:50

o ระบบ trunk: ย้ายให้เป็นระบบดิจิทัลทั้งหมด

o BB-PPDR: ประเมินปริมาณการใช้งานของ BB-PPDR ซึ่งควรมีปริมาณการใช้งานได้ในอัตราที่ก้าวหน้าเมื่อเทียบกับปัจจุบัน เป้าหมายควรอยู่ที่ 10 เท่า ใน 10 ปี

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) ภายหลังจากปี ค.ศ. 2029 BB-PPDR ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะได้รับการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ ตามอายุของเทคโนโลยี อาจจำเป็นต้องทบทวนการใช้ความถี่สำหรับกิจการนี้ใหม่อีกครั้ง

กิจการขนส่งและโลจิสติกส์

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: การขนส่งทางรางนั้น ได้มีการมีการขยายการคมนาคมระบบรางเพิ่มขึ้นจำนวนหลายสายและอย่างต่อเนื่อง โดยการขนส่งทางรางมีความจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่อย่างแน่นอน ในขณะที่การขนส่งทางถนนนั้น มีแนวโน้มความต้องการใช้งานเทคโนโลยีรถไฟฟ้ามหาความเร็ว ซึ่งจะทำให้เกิดความถี่ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต การขนส่งทางเรือ มีการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารการบอกพิกัดมากขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลให้มีความถี่ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการขนส่งทางอากาศ การใช้คลื่นความถี่ได้ถูกกำหนดเป็นไปตามมาตรฐานสากล ICAO ทั้งนี้ จากการประชุมกลุ่มย่อยมีประเด็นจากตัวแทนของกิจการขนส่งและโลจิสติกส์ ดังนี้

- คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางรางในหน่วยงานของ Airport link ปัจจุบันมีการใช้งานในย่าน 470 MHz และการให้บริการรถไฟฟ้ามหาความเร็วในย่าน 380 MHz และหากมีนโยบายรถไฟชินคันเซ็นในอีก 5 ปี ข้างหน้า จะมีความต้องการใช้คลื่นความถี่ในย่าน 400 MHz ซึ่งจะต้องสงวนไว้เพื่อการใช้งานในกิจการการขนส่งทางรางในอนาคต นอกจากนี้ ระบบควบคุมการเดินรถไฟ ตามมาตรฐานระบบ European Train Control System (ETCS) ที่ขอจัดสรรในย่าน 4.237 MHz อาจจะทับซ้อนกับย่านความถี่ของกิจการการขนส่งทางน้ำ และกองทัพเรือต้องการ

- คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งทางน้ำ มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปัจจุบัน เรือที่ยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ในย่านความถี่ VHF จะหมดระยะผ่อนผันการติดตั้งในอีก 5 ปี ข้างหน้า ดังนั้น ในอีก 5 ปีข้างหน้ากิจการขนส่งทางน้ำจะมีการใช้งานในย่านดังกล่าวมากขึ้นและจะส่งผลให้กิจการขนส่งทางน้ำมีความต้องการคลื่นความถี่อย่างก้าวกระโดด ซึ่งควรมีมาตรการรองรับ เช่น การตั้งสถานีเรือและการออกใบอนุญาตติดตั้งวิทยุคมนาคมบนเรือ เป็นต้น โดยในอนาคตกรมเจ้าท่าจะออกใบอนุญาตใช้เรือก็

ต่อเมื่อเรือมีใบอนุญาตการใช้คลื่นวิทยุคมนาคม หากการขออนุญาตติดตั้งการใช้คลื่นวิทยุมีความลำบาก อาจจะทำให้เกิดปัญหาการใช้คลื่นวิทยุคมนาคมอย่างไม่ถูกต้องตามกฎหมายได้ นอกจากนี้ ปัญหาการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Marine ของกิจการขนส่งทางเรือ แม้ว่าจะมีคลื่นความถี่ที่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน แต่พบปัญหาการใช้งานอย่างทับซ้อนกันหรือรบกวนกัน โดยเกิดการใช้คลื่นความถี่ช่องเดียวกัน ณ เวลาเดียวกันเป็นจำนวนมากในบริเวณที่คับคั่งของเรือ เช่น ท่าเรือศรีราชา และท่าเรือแหลมฉบัง เป็นต้น ทั้งนี้ แนวโน้มเทคโนโลยีสำหรับกิจการขนส่งทางเรือในอนาคต จะมีการใช้อุปกรณ์ Marine times broadband (MBR) ในคลื่นความถี่ย่าน 5 GHz เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีการใช้งานในลักษณะโครงข่ายคล้ายคลึงกับระบบ LAN เพื่อการเชื่อมต่อเรือและฝั่งในเครือข่ายเดียวกัน

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024)

o ระเบียบ: การจัดสรรและกฎเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ รวมทั้งแก้ปัญหาการรบกวนของการใช้คลื่นสำหรับระบบรางที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029)

o ทางเรือและทางอากาศ: เตรียมความพร้อมสำหรับคลื่นความถี่สำหรับการรองรับการใช้ข้อมูลความเร็วสูงในทุกประเภทของการขนส่ง เช่น บนเครื่องบิน บนเรือ เป็นต้น

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039)

o ทางถนน: เตรียมความพร้อมสำหรับการสื่อสารในระบบการขนส่งอัจฉริยะ ไร้คนขับ

กิจการสาธารณูปโภคและพลังงาน

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: การใช้งานคลื่นความถี่ของกิจการสาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า จะมีเทคโนโลยีใหม่ เช่น ระบบ Smart Grid และ Smart Meter เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งจะมีทางเลือกในการใช้งานคลื่นความถี่ 3 ทางเลือก คือ การใช้ผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ การใช้งานแบบไม่ต้องขอใบอนุญาต (unlicensed) และการใช้งานแบบต้องขอใบอนุญาต (licensed) ทั้งนี้การเข้ามาของเทคโนโลยีดังกล่าวส่งผลให้ความต้องการการสื่อสารเพิ่มขึ้น แต่การสื่อสารจะอยู่ในลักษณะที่พ่วงกับการสื่อสารที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานอยู่แล้ว ความต้องการใช้แบนด์วิดท์จึงไม่น่าจะมีแบบเฉพาะเจาะจง และจากการสำรวจพบว่าจะมีการใช้ในการปฏิบัติงานมากขึ้น ซึ่งความต้องการใช้วิทยุสื่อสารจะมากขึ้นตามปริมาณงาน (เช่น แท่นขุดน้ำมัน เป็นต้น) แต่พิจารณารวมอยู่ในวิทยุสื่อสาร

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ในภาพรวมยังไม่มีความต้องการเฉพาะเจาะจงโดยตรง อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่ในแต่ละช่วงเวลา เป็นดังนี้

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) แม้ว่าในทางทฤษฎีแล้ว unlicensed band จะสามารถนำมาประยุกต์กับระบบ smart ต่าง ๆ ได้ แต่แนวโน้มจะมีข้อจำกัดเรื่องการรบกวนและความปลอดภัย ใน 5 ปีข้างหน้า จึงไม่น่าจะเกิดขึ้นโดยผ่านรูปแบบนี้ได้มาก การกำหนด unlicensed แบนด์ที่เพิ่มขึ้นไม่จำเป็นเร่งด่วน นอกจากการขอเพื่อทดลองใช้งานเท่านั้น

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) แนวโน้มในทางปฏิบัติของการใช้งานในกิจการนี้ น่าจะเป็นการนำไปพ่วงใช้กับระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ อีก 10 ปีข้างหน้า คาดว่าเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะเพียงพอรองรับได้ ดังนั้น ในฐานะผู้กำกับดูแล ควรส่งเสริมให้สามารถมีการส่งข้อมูลที่มีความเร็วต่ำ เช่น 128 kbps ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ในราคาถูก

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) ในอีก 20 ปีข้างหน้า เมื่อมีเครือข่ายสื่อสารที่ครอบคลุมแล้ว (5G และ HTS) การมีเครือข่ายของตนเองโดยเฉพาะอาจจะไม่ใช่วิธีทางเลือกที่ประหยัด (โดยเฉพาะเมื่อรวมการดูแลบำรุงรักษาเข้าไปด้วยแล้ว จะยิ่งเด่นชัด) ดังนั้น การใช้คลื่นความถี่แบบ licensed สำหรับการมีเครือข่ายของตนเองโดยเฉพาะจะมีแนวโน้มลดน้อยลง

กิจการประจำที่

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: แนวโน้มการใช้คลื่นความถี่ของกิจการประจำที่อยู่ในภาพรวมแล้วพบว่า ในระยะ 5 ปีแรก (นับจาก 2019) อาจมีความต้องการเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นจะคงตัวหรือลดการใช้งานลง เนื่องจากการเข้ามาของระบบไฟเบอร์ที่ครอบคลุมมากขึ้น

ข้อเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) ในการใช้งานในลักษณะเดิม ซึ่งใช้ความถี่เพื่อใช้งานในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยการสื่อสารใยแก้วนำแสง มีความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ไม่มากนัก ด้วยมีทางเลือกที่มากขึ้น แต่ควรสำรองไว้อย่างน้อย 50% ของที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสื่อสารน่าจะครอบคลุมครบถ้วน แต่ควรสำรองไว้ไม่น้อยกว่า 30% ของปริมาณการใช้งานในช่วงเวลานั้น เป็นอย่างน้อย

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) ในอีก 20 ปีข้างหน้า ยังคงต้องสำรองความถี่เพื่อใช้งานในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยการสื่อสารใยแก้วนำแสงอยู่เสมอ แต่ต้องพิจารณาปริมาณที่สำรองไว้กับความคุ้มค่าเมื่อนำคลื่นความถี่ไปใช้ในกิจการที่มีมูลค่าทางธุรกิจที่มากกว่า

กิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: วิทยุสื่อสารในระบบแอนะล็อก มีความต้องการใช้งานเพิ่มขึ้น (ตามการสำรวจ) โดยยังมีความนิยมยังสูงสุด เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน ราคาอุปกรณ์ที่ต่ำกว่าระบบดิจิทัล และความรวดเร็วในการสื่อสาร ส่วนวิทยุระบบ trunk ในปัจจุบันได้ทยอยเปลี่ยนไปเป็นระบบดิจิทัลมากขึ้น เนื่องจากมีความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลสูง และที่สำคัญเป็นเทคโนโลยีที่สามารถบริหารจัดการการใช้ความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งมีคุณสมบัติการสื่อสารทั้งแบบ trunked radio และ conventional land mobile เข้าด้วยกันโดยเรียกว่าระบบ digital trunked radio โดยยังไม่ปรากฏความต้องการใช้งานคลื่นความถี่พิเศษในกิจการของกองทัพ หรือเทคโนโลยีทางทหารที่ระบุความต้องการใช้คลื่นความถี่ แต่มีข้อสังเกตในเรื่องความหนาแน่นของช่องสัญญาณ VHF ระหว่างการปฏิบัติการกิจ ทั้งนี้ จากการประชุมกลุ่มย่อยมีประเด็นจากตัวแทนของกิจการเพื่อความมั่นคงของรัฐ คือ แนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่ในการปฏิบัติการทางทหาร จะมีผลกระทบมาจากทฤษฎีการรบกวนใหม่ (NCW/NCO) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความต้องการรับส่งข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากกองทัพต้องการให้ทุกหน่วยที่กระจายกันอยู่ได้เห็นภาพสถานการณ์เดียวกันได้ทั้งหมด ซึ่งจะส่งผลให้กองทัพจำเป็นต้องใช้ความถี่ในย่านที่สูงขึ้นในการรับส่งข้อมูล และมีพื้นที่ที่กว้างขึ้นที่จะต้องการใช้คลื่นความถี่เฉพาะในลักษณะเครือข่ายขนาดใหญ่ ทั้งในการปฏิบัติการและการฝึก

ข้อเสนอแนวทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) หากมีกับทางกองทัพในการทำแผนการใช้ความถี่ใน 10 ปี ข้างหน้า

ภายใน 10 และ 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029 และภายใน ค.ศ. 2039) ทบทวนแผนการใช้ความถี่ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยควรที่จะดำเนินการดังกล่าวทุก ๆ 5 ปี ให้เป็นแนวปฏิบัติประจำปี

กิจการวิทยุสื่อสาร

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: กิจการวิทยุสื่อสารในภาพรวมนั้นยังคงนิยมใช้วิทยุสื่อสารในระบบแอนะล็อกกันอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน มีความรวดเร็วในการสื่อสาร และอุปกรณ์มีราคาถูก ในกิจการของภาครัฐและการทำงานของวิทยุสมัครเล่นนั้น วิทยุสื่อสารระบบ analog-FM ในย่าน VHF ยังเป็นระบบหลักในการปฏิบัติงาน ส่วนการใช้งานในภาคประชาชน วิทยุสื่อสารแบบ analog-FM ยังได้รับความนิยมและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ เมื่อไม่นานมานี้ กสทช. ได้ดำเนินการขยายแบนด์แล้ว โดยเพิ่มความถี่ CB 245MHz. อีก 1 MHz. (จาก 245-246 MHz. ขยายถึง 247 MHz.) แต่อาจจะยังมีการใช้งานอย่างหนาแน่นอยู่ ส่วนวิทยุสื่อสารระบบ trunk นั้น ปัจจุบันได้ทยอยเปลี่ยนไปเป็นระบบดิจิทัลเนื่องจากมีความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลสูง และที่สำคัญเป็นเทคโนโลยีที่สามารถบริหารจัดการการใช้ความถี่วิทยุได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) ศึกษาแนวทางการเปลี่ยนระบบจากแอนะล็อกไปเป็นดิจิทัล ที่ผู้ใช้งานต้องนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) สำหรับวิทยุสื่อสารแบบ 2 ทาง หากมีความหนาแน่นให้กำหนดแบนด์เพิ่มเติมในย่าน UHF แต่ให้เป็นแบบดิจิทัลเพื่อให้มีประสิทธิภาพกับการใช้แบนด์วิดท์สูงสุด โดยให้เป้าหมายการใช้งานสัดส่วนของระบบดิจิทัลต่อระบบแอนะล็อกเป็น 25:75

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) ในอีก 20 ปีข้างหน้า จำเป็นต้องทำให้มีสัดส่วนของระบบดิจิทัลต่อแอนะล็อกเป็น 75:25 หรือรองรับการใช้งานได้เป็น 4 เท่าของปัจจุบัน (ความหนาแน่น 2 เท่าทุก ๆ 10 ปี)

ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวนี้เป็นแนวทางการบริหารคลื่นความถี่ทั้งของภาครัฐและภาคเอกชน

กิจการอุตุนิยมวิทยา

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านต่ำกว่า L-band จะมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการใช้งานคลื่นความถี่ของกิจการอุตุนิยมวิทยา ทั้งนี้ จากการประชุมกลุ่มย่อยมีประเด็นจากตัวแทนของกิจการอุตุนิยมวิทยา คือ กิจการอุตุนิยมวิทยาอาจมีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่เพิ่มเติมได้จากการพัฒนาของเทคโนโลยีในอนาคต ทั้งนี้ ในปัจจุบันมีประเด็นปัญหาการรบกวนการใช้งานในย่าน 5650 MHz ซึ่งเป็นเทคโนโลยี C band

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

พิจารณานโยบายการขอใช้คลื่นความถี่ตามความจำเป็นและเหตุผลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเสนอ ซึ่งมักเป็นไปตามมาตรฐานสากล

กิจการดาราศาสตร์วิทยุ

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: เนื่องจากโครงการที่เกี่ยวข้องกับทางดาราศาสตร์วิทยุยังเป็นเพียงแค่การรับคลื่นความถี่จากอวกาศเท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการรายงานการรบกวนสัญญาณ

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีความต้องการใช้คลื่นความถี่เพิ่มขึ้น จะเป็นผลมาจากความต้องการใช้คลื่นความถี่วิทยุช่วงต่ำ (2-40 GHz) มากกว่าคลื่นความถี่ช่วงสูง (40-100 GHz)

ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

พิจารณาอนุญาตการใช้คลื่นความถี่ตามความจำเป็นและเหตุผลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซึ่งมักจะไปตามมาตรฐานสากล

กิจการอื่น ๆ

สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต: แนวโน้มการแพร่หลายของอุปกรณ์ IoT จะส่งผลให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ทั้งแบบมีและไม่มีใบอนุญาตมีความต้องการเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ใน 20 ปีข้างหน้า แนวโน้มการขยายตัวของอุปกรณ์ต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้ Short Range Device มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 300 % เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน RFID มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 400 % เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน Wifi มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 150 % เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน และ Long Range Device มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 350 % เมื่อเทียบกับในปัจจุบัน

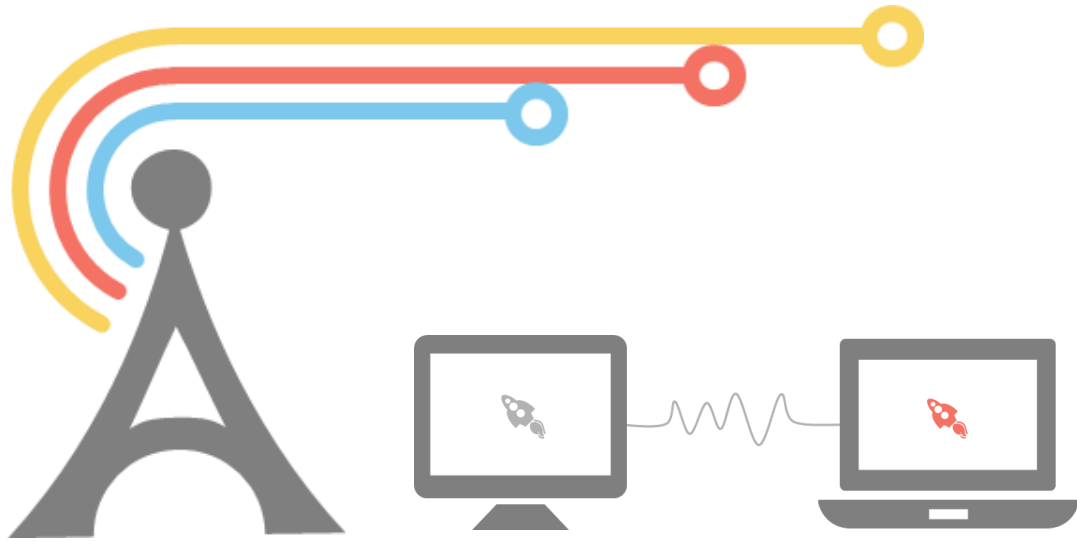
ข้อเสนอแนะทางในการบริหารคลื่นความถี่:

ภายใน 5 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2024) จากการที่อัตราการเติบโตของอุปกรณ์ที่สูงมาก คลื่นความถี่ที่ใช้กับอุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นที่ยอมรับในระดับสากลแล้ว ในกรอบเวลา 5 ปีนี้ ควรได้รับการประกาศให้เป็ย่าน unlicensed โดยจำกัดกำลังส่งที่เหมาะสม ส่วนที่เป็นการสื่อสารระยะไกลกำลังส่งสูงขึ้น การจัดสรรแบบ unlicensed อาจนำไปสู่การรบกวนกันได้ ในรอบ 5 ปีควรให้เป็นการอนุญาตแบบทดลอง ทดสอบไปก่อน เพื่อชะลอการอยู่รอดของเทคโนโลยีในกลุ่มนี้ อีกทั้งรอผลของการใช้งานของกิจการนี้ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 5G

ภายใน 10 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2029) หลังปี ค.ศ. 2024 ไปแล้ว ในรอบ 10 ปีนี้ คาดว่าเทคโนโลยี 5G จะมีใช้อย่างแพร่หลายในราคาที่ไม่แพงนัก ความต้องการอุปกรณ์ระยะไกลอาจจะย้ายไปใช้เทคโนโลยี 5G มากขึ้นได้ อัตราการเติบโตจริงของคลื่นความถี่ในกิจการนี้อาจจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ไม่สูงมาก เมื่อถึงช่วงเวลาดังกล่าวนี้จึงค่อยพิจารณาอนุญาตให้ใช้ long range device แบบจริงจัง

ภายใน 20 ปีนับจากปัจจุบัน (ภายในปี ค.ศ. 2039) เทคโนโลยีในกิจการนี้ มักจะเกิดขึ้น แล้วหายไป ด้วยการไม่ได้รับตอบรับจากผู้ใช้ หรือผู้ผลิต มีแนวโน้มจะอยู่รอดเพียงบางประเภทเท่านั้น ในอีก 20 ปีข้างหน้า ยังมีเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น และหายไปอีกมากมาย ดังนั้นจึงควรติดตามเทคโนโลยี แต่ไม่ควรเจาะจงไปข้างใดข้างหนึ่ง รอให้กลไกของเทคโนโลยีเป็นตัวตัดสิน

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). *แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม*.

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (ม.ป.ป.). (ร่าง) *แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม
ระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560-2579*.

โพสต์ทูเดย์. (2560). *เศรษฐกิจดิจิทัลในไทยโตพุ่ง คาดปี 53 มีสัดส่วน 1 ใน 4 ของจีดีพี*. จาก
<https://www.posttoday.com/economy/531199>.

มติชนออนไลน์. (2561). *เทคโนโลยี 5G*. จาก https://www.matichon.co.th/article/news_851345.
ประกาศ เรื่อง ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561 – 2580).

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2553).
*พระราชบัญญัติ องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุ
โทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553*.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2555).
*ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตการให้บริการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. 2555*.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2556).
*ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์การกำกับดูแลการทดลองประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง พ.ศ. 2556*.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2558).
*ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ ย่านความถี่ 806-824 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 851-869
เมกะเฮิร์ตซ์*.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2558)
สำนักงานช่งสัญญาณในดิจิทัลทีวีไทย. จาก
<https://broadcast.nbtc.go.th/data/academic/file/591200000001.pdf>

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2558)
ข้อมูลการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่. จาก

[https://www.nbt.go.th/getattachment/spectrum_management/ข่าวประชาสัมพันธ์/ปี-2558/การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้เสีย-\(1\)/SMP-NTFA-revision-06052558.pdf.aspx](https://www.nbt.go.th/getattachment/spectrum_management/ข่าวประชาสัมพันธ์/ปี-2558/การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้เสีย-(1)/SMP-NTFA-revision-06052558.pdf.aspx)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2558)
สำนักงานช่องสัญญาณในดิจิทัลทีวีไทย. จาก
<https://broadcast.nbt.go.th/data/academic/file/59120000001.pdf>

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2558)
ข้อมูลการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่. จาก
[https://www.nbt.go.th/getattachment/spectrum_management/ข่าวประชาสัมพันธ์/ปี-2558/การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้เสีย-\(1\)/SMP-NTFA-revision-06052558.pdf.aspx](https://www.nbt.go.th/getattachment/spectrum_management/ข่าวประชาสัมพันธ์/ปี-2558/การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้เสีย-(1)/SMP-NTFA-revision-06052558.pdf.aspx)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2559).
ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์การกำกับดูแลการทดลองประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง (ฉบับที่ 2).

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2560).
ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่เพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และในกรณี
ที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2560).
ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบ เอฟ.เอ็ม.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2561).
ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิตอลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2561).
ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบ เอเอ็ม.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (ม.ป.ป.).
แนวทางการใช้ความถี่วิทยุย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ในการให้บริการอินเทอร์เน็ต แบบ WiFi.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (ไตรมาส 3 2560). เทคโนโลยี *Internet of Things* และนโยบาย *Thailand 4.0*.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2560). ตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ พ.ศ. 2560. สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.).

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (21 ธันวาคม 2560). ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคม ประเภท ไมโครโฟนไร้สาย.

อาร์วายทีไนน์. (2561). หัวเว่ยจับมือ กสทช. สาธิตการใช้งานอุปกรณ์ 5G ครั้งแรกในไทยเร่งขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านไปสู่เทคโนโลยี 5G. จาก <https://www.ryt9.com/s/prg/2792224>.

Brandbuffet. (2560). *Midia Landscape* เปลี่ยนไป! เมื่อ “สื่อดิจิทัล” มาแรง เปิดสื่อสิ่งพิมพ์ ขึ้นเป็นอันดับ 2 รองทีวี. จาก <https://www.brandbuffet.in.th/2017/12/media-landscape-changed-and-digital-media-fast-growing/>.

ศราวุธ ชัยมูล และ กมล บุญล้อม, “การประเมินผล IoT LoRaWAN สำหรับเมืองอัจฉริยะ: กรณีใช้ตรวจสภาพแวดล้อม,” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 41, หน้า 121-124, อุบลราชธานี, 2561.

It24hrs. (2558). *Cloud Computing* คืออะไร? *Cloud Computing* คืออย่างไร?. จาก <https://www.it24hrs.com/2015/cloud-computing-and-cloud-definition/>.

Marketingoops!. (2560). นีลสัน เผย *Insight* คนไทยกับการดูทีวีออนไลน์ย้อนหลัง. จาก <https://www.marketingoops.com/reports/behaviors/nielsen-insight-thailand-digital-content/>.

Marketingoops!. (2561). เจาะลึกพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนไทย ม.ค. 2018 แบบละเอียดฉบับ. จาก <https://www.marketingoops.com/reports/behaviors/thailand-digital-in-2018/>.

Tech Talk Thai. (2558). ITU ออกมาตรฐานสำหรับ *Big Data* แล้ว. จาก <https://www.techtalkthai.com/itu-releases-first-big-data-standard/>.

Tech Talk Thai. (2560). คลอดแล้ว !! ร่างมาตรฐาน 5G คาดใช้จริงปี 2020. จาก <https://www.techtalkthai.com/itu-releases-5g-specifications-draft/>.

ภาษาอังกฤษ

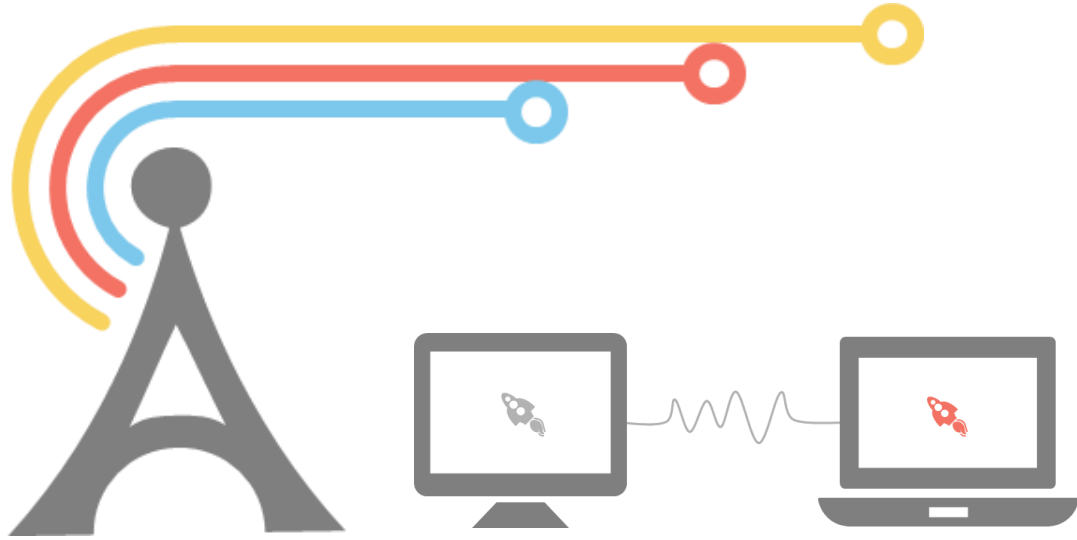
- Ericsson. (2559). *Cellular networks for Massive IoT – enabling low power wide area applications*. Retrieved from Ericsson: White papers :
<https://www.ericsson.com/en/white-papers/cellular-networks-for-massive-iot--enabling-low-power-wide-area-applications>
- Ericsson. (2559). *The connected future, Internet of Things forecast*. Retrieved from Mobility Report , Ericsson: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/internet-of-things-forecast>
- Ericsson. (2560). *Ericsson predicts 1 billion 5G subscriptions in 2023*. จาก <https://www.ericsson.com/en/press-releases/2017/11/ericsson-predicts-1-billion-5g-subscriptions-in-2023>.
- Ericsson. (2561). *Ericsson Mobility Report*. จาก <https://www.ericsson.com/assets/local/mobility-report/documents/2018/ericsson-mobility-report-june-2018.pdf>.
- Forbs. (2560). *Cloud Computing Market Projected To Reach \$411B By 2020*. จาก <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2017/10/18/cloud-computing-market-projected-to-reach-411b-by-2020/#63213fd678f2>.
- Gartner. (2560). *Gartner forecasts worldwide public cloud services revenue to reach \$260 billion in 2017*. จาก <https://www.gartner.com/newsroom/id/3815165>.
- Heij, C., Boer, P. D., Franses, P. H., Kloek, T. and Dijk, H. K. V. *Econometric Methods with Application in Business and Economics*. OXFORD University Press.
- McKinsey & Company. (2556). *Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy*. จาก <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
- Nokia Networks. (n.d.). *Nokia Networks white paper*. Retrieved from LTE-M: Optimizing LTE for the Internet of Things: <https://novotech.com/docs/default-source/default-document-library/lte-m-optimizing-lte-for-the-internet-of-things.pdf?sfvrsn=0>

Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R., Khan, S.: Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges. In: Proceedings - 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, FIT 2012, pp. 257{260 (2012)

Tan, L., Wang, N.: Future internet: The internet of things. In: 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), vol. 5, pp. V5{376{V5{380 (2010). DOI

ภาคผนวก ก

ประเด็นในการสัมภาษณ์เชิงลึก
ของแต่ละกิจการ



ภาคผนวก ก แบบสัมภาษณ์เชิงลึก

กิจการที่ 1: กิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ย่านความถี่ และแบนด์วิดท์ที่ให้บริการมีปริมาณมากเท่าไร ได้รับสัมปทานนานแค่ไหนในแต่ละแบนด์
 - การให้บริการ แก่จำนวนประชากรเป็นร้อยละเท่าใด โดยประมาณ
 - ปัจจุบันแนวโน้มประเภทการใช้บริการเปลี่ยนแปลงจากเสียง ไปเป็นข้อมูล มีการเปลี่ยนแปลงมากอย่างไร น้อยขนาดไหน เมื่อเทียบกับปริมาณ 5 ปีย้อนหลัง ในเขตเมือง กับ พื้นที่นอกเมือง
 - ปริมาณอัตราเร็วของข้อมูลที่ใช้บริการกับลูกค้าส่วนใหญ่
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- ประสิทธิภาพของการใช้แบนด์วิดท์ ส่งข้อมูลใน หน่วย bps/Hz ในระบบปัจจุบัน 3G และ 4G
 - การรองรับปริมาณข้อมูลของสถานีฐานแต่ละสถานีสำหรับข้อมูลขาเข้าจากอุปกรณ์มือถือและขาออกจากสถานีฐาน
 - อัตราการเพิ่มจำนวนของสถานีฐาน (base stations or cell sites) ในปัจจุบัน เทียบกับกับ 5 ปีย้อนหลัง ในเขตเมือง กับ พื้นที่นอกเมือง
 - แบนด์วิดท์สำหรับ 3G และ 4G มีความเพียงพอหรือไม่ อย่างไร ด้วยข้อจำกัด เงื่อนไขอะไรบ้าง
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีแผนการในการเตรียมตัวสำหรับ 5G ในอีก 5 ปีข้างหน้า อย่างไร โดยเฉพาะในแง่ของการจัดการคลื่นความถี่ที่มีอยู่แล้ว หรือต้องการเพิ่มในแบนด์อื่นๆ
 - คาดว่าจะเริ่มไปใช้ 5G เมื่อไร ด้วยปัจจัยอะไรเป็นหลัก
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ ในด้านการจัดสรรแบนด์วิดท์ ใครควรเป็นคนเริ่มต้นขบวนการ เช่น ผู้ให้บริการเสนอกสทช หรือ ประชาชน

กิจการที่ 2: กิจการดาวเทียม

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ย่านความถี่ และแบนด์วิดท์ของทรานสปอนเดอร์ที่ให้บริการเชิงพาณิชย์ มีปริมาณมากเท่าไร ได้รับสัมปทานนานแค่ไหนในแต่ละแบนด์
 - ชนิดของการบริการหลักมีอะไรบ้าง เช่น เหม่าเช่าทรานสปอนเดอร์ การออกอากาศโทรทัศน์ ดิจิตอลโดยตรง การให้บริการข้อมูลอินเทอร์เน็ต และหน่วยงาน บริษัท ที่เป็นผู้รับบริการ ทั้งในและนอกราชอาณาจักร
 - ปัจจุบันแนวโน้มประเภทการให้บริการ มีการเปลี่ยนแปลงมาอย่างไร น้อยขนาดไหนเมื่อเทียบกับในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- ในปัจจุบันการใช้งาน ทรานสปอนเดอร์ ที่มี ได้ใช้ไปแล้วก็เปอร์เซ็นต์จากทั้งหมด. มีความเพียงพอสำหรับการใช้งานอย่างไร
 - เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน มีการนำช่องความถี่มาใช้ซ้ำ (frequency reuse) ในลักษณะใดบ้าง เช่น spot beam เป็นต้น
 - การมีระบบสื่อสารทางเลือกอื่นๆ เช่น เครือข่ายไฟเบอร์ออปติกส์ ที่ครอบคลุม เป็น backbone network กระทบต่อการดำเนินกิจการทางด้านการสื่อสารดาวเทียม มากน้อยแค่ไหน อย่างไรก็ตาม
 - มีแผนการในการเตรียมตัวสำหรับ สำหรับบทบาทการสื่อสารผ่านดาวเทียมซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอันใกล้ อย่างไรก็ตาม
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีเทคโนโลยีใหม่ๆ ไດ ที่จะทำให้มีผลต่อการใช้งานสื่อสารผ่านดาวเทียมในอนาคตอันใกล้
 - มีความสนใจในกิจการดาวเทียมอื่นๆ นอกเหนือจากดาวเทียมค้างฟ้า Geostationary (GEO) หรือไม่. เช่น LEO network เป็นต้น
 - มีความต้องการใช้ย่านความถี่เพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร. โดยเฉพาะกับการสื่อสารระบบใหม่ๆ ที่นอกเหนือจาก GEO
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ เช่น ปัจจัยจากภาครัฐใด ที่เอื้อต่อการดำเนินกิจการสื่อสารดาวเทียม

กิจการที่ 3: กิจการอุตุนิยมวิทยา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน

- ในกิจการต่างๆ ทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น เรดาร์ตรวจอากาศ มีการใช้ คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ใดบ้าง
- ปกติการใช้งานคลื่นความถี่เป็นไปในลักษณะใด เช่น ใช้สม่ำเสมอตลอดเวลา หรือใช้เมื่อสัญญาณของการเกิดภัยพิบัติ
- ในปัจจุบันนำมีระบบเครือข่ายอุตุนิยมวิทยา เชื่อมต่อถึงกันทั่วโลกแล้ว. การใช้คลื่นความถี่ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง อย่างไร มากน้อยขนาดไหน เมื่อเทียบกับ ในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา

ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

- โดยปกติ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ มักใช้ความถี่ตามมาตรฐานสากลอยู่แล้ว ในแง่การใช้คลื่นความถี่ มีอุปสรรคหรือไม่อย่างไร
- มีภารกิจใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่พิเศษบ้าง

ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่

- มีเทคโนโลยีใหม่ๆใดทางด้านอุตุนิยมวิทยา ที่จะทำให้การปฏิบัติงานตามภารกิจ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่หรือไม่ อย่างไร

ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ เช่น มีข้อเสนอใดด้านการขอใช้คลื่นความถี่ที่จะทำให้ภารกิจด้านอุตุนิยมวิทยาสามารถปฏิบัติได้สะดวกขึ้น

กิจกรรมที่ 4: กิจกรรมดาราศาสตร์วิทยุ

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ในกิจกรรมวิจัยค้นคว้า ไต่บ่าง ทางด้านดาราศาสตร์วิทยุ ที่มีการใช้คลื่นความถี่
 - มีการใช้ คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ใดบ้าง ในระดับกำลังมากน้อยเพียงใด ในกิจกรรมข้างต้น
 - ช่วงเวลาในการใช้คลื่นความถี่ข้างต้น มีระยะเวลาากน้อย ถึบ่อยอย่างไร
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยใดบ้าง ที่จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่พิเศษบ้าง ถ้ามีอยู่ในย่านใด
 - มีการปฏิบัติการทดลองภาคสนามในพื้นที่ใดบ้าง
 - ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยที่ อยู่ระหว่างการขออนุญาตใช้ความถี่หรือไม่ ถ้ามีโปรดระบุ ความถี่ แบนด์วิดท์ และกำลังส่ง ที่ต้องการใช้
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- ในแผนการปฏิบัติงานในอีก 5 ปีข้างหน้า มีการศึกษาค้นคว้าวิจัย เรื่องใดเป็นนหลักบ้าง
 - มีความต้องการ คลื่นความถี่เป็นส่วนหนึ่งในการแผนปฏิบัติงานข้างต้นอย่างไร โปรดระบุ ความถี่ แบนด์วิดท์ และกำลังส่ง ที่ต้องการใช้
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 5: กิจการวิทยุกระจายเสียง

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน ข้อมูลการดำเนินการกระจายเสียงในปัจจุบัน
- ระบบที่ออกอากาศ (AM หรือ FM) ช่องความถี่ที่ออกอากาศ
 - ที่ตั้ง กำลังส่งและรัศมีครอบคลุม (โดยประมาณในหน่วย กิโลเมตร)
 - จำนวนสถานีกระจายเสียงประเภทเดียวกัน ที่รับได้ชัดเจน ในระแวกของสถานี
 - มีปัญหาเรื่องการรบกวนสัญญาณ หรือไม่ อย่างไร
 - เวลาที่สถานีออกอากาศทั้งหมด (เว้นช่วงดึก หรือ ตลอด 24 ชั่วโมง) ช่วงเวลาที่ได้มีความต้องการใช้งานมากที่สุด (Prime Time) ของสถานี
 - ท่านออกอากาศผ่าน Internet Live พร้อมกันด้วยหรือไม่
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- แนวโน้มของปริมาณผู้รับฟังการกระจายเสียง ในช่วงเวลา 5 ปีที่ผ่านมามากขึ้นหรือลดลงอย่างไร
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้คลื่นความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน (ระบบแอนะล็อก)
- จากข้อมูลการเติบโตของกิจการกระจายเสียงปัจจุบัน มีข้อคิดเห็น ให้มีแนวทางการดำเนินการอย่างไร เช่น
 - ก) ช่องความถี่ไม่เพียงพอ ให้มีการขยายย่านความถี่ ระบุปริมาณเป็น Hz หรือช่อง
 - ข) ช่องความถี่เพียงพอแล้ว แต่ให้มีระบบจัดการที่ดีขึ้น โปรตรระบุว่าจะอย่างไร
 - ค) แนวทางอื่นๆ โปรตรระบุ และบรรยายข้อมูลทางเทคนิค
 - Internet Radio ระบบทางเลือกในปัจจุบัน มีผลกับการกระจายเสียงของท่านอย่างไรบ้าง ในประเด็นต่อไปนี้ จำนวนผู้ฟังลดลง สปอนเซอร์ลดลง อื่นๆ (ระบุ)
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่ (การรับทราบและความสนใจในเทคโนโลยีใหม่)
- เทคโนโลยีใหม่ เช่น ระบบดิจิทัลต่างๆ ที่ท่านสนใจมีอะไรบ้าง
 - หากมีการนำระบบใหม่มาใช้ จำนวนรวมสถานีที่คาดหวัง เพิ่มขึ้นหรือลดลง ด้วยเหตุผลใด
 - หากมีการนำระบบใหม่มาใช้ ท่านต้องการให้มีการดำเนินการอย่างไรระหว่าง ให้มีเพียงระบบเดียว หรือ มีสองระบบขนานกัน ไม่มีการยกเลิกระบบแอนะล็อก พร้อมบอกเหตุผล
 - ระยะเวลาที่ต้องการให้มีระบบกระจายเสียงดิจิทัลมาใช้ ดำเนินการอย่างรวดเร็ว หรือ สามารถชะลอการดำเนินการก่อนได้ พร้อมบอกเหตุผล
 - หากมีนำระบบกระจายเสียงดิจิทัลมาใช้ ท่านคาดหวัง หรือกังวล เรื่องใดบ้าง อย่างไร เช่น คุณสมบัติพิเศษ Features ที่แอนะล็อกทำไม่ได้ (ระบุ) การลงทุนของสถานี ราคาอุปกรณ์ของผู้รับ พื้นที่ครอบคลุม
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 6: กิจการพลังงาน

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ในกิจการต่างๆ ทางด้านพลังงาน มีการใช้คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ใดบ้าง
 - โครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านพลังงาน เช่น การนำระบบสมาร์ทกริดมาใช้ มีการใช้คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ใดบ้าง
 - การให้เช่า dark fiber เป็นการเพิ่มการใช้คลื่นความถี่ที่มีผลกระทบต่อการใช้คลื่นความถี่ขององค์กรหรือไม่ อย่างไร
 - ปกติการใช้งานคลื่นความถี่เป็นไปในลักษณะใด เช่น ใช้สม่ำเสมอตลอดเวลา หรือใช้เมื่อมีความจำเป็น
 - การใช้คลื่นความถี่ มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง อย่างไร มากน้อยขนาดไหน เมื่อเทียบกับในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- อุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านพลังงาน เช่นระบบ SCADA ในแง่การใช้คลื่นความถี่ มีอุปสรรคหรือไม่อย่างไร
 - มีภารกิจใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่พิเศษบ้าง
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีเทคโนโลยีใหม่ใดทางด้านพลังงาน ที่จะทำให้การปฏิบัติงานตามภารกิจ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่หรือไม่ อย่างไร
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ เช่น มีข้อเสนอใดด้านการขอใช้คลื่นความถี่ที่จะทำให้ภารกิจด้านพลังงาน สามารถปฏิบัติได้สะดวกขึ้น

กิจการที่ 7: กิจการสาธารณูปโภค

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- โดยทั่วไป กิจการด้านการควบคุมการจราจรทางอากาศและทางน้ำจะใช้คลื่นความถี่เฉพาะเจาะจง ไม่รบกวนกับหน่วยงานใด อันมีเหตุมาจากความตระหนักต่อความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน มีการใช้คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ที่ใดบ้าง ในระดับกำลังมากน้อยเพียงใด
 - มีสัญญาณรบกวนหรือไม่อย่างไร
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- โดยปกติ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านการควบคุมการจราจรทางอากาศ และทางน้ำมักใช้ความถี่ตามมาตรฐานสากลอยู่แล้ว ในแง่การใช้คลื่นความถี่ มีอุปสรรคหรือไม่อย่างไร
 - มีภารกิจใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่พิเศษบ้าง
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีเทคโนโลยีใหม่ใด ที่จะทำให้การปฏิบัติงานตามภารกิจ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่หรือไม่ อย่างไร
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 8 : กิจการประจำที่ Fixed Link

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน

- หน่วยงานของท่าน มีการใช้คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ในย่านใดบ้าง
- ย่านความถี่ และแบนด์วิดท์ที่ให้บริการ มีปริมาณมากเท่าไร
- มีการให้เช่าคลื่นความถี่ แบนด์วิดท์ หรือไม่ หากมี มีปริมาณมากเท่าไรและมีคลื่นความถี่ใดบ้าง
- การให้บริการแก่จำนวนประชากรเป็นร้อยละเท่าใด โดยประมาณ
- ปริมาณความเร็วของข้อมูลเป็นเช่นไร ความเร็วในการส่งข้อมูลมีความคงที่หรือไม่

ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

- ประสิทธิภาพของการใช้แบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลในระบบปัจจุบันทั้งในส่วนของ DWDM และ FTTH
- แบนด์วิดท์สำหรับ DWDM และ FTTH มีความเพียงพอหรือไม่ อย่างไร ด้วยข้อจำกัด เงื่อนไขอะไรบ้าง

ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่

- ในปัจจุบัน เทคโนโลยี DWDM และ FTTH มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีแผนการในการเตรียมตัวสำหรับเทคโนโลยีใหม่ในอีก 5 ปีข้างหน้าอย่างไร
- คาดว่าจะมีเทคโนโลยีอะไรมาแทนระบบปัจจุบัน หรือจะเป็นระบบเดิมแต่เพิ่มความเร็วในการสื่อสาร และเพิ่มเสถียรภาพในการส่ง รวมถึงการลดสัญญาณรบกวนต่างๆ
- มีเทคโนโลยีใหม่ใด ที่จะทำให้การปฏิบัติงานตามภารกิจ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่หรือไม่ อย่างไร

ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจกรรมที่ 9: กิจกรรมวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน

- ช่องความถี่วิทยุที่ใช้มีความเหมาะสมกับการดำเนินการเพื่อการบริการสาธารณะ หรือไม่
- ช่องความถี่วิทยุที่ใช้มีการรองรับภาวะปกติและไม่ปกติเพียงพอหรือไม่
- มีการใช้ช่องความถี่วิทยุร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มากน้อยเพียงใด
- คลื่นความถี่เพื่อความมั่นคงของรัฐที่ใช้ เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ใด
 - การถวายความปลอดภัยพระมหากษัตริย์ พระบรมวงศานุวงศ์ และรักษาความปลอดภัยบุคคลสำคัญของประเทศ
 - การป้องกันประเทศ
 - การรักษาความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ
 - การพัฒนาความมั่นคงของรัฐ
 - การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
 - การสนับสนุนในการแก้ไขปัญหาเมื่อประเทศเกิดภัยพิบัติ
- เทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน มีความเหมาะสมมากเพียงใด
- มีความเสี่ยงต่อการเกิดการรบกวนจากการใช้คลื่นความถี่ มากน้อยเพียงใด

ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีปัจจุบัน

- เทคโนโลยีปัจจุบันสามารถรองรับกับการส่งข้อมูลอย่างมีคุณภาพมากขึ้น (data-rich application) หรือไม่
- มีการนำเครือข่ายเชิงพาณิชย์มาใช้ควบคู่กับเครือข่ายส่วนบุคคล เพื่อใช้ในงานด้านความมั่นคงของรัฐ หรือไม่
- การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงของรัฐ ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้ความถี่มากน้อยเพียงใด

ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่

- แนวโน้มการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ อาทิเช่น การเข้ารหัสลับ มาใช้ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลมากน้อยเพียงใด
- แนวโน้มการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ อาทิเช่น การติดต่อสื่อสารตามมาตรฐาน TETRA ที่นำมาใช้ในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งอยู่นอกพื้นที่ครอบคลุมของเครือข่าย
- แนวโน้มการนำเทคโนโลยีสื่อสารมาผสมผสานกับมัลติมีเดีย เพื่อมาประยุกต์ใช้งานด้านความมั่นคงของรัฐ
- แนวโน้มการนำเทคโนโลยีใหม่ มารองรับ กิจกรรมสื่อสารความเร็วสูงเพื่อภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย PPDR
- ความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยี PPDR มาใช้เพื่อสนับสนุนหรือแทนที่ เทคโนโลยี TETRA

ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 10: กิจการวิทยุโทรทัศน์

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- มีพื้นที่ใดบ้างที่สัญญาณโทรทัศน์ยังไม่ครอบคลุม ท่านมีแผนจะขยายพื้นที่หรือไม่ (ถามเฉพาะผู้ให้บริการโครงข่าย เพราะช่องจะไม่ได้เป็นผู้ขยายโครงข่าย)
 - ปัจจุบันท่านให้บริการช่องรายการใดบ้าง บนช่องทางหรือแพลตฟอร์มใดบ้าง
 - ปัญหาในเรื่องสัญญาณโทรทัศน์ที่ได้รับแจ้งเข้ามามีเรื่องใดบ้าง
 - ท่านออกอากาศผ่าน Internet Live หรือ OTT คู่ขนานกันด้วยหรือไม่
 - ท่านมีความเห็นอย่างไรกับการออกอากาศผ่าน Internet Live หรือ OTT ที่มีกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- หากเป็นไปได้ท่านมีความต้องการปรับเปลี่ยนระดับความคมชัดของสัญญาณภาพอีกหรือไม่ เช่น เปลี่ยนระหว่าง SD กับ HD
 - ท่านมีแผนหรือความต้องการที่จะมีช่องสัญญาณโทรทัศน์เพิ่มอีกหรือไม่
 - สำหรับหมายเลขช่องสัญญาณโทรทัศน์ ที่ยังว่างอยู่ (ช่องหมายเลข 4 ถึง 12 ยกเว้นช่อง 10) หากยังไม่มีการใช้งานในอนาคตอันใกล้ ท่านคิดว่าเห็นควรให้ดำเนินการอย่างไร
 - ท่านคิดอย่างไรกับการที่กฎหมายกำหนดให้มีคลื่นความถี่ร้อยละ 20 สำหรับการให้บริการภาคประชาชน (ทีวีชุมชน) และจะสามารถเกิดขึ้นได้หรือไม่อย่างไร
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- ท่านคิดว่าการแพร่ภาพในระบบความคมชัดที่สูงกว่า (UHD หรือ 4K หรือ HDR หรือ fps ที่สูงขึ้น) มีความเป็นไปได้และน่าสนใจหรือไม่ในอนาคต
 - ท่านคิดว่า การแพร่ภาพด้วยเทคโนโลยีอื่น เช่น อินเทอร์เน็ต หรือ IPTV จะเป็นทางเลือกที่สำคัญในการแพร่ภาพในอนาคตอีก 5 – 10 ปี ข้างหน้าหรือไม่ อย่างไร
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ ในด้านการจัดสรรแบนด์วิดท์ ใครควรเป็นคนเริ่มต้นขบวนการ เช่น ผู้ให้บริการเสนอกสทช หรือ ประชาชน

กิจกรรมที่ 11: กิจกรรมการใช้สัญญาณในระบบป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ปัจจุบันหน่วยงานของท่านใช้คลื่นความถี่ช่วงใด และความถี่แต่ละช่วงใช้กับข้อมูลชนิดใด (เช่น ข้อมูลเสียง ข้อมูลภาพเคลื่อนไหวหรือข้อมูลอื่นๆ)
 - อุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารในงานของท่านมีแบบใดบ้าง
 - กำลังส่งและรัศมีครอบคลุมพื้นที่การทำงานของหน่วยงานท่านหรือไม่
 - ปัญหาเรื่องการรบกวนสัญญาณของท่านเกิดจากสาเหตุใดและมีมากน้อยเพียงใด
 - ท่านมีการวางแผนลำดับการใช้งานคลื่นความถี่อย่างไรบ้างหากเกิดปัญหาการสื่อสารระหว่างปฏิบัติงานเพื่อบรรเทาสาธารณภัย
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- ในอนาคตที่หน่วยงานท่านวางแผนไว้ ท่านคิดว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์สัญญาณเพิ่มหรือไม่ ถ้ามีท่านคิดว่าอยู่ในช่วงความถี่ใดและเป็นข้อมูลประเภทใด
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ เช่น ระบบดิจิทัล trunk radio ที่ท่านสนใจและคาดว่าจะนำมาใช้ในอนาคตอันใกล้หรือไม่
 - ถ้าคาดว่าจะมีการใช้เทคโนโลยีใหม่คาดว่าจะนำมาใช้ในช่วงความถี่ใด อย่างไร
 - ท่านมองภาพการใช้งานคลื่นความถี่เพื่อการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ ในอีก 5 – 10 ปีข้างหน้าอย่างไร
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจกรรมที่ 12: กิจกรรมขนส่งและโลจิสติก

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน
- ในกิจการของท่าน มีการใช้ คลื่นความถี่ และแบนด์วิดท์ใดบ้าง
 - ปัญหาเรื่องการรบกวนสัญญาณของท่านเกิดจากสาเหตุใดและมีมากน้อยเพียงใด
 - หากมีปัญหาด้านการใช้งานความถี่สื่อสาร ท่านมักติดต่อกับหน่วยงานใดบ้างเพื่อหาวิธีแก้ไข
 - หากเกิดปัญหาในการสื่อสารในคลื่นความถี่หลักที่ท่านใช้งาน ท่านวางแผนการแก้ปัญหาอย่างไร
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- ท่านพอใจกับการใช้งานช่วงคลื่นความถี่ปัจจุบันมากน้อยเพียงใดและท่านมีปัญหาในการจัดหาอุปกรณ์สื่อสารในช่วงความถี่นี้หรือไม่
 - ท่านมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มหรือไม่ ถ้ามีท่านคิดว่าอยู่ในช่วงความถี่ใด แบนด์วิดท์กว้างมากน้อยแค่ไหน
 - หาก กสทช. มีการประกาศใช้คลื่นความถี่เฉพาะกับกิจการของท่าน ท่านเห็นว่ามีเหมาะสมหรือไม่และท่านมีความพร้อมในเรื่องการจัดหาอุปกรณ์สื่อสาร และค่าใช้จ่าย เพื่อใช้งานในช่วงความถี่ดังกล่าวหรือไม่
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- มีเทคโนโลยีใหม่ๆใดที่สามารถนำมาใช้ในงานด้านการสื่อสารของหน่วยงานท่าน เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่หรือไม่ อย่างไร
 - ท่านมองภาพการใช้งานคลื่นความถี่เพื่อกิจการขนส่งและโลจิสติก ในอีก 5 – 10 ปีข้างหน้าอย่างไร
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 13: กิจการวิทยุสื่อสาร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการดำเนินกิจการในปัจจุบัน

- โพรตระบупระเภทวิทยุสื่อสารที่ใช้ในปัจจุบัน FM, SSB, digital หรือ trunk radio และชนิดของการใช้งาน ได้แก่ สมัครเล่น หรือใช้เป็นส่วนหนึ่งของภารกิจทางอุตสาหกรรมหรือธุรกิจ
- ขนาดแบนด์วิดท์ หรือ channel spacing
- ลักษณะการใช้งาน จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานในหนึ่งวัน ช่วงเวลาที่ใช้งาน (เช่น ในเวลาราชการ เป็นต้น) หากเป็นการสแตนด์บาย โพรตระบુเป็นตลอด 24 ชม.
- ประสบปัญหาเรื่องความหนาแน่นของการใช้คลื่นความถี่ หรือไม่ อย่างไร
- ประสบปัญหาเรื่องระยะเวลาการใช้งานไม่ครอบคลุมหรือไม่ (เช่น กำลังส่งไม่เพียงพอ) อย่างไร

ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีปัจจุบัน

- โปรดแสดงความคิดเห็นสำหรับแนวทางการบริหารจัดการความถี่สำหรับวิทยุสื่อสาร รวมถึงกฎระเบียบที่ควรนำมาเพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพ ทัวถึง และได้ประโยชน์สูงสุด
- เห็นควรให้มีการขยายย่านความถี่ใช้งานสำหรับเทคโนโลยีเดิม หรือไม่ โปรดเสนอแนวทางหรือรูปแบบของการเพิ่มย่านความถี่ ระบุความกว้างและคลื่นความถี่ตามเสนอ
- ในการใช้งานปัจจุบัน โปรดลำดับปัจจัยที่สำคัญในการใช้งาน (ก) ค่าใช้จ่าย (รวมแบนด์วิดท์และอุปกรณ์) (ข) ความปลอดภัยของข่าวสาร (ค) ความเชื่อถือได้ (reliability) ของระบบ เช่น ไม่หนาแน่นจนใช้งานไม่ได้ตลอดเวลา (สามารถเพิ่มเติมปัจจัย) หรือ ความรวดเร็วในการเชื่อมต่อ เป็นต้น (จ) ฟังก์ชันการใช้งานอื่นนอกจากเสียงพูด เช่น selected group call, location ID เป็นต้น

ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่

- เทคโนโลยีทางเลือกใดบ้าง ที่สามารถทดแทน วิทยุสื่อสารได้ แต่อาจไม่สมบูรณ์นัก ท่านได้ใช้เทคโนโลยีทางเลือกบ้างหรือไม่
- เทคโนโลยีทางด้านวิทยุสื่อสารใหม่ใดบ้าง ที่อยู่ในความสนใจในขณะนี้ และเทคโนโลยีใดทางวิทยุสื่อสารที่มีแนวโน้มว่าจะได้รับการนำมาใช้งานในอนาคตอันใกล้
- หากมีการนำระบบดิจิทัลมาใช้ แล้วทำให้ได้ความหนาแน่นของช่องสัญญาณลดลง แต่อาจมีการลงทุนเครื่องมือใหม่ ท่านจะมีความพร้อมในการปรับเข้าสู่ระบบใหม่ ในระยะเวลาใด
- ในการจัดให้มีแบนด์วิดท์ใหม่สำหรับวิทยุสื่อสาร ควรเริ่มจากผู้เกี่ยวข้องใดก่อน ระหว่าง ความต้องการจำเป็นของผู้ใช้ความถี่พร้อมของผู้ผลิต/ผู้ให้บริการ นโยบายของหน่วยงานกำกับดูแล

ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ

กิจการที่ 14: กิจการคลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น Short range device (SRD)

กิจการที่ 15: กิจการระบบการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลแบบไม่มีสายนำสัญญาณ

Wireless local area network (WLAN)

(รวม 2 กิจการ สัมภาษณ์คราวเดียวกัน)

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทกิจการและพื้นที่ใช้งาน
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการสถานการณ์ SRD ในปัจจุบัน
- Short range device ที่มีใช้กันแล้วในปัจจุบัน นอกเหนือ จาก RFID, Bluetooth และ Wi-Fi แล้ว มีการนำเสนอ เทคโนโลยีหลายๆอย่าง เทคโนโลยีใดที่น่าจะมีแนวโน้มว่าจะได้รับการใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่น LORA เป็นต้น
- ส่วนที่ 3 ความต้องการใช้ความถี่กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- มีแนวโน้มความต้องการใช้คลื่นความถี่ มากน้อยขนาดไหน เมื่อเทียบกับในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา
 - อัตราการเติบโตทางด้านจำนวนอุปกรณ์ SRD เป็นอย่างไร
 - SRD ส่วนมากจะใช้ unlicensed band มีเทคโนโลยีใดบ้าง ที่ผู้ผลิตนำเข้าจำหน่าย แสดงความต้องการคลื่นความถี่ซึ่งต้องขออนุญาตก่อน
- ส่วนที่ 4 ความต้องการใช้ความถี่สำหรับเทคโนโลยีใหม่
- แนวโน้มการใช้คลื่นความถี่สำหรับ SRD ในอนาคตอันใกล้ ควรเป็นแบบใด จัดสรรคลื่นโดยให้ขอใช้ความถี่ paid and dedicated หรือให้ใช้แบบเปิดให้ใช้ร่วมกัน shared & unlicensed
 - ในกรณีของอุปกรณ์ IoT ควรสนับสนุนให้ควรรวมเป็นส่วนหนึ่งของ 5G หรือไม่ โดยไม่ต้องมีการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นพิเศษ
 - สถานะการใช้งานในประเทศไทย มีผลกับนโยบายในการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับ SDR มากน้อยเพียงใด (ต้องพิจารณาความต้องการของตลาด หรืออุตสาหกรรม เป็นหลักหรือไม่-industry driven)
- ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็นอื่นๆ โปรดแสดงความเห็นเพิ่มเติมในด้านการใช้คลื่นความถี่สำหรับ SRD

ภาคผนวก ข

แบบสอบถาม

แบบสอบถาม
“ความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย”

รหัสชุด -
กิจการ เลขที่แบบสอบถาม



คณะผู้สำรวจขอความกรุณาให้ท่านตอบ
แบบสอบถามตามความเป็นจริง
เพื่อผลประโยชน์ในการจัดทำการศึกษาครั้งนี้
แบบสอบถามนี้ใช้เวลา
โดยเฉลี่ยประมาณ 20-30 นาที
ข้อมูลที่ได้รับจากการตอบแบบสอบถาม
ถือเป็นความลับและไม่ถูกนำไปอ้างอิง
เป็นรายบุคคล ไม่ว่ากรณีใด ๆ

มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบาย
เศรษฐกิจและการคลัง (มูลนิธิ สวค.)
โทร. 0-2587-9788 ต่อ 501-511
สงวนลิขสิทธิ์ ©12

คำชี้แจง

1. มูลนิธิสถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจการคลัง (มูลนิธิ สวค.) ได้รับมอบหมายให้เป็นที่ปรึกษาโครงการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทยให้กับสำนักงาน กสทช. โดยผลการศึกษาที่ได้จะถูกนำไปใช้ในการกำหนดการจัดสรรคลื่นความถี่
2. เนื้อหาแบบสอบถามแบ่งเป็น 6 ส่วน คือ
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ
 - ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการโทรคมนาคม จำนวน 5 ข้อ
 - ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ จำนวน 5 ข้อ
 - ส่วนที่ 4 ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม จำนวน 5 ข้อ
 - ส่วนที่ 5 ข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการอื่น ๆ จำนวน 5 ข้อ
 - ส่วนที่ 6 ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ (ภาพรวม) จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความในช่องว่าง และทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน

- 1.1 ชื่อ-นามสกุล
- 1.2 หน่วยงาน
- 1.3 ตำแหน่ง/สายงาน/ฝ่าย
- 1.4 เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ
- 1.5 อีเมล
- 1.6 ประเภทของกลุ่มกิจการของคลื่นความถี่ทั้งหมดที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองอยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 - 1) กลุ่มกิจการโทรคมนาคม 2) กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์
 - 3) กลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม 4) กลุ่มกิจการอื่น ๆ¹

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการโทรคมนาคม (ถ้าในปัจจุบันธุรกิจ/องค์กรของท่านไม่ได้ถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคม ให้ข้ามไปทำส่วนที่ 3)

- 2.1 ประเภทกิจการของคลื่นความถี่ทั้งหมดในกลุ่มกิจการโทรคมนาคมที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองอยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 - 1) กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications-IMT) ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่
 - 2) กิจการดาวเทียม โปรดระบุประเภทกิจการย่อยในกิจการดาวเทียมที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองคลื่นความถี่อยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
 - 2.1) กิจการดาวเทียม 2.2) กิจการอวกาศวิทยุ 2.3) กิจการดาราศาสตร์วิทยุ

¹ กลุ่มกิจการอื่น ๆ ได้แก่ กลุ่มกิจการทั้งหมดที่ไม่ใช่กลุ่มกิจการโทรคมนาคม กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม

- 2.3 แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคมในช่วง 5 ปีข้างหน้า ของธุรกิจ/องค์กรของท่าน เป็นอย่างไร (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1) มีแนวโน้มลดลง โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้ลดลงจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 1.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันลดลง (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1.1.1) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณน้อยลง
- 1.1.2) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนไปใช้สื่อทางเลือกแบบอื่น
- 1.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 2) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 2.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันเพิ่มขึ้น (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 2.1.1) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมาและไม่มีสื่อทางเลือกอื่น
- 2.1.2) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมา แม้มีสื่อทางเลือกอื่นแต่อาจไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ
- 2.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 3) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2.4 โปรดระบุเทคโนโลยีใหม่ที่อาจเป็นเทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ กิจการ กิจกรม ภารกิจ ของการใช้งานคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคมของท่าน

| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 1 ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคม | |
|---|--|
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |
| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 2 ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคม | |
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |

2.5 โปรดให้ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการโทรคมนาคมของท่าน

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|-----------------------------------|--|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| โทรศัพท์เคลื่อนที่ | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ | | | | |
| | 1. การเข้ามาของเทคโนโลยี 5G | | | | |
| | 2. การใช้อุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น | | | | |
| | 3. การเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Wi-Fi เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคดิจิทัล | | | | |
| | 4. การให้บริการของ Cloud Computing | | | | |
| | 5. ความเร็วในการส่งข้อมูลของ Mobile data เพิ่มขึ้น | | | | |
| | 6. การใช้งาน Virtual reality (VR) และ Augmented reality (AR) เพิ่มขึ้น | | | | |
| | 7. การเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องของวงการ E-Sport หรือ กีฬาอิเล็กทรอนิกส์ | | | | |
| | 8. การเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Wi-Fi เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคดิจิทัล | | | | |
| ดาวเทียม | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาวเทียม | | | | |
| | 1. การพัฒนาระบบ Global Navigation Satellite System (GNSS) | | | | |
| | 2. การเพิ่มประสิทธิภาพของ High-speed Satellite Broadband | | | | |
| | 3. การพัฒนาการให้บริการ Mobile Satellite | | | | |
| อุตุนิยมวิทยา (Meteorology: MET) | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการอุตุนิยมวิทยา | | | | |
| | 1. การเพิ่มประสิทธิภาพของเรดาร์ที่ใช้ในกิจการอุตุนิยมวิทยา | | | | |
| | 2. การเปิดให้บริการดาวเทียมใหม่ | | | | |
| | 3. การพัฒนาระบบการตรวจสอบสภาพอากาศโลก | | | | |
| ดาราศาสตร์วิทยุ (Radio Astronomy) | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการดาราศาสตร์วิทยุ | | | | |
| | 1. แนวโน้มความต้องการของการใช้คลื่นความถี่เพื่อดาราศาสตร์วิทยุ | | | | |
| | 2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลของ back-end | | | | |

ส่วนที่ 3 ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ถ้าในปัจจุบันธุรกิจ/องค์กรของท่านไม่ได้ถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ให้ข้ามไปทำส่วนที่ 4)

- 3.1 ประเภทกิจการของคลื่นความถี่ทั้งหมดในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองอยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- 1) กิจการวิทยุกระจายเสียง 2) กิจการวิทยุโทรทัศน์

- 3.3 แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ในช่วง 5 ปีข้างหน้า ของธุรกิจ/องค์กรของท่าน เป็นอย่างไร (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1) มีแนวโน้มลดลง โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้ลดลงจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 1.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันลดลง (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1.1.1) กิจการ กิจกรรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณน้อยลง
- 1.1.2) กิจการ กิจกรรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนไปใช้สื่อทางเลือกแบบอื่น
- 1.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 2) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 2.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันเพิ่มขึ้น (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 2.1.1) มีกิจการ กิจกรรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมาและไม่มีสื่อทางเลือกอื่น
- 2.1.2) มีกิจการ กิจกรรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมา แม้มีสื่อทางเลือกอื่นแต่อาจไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ
- 2.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 3) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- 3.4 โปรดระบุเทคโนโลยีใหม่ที่อาจเป็นเทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ กิจการ กิจกรรม ภารกิจ ของการใช้งานคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ของท่าน

| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 1 ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ | |
|---|--|
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |
| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 2 ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ | |
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |

3.5 โปรดให้ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ของท่าน

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปีข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|---|--|---|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| วิทยุกระจายเสียง | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียง | | | | |
| | 1. การพัฒนาของเทคโนโลยีในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล (Digital Radio) ที่มีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดี | | | | |
| | 2. การพัฒนาของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณเสียงรูปแบบใหม่ | | | | |
| | 3. การยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบแอนะล็อก | | | | |
| | 4. การเปลี่ยนผ่านไปสู่วิทยุกระจายเสียงระบบดิจิทัล | | | | |
| | 5. การกำหนดมาตรฐานในการรับส่งสัญญาณและอุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลในประเทศไทย | | | | |
| | 6. ความแพร่หลายของอุปกรณ์รับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล | | | | |
| | 7. การคืนคลื่นความถี่เพื่อนำไปจัดสรรใหม่หรือปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัล | | | | |
| | 8. ความนิยมในวิทยุกระจายเสียงในระบบดิจิทัลของประชาชน | | | | |
| 9. แนวโน้มการใช้บริการเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (เช่น Spotify, JOOX, Apple Music และ Podcast) เพิ่มขึ้น | | | | | |
| วิทยุโทรทัศน์ | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุโทรทัศน์ | | | | |
| | 1. การพัฒนาของแพลตฟอร์มทางเลือกต่อระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดิน เช่น ทีวีผ่านดาวเทียม เคเบิลทีวี อินเทอร์เน็ตทีวี และ IPTV เป็นต้น | | | | |
| | 2. การพัฒนาของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณภาพและเสียงรูปแบบใหม่ | | | | |
| | 3. การพัฒนาการเข้ารหัสสัญญาณหรือเทคโนโลยีการส่งสัญญาณในกิจการโทรทัศน์ | | | | |
| | 4. การนำเทคนิคของโครงข่ายความถี่เดี่ยว (Single Frequency Network: SFN) มาใช้ในการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ระบบดิจิทัล | | | | |
| | 5. การเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้รับชมโทรทัศน์ในระบบดิจิทัล | | | | |
| | 6. ความนิยมในระบบโทรทัศน์ดิจิทัลภาคพื้นดินของประชาชน | | | | |
| | 7. เทคโนโลยีโทรทัศน์ความละเอียดสูงยิ่ง (Ultra High Definition TV: UHD TV) หรือเทคโนโลยี 4K/8K รวมทั้งเทคโนโลยี High Dynamic Range (HDR) | | | | |
| | 8. แนวโน้มการใช้บริการสื่อสารและแพร่ภาพและเสียงผ่านอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) (เช่น Netflix, Line TV เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้นของประชาชน | | | | |
| | 9. การเปลี่ยนผ่านไปสู่โทรทัศน์ระบบดิจิทัล | | | | |
| 10. การยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก | | | | | |

ส่วนที่ 4 ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม (ถ้าในปัจจุบันธุรกิจ/องค์กรของท่านไม่ได้ถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม ให้ข้ามไปทำส่วนที่ 5)

- 4.1 ประเภทกิจการของคลื่นความถี่ทั้งหมดในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคมที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองอยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- 1) ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public Protection and Disaster Relief-PPDR)
 - 2) กิจการขนส่งและโลจิสติก
 - 3) กิจการพลังงาน
 - 4) บริการสาธารณูปโภค (Utilities) เช่น ไฟฟ้า ประปา การสื่อสารภาคพื้นดินในสนามบิน (Ground Communication)
 - 5) กิจการประจำที่ (Fixed Link) โครงข่ายเชื่อมโยง Point-to-point และ Point-to-multipoint
 - 6) กิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ
 - 7) กิจการวิทยุสื่อสาร

- 4.3 แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคมในช่วง 5 ปีข้างหน้า ของธุรกิจ/องค์กรของท่าน เป็นอย่างไร (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1) มีแนวโน้มลดลง โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้ลดลงจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 1.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันลดลง (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 1.1.1) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณน้อยลง
- 1.1.2) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนไปใช้สื่อทางเลือกแบบอื่น
- 1.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 2) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
- 2.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันเพิ่มขึ้น (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
- 2.1.1) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมาและไม่มีสื่อทางเลือกอื่น
- 2.1.2) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมา แม้มีสื่อทางเลือกอื่นแต่อาจไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ
- 2.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 3) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- 4.4 โปรดระบุเทคโนโลยีใหม่ที่อาจเป็นเทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ กิจการ กิจกรม ภารกิจ ของการใช้งานคลื่นความถี่กลุ่มกิจการวิทยุคมนาคมของท่าน

| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 1 ในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม | |
|---|--|
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |
| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 2 ในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม | |
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |

4.5 โปรดให้ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคมของท่าน

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|--|--|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| ภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ (Public protection and disaster relief :PPDR) | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติ | | | | |
| | 1. การพัฒนาเทคโนโลยี TETRA 2 (TEDS) ภายใต้มาตรฐาน TETRA เพื่อตอบสนองต่อความต้องการติดต่อสื่อสารและรับ-ส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและมีความเร็วสูงยิ่งขึ้น | | | | |
| | 2. แนวโน้มการนำมัลติมีเดียมาประยุกต์เพื่อสนับสนุนภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยฯ กับการพัฒนาเครือข่ายข้อมูล PPDR ความเร็วสูงในรูปแบบต่าง ๆ (เช่น กล้องถ่ายภาพความร้อน วิดีโอพิสูจน์หลักฐาน 3 มิติ และเทคโนโลยี LTE เป็นต้น) ที่เพิ่มขึ้น | | | | |
| | 3. แนวโน้มการนำเครือข่ายเชิงพาณิชย์มาใช้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินและภัยพิบัติควบคู่ไปกับการนำเครือข่ายส่วนบุคคลมาใช้ในการปฏิบัติการกิจที่ไม่สำคัญแต่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก | | | | |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของความต้องการนำข้อมูลมาใช้ในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลอย่างมีคุณภาพมากขึ้น (data-rich applications) | | | | |
| | 5. การเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดด้านความปลอดภัยซึ่งเกี่ยวข้องกับความมั่นคงของประเทศที่มีความซับซ้อนมากขึ้น | | | | |
| | 6. การพัฒนาเครือข่าย PPDR ให้มีศักยภาพยิ่งขึ้นเพื่อการลดต้นทุนโดยให้บริการเครือข่ายในเชิงพาณิชย์ | | | | |
| | 7. ระดับของการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ใน PPDR ที่ได้รับการยอมรับมากขึ้นเพื่อสนับสนุนหรือแทนที่เทคโนโลยี TETRA | | | | |
| ขนส่งและโลจิสติก | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการขนส่งและโลจิสติก | | | | |
| | 1. การพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System: ITS) เช่น ระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร โปรแกรมระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) เป็นต้น | | | | |
| | 2. การพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างรถยนต์ด้วยกัน (Vehicle-to-Vehicle: V2V) ซึ่งจะช่วยให้ยานยนต์สามารถสื่อสารกับยานยนต์ที่อยู่ใกล้เคียง รับส่งข้อมูลทราบตำแหน่งที่อยู่ หรือสิ่งกีดขวางต่างๆ ที่จะขัดขวางการเดินทาง เป็นต้น | | | | |
| | 3. การพัฒนารถยนต์อัตโนมัติ/รถยนต์ไร้คนขับ (Automated Vehicles/Self-driving Cars) | | | | |
| | 4. การพัฒนาระบบการบริหารจัดการการจราจรและขนส่ง (Traffic and Freight Management) ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น | | | | |
| | 5. การพัฒนาเทคโนโลยีการรับ/ส่งข้อมูลระหว่างพาหนะและ โครงสร้างต่าง ๆ รอบเส้นทาง (Integration vehicle-infrastructure: V2I) ทำใหยานยนต์สามารถสื่อสารกับโครงสร้างรอบด้านในการเดินทาง อาทิ ไฟสัญญาณจราจร และเขตก่อสร้าง เพื่อปรับปรุงสภาพการเดินทาง สามารถหลีกเลี่ยงตำแหน่งรถติด และเพิ่มความปลอดภัยมากขึ้น | | | | |
| | 6. การพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งระบบราง | | | | |
| | 7. การพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับระบบการจราจรและการขนส่งอัจฉริยะ (intelligent transportation system: ITS) | | | | |
| พลังงาน | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการพลังงาน | | | | |
| | 1. การพัฒนาของระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมีเตอร์อัจฉริยะ | | | | |
| | 2. การเพิ่มขึ้นของผู้ใช้ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะและมีเตอร์อัจฉริยะ | | | | |
| | 3. การออกกฎหมายหรือข้อบังคับใหม่ที่ทำให้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม | | | | |
| สาธารณูปโภค | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการสาธารณูปโภค | | | | |
| | 1. การเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบกิจการเคลื่อนที่ทางทะเล | | | | |
| | 2. การพัฒนาการติดต่อสื่อสารทางตรงระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศและนักบิน | | | | |

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|----------------------------------|--|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| | 3. การเพิ่มประสิทธิภาพทางดิจิทัลของระบบสื่อสาร | | | | |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้อากาศยานไร้คนขับ | | | | |
| | 5. การเพิ่มขึ้นของการจราจรในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า เช่น ทางอากาศ และทางทะเล เป็นต้น | | | | |
| | 6. ความก้าวหน้าของเครื่องรับวิทยุที่ใช้ในกิจการวิทยุหาตำแหน่ง | | | | |
| | 7. การพัฒนาการสื่อสารแบบไร้สายของระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในอากาศยาน | | | | |
| ประจำที่ (Fixed Link) | ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ (Fixed Link) | | | | |
| | 1. การเปลี่ยนจากการใช้คลื่นไมโครเวฟมาเป็นโครงข่ายใยแก้วนำแสง | | | | |
| | 2. การพัฒนาระบบ NLoS/LoS backhaul | | | | |
| | 3. การพัฒนาเทคนิคกล้ำสัญญาณ (Modulation Techniques) | | | | |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของสถานีส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Stations) | | | | |
| | 5. การเปลี่ยนไปใช้ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น (Higher-Frequency Link) | | | | |
| วิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุคมนาคมเพื่อความมั่นคงของรัฐ | | | | |
| | 1. การเพิ่มขึ้นของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน | | | | |
| | 2. การพัฒนาเทคโนโลยีระบบตำแหน่งและการนำทาง | | | | |
| | 3. การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเพื่อความมั่นคง | | | | |
| | 4. การเพิ่มขึ้นของอากาศยานไร้คนขับ | | | | |
| | 5. ความต้องการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมที่มากขึ้นในกิจการความมั่นคงของรัฐ | | | | |
| วิทยุสื่อสาร | ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการวิทยุสื่อสาร | | | | |
| | 1. ผู้ใช้งานวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ส่วนบุคคลและวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่สาธารณะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปใช้อุปกรณ์สื่อสารประเภทอื่น ๆ มากขึ้น | | | | |

ส่วนที่ 5 ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ของกลุ่มกิจการอื่น ๆ² (ถ้าในปัจจุบันธุรกิจ/องค์กรของท่านไม่ได้ถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการอื่น ๆ ให้ข้ามไปทำส่วนที่ 6)

- 5.1 ประเภทกิจการของคลื่นความถี่ทั้งหมดใน**กลุ่มกิจการอื่น ๆ** ที่ธุรกิจ/องค์กรของท่านถือครองอยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- 1) การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกล (Machine Type Communication หรือ Internet of thing - IOT) ได้แก่ คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์ระยะสั้น (Short-range device: SRDs)
 - 2) คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet)
 - 3) อื่น ๆ โปรดระบุ

² กลุ่มกิจการอื่น ๆ ได้แก่ กลุ่มกิจการทั้งหมดที่ไม่ใช่กลุ่มกิจการโทรคมนาคม กลุ่มกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และกลุ่มกิจการวิทยุคมนาคม

5.3 แนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการอื่น ๆ ของธุรกิจ/องค์กรของท่าน เป็นอย่างไร (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)

- 1) มีแนวโน้มลดลง โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้ลดลงจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
 - 1.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันลดลง (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
 - 1.1.1) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณน้อยลง
 - 1.1.2) กิจการ กิจกรม หรือภารกิจ ที่ใช้อยู่มีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนไปใช้สื่อทางเลือกแบบอื่น
 - 1.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 2) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะมีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นจากปัจจุบันเท่ากับ (กรุณาระบุหน่วยเป็นช่องสัญญาณหรือ MHz ที่สอดคล้องกับลักษณะของกิจการของท่าน)
 - 2.1) สาเหตุที่ทำให้มีแนวโน้มความต้องการถือครองคลื่นความถี่ที่มีในปัจจุบันเพิ่มขึ้น (ตอบได้เพียง 1 ข้อ)
 - 2.1.1) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมาและไม่มีสื่อทางเลือกอื่น
 - 2.1.2) มีกิจการ กิจกรม หรือภารกิจอื่นเพิ่มเติมมา แม้มีสื่อทางเลือกอื่นแต่อาจไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอ
 - 2.1.3) อื่น ๆ โปรดระบุ
- 3) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

5.4 โปรดระบุเทคโนโลยีใหม่ที่อาจเป็นเทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ กิจการ กิจกรม ภารกิจ ของการใช้งานคลื่นความถี่กลุ่มกิจการอื่น ๆ ของท่าน

| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 1 ในกลุ่มกิจการอื่น ๆ | |
|---|---|
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง <p>สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |
| เทคโนโลยีใหม่ ลำดับที่ 2 ในกลุ่มกิจการอื่น ๆ | |
| (1) ชื่อเทคโนโลยีใหม่ | |
| (2) รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ดังกล่าว | |
| (3) ความพร้อมและศักยภาพรองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) | <input type="checkbox"/> 1) มีความพร้อมและมีศักยภาพรองรับ (เช่น เงินลงทุน การพัฒนาบุคลากร เป็นต้น) โปรดระบุระยะเวลาที่ต้องการให้สามารถใช้งานได้ (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ภายใน 1 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 2 ปี <input type="checkbox"/> ภายใน 3 ปีขึ้นไป <input type="checkbox"/> ยังอยู่ในการพิจารณา <input type="checkbox"/> 2) ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง <p>สาเหตุที่ทำให้ธุรกิจ/องค์กรของท่าน ยังไม่พร้อมในการเปลี่ยนแปลง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยีใหม่จะมีเสถียรภาพเพียงพอหรือมีความเหมาะสมจริง <input type="checkbox"/> ขาดแคลนงบประมาณ <input type="checkbox"/> กังวลเรื่องการใช้งาน <input type="checkbox"/> อื่น ๆ โปรดระบุ |

5.5 โปรดให้ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกลุ่มกิจการอื่น ๆ ของท่าน

| กิจการ | แนวโน้มหลัก | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้าของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | |
|---|--|--|-------|------|---------|
| | | เพิ่มขึ้น | คงที่ | ลดลง | ไม่ทราบ |
| คลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น (Short-range device :SRDs) | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ในกิจการคลื่นความถี่สำหรับอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้น | | | | |
| | 1. การพัฒนาของเทคโนโลยี SRDs ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาเครือข่ายการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง และการพัฒนาคลื่นวิทยุกำลังสูง เป็นต้น | | | | |
| | 2. การพัฒนาเทคนิคการกล้ำคลื่นสัญญาณ (Hamonisation of modulation techniques) เพื่อการสนับสนุนการใช้เครื่องมือ RFID ให้สามารถใช้งานข้ามประเทศได้ โดยก่อให้เกิดประโยชน์แก่การรักษาทางการแพทย์ อุตสาหกรรม และเชิงพาณิชย์ เป็นต้น | | | | |
| | 3. การเติบโตของการใช้เครื่องมือวิทยุคมนาคมสื่อสารระยะสั้นสำหรับการประยุกต์กับเครื่องมือและการรักษาทางการแพทย์ เช่น เครื่องกระตุ้นหัวใจ และอุปกรณ์วัดระดับกลูโคสที่ฝังในร่างกาย เป็นต้น | | | | |
| | 4. การเติบโตของอุปกรณ์เพื่อการใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อการระบุอัตลักษณ์ (RFID tags) ที่นำมาประยุกต์ใช้ในหลายกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น เช่น การขนส่ง และการจัดการสินค้าคงคลัง ระบบการชำระเงิน และการระบุอัตลักษณ์สัตว์ เป็นต้น | | | | |
| | 5. ปริมาณการนำฐานข้อมูลในการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์กับอุปกรณ์ RFID ที่เพิ่มขึ้น เช่น การระบุพิกัดเพื่อติดตามการขนส่งสินค้า และระบบนำร่องของยานพาหนะ เป็นต้น | | | | |
| | 6. การพัฒนาเทคโนโลยีในอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบไร้สาย และเครื่องดักจับคลื่นไฟไร้สาย เป็นต้น | | | | |
| | 7. การพัฒนาเทคโนโลยีในระบบอัตโนมัติสำหรับอาคารและที่อยู่อาศัย เช่น ประตูอัตโนมัติ หน้าต่างอัตโนมัติ และอุปกรณ์ควบคุมความร้อนและแสง เป็นต้น | | | | |
| | 8. การเปลี่ยนแปลงกฎเกณฑ์หรือข้อบังคับใหม่ของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีความหลากหลายขึ้น ควบคู่กับการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ เช่น ระบบการควบคุมลมยาง (TPMS) และข้อกำหนดเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น | | | | |
| | 9. การพัฒนาเทคโนโลยีที่สูงขึ้นและมีความหลากหลายยิ่งขึ้นของการประยุกต์ RFID ในอุตสาหกรรมยานยนต์ เช่น การพัฒนารถยนต์ไร้คนขับ เป็นต้น | | | | |
| 10. การเติบโตของการใช้ RFID สำหรับการประยุกต์ในการรักษาทางการแพทย์ ในลักษณะอุปกรณ์ควบคุมและติดตามอาการโดยฝังในร่างกายของผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้น | | | | | |
| คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง (Unlicensed frequency for wireless broadband internet) | ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้เป็นการทั่วไปสำหรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง | | | | |
| | 1. การเติบโตของผู้ใช้ฮอตสปอตส่วนบุคคล และฮอตสปอตสาธารณะที่สูงขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงความแออัดในการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย และการเพิ่มการเข้าถึงสัญญาณอย่างจำกัดภายในอาคาร | | | | |
| | 2. แนวโน้มการจัดการใช้งานข้ามเขต (Roaming) ของระบบเครือข่ายไร้สาย | | | | |
| | 3. แนวโน้มการใช้เทคโนโลยี WiMAX ได้แก่ เครือข่าย FWA ที่เพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มความครอบคลุมเครือข่ายไร้สายในเขตชนบทโดยสามารถควบคุมจากสถานที่ห่างไกลได้ | | | | |
| | 4. การกำหนดมาตรฐานใหม่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อลดความแออัดของเครือข่ายไร้สาย | | | | |
| | 5. แนวโน้มการเติบโตอย่างต่อเนื่องของการเข้าถึงเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ของผู้ใช้บริการที่สูงขึ้น | | | | |
| 6. แนวโน้มการเข้าถึงเครือข่ายไร้สายที่เพิ่มขึ้นในชนบท | | | | | |

ส่วนที่ 6 ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ (ภาพรวม)

| รายการ | ผลต่อความต้องการใช้คลื่นความถี่ใน 5 ปี ข้างหน้า ของธุรกิจ/องค์กรของท่าน | | | | | |
|--|--|---------|-------------|----------|----------------|---------|
| | มากที่สุด = 5 | มาก = 4 | ปานกลาง = 3 | น้อย = 2 | น้อยที่สุด = 1 | ไม่ทราบ |
| 1. เศรษฐกิจมหภาคในระดับโลกและระดับประเทศ | | | | | | |
| เช่น การเปลี่ยนแปลงไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ การลงทุนในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เป็นต้น | | | | | | |
| 2. นโยบายประเทศไทย 4.0 หรือนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้อง | | | | | | |
| เช่น การมุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลให้ทันสมัยและกระจายอย่างทั่วถึง นโยบายอุตสาหกรรม 4.0 การรองรับการขยายตัวของความเป็นเมือง (Urbanization) เป็นต้น | | | | | | |
| 3. แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม | | | | | | |
| เช่น การผลักดันธุรกิจให้เข้าสู่ระบบการค้าดิจิทัลสากล และการเร่งสร้างธุรกิจเทคโนโลยีดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมที่ไทยมีศักยภาพและเป็นอุตสาหกรรมแห่งอนาคต Smart City (เช่น กล้อง CCTV) เป็นต้น | | | | | | |
| 4. พฤติกรรมผู้ใช้คลื่นความถี่ | | | | | | |
| 4.1 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน | | | | | | |
| 4.2 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ | | | | | | |
| 4.3 แนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของการใช้สื่อออนไลน์เพื่อเป็นช่องทางในการซื้อขายและโฆษณาสินค้าและบริการ | | | | | | |
| 5. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี | | | | | | |
| 5.1 การเข้าสู่ยุคดิจิทัล เช่น การใช้ Internet of Things (IoT) ที่อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต เป็นต้น | | | | | | |
| 5.2 การให้บริการ Cloud Computing ที่ครอบคลุมถึงการประมวลผลหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และระบบออนไลน์ต่าง ๆ | | | | | | |
| 5.3 การเข้าสู่ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 (5G) ซึ่งมีความสามารถในการส่งข้อมูลในปริมาณมากกว่าระบบ 4G ถึง 1,000 เท่า | | | | | | |
| 5.4 การเข้ามาของสังคมไร้เงินสด (Cashless Society) | | | | | | |
| 5.5 การกระจายเสียงและแพร่ภาพผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Over-the-Top: OTT) | | | | | | |
| 6. การพัฒนาข้อตกลงและกฎระเบียบการใช้คลื่นความถี่ในระดับนานาชาติ | | | | | | |
| เช่น กฎระเบียบเพื่อใช้เป็นมาตรฐานกลางสำหรับผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดเทคโนโลยีต่าง ๆ ขององค์กรระหว่างประเทศ เป็นต้น | | | | | | |

ขอขอบพระคุณที่กรุณาใช้เวลาตอบแบบสอบถามทั้งหมดนี้