กสทช.

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ

ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

สารบัญ

1 บทสรุปผู้บริหาร 9

2 ที่มาของโครงการและขอบเขตการดำเนินงาน 24

2.1 หลักการและเหตุผล 24

2.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 26

2.3 ขอบเขตและกิจกรรมการดำเนินงาน 27

2.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 28

2.5 ประเด็นสำคัญในการศึกษา 28

3 แผนงาน วิธีการ และขั้นตอนการดำเนินโครงการ 29

3.1 ภาพรวมของการดำเนินโครงการ 30

3.2 แผนงานที่ 1: การวางแผนโครงการ 32

3.3 แผนงานที่ 2: ศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย 37

3.4 แผนงานที่ 3: จัดทำรายงานเบื้องต้น 38

3.5 แผนงานที่ 4: ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย 38

3.6 แผนงานที่ 5: จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 39

3.7 แผนงานที่ 6: จัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน 40

3.8 แผนงานที่ 7: ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป 43

3.9 แผนงานที่ 8: จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 53

3.10 แผนงานที่ 9: จัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม 54

3.11 แผนงานที่ 10: ศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม 55

3.12 แผนงานที่ 11: จัดการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป 56

3.13 แผนงานที่ 12: การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 57

3.14 แผนงานที่ 13: จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) 57
3.15 สรุปผลงานและระยะเวลาในการส่งมอบงาน 59
3.16 สรุปข้อเสนออื่นที่ผู้ดำเนินโครงการเสนอเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ 60
4 แผนการดำเนินงานและการบริหารโครงการ 61
4.1 ตารางแผนการทำงานและระยะเวลา 61
4.2 บุคลากรในโครงการ 62
4.3 หน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากร 68
5 การศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย 69
5.1 การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย 69
5.2 การวิเคราะห์แนวโน้มผู้ใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย 74
6 การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ในประเทศไทย 79
6.1 การพัฒนาโครงข่าย 5G 79
6.2 แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT 85
6.3 การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 90
6.4 ผลกระทบต่อย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป 93
7 การจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน 103
7.1 การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม และการออกแบบแบบสอบถาม 103
7.2 ผลสำรวจของผู้ใช้งานครัวเรือน (Household) 109
7.3 ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise) 118
7.4 ผลสำรวจผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์ 126
8 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป 131

8.1 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบจากต่างประเทศในการศึกษาที่ผ่านมา....131
8.2 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจของประเทศไทย...138
9 การประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม....156
10 การประชุมเผยแพร่ผลงาน....159
11 ภาคผนวก....162
11.1 ภาคผนวก 1: เอกสารประกอบการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม....162
11.2 ภาคผนวก 2: รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม....183
11.3 ภาคผนวก 3: เอกสารประกอบการประชุมเผยแพร่ผลงาน....186
11.4 ภาคผนวก 4: รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเผยแพร่ผลงาน....211
11.5 ภาคผนวก 5: ข้อมูลการสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน ผู้ใช้งานองค์กร และผู้ให้บริการโทรคมนาคมและผู้จัดจำหน่ายอุปกณ์....217

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1-1: ภาพรวมคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND ในประเทศไทย และประเภทการใช้งาน 9

รูปที่ 1-2: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND โดยจำแนกตามย่านความถี่..... 10

รูปที่ 1-3: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IOT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 12

รูปที่ 1-4: ภาพรวมการสำรวจข้อมูล..... 14

รูปที่ 1-5: วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป 19

รูปที่ 2-1: วัตถุประสงค์ของโครงการ 26

รูปที่ 2-2: ประเด็นสำคัญในการศึกษา 28

รูปที่ 3-1: แผนการดำเนินโครงการในภาพรวม 30

รูปที่ 3-2: แนวทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IOT โดยจำแนกตามประเภทของโครงข่าย IOT 35

รูปที่ 3-3: คลื่นความถี่สำหรับการใช้งานเทคโนโลยี IOT..... 35

รูปที่ 3-4: แผนงานที่ 2 ศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ UNLICENSED BAND สำหรับประเทศไทย..... 38

รูปที่ 3-5: แผนงานที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND ในประเทศไทย..... 39

รูปที่ 3-6: แผนงานที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND ในประเทศไทย..... 43

รูปที่ 3-7: ตัวอย่างแบบสอบถาม 43

รูปที่ 3-8: แผนงานที่ 7 ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป 44

รูปที่ 3-9: แนวทางการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป..... 46

รูปที่ 3-10: วิธีในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ขั้นต่ำ 49

รูปที่ 3-11: วิธีในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ขั้นต่ำขั้นสูง..... 50

รูปที่ 3-12: ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND ต่อการจ้างงาน..... 51

รูปที่ 3-13: แนวทางการจัดการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม และการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ..... 55

รูปที่ 3-14: ตัวอย่างภาพบรรยากาศการจัดประชุม และการจัดสัมมนาในอดีตของผู้ดำเนินโครงการ 57
รูปที่ 4-1: แผนการดำเนินงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน 61
รูปที่ 4-2: บุคลากรในโครงการ 63
รูปที่ 4-3: ระยะเวลาการดำเนินงานของทีมบุคลากร 68
รูปที่ 5-1: แนวทางการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND จากฐานข้อมูล MOCHECK ของสำนักงาน กสทช. ณ วันที่ 21 เม.ย. 2564.....70
รูปที่ 5-2: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND โดยจำแนกตามย่านความถี่ (1).71
รูปที่ 5-3: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND โดยจำแนกตามย่านความถี่ (2).73
รูปที่ 5-4: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ UNLICENSED BAND โดยจำแนกตามประเภทการประยุกต์ใช้งาน 74
รูปที่ 5-5: ตัวอย่างการพัฒนาโครงข่าย 5G (PRIVATE 5G NETWORK) รวมกับเทคโนโลยี IOT.....75
รูปที่ 5-6: การปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทย.....76
รูปที่ 5-7: สิทธิประโยชน์ตามมาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ปี พ.ศ. 2563-2564 77
รูปที่ 6-1: ภาพรวมการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย.....79
รูปที่ 6-2: การพัฒนาโครงข่าย 5G.....82
รูปที่ 6-3: ตัวอย่างโครงการการพัฒนาโครงข่าย 5G ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ.....85
รูปที่ 6-4: แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IOT.....87
รูปที่ 6-5: ประเภทการใช้งานหลักของเทคโนโลยี IOT 90
รูปที่ 6-6: การปรับใช้เทคโนโลยีหลังโควิด-19 93
รูปที่ 6-7: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IOT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 94
รูปที่ 6-8: การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท WI-FI บนคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHZ และ 5 GHZ.....96
รูปที่ 6-9: การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท WI-FI บนคลื่นความถี่ย่าน 6 GHZ 96
รูปที่ 6-10: ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IOT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 98
รูปที่ 6-11: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ไม่ได้รับผลกระทบ 99

รูปที่ 7-1: แนวทางการจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป....103
รูปที่ 7-2: การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม....104
รูปที่ 7-3: การคำนวณจำนวนตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง....105
รูปที่ 7-4: ภาพรวมการสำรวจข้อมูล....109
รูปที่ 7-5: ข้อมูลทั่วไปของครัวเรือนที่ตอบแบบสอบถาม....111
รูปที่ 7-6: ข้อมูลการคัดกรองผู้ใช้งานครัวเรือน....112
รูปที่ 7-7: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน....113
รูปที่ 7-8: ความเต็มใจที่จะจ่ายของบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของครัวเรือน....115
รูปที่ 7-9: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน....116
รูปที่ 7-10: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (INTERNET OF THINGS: IOT) ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน....117
รูปที่ 7-11: ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบันหลังเกิดวิกฤต COVID-19 ของครัวเรือน....118
รูปที่ 7-12: การคัดกรองของผู้ใช้งานองค์กร....119
รูปที่ 7-13: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สายที่องค์กรใช้อยู่ในปัจจุบัน....120
รูปที่ 7-14: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX ของระบบภาคส่งเฉลี่ย....121
รูปที่ 7-15: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX ของระบบภาคส่งเฉลี่ย....121
รูปที่ 7-16: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX ของระบบภาครับเฉลี่ย....122
รูปที่ 7-17: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX ของระบบภาครับเฉลี่ย....122
รูปที่ 7-18: ลักษณะบริการระบบ IOT (IOT SOLUTION) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันขององค์กร....124
รูปที่ 7-19: ลักษณะบริการระบบ RFID (RFID SOLUTION) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันขององค์กร....125
รูปที่ 7-20: ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันในส่วนของผลกระทบจากวิกฤต COVID-19....126
รูปที่ 7-21: รายชื่อบริษัทผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ในการสำรวจเชิงลึก....127
รูปที่ 7-22: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ WI-FI....128
รูปที่ 7-23: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IOT....129
รูปที่ 7-24: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID....130

รูปที่ 8-1: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป วิธีที่ 1 133
รูปที่ 8-2: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 1 134
รูปที่ 8-3: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 135
รูปที่ 8-4: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 137
รูปที่ 8-5: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi 139
รูปที่ 8-6: ข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต 140
รูปที่ 8-7: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi 141
รูปที่ 8-8: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของครัวเรือน 142
รูปที่ 8-9: ปัจจัยจำนวนสมาชิกครัวเรือนที่มีต่อจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากแบบจำลองในตารางที่ 8-2 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง 143
รูปที่ 8-10: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของผู้ประกอบการ 144
รูปที่ 8-11: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID 145
รูปที่ 8-12: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID 146
รูปที่ 8-13: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT (Smart Home) 147
รูปที่ 8-14: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ 148

1 บทสรุปผู้บริหาร

โครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป มีวัตถุประสงค์ในการดำเนินโครงการ คือ 1) เพื่อศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน 2) เพื่อศึกษาและประเมินแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี โดยวิเคราะห์จากข้อมูลปัจจุบัน และคำนึงถึง 3 ปัจจัย ได้แก่ การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

ผลการศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562 กำหนดให้คลื่นความถี่จำนวน 40 ย่านความถี่เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band ซึ่งให้ใช้คลื่นความถี่ร่วมกันโดยผู้ใช้งานไม่ได้รับสิทธิ์การใช้งานเฉพาะ และการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band จะต้องเป็นไปตามค่ากำลังส่งออกอากาศ ประเภทการประยุกต์ใช้งาน และเงื่อนไขการใช้งานอื่นๆ ที่ กสทช. กำหนด ทั้งนี้ ประเภทการประยุกต์ใช้งานของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ตามประกาศฯ ปี พ.ศ. 2562 ประกอบไปด้วย 17 ประเภท โดยสามารถสรุปคลื่นความถี่ Unlicensed Band และประเภทการประยุกต์ใช้งานได้ดังรูปที่ 1-1

ภาพรวมคลื่นความถี่ Unlicensed Band และประเภทการใช้งาน

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
น้อยกว่า 135 kHz	RFID
น้อยกว่า 315 kHz	ทั่วไป
13.553 – 13.567 MHz	ทั่วไป/RFID
25 – 470 MHz	On – Site Paging System
26.965 – 27.405 MHz	ทั่วไป
30 – 50 MHz	ทั่วไป
54 – 74 MHz	ทั่วไป
72 – 72.475 MHz	วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง
78 – 79 MHz	CB
88 – 108 MHz	Wireless Mic/Audio Transmitter
165 – 210 MHz	Wireless Microphone
245 – 247 MHz	CB
300 – 500 MHz	ทั่วไป
433.05 – 434.79 MHz	RFID/UAS

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
470 – 694 MHz	เครื่องส่งสัญญาณภาพ/ภาพและเสียง
694 – 703 MHz	Wireless Microphone
748 – 758 MHz	Wireless Microphone
803 – 806 MHz	Wireless Microphone
920 – 925 MHz	RFID/Non – RFID
1900 – 1906 MHz	Cordless Telephone
2400 – 2500 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5150 – 5350 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5470 – 5725 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5725 – 5850 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5725 – 5875 MHz	เรดาร์
1.6 – 2.0 GHz	UWB
2.0 – 2.2 GHz	UWB

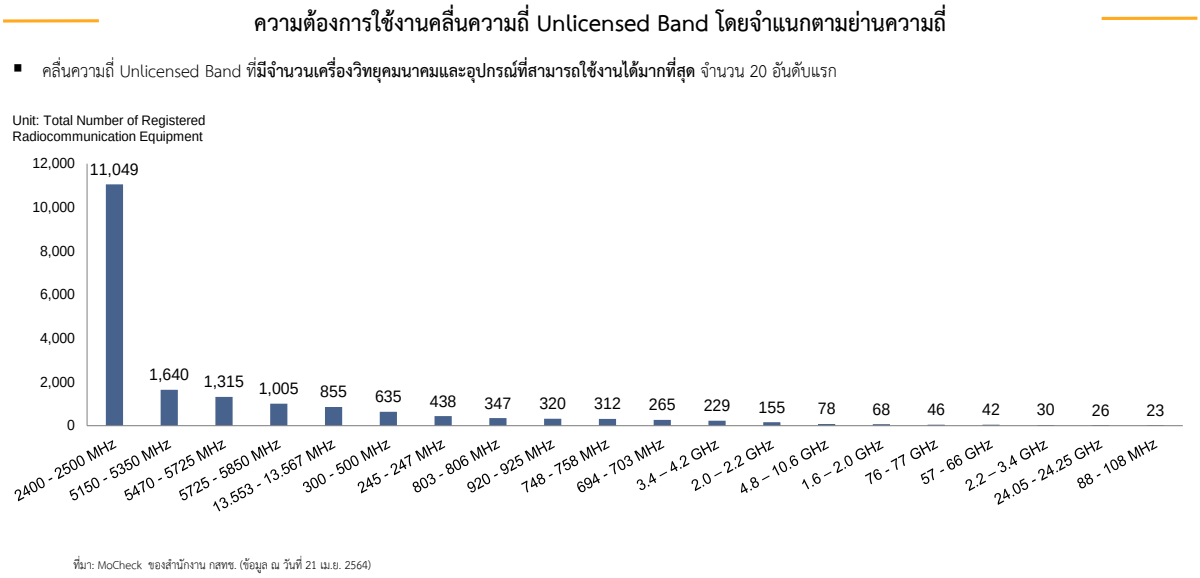
คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
2.2 – 3.4 GHz	UWB
3.4 – 4.2 GHz	UWB
4.2 – 4.5 GHz	UWB
4.5 – 4.8 GHz	UWB
4.8 – 10.6 GHz	UWB
10.00 – 10.6 GHz	เรดาร์
22 – 24.05 GHz	Vehicle Radar
24.05 – 24.25 GHz	เรดาร์/Vehicle Radar
24.25 – 26.65 GHz	Vehicle Radar
57 – 66 GHz	WLAN หรือ WPAN/Fixed Service
76 – 77 GHz	Vehicle Radar
76 – 81 GHz	เรดาร์
77 – 81 GHz	Vehicle Radar

หมายเหตุ: UAS หมายถึง Unmanned Aerial Surveillance หรือโดรน (Drone)

รูปที่ 1-1: ภาพรวมคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทย และประเภทการใช้งาน

จากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลรายชื่อรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ผ่านการรับรอง

มาตรฐาน และรายชื่อรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ผ่านการจดทะเบียนจากฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช.[1] เป็นระยะเวลา 5 ปีย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2564 โดยจำแนกตามย่านความถี่ พบว่า**คลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 2400 – 2500 MHz ย่าน 5150 – 5350 MHz ย่าน 5470 – 5725 MHz และย่าน 5725 – 5850 MHz มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุด 4 อันดับแรก**ดังรูปที่ 1-2 ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่ใช้สำหรับการใช้งานทั่วไป RFID RLAN และ UAS โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi ทั้งเครื่องภาคส่งและภาครับบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ในขณะที่คลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 920 – 925 MHz สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ RFID และอุปกรณ์ Non-RFID ที่ใช้ในโครงข่ายเทคโนโลยี IoT มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 9 ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่สำรวจอาจมีความครอบคลุมที่จำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป มักจะได้รับการเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และไม่ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน (Type Approval)



รูปที่ 1-2: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามย่านความถี่

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทย พิจารณาจาก 3 ปัจจัยหลัก คือ 1) การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย 2) แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และ 3) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการจำแนกประเภทการใช้งานทั่วไป (Non-Specific) ของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ออกเป็น 3 ประเภทย่อย คือ 1) การใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz 2) การใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานระหว่าง 1-6 GHz และ 3) การใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่น

[1] ข้อมูล ณ วันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2564

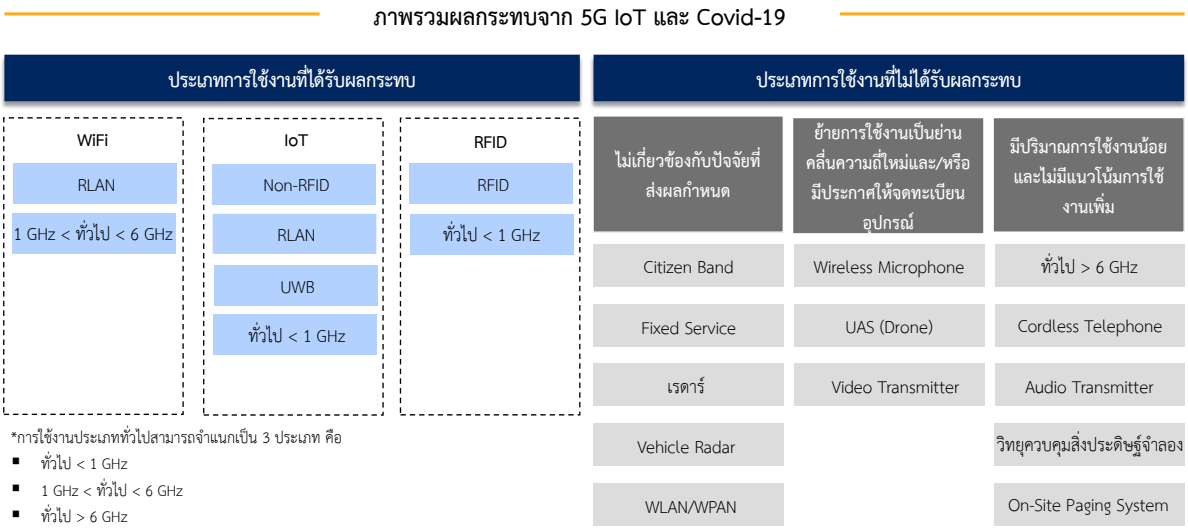
ความถี่สูงกว่า 6 GHz เพื่อระบุประเภทการใช้งานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในแต่ละประเภทการใช้งานในประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่ามี 6 ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากทั้ง 3 ปัจจัยข้างต้น ได้แก่ 1) ประเภทการใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz 2) ประเภทการใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่ระหว่าง 1-6 GHz 3) RLAN 4) RFID 5) Non-RFID และ 6) UWB โดยแสดงในรูปที่ 1-4 ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากรูปแบบการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมทั้งภาครับและภาคส่งสำหรับแต่ละประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ สามารถจัดกลุ่มการใช้งานได้ 3 ประเภทหลัก คือ 1) การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi 2) การใช้งานประเภท IoT และ 3) การใช้งานประเภท RFID

สำหรับกลุ่มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ประกอบไปด้วยประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบคือ RLAN และการใช้งานแบบทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ระหว่าง 1-6 GHz เมื่อพิจารณาย่านคลื่นความถี่ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานดังกล่าว พบว่ามีย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ที่ได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในทิศทางที่มีปริมาณการใช้งานเพิ่มมากขึ้นจากมาตรการรักษาระยะห่างทางสังคมเพื่อลดความเสี่ยงในการติดโรค ส่งผลให้มีการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันจากทางไกลมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การทำงานทางไกล (Work From Home) และการเรียนออนไลน์ ซึ่งการใช้งานดังกล่าวต้องการการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดการใช้งานในปริมาณมาก โดยใช้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi เป็นหลักเนื่องจากสามารถใช้งานได้แบบไม่จำกัดปริมาณ (Unlimited) ที่ความเร็วตามที่แพ็คเกจได้กำหนดไว้ และความเร็วไม่ลดลง รวมไปถึงสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้ แนวโน้มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งจำนวนผู้ใช้งานและปริมาณการใช้งาน ประกอบกับพัฒนาการของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi และอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ส่งผลให้เกิดการใช้งานในช่องสัญญาณที่ทับซ้อนกันและทำให้เกิดการรบกวนการใช้งานของผู้ใช้งานรายอื่น และมีแนวโน้มความต้องการใช้งานช่องสัญญาณ Wi-Fi ที่มีขนาดกว้างขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบให้เกิดแนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่เพิ่มขึ้น

สำหรับกลุ่มการใช้งานประเภท IoT ประกอบไปด้วยประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบคือ การใช้งานทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ต่ำกว่า 1 GHz RLAN Non-RFID (IoT) และ UWB โดยหากพิจารณาย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานกับประเภทการใช้งานข้างต้น พบว่ามีย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ที่ได้รับผลกระทบ ทั้งนี้ มี 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มการใช้งานประเภท IoT คือ ผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเติบโตของเทคโนโลยี IoT โดยการพัฒนาโครงข่าย 5G มีคุณสมบัติที่ส่งเสริมให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IoT ในปริมาณมาก คือ คุณสมบัติการเชื่อมต่อด้วยความหน่วงต่ำ (uRLLC) ซึ่งสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ในปริมาณมาก (mMTC) สามารถรองรับโครงข่าย IoT ที่มีการเชื่อมต่อเซนเซอร์จำนวนมาก จากคุณสมบัติทั้ง 2 จะสามารถทำให้การนำ IoT ไปใช้งานได้อย่างมีประโยชน์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงนำไปพัฒนาเป็นเทคโนโลยีและการใช้งานประเภทใหม่ได้มากขึ้น นอกจากนี้ นโยบายพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 ที่มีการผลักดันให้มีการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจในยุค

ปัจจุบันไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Base Economy) และแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 เพื่อพัฒนา 10 อุตสาหกรรม S-Curve ใช้เทคโนโลยี IoT เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าว จึงส่งผลทำให้ปริมาณการใช้งานอุปกรณ์ IoT มีมากขึ้น

สำหรับกลุ่มประเภทการใช้งาน RFID ซึ่งประกอบไปด้วยประเภทการใช้งาน RFID และการใช้งานทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ต่ำกว่า 1 GHz โดยมีย่านคลื่นความถี่ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานดังกล่าวคือ ย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz จากการวิเคราะห์พบว่ามีปัจจัยแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT ที่ส่งผลให้ปริมาณการใช้งานในกลุ่มประเภทการใช้งาน RFID มีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยเป็นการใช้งาน RFID ประเภท Active Tag ในลักษณะของการเป็นอุปกรณ์ปลายทาง (End Device) ของโครงข่าย IoT ร่วมกับอุปกรณ์ IoT ในการอ่านข้อมูล ระบุข้อมูล ยืนยันตัวตน และการติดตามพิกัด เพื่อส่งข้อมูลไปยังโครงข่าย IoT ในการประมวลผล แลกเปลี่ยนข้อมูล และแสดงผลให้ผู้ใช้งาน สำหรับการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การติดตามการขนส่งสินค้าในรถยนต์ ซึ่งเป็น 1 ใน 5 อันดับการใช้งาน IoT ที่มีมากที่สุด



รูปที่ 1-3: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz เป็นคลื่นความถี่ที่อุตสาหกรรมให้ความสนใจต่อการพิจารณาแนวทางการใช้งานของ กสทช. ซึ่งอยู่ระหว่างการพิจารณาใน 3 ทางเลือกประเภทการใช้งาน ได้แก่ 1) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Licensed Band สำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G NR 2) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G NR-U และ 3) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับการใช้งาน Wi-Fi 6E อีกทั้งผู้ดำเนินโครงการพบว่ายังไม่มีแนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ 6 GHz ที่สะท้อนในเชิงจำนวนรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมในปัจจุบันจากฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. และคลื่นความถี่ย่าน 60 GHz ยังไม่มีการนำมาใช้งานสำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศ ดังนั้น ผู้ดำเนินโครงการจึงไม่นำคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz และย่าน 60 GHz มาพิจารณาถึงผลกระทบต่อคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย

ผลการจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน

การจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน สำหรับประกอบการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมีขอบเขตประเภทการใช้งานที่ศึกษา ได้แก่ การใช้งานประเภท Wi-Fi IoT และ RFID ซึ่งเป็นประเภทการใช้งานคลื่น Unlicensed Band ที่ได้รับผลกระทบต่อการใช้งานจากปัจจัยทางด้านการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย ด้านแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และด้านการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

การกำหนดกลุ่มแบบสอบถามและการออกแบบแบบสอบถามแสดงดังรูปที่ 1-4 พิจารณาจากข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจด้วยวิธีการประเมินมูลค่าขั้นสูง (Upper Bound) ทำให้สามารถกำหนดกลุ่มแบบสอบถามได้ 2 ประเภท 1) กลุ่มผู้บริโภคประกอบด้วย กลุ่มผู้บริโภคที่เป็นครัวเรือน (Household) และกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นองค์กร (Enterprise) 2) กลุ่มผู้ให้บริการ (Producer) ประกอบไปด้วยผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Telco) และผู้ให้บริการที่จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor) โดยการสุ่มจำนวนตัวอย่าง (Sampling) สำหรับกลุ่มผู้บริโภคใช้วิธีการสุ่มแบบ Krejcie and Morgan ซึ่งสามารถคำนวณได้ 400 ตัวอย่างสำหรับผู้ใช้งานครัวเรือน และ 130 ตัวอย่างสำหรับผู้ใช้งานองค์กร และสำหรับผู้ให้บริการใช้การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตามสะดวก (Convenience Sampling) โดยเน้นให้ข้อมูลมีความอิ่มตัว 5-10 ตัวอย่าง

ทั้งนี้ มีขอบเขตการถามเกี่ยวกับประเภทการใช้งาน Wi-Fi บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ ประเภทการใช้งาน IoT ประเภทการใช้งาน RFID และผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 โดยกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือนมีประเด็นคำถามหลักคือ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน และความเต็มใจที่จะจ่าย ในขณะที่ผู้ใช้งานองค์กรมีประเด็นคำถามหลักคือ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย และจำนวนอุปกรณ์ และกลุ่มผู้ให้บริการมีประเด็นคำถามหลักคือ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ในปัจจุบันซึ่งใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเป็นทรัพยากร ทรัพยากรทดแทนในการขายสินค้าและบริการ ประโยชน์ รายได้หรือกำไรที่ได้รับจากการขายสินค้าและบริการ

ภาพรวมการสำรวจข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร และกลุ่มผู้ให้บริการ ประกอบไปด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสัมภาษณ์ และประเด็นคำถามหลักในแบบสอบถาม

ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

กลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน (Consumer User)	กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise User)	กลุ่มผู้ให้บริการ (Vendor and Telco)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ▪ จำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ **27 ล้าน ครัวเรือน** ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 400 คน** แทนครัวเรือนทั้งประเทศ (National Representative) ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามภาค** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิก ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ ▪ ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ▪ แนวโน้มการใช้งานในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทใน MAI และ SET **822 บริษัท** ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการที่ใช้บริการก่อน (Early Adopter) ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 120 – 130 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถาม **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้/กำไร ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย (CAPEX,OPEX) จำนวนอุปกรณ์ ▪ แนวโน้มการใช้งานและการลงทุนในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 5-10 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ**สุ่มตามสะดวก** (Convenience Sampling) **จำแนกตามประเภทการใช้งาน** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์เชิงลึกทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถามเชิงลึก **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ซึ่งใช้ Unlicensed Band ▪ ประโยชน์ รายได้/กำไร ที่ได้รับจากการให้บริการและขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับ Unlicensed Band ▪ แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

รูปที่ 1-4: ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

ผลการสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน (Household)

การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานเป็นการทั่วไปของครัวเรือน มีเป้าหมายการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง ใน 5 ภูมิภาค ประกอบด้วย ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพและปริมณฑล โดยผู้ดำเนินโครงการสามารถสำรวจได้ 405 ตัวอย่าง (ณ วันที่ 30 ก.ค. 2564) ทั้งนี้ ผลการสำรวจข้อมูลสามารถจำแนกเป็น 3 ส่วนหลักคือ 1) ข้อมูลทั่วไป จากผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน จำนวน 405 ครัวเรือนพบว่า มีผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด โดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง และอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 18-25 ทั้งนี้ ครัวเรือนส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง 10,000-20,000 บาทต่อเดือน โดยส่วนมากประกอบอาชีพข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ พนักงานของรัฐและลูกจ้างของรัฐ 2) การคัดกรอง ระบุว่าผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเป็นตัวแทนครัวเรือนได้หรือไม่ และเพื่อทราบการใช้งานเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยส่วนมากเป็นบุคคลผู้ออกค่าใช้จ่ายภายในบ้าน และส่วนใหญ่มีการใช้บริการทั้งอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ โดยครัวเรือนมีจำนวนอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้เฉลี่ยมากที่สุดคือโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานมากที่สุดในครัวเรือน 3) ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute) ซึ่งสามารถจำแนกเป็นแต่ละประเภทดังนี้

1) **อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่** จากการสำรวจพบว่า มีครัวเรือนที่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ทั้งหมด 337 ครัวเรือน และครัวเรือนส่วนมากมีการใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของผู้ให้บริการ บมจ. ทริปเปิลที บรอดแบนด์ (3BB) มากที่สุด โดยอัตราค่าบริการเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือนอยู่ที่ 500 บาทต่อเดือน และมีความเร็วดาวน์โหลดเฉลี่ย 500 Mbps และความเร็วอัปโหลดเฉลี่ย 300 Mbps นอกจากนี้ ครัวเรือนส่วนมากไม่ซื้อ Wi-Fi Router เพิ่มเติม เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่รวมอยู่ในแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ และสำหรับความเต็มใจที่

จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ครัวเรือนส่วนมากยอมยกเลิกอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจเดิมเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้ และเมื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi แต่ยังสามารถใช้งานเครือข่าย LAN (Local Access Network) ได้ และผู้ตอบแบบสอบถามไม่เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่เมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้เนื่องจากชำรุดและต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หลัก

2) **อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่** จากผลการสำรวจพบว่า มี 397 คน ที่มีการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ และพบว่าส่วนมากมีการใช้บริการของผู้ให้บริการ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS) ทั้งนี้ มีอัตราค่าบริการเฉลี่ย 470 บาทต่อเดือน ได้รับบริการโทรเฉลี่ย 227 นาทีต่อเดือน และส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ได้รับอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่แบบไม่จำกัด อย่างไรก็ตาม อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เฉลี่ยแบบจำกัดที่ได้รับคือ 20 GB (Gigabit) ต่อเดือน นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ชำระค่าบริการในรูปแบบรายเดือน และไม่มีการซื้อบริการเสริม หรือแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เพิ่มเติม
3) **อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)** จากการสำรวจพบว่ามี 89 ครัวเรือนที่มีการใช้งานอุปกรณ์ IoT โดยส่วนมากเป็นการใช้งานอุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home เช่น โทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศ เครื่องฟอกอากาศ และกล้องวงจรปิด อย่างไรก็ตามประเภท Smart Vehicle ยังไม่มีผู้ใช้งาน ทั้งนี้ มีค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home เฉลี่ย 20,780 บาทต่อเครื่อง ประเภท Smart Wearable เฉลี่ย 14,834 บาทต่อเครื่อง และประเภท Smart Health เฉลี่ย 14,075 บาทต่อเครื่อง โดยครัวเรือนมีแนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ประเภทต่างๆในอนาคตอยู่ในระดับน้อยที่สุด และมีความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) สำหรับอุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home เฉลี่ย 12,583 ต่อเครื่อง ประเภท Smart Health เฉลี่ย 12,607 บาทต่อเครื่อง และประเภท Smart Wearable เฉลี่ย 800 บาทต่อเครื่อง
4) **ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19** จากผลการสำรวจผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ซึ่งเป็นช่วงหลังการประกาศ พรก.การบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือหลังเดือนมีนาคม 2563 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากไม่มีการทำงานทางไกล (Work From Home) เนื่องจากสัดส่วนการสำรวจในพื้นที่ต่างจังหวัดซึ่งเป็นเขตพื้นที่สีเขียวมีมากกว่าการสำรวจในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑลซึ่งเป็นพื้นที่สีแดงเข้ม รวมไปถึงมีสัดส่วนของกลุ่มอาชีพที่ยังไม่มีนโยบายให้ทำงานที่บ้านสูง เช่น ข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ พนักงานของรัฐ และลูกจ้างของรัฐ จึงทำให้มีผู้ที่ไม่ได้ทำงานที่บ้านเป็นสัดส่วนที่มากกว่า นอกจากนี้ ครัวเรือนส่วนมากไม่มีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT เพิ่มเติมหลังเกิดวิกฤต Covid-19 รวมไปถึงครัวเรือนส่วนมากไม่มีสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ ความถี่ในการใช้งานประเภทการติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชัน การติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ เครือข่ายสังคมออนไลน์ รับชมวิดีโอ ฟังเพลง ทำงาน/เรียน อ่านบทความ/ข่าว/E-Book มีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 1-50 หลังเกิดวิกฤต Covid-19

ผลการสำรวจผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise)

การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของผู้ใช้งานองค์กร มีเป้าหมายการสำรวจกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานองค์กร จำนวน 130 ตัวอย่าง ใน 2 ตลาด คือ ตลาด SET และ MAI ซึ่งสามารถจำแนกเป็นตลาดละ 8 อุตสาหกรรมประกอบด้วย 1) อุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร 2) อุตสาหกรรมเทคโนโลยี 3) อุตสาหกรรมทรัพยากร 4) อุตสาหกรรมธุรกิจการเงิน 5) อุตสาหกรรมบริการ 6) อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรม 7) อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภค และ 8) อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง โดยผู้ดำเนินโครงการติดต่อขอความอนุเคราะห์ในการสำรวจข้อมูลดังกล่าว และมีองค์กรที่ยินยอมให้สำรวจข้อมูลได้ จำนวน 158 บริษัท ทั้งนี้ ผลสรุปข้อมูลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในผู้ใช้งานองค์กร ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ส่วนคัดกรอง ซึ่งจากการสำรวจพบว่า องค์กรส่วนมากเป็นผู้จดทะเบียนในตลาด SET ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง และสำหรับตลาด MAI องค์กรส่วนมากอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างและกลุ่มบริการ 2) ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) **บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สาย** จากการสำรวจพบว่า ส่วนมากใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ (Corporate Broadband) โดยเป็นการเชื่อมต่อแบบสายใยแก้วนำแสงมากที่สุด ทั้งบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ และบริการวงจรเช่า และองค์กรมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS) มากที่สุด ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายการลงทุนระบบภาคส่งเฉลี่ย (Transmitter) จำแนกเป็น การลงทุนประเภท CAPEX และการลงทุนประเภท OPEX ของระบบไร้สาย (Wireless) และระบบสาย (Wired) โดยอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงสุด 10 ล้านบาทต่อปี และ 1.4 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมบริการในตลาด SET มีการลงทุนในระบบสายสูงสุด เฉลี่ย 440,000 บาทต่อปี และ 245,000 บาทต่อปี ตามลำดับ และสำหรับการลงทุนประเภท OPEX แบบไร้สายและแบบสาย อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมบริการในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายและระบบสายสูงที่สุด โดยระบบไร้สายมีการลงทุนเฉลี่ย 200,000 บาทต่อปี และ 200,000 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ระบบสายมีการลงทุนเฉลี่ย 2.5 ล้านบาทต่อปี และ 3.6 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีบางอุตสาหกรรมทั้งในตลาด SET และ MAI ที่ไม่มีข้อมูลการลงทุน

สำหรับค่าใช้จ่ายการลงทุนระบบภาครับเฉลี่ยประกอบไปด้วย การลงทุนประเภท CAPEX และ OPEX ของระบบไร้สาย (Wireless) และระบบสาย (Wired) โดยอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI และอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงที่สุด เฉลี่ย 1.6 ล้านบาทต่อปี และ 13 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมทรัพยากรทั้งในตลาด MAI และ SET มีการลงทุนระบบสายสูงที่สุด เฉลี่ย 1.28 ล้านบาทต่อปี และ 1.51 ล้านบาท

ต่อปี ตามลำดับ และการลงทุนประเภท OPEX ทั้งระบบไร้สายและสาย อุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด MAI และอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงที่สุด เฉลี่ย 75,000 บาทต่อปี และ 150,000 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI และ SET มีการลงทุนของระบบสายสูงที่สุด เฉลี่ย 100,000 บาทต่อปี และ 266,667 บาทต่อปี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีบางอุตสาหกรรมทั้งในตลาด SET และ MAI ที่ไม่มีข้อมูลการลงทุน

2) **การใช้งานระบบ IoT (IoT Solution)** จากการสำรวจพบว่า องค์กรส่วนมากยังไม่มีการใช้งานระบบ IoT อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมที่มีการนำระบบ IoT มาใช้งานมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด SET และอุตสาหกรรมเทคโนโลยีในตลาด MAI ทั้งนี้ มีสัดส่วนการใช้งานระบบ IoT ประเภท ดิจิทัล เช่น ระบบการประมวลผลบนคลาวด์ (Cloud Computing) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytic) โปรแกรม (Program) และซอฟต์แวร์ (Software) มากที่สุด และมีค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX เฉลี่ย 1,324,615 บาทต่อปี และค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX เฉลี่ย 74,588 บาทต่อปี นอกจากนี้องค์กรยังให้ความสำคัญของระบบ IoT ในการช่วยลดต้นทุนการบริการจัดการ ลดต้นทุนโครงข่าย และเพิ่มประสิทธิภาพงาน ในระดับที่มาก
3) **การใช้งานระบบ RFID (RFID Solution)** จากการสำรวจพบว่า องค์กรส่วนมากยังไม่มีการนำระบบ RFID มาใช้งาน อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมที่มีการนำระบบ RFID มาใช้งานมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมและบริการในตลาด SET ในขณะที่ตลาด MAI อุตสาหกรรมเทคโนโลยีมีการนำระบบ RFID มาใช้งานเพียงอุตสาหกรรมเดียวโดยประเภทของระบบ RFID ที่มีการนำมาใช้งานมากที่สุดคือ RFID ประเภท ดิจิทัล เช่น บัตรแตะเข้าออกสถานที่ของพนักงาน เลขหมายระบุตัวตนอัจฉริยะสำหรับสินค้า (Smart Stock ID) และการเก็บข้อมูล ทั้งนี้ บริษัทมีต้นทุนการลงทุนเฉลี่ย (CAPEX) 89,385 บาทต่อปี และต้นทุนการจัดการ (OPEX) 32,583 บาทต่อปี นอกจากนี้บริษัทต่างๆ ยังให้ความสำคัญของการนำระบบ RFID มาใช้งานในการช่วยลดต้นทุนบริหารจัดการ และเพิ่มประสิทธิภาพงาน ในระดับมาก
4) **ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19** จากผลการสำรวจผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ซึ่งเป็นช่วงหลังการประกาศ พรก.การบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือหลังเดือนมีนาคม 2563 พบว่าองค์กรส่วนใหญ่มีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 ทั้งนี้ รายได้จากการขายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์เฉลี่ยมีอัตราเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 29 ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 เป็นร้อยละ 41 หลังเกิดวิกฤต Covid-19 และรายจ่ายจากการขายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์เฉลี่ยมีอัตราลดลง โดยลดลงจากร้อยละ 25 ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 เหลือร้อยละ 4 ในช่วงหลังเกิดวิกฤต Covid-19

<u>ผลการสำรวจผู้ให้บริการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Telco and Vendor)</u>

การสำรวจข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีเป้าหมายการสำรวจ 5-10 บริษัท ซึ่งผู้

ดำเนินโครงการสามารถสำรวจเชิงลึกได้ จำนวน 5 บริษัท ประกอบด้วย ผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม Wi-Fi จำนวน 2 บริษัท ผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม IoT จำนวน 2 บริษัท และผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม RFID จำนวน 1 บริษัท โดยสรุปผลข้อมูลการสำรวจเชิงลึกของผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

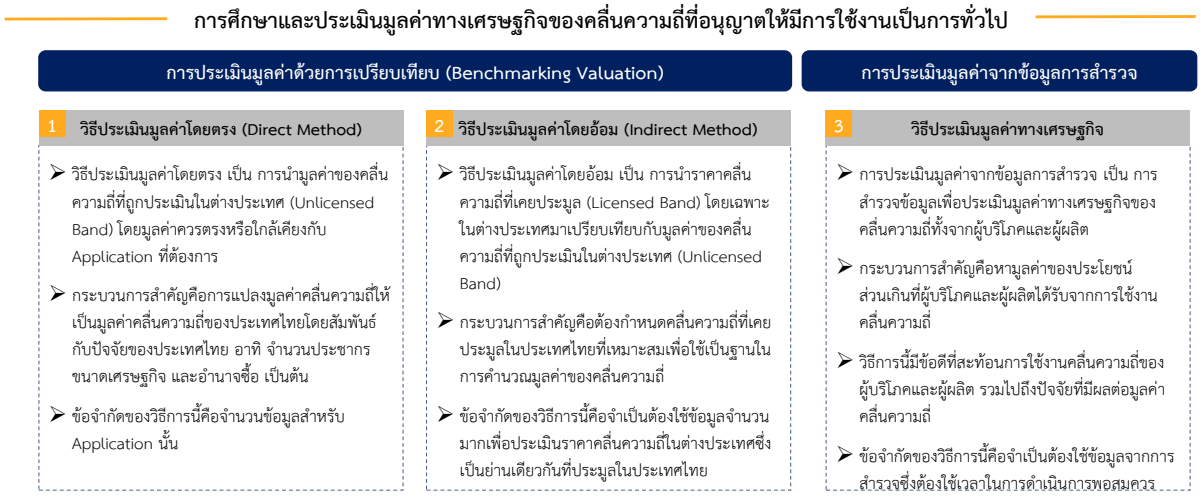
1) **ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi** จากผลสำรวจเชิงลึกพบว่าผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีการจำหน่ายสินค้าและบริการทั้งประเภทไร้สายและประเภทสาย โดยอุปกรณ์ที่ขายเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายโทรคมนาคมในส่วนโครงข่ายแกน (Core Network) โครงข่ายรวมสัญญาณ (Aggregate Network) และโครงข่ายส่วนเข้าถึง (Access Network) และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Wi-Fi ได้แก่ อุปกรณ์จำพวก Access Point และ Router Wi-Fi โดยผู้จำหน่ายอุปกรณ์ใช้คลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตในการใช้งาน (Licensed Band) เป็นทรัพยากรทดแทนในการขายสินค้าและบริการ ซึ่งจะเป็นการใช้งานในลักษณะ Router ใส่ Sim Card ทั้งนี้ เฉลี่ยกำไรขั้นต้นอยู่ที่ 5-10% ต่อปี และมีการลงทุนในโครงข่ายแกน (Core Network) โครงข่ายรวมสัญญาณ (Aggregate Network) โครงข่ายส่วนเข้าถึง (Access Network) จำแนกเป็นประเภท CAPEX เฉลี่ยร้อยละ 80 และประเภท OPEX เฉลี่ยร้อยละ 20 โดยมีแนวโน้มการลงทุนในอนาคตในโครงข่ายแกน โครงข่ายรวมสัญญาณ โครงข่ายส่วนเข้าถึง และโครงข่ายสื่อสัญญาณ ระบบ IoT (IoT Solution) และระบบ RFID (RFID Solution) อย่างไรก็ตามจากผลกระทบของการเกิดวิกฤต Covid-19 ทำให้รายได้ของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 20-50 ต่อปี รวมไปถึงกำไรที่ได้ลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 2-5 ต่อปีจากกำไรขั้นต้น
2) **ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT** จากการสำรวจเชิงลึกพบว่า ผู้จำหน่ายมีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการทั้งประเภทไร้สายและประเภทสาย โดยเป็นอุปกรณ์ IoT ประเภทต่างๆ เช่น LoRaWAN 360DE เซนเซอร์ (Sensor) Local Node Edge Controller และ อุปกรณ์ Controller ประเภทอื่นๆ รวมไปถึง ตู้เย็นสำหรับแช่วัคซีน โดยผู้จำหน่ายอุปกรณ์ใช้คลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตในการใช้งาน (Licensed Band) เช่น คลื่นความถี่ 3G 4G และ 5G เป็นทรัพยากรทดแทนในการจำหน่ายสินค้าและบริการดังกล่าว รวมไปถึงการนำอุปกรณ์ IoT ประเภท NB-IoT มาจำหน่ายคู่กัน ทั้งนี้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีกำไรขั้นต้นเฉลี่ยร้อยละ 55 และมีสัดส่วนการลงทุนในระบบ IoT จำแนกเป็นประเภท CAPEX เฉลี่ยร้อยละ 60 และประเภท OPEX เฉลี่ยร้อยละ 15 ซึ่งระบบ IoT สามารถช่วยลดต้นทุนในการทำกิจกรรมของบริษัทได้ และทำให้มีความง่ายต่อการใช้งานและต่อการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทั้งผู้ใช้และผู้ขาย เนื่องจากไม่ต้องเดินสายเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ในโรงงาน ทั้งนี้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีแนวโน้มการลงทุนในอนาคตในระบบ IoT ระบบ RFID และการลงทุนประเภทแพลตฟอร์ม (Platform) เช่น แอปพลิเคชัน (Application) สำหรับทำการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) และการจัดการพลังงาน (Energy Management) อย่างไรก็ตาม จากผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ทำให้ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ มีรายได้เพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยประมาณ 6.22 ล้านบาทต่อปี ในขณะที่มีกำไรลดลงเฉลี่ยประมาณ 0.2 ล้านบาทต่อปี

3) **ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID** จากการสำรวจเชิงลึกพบว่า ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการประเภทไร้สายเพียงอย่างเดียวคือ อุปกรณ์ NFC (Near Field Communication) หรืออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารในระยะใกล้ โดยไม่สามารถใช้ทรัพยากรอื่นมาทดแทนได้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเท่านั้น ทั้งนี้ ผู้ประกอบการมีกำไรขั้นต้นจากการจำหน่ายสินค้าและบริการ RFID ร้อยละ 20 และมีการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 50-100 และประเภท OPEX น้อยกว่าร้อยละ 50 และสำหรับแนวโน้มการลงทุนในอนาคต ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีแนวโน้มการลงทุนในระบบ RFID มากที่สุด อย่างไรก็ตาม จากผลกระทบวิกฤต Covid-19 ทำให้ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ มีรายได้ลดลงร้อยละ 10-30 ต่อปี และกำไรลดลงร้อยละ 10-15 ต่อปี

ผลการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

วิธีการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ประกอบไปด้วย 3 วิธีที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากต่างประเทศและข้อมูลการสำรวจในประเทศไทยโดยมูลค่าคลื่นความถี่ที่ประเมินได้จะนำมาเปรียบเทียบกัน นอกจากนี้การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจซึ่งเป็นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจยังสามารถอธิบายได้ว่าเป็นต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ที่จะเกิดขึ้นจากการที่ไม่นำคลื่นความถี่ไปจัดสรรเพื่อการประยุกต์ใช้ต่าง ๆ ผลจากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปด้วยวิธีการประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ และการประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจแสดงดังรูป 1-5 และมูลค่าคลื่นความถี่แสดงดังตาราง 1-1 ตาราง 1-2 และตาราง 1-3

วิธีการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ประกอบไปด้วย 3 วิธีที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากต่างประเทศและข้อมูลการสำรวจในประเทศไทยโดยมูลค่าคลื่นความถี่ที่ประเมินได้จะนำมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 1-5: วิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

สำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi อยู่ประมาณ 5.2 แสนล้านบาท มูลค่าคลื่นความถี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมาจากส่วนเกินผู้บริโภคร้อยละ 65 และส่วนเกินผู้ผลิตร้อยละ 35 อย่างไรก็ตามทั้งระดับของส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินผู้ผลิตจะมาอยู่มีในระดับที่ใกล้เคียงกันในปี ค.ศ. 2025 โดยคาดการณ์ว่าส่วนเกินผู้ผลิตจะเพิ่มเร็ว

กว่าส่วนเกินผู้บริโภค เหตุผลมาจากการเติบโตของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่เติบโตอย่างมาก (PS Service) เมื่อเทียบกับการเติบโตของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (CS Device) และเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้กับมูลค่าคลื่นความถี่กับ 2 รูปแบบที่ใช้ข้อมูลจากการศึกษาในต่างประเทศก่อนหน้านี้จะพบว่ามีแนวโน้มที่มีค่าสูงกว่า อย่างไรก็ในปี ค.ศ. 2025 มีมูลค่าต่ำกว่ารูปแบบที่ 1 เล็กน้อยเหตุผลสำคัญมาจากรูปแบบที่ 2 ใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่ในต่างประเทศมาใช้ในการคำนวณ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% จะพบว่ามูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้อยู่ในกรอบของทั้งสองรูปแบบ

สำหรับการประยุกต์ใช้ IoT มูลค่าคลื่นความถี่อยู่ที่ประมาณ 7.5 หมื่นล้านบาท โดยมูลค่าคลื่นความถี่เกือบทั้งหมดมาจากส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือนและจะเห็นการเติบโตอย่างมากในอีก 5 ปีข้างหน้า สำหรับการประยุกต์ใช้ RFID มูลค่าคลื่นความถี่อยู่ที่ประมาณ 150 ล้านบาท โดยมูลค่าคลื่นความถี่มาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินผู้ผลิตที่ในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับกรณีของต่างประเทศ กรณีการประยุกต์ใช้ IoT พบว่าสูงกว่าวิธีคำนวณด้วยรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ประมาณ 2 ถึง 3 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณเฉพาะผลกระทบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของประเทศ กรณีการประยุกต์ใช้ RFID พบว่าต่ำกว่าวิธีคำนวณด้วยรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ประมาณ 1000 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณจากที่ใช้ในอุตสาหกรรมค้าปลีกและโรงพยาบาลด้วย กรณีของประเทศไทยจะพิจารณาประเด็น 5G และ IoT ด้วยรวมไปถึง RFID มีการใช้อย่างจำกัด นอกจากนี้จากการสำรวจพบว่า IoT Solution และ RFID Solution ส่วนใหญ่เป็นรูปแบบอุตสาหกรรมดิจิตอลซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในที่สามารถใช้ได้ทั้งโครงข่าย 4G และ 5G อีกด้วย

เมื่อนำผลจากการคำนวณไปประเมินเป็นผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ พบว่าผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของการประยุกต์ใช้ Wi-Fi อยู่ที่เกือบ 1 ล้านล้านบาท โดยคิดเป็นร้อยละ 5 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติคิดเป็นการจ้างงานประมาณ 2 แสนคน โดยประมาณการว่าผลประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติจากเพิ่มขึ้นด้วยในปี 5 ปีข้างหน้า นอกจากนี้ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID อยู่ที่ 1.4 แสนล้านบาท และ 2.3 ร้อยล้านบาท ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับ 5G ปัจจัยที่เกี่ยวกับ IoT และปัจจัยที่เกี่ยวกับการเผยระบาดของโรค Covid-19 แสดงดังตารางแนบท้าย การเปลี่ยนแปลงของมูลค่าพิจารณาเฉพาะปัจจัยด้านส่วนเกินของผู้บริโภคประเภทครัวเรือนซึ่งมีมูลค่ามากที่สุดโดยมีเฉพาะการประยุกต์ใช้ Wi-Fi และการประยุกต์ใช้ IoT กรณีของการประยุกต์ใช้ RFID มีเฉพาะส่วนของผู้ประกอบการซึ่งมีการรวมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ไว้การคำนวณทำให้ไม่สามารถแยกผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ได้ รวมไปถึงจำกัดของข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการด้วย ผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่มีการประยุกต์ใช้มีความแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1-4

การประยุกต์ใช้	วิธีการประเมินมูลค่าโดยตรง		วิธีการประเมินมูลค่าโดยอ้อม	
	มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)
Wi-Fi	485.97	9.72%	408.53	7.69%
IoT	35.78	14.72%	28.73	12.60%
RFID	148.00	-3.47%	141.91	-5.25%

ตารางที่ 1-1: การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ

<table>
<tr><th rowspan="2">แหล่งที่มา</th><th colspan="3">มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)</th><th colspan="3">อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)</th></tr>
<tr><th>Wi-Fi</th><th>IoT</th><th>RFID</th><th>Wi-Fi</th><th>IoT</th><th>RFID</th></tr>
<tr><td>รวมทั้งหมด</td><td>516.21</td><td>79.11</td><td>0.14</td><td>6.22%</td><td>1.85%</td><td>5.33%</td></tr>
<tr><td>ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (บริการ)</td><td>61.04</td><td rowspan="2">77.26</td><td>-</td><td>4.99%</td><td rowspan="2">1.91%</td><td>-</td></tr>
<tr><td>ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (อุปกรณ์)</td><td>247.58</td><td>-</td><td>1.38%</td><td>-</td></tr>
<tr><td>ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทผู้ประกอบการ</td><td>6.36</td><td>0.98</td><td>0.07</td><td>11.91%</td><td>0.00%</td><td>3.39%</td></tr>
<tr><td>ส่วนเกินผู้ผลิต (บริการ)</td><td>201.24</td><td rowspan="2">0.86</td><td rowspan="2">0.07</td><td>12.78%</td><td rowspan="2">-0.86%</td><td rowspan="2">3.93%</td></tr>
<tr><td>ส่วนเกินผู้ผลิต (อุปกรณ์)</td><td>199.99</td><td>12.78%</td></tr>
</table>

ตารางที่ 1-2: การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ

แหล่งที่มา	ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ (เฉลี่ย 5 ปี)			อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR เฉลี่ย 5 ปี)		
	Wi-Fi	IoT	RFID	Wi-Fi	IoT	RFID
ผลประโยชน์รวมที่มีต่อ GDP (ล้านบาทต่อปี)	184,915	28,337	51	6.22%	1.85%	4.48%
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (ล้านบาทต่อปี)	516,211	79,106	141	6.22%	1.85%	4.30%
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ (ล้านบาทต่อปี)	218,353	33,461	60	6.22%	1.85%	4.66%
ร้อยละของ GDP	5.64%	0.86%	0.0016%	6.26%	2.04%	18.92%
จำนวนการจ้างงาน (คนต่อปี)	230,214	35,279	63	6.22%	1.85%	4.44%

ตารางที่ 1-3: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

ปัจจัย	การเปลี่ยนแปลงของปัจจัย	มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ที่เปลี่ยนแปลง		มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ IoT ที่เปลี่ยนแปลง
		บริการ	อุปกรณ์	
จำนวนอุปกรณ์ 5G	จำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	-2.34%	0.81%	0.88%**
จำนวนอุปกรณ์ IoT	จำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	2.21%*	3.22%**	0.28%
ประเภทปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตหลังจากการแพร่ระบาดของโรค Covid-19				
ประเภทการสื่อสาร	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	5.00%***	1.26%	1.06%
ประเภทความบันเทิง	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	1.01%	3.39%*	0.15%
ประเภทเนื้อหา	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	-5.97%***	-6.71%***	-1.22%
ประเภทการประยุกต์ต่าง ๆ	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1	0.50%	0.30%	0.02%

ตารางที่ 1-4: ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่จากการสำรวจ

*,**,*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 10 ร้อยละ 5 และร้อยละ 1 ตามลำดับ

2 ที่มาของโครงการและขอบเขตการดำเนินงาน

2.1 หลักการและเหตุผล

คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) มีหน้าที่ตามกฎหมายในการพิจารณาอนุญาตและกำกับดูแลการใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมในการประกอบกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม หรือในกิจการวิทยุคมนาคม และกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการอนุญาต เงื่อนไข หรือค่าธรรมเนียมการอนุญาตดังกล่าว

ในปี พ.ศ. 2562 กสทช. ได้ออกประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (ประกาศ กสทช.) เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน ให้สามารถเข้าถึงคลื่นความถี่ได้มากยิ่งขึ้น รองรับการใช้งานเทคโนโลยีสื่อสารประเภทใหม่ และสนับสนุนให้มีการใช้คลื่นความถี่ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเพื่อให้การกำกับดูแลเป็นไปเท่าที่จำเป็นและสอดคล้องกับหลักปฏิบัติสากล และข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป ตามประกาศ กสทช.ฯ ดังกล่าว หมายความว่า คลื่นความถี่ที่ได้รับการอนุญาตให้ใช้งาน โดยไม่ผ่านกระบวนการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นการเฉพาะบุคคล หรือหน่วยงาน และการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เป็นการใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน โดยผู้ใช้งานไม่ได้รับสิทธิเฉพาะ (Exclusivity)

สำนักงาน กสทช. เห็นว่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปตามที่ระบุใน ประกาศ กสทช.ฯ ดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ดังที่ปรากฏในตารางต่อไปนี้

คลื่นความถี่	ประเภทการประยุกต์ใช้งาน
น้อยกว่า 135 kHz	RFID
น้อยกว่า 315 kHz	ทั่วไป
13.553 - 13.567 MHz	ทั่วไป/RFID
25 - 470 MHz	On – Site Paging System
26.965 - 27.405 MHz	ทั่วไป
30 - 50 MHz	ทั่วไป
54 - 74 MHz	ทั่วไป
72 - 72.475 MHz	วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง
78 - 79 MHz	CB
88 – 108 MHz	Wireless Microphone/Audio Transmitter
165 – 210 MHz	Wireless Microphone
245 – 247 MHz	CB
300 - 500 MHz	ทั่วไป

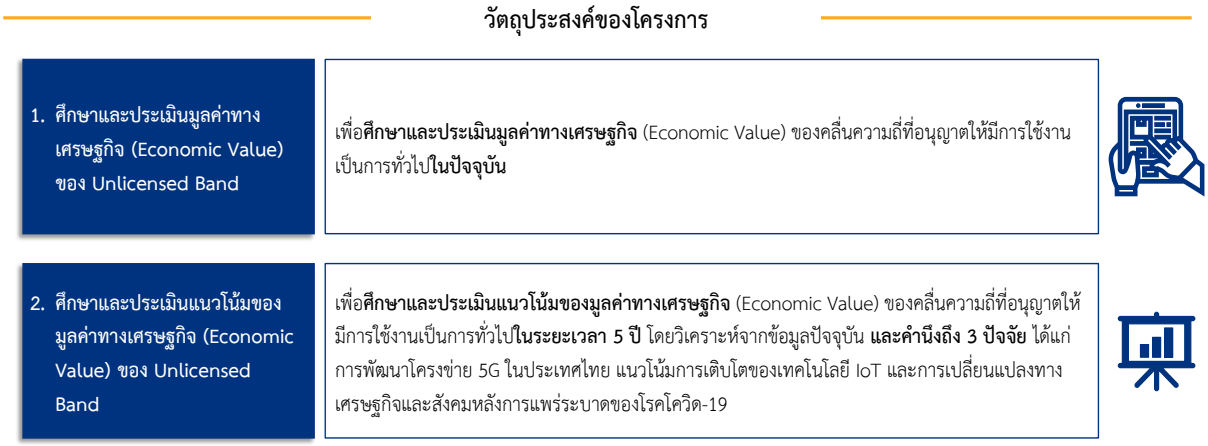
คลื่นความถี่	ประเภทการประยุกต์ใช้งาน
433.05 - 434.79 MHz	RFID/UAS
470 - 694 MHz	เครื่องส่งสัญญาณภาพหรือเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง (Video Transmission)
694 - 703 MHz	Wireless Microphone
748 - 758 MHz	Wireless Microphone
803 - 806 MHz	Wireless Microphone
920 - 925 MHz	RFID/Non-RFID
1900 - 1906 MHz	Cordless telephone
2400 - 2500 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5150 - 5350 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5470 - 5725 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5725 - 5850 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5725 - 5875 MHz	เรดาร์
1.6 – 2.0 GHz	UWB
2.0 – 2.2 GHz	UWB
2.2 – 3.4 GHz	UWB
3.4 – 4.2 GHz	UWB
4.2 – 4.5 GHz	UWB
4.5 – 4.8 GHz	UWB
4.8 – 10.6 GHz	UWB
10.00 - 10.6 GHz	เรดาร์
22 – 24.05 GHz	Vehicle Radar
24.05 - 24.25 GHz	เรดาร์/ Vehicle Radar
24.25 – 26.65 GHz	Vehicle Radar
57 - 66 GHz	WLAN หรือ WPAN/Fixed Service
76 - 77 GHz	Vehicle Radar
76 - 81 GHz	เรดาร์
77 - 81 GHz	Vehicle Radar

เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์และความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เช่น คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz สำหรับ WI-FI ที่นำมาใช้สนับสนุนการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และใช้สำหรับสร้างโครงข่ายไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network)

เป็นต้น สำนักงาน กสทช. เห็นว่า การอนุญาตในลักษณะนี้ นอกจากเป็นการส่งเสริมให้มีการเข้าถึงคลื่นความถี่ได้มากขึ้นตามหลักการบริหารคลื่นความถี่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการดำเนินธุรกิจได้ สามารถเลือกเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เหมาะสม โดยไม่มีต้นทุนในการนำคลื่นความถี่มาใช้งาน ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สำนักงาน กสทช. จึงเห็นสมควรให้มีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เพื่อเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการกำหนดนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ในมิติทางเศรษฐกิจและสังคมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

สำนักงาน กสทช. โดยสำนักงานกองทุนวิจัยและพัฒนา จะดำเนินการคัดเลือกผู้ขอรับการส่งเสริมสนับสนุนกองทุน ประเภทที่ 2 เพื่อดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ ดังกล่าวข้างต้นต่อไป

2.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ



รูปที่ 2-1: วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญ 2 ประการ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2-1 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. เพื่อศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน
2. เพื่อศึกษาและประเมินแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี โดยวิเคราะห์จากข้อมูลปัจจุบัน และคำนึงถึง 3 ปัจจัย ดังนี้
   2.1. การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย
   2.2. แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT
   2.3. การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

2.3 ขอบเขตและกิจกรรมการดำเนินงาน

ผู้ขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ ที่ได้รับการคัดเลือก (ผู้รับทุน) จะต้องนำเงินที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุน ไปดำเนินโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป โดยมีภาระหน้าที่รับผิดชอบตามขอบเขตการดำเนินงาน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

2.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานในประเทศไทย โดยให้รวมถึงปัจจัยต่อไปนี้

- การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย
- แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT
- การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

2.3.3 ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน

2.3.4 ศึกษาและประเมินแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี ตามปัจจัยในข้อ 2.3.2

2.3.5 นำผลการศึกษาวิจัยเบื้องต้น มาใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยการจัดให้มีการประชุมรับฟังความคิดเห็น (Focus Group) จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งอย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในครัวเรือน ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ Bluetooth RFID และผู้ให้บริการโครงข่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT โดยมีผู้เข้าร่วมอย่างน้อย 50 คน (หรือจัดให้มีช่องทางสื่อสารออนไลน์ ในกรณีที่รัฐบาลยังดำเนินมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม เพื่อลดการระบาดของโรคโควิด-19) เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในการประกอบธุรกิจ และนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมดังกล่าว มาพิจารณาดำเนินการศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

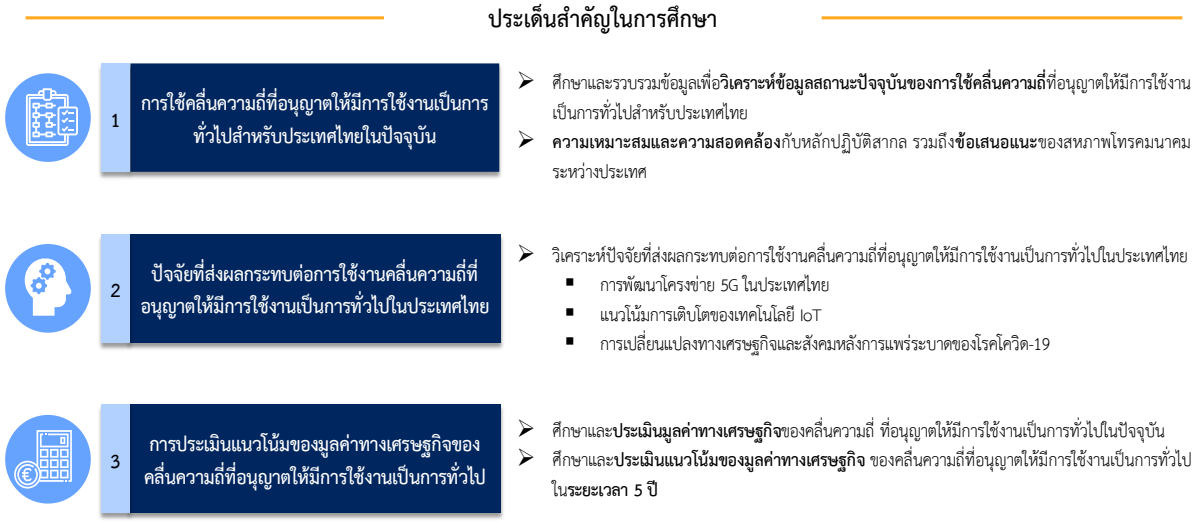
2.3.6 จัดให้มีการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปต่อหน่วยงานภายนอกและบุคคลทั่วไป โดยมีผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 200 คน โดยต้องจัดพิมพ์เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการในวันประชุมดังกล่าวจำนวนไม่น้อยกว่า 250 ชุด (หรือจัดให้มีช่องทางการเผยแพร่ผลงานออนไลน์ พร้อมทั้งช่องทางการจัดส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการที่จัดพิมพ์ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจ ในกรณีที่รัฐบาลยังดำเนินมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม เพื่อลดการระบาดของโรคโควิด-19)

2.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาวิจัยโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สามารถสรุปเป็นผลการวิเคราะห์และข้อเท็จจริง เพื่อให้หน่วยงานกำกับดูแล เช่น สำนักงาน กสทช. มีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประกอบในการพิจารณาจัดทำนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ในมิติทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างครบถ้วนสมบูรณ์ในอนาคต และเป็นข้อมูลที่อยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริง

2.5 ประเด็นสำคัญในการศึกษา

ในการดำเนินโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป จำเป็นจะต้องกำหนดประเด็นสำคัญในการศึกษาเพื่อกำหนดขอบเขตของการศึกษาวิเคราะห์ และเพื่อให้ได้ผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปที่เหมาะสม ถูกต้อง และตรงประเด็น โดยสามารถแบ่งประเด็นสำคัญในการศึกษาออกเป็น 3 ประเด็นหลักซึ่งแสดงดังรูปที่ 2-2 ดังนี้



รูปที่ 2-2: ประเด็นสำคัญในการศึกษา

- **การใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน** โดยจะศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย รวมถึงความเหมาะสมและความสอดคล้องกับหลักปฏิบัติสากล และข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ
- **ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย** โดยจะวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งครอบคลุม 3 ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

- **การประเมินแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป** โดยจะทำการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน รวมถึงแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี โดยวิเคราะห์จากข้อมูลปัจจุบัน และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปทั้ง 3 ปัจจัยข้างต้น

3 แผนงาน วิธีการ และขั้นตอนการดำเนินโครงการ

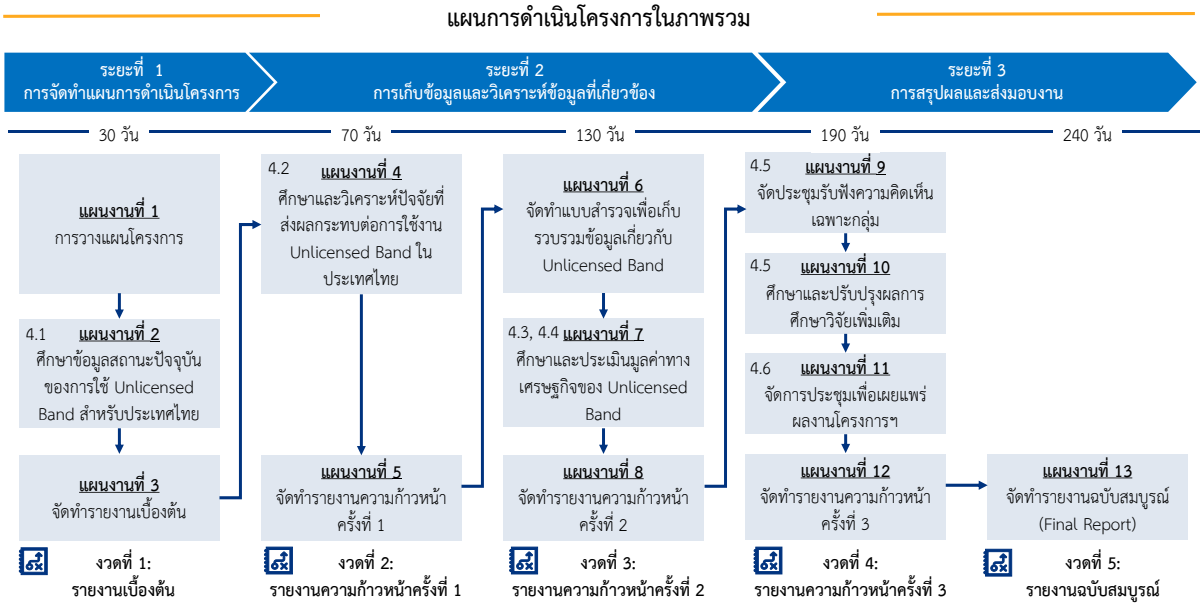
3.1 ภาพรวมของการดำเนินโครงการ

ในการดำเนินโครงการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการดังที่กล่าวไว้ข้างต้นภายในกรอบระยะเวลาในการดำเนินโครงการทั้งหมด 240 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา ผู้ดำเนินโครงการได้ออกแบบและแบ่งโครงการออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1: การจัดทำแผนการดำเนินโครงการฯ

ระยะที่ 2: การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 3: การสรุปผลและส่งมอบงาน



รูปที่ 3-1: แผนการดำเนินโครงการในภาพรวม

ทั้งนี้ การดำเนินโครงการทั้ง 3 ระยะประกอบด้วย 13 แผนงาน โดยแสดงดังรูปที่ 3-1 ซึ่งมีรายละเอียดและความเชื่อมโยงของแผนงานโดยสังเขป ดังนี้

ระยะที่ 1 การจัดทำแผนการดำเนินโครงการฯ

ในระยะที่ 1 การจัดทำแผนการดำเนินงานโครงการ จะประกอบไปด้วย 3 แผนงานได้แก่ 1) การวางแผนโครงการ 2) การศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) สำหรับประเทศไทย และ 3) การจัดทำรายงานเบื้องต้น โดยในระยะที่ 1 นี้ผู้ดำเนินโครงการจะทำการวางแผนการดำเนินโครงการอย่างละเอียด โดยระบุกรอบแนวคิดในการศึกษา (Conceptual Framework) และวางแผนโครงการโดยละเอียด (Project Plan) เพื่อกำหนดกรอบการดำเนินงานของทั้งโครงการ โดยจะประกอบไปด้วยระเบียบวิธีการศึกษา (Methodology) ขอบเขตของงาน

(Scope of Work) รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน (Work Activity List) โครงสร้างบุคลากรในโครงการ (Project Team) เป็นต้น

จากนั้น ผู้ดำเนินโครงการจะเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป ประกาศ กสทช. และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เพื่อศึกษาวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย ทั้งในด้านปริมาณการใช้งาน และประเภทการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band และสุดท้ายจะเป็นการจัดทำรายงานเบื้องต้น เพื่อนำส่งแผนงานดำเนินโครงการที่สอดคล้องกับขอบเขตการดำเนินงานใน TOR และรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยและผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.1 ใน TOR

<u>ระยะที่ 2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง</u>

ในระยะที่ 2 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จะประกอบไปด้วย 5 แผนงานได้แก่ 1) ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์จะครอบคลุม 3 ปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 2) จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยและผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.2 ใน TOR 3) จัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบันจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้บริการโดยใช้แบบสอบถาม และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์โดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อใช้สำหรับการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ Unlicensed Band 4) ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน และแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี และ 5) จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยและผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.3 – 4.4 ใน TOR

<u>ระยะที่ 3 การสรุปผลและส่งมอบงาน</u>

ในระยะที่ 3 การสรุปผลและส่งมอบงานจะประกอบไปด้วย 5 แผนงาน คือ 1) การจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) โดยการนำผลการศึกษาวิจัยเบื้องต้น มาใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง โดยมีผู้เข้าร่วมอย่างน้อย 50 คน เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและจัดทำผลการศึกษาวิจัยขั้นสุดท้าย 2) ศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม จากข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น 3) การจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปต่อหน่วยงานภายนอกและบุคคล

ทั่วไป โดยมีผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 200 คน และต้องจัดพิมพ์เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการในวันประชุมดังกล่าวจำนวนไม่น้อยกว่า 250 ชุด 4) การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยและผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.5 – 4.6 ใน TOR และ 5) การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ซึ่งประกอบด้วยรายงานฉบับสมบูรณ์ที่มีรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยและผลการดำเนินงานตลอดทั้งโครงการตามขอบเขตการดำเนินงานที่กำหนดในข้อ 4 ใน TOR รายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. รวมถึงรายงานผลที่ได้รับจากการใช้จ่ายเงินทุนต่อสำนักงาน กสทช. ตามแบบและระยะเวลาที่สำนักงานกำหนด

3.2 แผนงานที่ 1: การวางแผนโครงการ

ในแผนงานที่ 1 ผู้ดำเนินโครงการจะจัดทำแผนการดำเนินโครงการอย่างละเอียด โดยจะระบุกรอบแนวคิดในการศึกษา (Conceptual Framework) และวางแผนโครงการโดยละเอียด (Project Plan) โดยจะเป็นการกำหนดกรอบในการดำเนินงานของทั้งโครงการ ซึ่งจะประกอบไปด้วยประเด็นอย่างน้อย ดังนี้

- การกำหนดระเบียบวิธีการศึกษา (Methodology) ขอบเขตของงาน (Scope of Work)
- แนวทางและหลักเกณฑ์ในการดำเนินโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
- รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน (Work Activity List)
- ระยะเวลาของโครงการ (Timeframe)
- โครงสร้างบุคลากรในโครงการ (Project Team)
- กรอบการจัดประชุม (Project Meeting)
- ผลงานที่จะส่งมอบ (Deliverables)
- ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการดำเนินโครงการ

สำหรับขั้นตอนในการดำเนินงานในแผนงานที่ 1 นี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- จัดทำแผนการดำเนินโครงการอย่างละเอียด กรอบแนวคิดในการศึกษา และขอบเขตของการศึกษา
- จัดการประชุม Kick-off Meeting ร่วมกับสำนักงาน กสทช. และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ ในวันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2564 เวลา 14:00 น. ผ่านช่องทางออนไลน์ของสำนักงาน กสทช. (meeting.nbtc.go.th) เพื่ออธิบายแผนการดำเนินโครงการโดยละเอียด ซึ่งครอบคลุมถึง
  - ขอบเขตของการศึกษาในโครงการ
  - แผนการบริหารจัดการและการดำเนินโครงการ
  - การหารือในประเด็นที่สำคัญในการศึกษา
  - ระบุเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. ที่จะเป็นผู้ประสานงานทางฝั่ง กสทช. (Contact Person)

- ระบุรูปแบบ และความถี่ในการรายงานสถานะของโครงการ
- ปรึกษาหารือเกี่ยวกับกรอบการจัดประชุมต่างๆ กับสำนักงาน กสทช. และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่จะต้องจัดขึ้นในแผนงานที่ 9 และ 11
- ปรึกษาหารือเกี่ยวกับรายละเอียดของข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งผู้ดำเนินโครงการต้องการจากสำนักงาน กสทช. เช่น รายชื่อเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน รายชื่อเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการจดทะเบียน และสถิติการนำเข้าเครื่องวิทยุคมนาคม เป็นต้น
- ระบุความเสี่ยงที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการส่งมอบ และการปรึกษาหารือเกี่ยวกับวิธีการลดความเสี่ยงนั้นๆ ได้แก่
  - ความเสี่ยงจากข้อจำกัดทางด้านข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band เช่น การขาดแคลนข้อมูลเนื่องจากไม่เคยมีราคาตลาดสำหรับคลื่นความถี่ Unlicensed Band เกิดขึ้น การเปิดเผยข้อมูลของคลื่นความถี่ Unlicensed Band อย่างจำกัด เป็นต้น โดยผู้ดำเนินโครงการจะลดความเสี่ยงนี้ด้วยการเพิ่มแผนงานในการจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน จำนวน 400 ตัวอย่าง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band รวมทั้งการออกแบบแนวทางการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band ไว้หลากหลายวิธี เพื่อพิจารณาเลือกใช้ตามข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้สำหรับคลื่นความถี่ Unlicensed Band แต่ละย่าน

ขอบเขตของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่จะศึกษา[2]

คลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่มีการประยุกต์ใช้สำหรับการใช้งานเทคโนโลยีมากมายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม พัฒนาการของเทคโนโลยีก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ ในบางกรณีเทคโนโลยีก่อให้เกิดความต้องการใช้งานคลื่นความถี่อย่างสูงมาก ทำให้คลื่นความถี่ที่ใช้งานอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานที่เกิดขึ้น จึงส่งผลให้เทคโนโลยีไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทางเศรษฐกิจและสังคม ในขณะที่บางกรณีเทคโนโลยีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานคลื่นความถี่ซึ่งส่งผลให้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่เป็นจำนวนมาก ประเด็นทั้งสองนี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ได้ สำหรับเทคโนโลยีและสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีความสำคัญและอาจส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ได้แก่ การพัฒนาโครงข่าย 5G และแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT ไม่เพียงแต่เทคโนโลยีเท่านั้นยังมีเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งทำให้โครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมเปลี่ยนแปลงไปอีกด้วย

จากทั้งหมดที่กล่าวมานี้ คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกัน (Shared and Non Exclusive Spectrum) จะเป็นคำตอบที่สำคัญ สาเหตุสำคัญมาจากคลื่นความถี่ที่จัดสรรเป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงาน (Exclusive Spectrum) ไม่สามารถทำให้กว้างได้เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน และการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นการ

[2] ขอบเขตของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่จะศึกษาและประเมินมูลค่าคลื่นความถี่อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับผลการศึกษาในแผนงานที่ 2-4

เฉพาะบุคคลหรือหน่วยงานอาจจะเป็นการสร้างข้อจำกัดในการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในประเทศอีกด้วย เนื่องจากไม่มีทรัพยากรคลื่นความถี่ให้ใช้งาน นอกจากนี้ เทคโนโลยีใหม่หลายอย่างก็ไม่ได้ใช้งานแถบความถี่ที่กว้าง รวมไปถึงมีพื้นที่การใช้งานอย่างจำกัดในบางพื้นที่หรือบางเวลาโดยไม่ทับซ้อนหรือไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกับการใช้งานเทคโนโลยีอื่นๆ อีกด้วย

ดังนั้น ขอบเขตของคลื่นความถี่ที่จะศึกษา (ตามขอบเขตการดำเนินงาน) จึงมุ่งเน้นไปที่คลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ด้วย

<u>คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันสำหรับโครงข่ายไร้สาย 5G</u>

คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันสำหรับการพัฒนาโครงข่ายไร้สาย 5G ประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม โดยคำนึงถึงคลื่นความถี่ Unlicensed Band ตามที่ระบุไว้ใน ประกาศ กสทช.ฯ ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่นำมาใช้ร่วมกับคลื่นความถี่ที่จัดสรรเป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงาน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คือ 3.4 - 4.2 GHz (UWB) ซึ่งเป็นคลื่นความถี่กลาง (Harmonized Band) ระดับสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 3.4 - 3.6 GHz (200 MHz)[3]
- กลุ่มที่ 2 คือ 24.05 - 24.25 GHz และ 24.25 – 26.65 GHz (Vehicle Radar) ซึ่งเป็นคลื่นความถี่สำหรับ 5G ตามมาตรฐาน 3GPP band n258[4]

ในการพิจารณามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากคลื่นความถี่ทั้ง 3 ประเภท มีแนวทางดังนี้

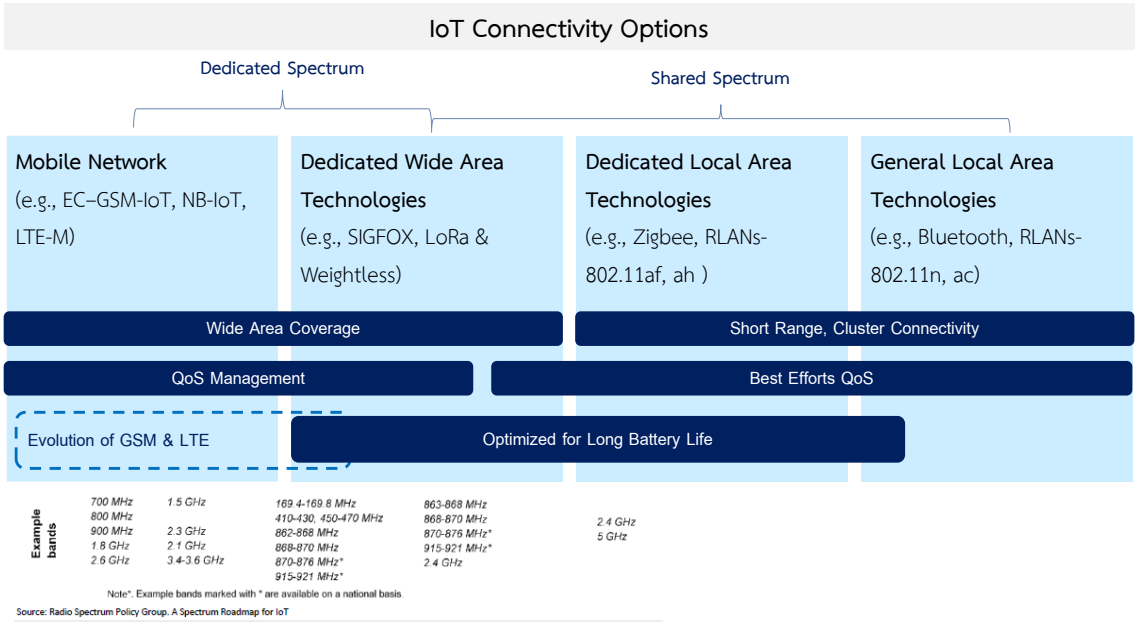
- ด้านผู้ใช้บริการโครงข่ายไร้สาย 5G อาทิ อัตราค่าบริการที่ลดลง ราคาอุปกรณ์ที่ลดลง
- ด้านผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายไร้สาย 5G
  - ผู้ประกอบการที่ลงทุนเทคโนโลยี (ทางตรง) อาทิ กำไรที่เพิ่มขึ้นจากการเสนอบริการรูปแบบใหม่
  - ผู้ประกอบการที่ใช้เทคโนโลยี (ทางอ้อม) อาทิ กำไรที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินธุรกิจที่เพิ่มขึ้น เช่น บริการเดลิเวอรี่ บริการรับชำระค่าบริการออนไลน์ เป็นต้น
- ผลประโยชน์ต่อสังคม อาทิ ความเสี่ยงที่ลดลงจากการใช้บริการไร้สาย 5G ที่รวดเร็วที่ทำให้สามารถทำกิจกรรมที่บ้านจากสถานการณ์โควิด-19 เป็นต้น

<u>คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันสำหรับเทคโนโลยี IoT</u>

คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันสำหรับเทคโนโลยี IoT มีหลายย่านความถี่ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3-2 โดยมีทั้งคลื่นความถี่ที่จัดสรรเป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงาน และคลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกัน

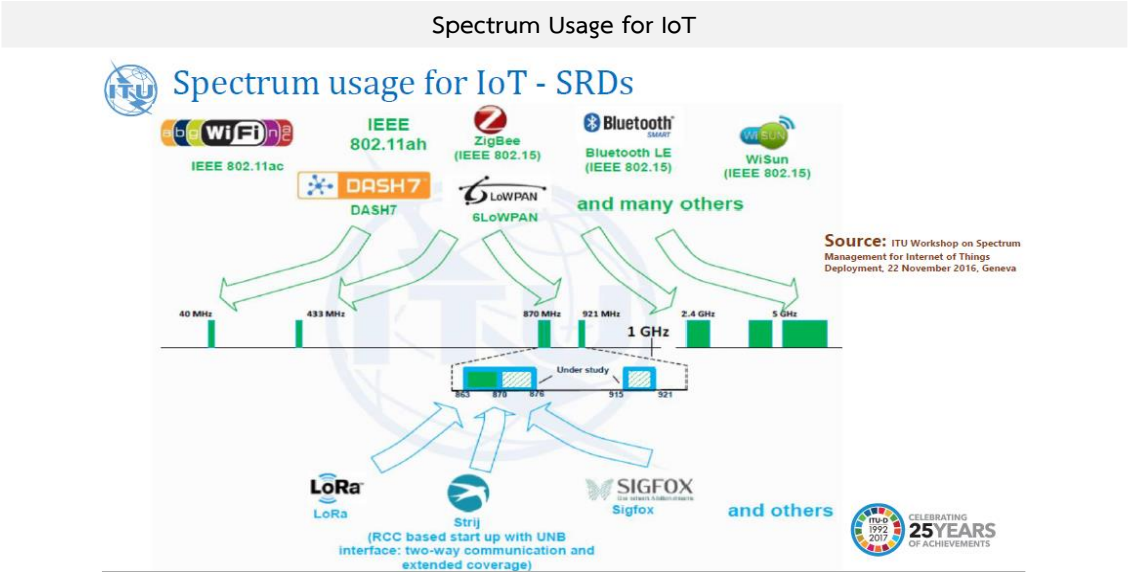
[3] Economic Benefits of 5G in 3.3-4.2 GHz, GSMA

[4] The WRC Series – 26 GHz and 28 GHz, GSMA



ที่มา: Spectrum Management Aspects Enabling IoT Implementation, ITU

รูปที่ 3-2: แนวทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT โดยจำแนกตามประเภทของโครงข่าย IoT



ที่มา: IoT and IMT Spectrum Issues, ITU

รูปที่ 3-3: คลื่นความถี่สำหรับการใช้งานเทคโนโลยี IoT

โดยคลื่นความถี่ Unlicensed Band ตามที่ระบุไว้ใน ประกาศ กสทช.ฯ ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่นำมาใช้กับเทคโนโลยี IoT ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3-3 และอยู่ในขอบเขตการศึกษา มีดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คือ 300 - 500 MHz (ทั่วไป)
- กลุ่มที่ 2 คือ 920 - 925 MHz (RFID/Non-RFID)

สำหรับคลื่นความถี่ที่ไม่อยู่ในขอบเขตการศึกษา ได้แก่คลื่นความถี่ย่าน 800 MHz และ 900 MHz เนื่องจากเป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่มีการประยุกต์ใช้งานสำหรับ Wireless Microphone

จากรูปที่ 3-2 จะเห็นได้ว่าทั้งสองกลุ่มเป็นคลื่นความถี่ที่เหมาะสมที่จะใช้งานเนื่องจากออกแบบสำหรับให้เหมาะสมในการใช้งานกับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ โดยกลุ่มที่ 1 เหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่กว้าง (Wide Area) ในขณะที่กลุ่มที่ 2 เหมาะสำหรับการใช้ในพื้นที่เฉพาะ (Local Area) ซึ่งคลื่นความถี่ในกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มของการใช้งานอย่างกว้างขวางที่มากกว่าคลื่นความถี่ในกลุ่มที่ 1

ในการพิจารณามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากคลื่นความถี่ที่ใช้กับเทคโนโลยี IoT มีดังนี้

- ด้านผู้บริโภคเทคโนโลยี IoT อาทิ ราคาอุปกรณ์ที่ลดลง (จากรูปแบบมีสายเป็นไร้สาย)
- ด้านผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT
  - ผู้ประกอบการที่ลงทุนเทคโนโลยีและใช้เทคโนโลยี อาทิ กำไรที่เพิ่มขึ้นจากอุปกรณ์หรือบริการรูปแบบใหม่ ๆ กำไรที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินธุรกิจที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น
- ผลประโยชน์ต่อสังคม อาทิ ความเสี่ยงที่ลดลงจากการใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อลดการสัมผัสสิ่งของต่าง ๆ หรือแจ้งเตือน ซึ่งช่วยลดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เป็นต้น

<u>คลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันที่ได้ทั้งสำหรับโครงข่าย 5G และเทคโนโลยี IoT</u>

นอกจากนี้ยังมีคลื่นความถี่ที่ใช้ร่วมกันได้ทั้งสำหรับโครงข่าย 5G และเทคโนโลยี IoT นั่นคือคลื่นความถี่สำหรับการใช้งาน Wi-Fi ซึ่งมีย่านความถี่ดังนี้

- คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz หรือ 2400 – 2500 MHz สำหรับประเภทการประยุกต์ใช้งานทั่วไป RFID RLAN หรือ UAS
- คลื่นความถี่ย่าน 5 GHz ได้แก่ ย่าน 5150 – 5350 MHz ย่าน 5470 – 5725 MHz และย่าน 5725 – 5850 MHz สำหรับประเภทการประยุกต์ใช้งานทั่วไป RFID หรือ RLAN

จากรูปข้างต้นเกี่ยวกับแนวทางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT จะเห็นได้ว่าคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz เป็นคลื่นความถี่ที่ใช้ในพื้นที่เฉพาะทั่วไป (General Local Area) โดยนอกเหนือจากการใช้คลื่นความถี่สำหรับการใช้งาน Wi-Fi แล้วยังใช้สำหรับ IoT ด้วยเช่น Zigbee ที่มีการใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz ร่วมกับ Wi-Fi ด้วย (Coexistent Spectrum)

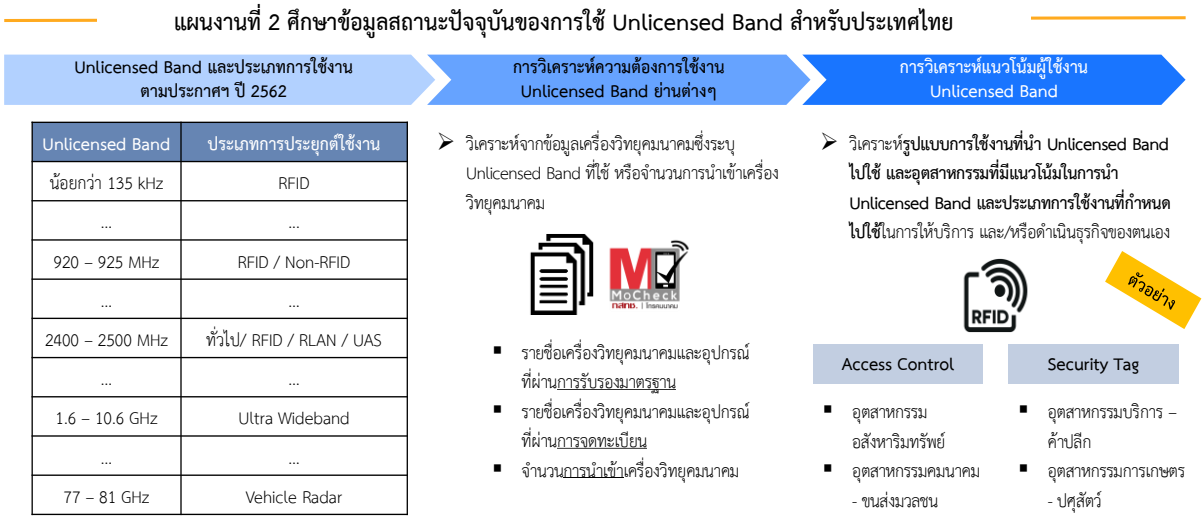
ในการพิจารณามูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากคลื่นความถี่นี้จะคล้ายคลึงกับคลื่นความถี่ที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ แต่อาจจะต้องพิจารณาแยกประเภทอุปกรณ์ที่ใช้งานกับคลื่นความถี่ในย่านนี้ซึ่งมีมาตรฐานหรือเทคโนโลยีที่ใช้งานเฉพาะอยู่แล้ว เช่น การใช้งานคลื่นความถี่ 2.4 GHz ร่วมกับ Wi-Fi, Zigbee Alliance เป็นต้น

3.3 แผนงานที่ 2: ศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

ในแผนงานนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการศึกษาค้นคว้าวิจัย (Desk Research) เพื่อศึกษาวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย ทั้งในด้านปริมาณการใช้งาน และประเภทการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ของทั้ง 40 ย่านความถี่ตามที่กำหนดไว้ในประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562 ซึ่งผลการศึกษาในแผนงานที่ 2 จะจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของรายงานเบื้องต้น สำหรับแนวทางการดำเนินงานของแผนงานที่ 2 แสดงในรูปที่ 3-4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เก็บรวบรวมข้อมูลด้านการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เช่น
  - รายชื่อเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และ/หรือผ่านการจดทะเบียนในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช.
  - สถิติการออกใบอนุญาตวิทยุคมนาคมของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และ/หรือผ่านการจดทะเบียน เพื่ออนุญาตให้มี ใช้ ทำ นำเข้า และค้าเครื่องวิทยุคมนาคม รวมทั้งเพื่อตั้งสถานีวิทยุคมนาคม
- เก็บรวบรวมข้อมูลด้านนโยบาย หรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น
  - ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562
  - แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562)
- ศึกษาวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย ทั้งในด้านปริมาณการใช้งาน และประเภทการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ของทั้ง 40 ย่านความถี่ตามที่กำหนดไว้ในประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562 ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในย่านต่างๆ ความต้องการใช้งานของแต่ละประเภทการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในปัจจุบัน และการคาดการณ์แนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในอนาคตจากการวิเคราะห์อัตราการเติบโตของจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และ/หรือผ่านการจดทะเบียน
- ศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มของผู้ใช้งาน Unlicensed Band เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบการใช้งานที่นำคลื่นความถี่ Unlicensed Band ไปใช้ และอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มในการนำคลื่นความถี่ Unlicensed Band ไปใช้ในการให้บริการ และ/หรือการดำเนินธุรกิจของตนเอง ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบแบบสอบถามและการกำหนดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการเก็บรวบรวม

ข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในแผนงานที่ 6 ต่อไป



รูปที่ 3-4: แผนงานที่ 2 ศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับประเทศไทย

3.4 แผนงานที่ 3: จัดทำรายงานเบื้องต้น

การจัดทำรายงานเบื้องต้น จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1) แผนงานดำเนินโครงการ ขอบเขตการดำเนินงานตามที่กำหนด กรอบการดำเนินงานและรายละเอียดเบื้องต้น อาทิ ระเบียบวิธีการศึกษา ขอบเขตของงาน รายละเอียดขั้นตอนดำเนินงาน ระยะเวลาดำเนินงาน โครงสร้างบุคลากรในโครงการ และผลงานที่จะส่งมอบ และ 2) รายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.1 ใน TOR โดยผู้ดำเนินโครงการจะทำการส่งมอบรายงานเบื้องต้น **ภายในวันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2564** ซึ่งเป็นระยะเวลา 30 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา ซึ่งประกอบด้วยเล่มรายงานเบื้องต้น และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด

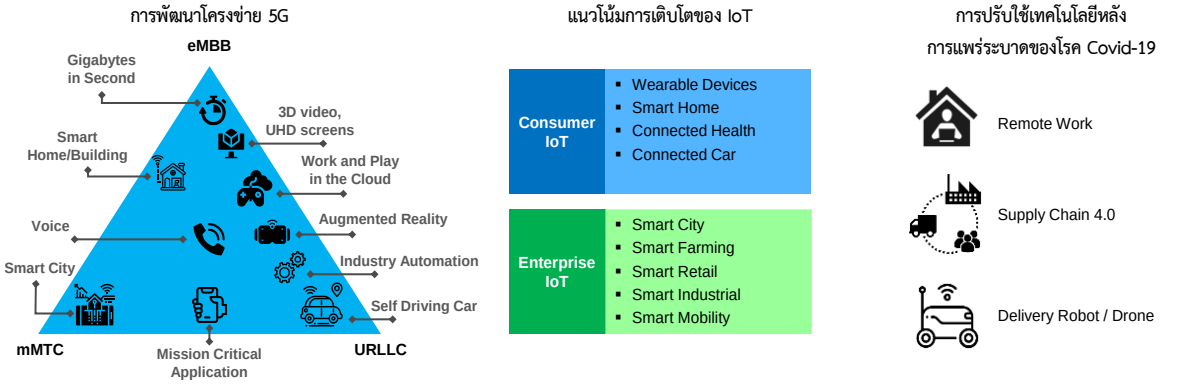
3.5 แผนงานที่ 4: ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย

แผนงานนี้จะเป็นการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งครอบคลุมปัจจัยอย่างน้อย ได้แก่ 1) การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย 2) แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT ในประเทศไทย และ 3) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งมีส่วนในการเร่งให้เกิดการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันและการดำเนินธุรกิจในประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาในแผนงานที่ 4 จะจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โดยมีแนวทางการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3-5 ดังนี้

- วิเคราะห์รูปแบบการใช้งาน (Application) ของโครงข่าย 5G และเทคโนโลยี IoT ที่มีแนวโน้มในการเป็นรูปแบบการใช้งานหลักในประเทศไทยในระยะเวลา 5 ปี

- วิเคราะห์รูปแบบการใช้งาน และเทคโนโลยีที่จะมีการใช้งานเพิ่มขึ้นในประเทศไทยหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19
- พิจารณาว่ารูปแบบการใช้งานของโครงข่าย 5G และเทคโนโลยี IoT รวมถึงรูปแบบการใช้งานที่เกิดจากการปรับใช้เทคโนโลยีหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ใดที่จะทำให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทยเพิ่มขึ้น
- เปรียบเทียบผลการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย กับกรณีศึกษาการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในต่างประเทศ เพื่อให้ผลการศึกษาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีและทิศทางการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในระดับทั่วโลก ซึ่งสามารถเป็นข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับประเทศไทยได้

แผนงานที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย



Source : ITU-R Rec. M.2083

รูปที่ 3-5: แผนงานที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทย

3.6 แผนงานที่ 5: จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1

การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 จะประกอบไปด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.2 ใน TOR โดยผู้ดำเนินโครงการจะทำการส่งมอบรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 **ภายในวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2564** ซึ่งเป็นระยะเวลา 70 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา ซึ่งประกอบด้วยเล่มรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด

3.7 แผนงานที่ 6: จัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน

ในการศึกษาข้อมูลการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบันสำหรับประเทศไทย รวมถึงแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป ผู้ดำเนินโครงการจะทำการรวบรวมข้อมูล ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแสดงในรูปที่ 3-6 โดยประกอบไปด้วยกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User) โดยเก็บข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม และกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vender) โดยเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก 5-10 ตัวอย่าง จนกระทั่งข้อมูลที่ได้มีความอิ่มตัว (Data Saturation) โดยดำเนินการเก็บข้อมูลรวมทั้งหมด 400 ตัวอย่าง สำหรับประเด็นสำคัญที่ใช้ในการจัดทำแบบสอบถามจะครอบคลุมหัวข้อ ดังนี้

1) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่ (ประเด็นด้าน Demand)
2) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการลงทุนโครงข่าย (ประเด็นด้าน Supply)
3) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการแข่งขันของธุรกิจของผู้ให้บริการ
4) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มของเทคโนโลยี และการทดแทนเทคโนโลยีอื่นหรือถูกทดแทน (ประเด็นเรื่อง Efficiency)
5) ลักษณะการใช้งานคลื่นความถี่ เช่น การใช้งานบางช่วงเวลา การใช้บางพื้นที่ (ประเด็นเรื่อง (Shared Spectrum)
6) ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการจัดทำแบบสอบถามดังนี้

- **ออกแบบแบบสอบถาม** เพื่อใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมตามประเด็นที่สำนักงาน กสทช. กำหนด ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้
  - กำหนดประเด็นคำถามที่ต้องการสอบถาม
  - ยึดหลักแนวทางปฏิบัติสากลที่ดีที่สุด (Best Practice) ในการตั้งคำถามแบบสอบถามให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการสอบถาม ข้อมูลที่ต้องการสำรวจและจัดเก็บ และประเด็นสำคัญในการศึกษาภายใต้โครงการนี้ เพื่อการนำมาประมวลผลต่ออย่างมีประสิทธิภาพ และได้ผลลัพธ์ที่ใช้ประโยชน์ได้จริง เช่น
    - การประยุกต์ใช้ Likert Scale ในการกำหนดการให้สเกล
    - การประยุกต์ใช้ Single Response (ตอบ ใช่ หรือ ไม่ใช่)
    - การประยุกต์ใช้ช่วงของข้อมูล เพื่อเป็นตัวเลือกของคำตอบ
    - การประยุกต์ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่มีความจำเพาะเจาะจง
    - แบ่งกลุ่มผู้ตอบอย่างชัดเจน เช่น เพศ ช่วงอายุ ระดับรายได้ ฯลฯ

- **นำเสนอร่างแบบสอบถามแก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ** เพื่อรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะก่อนปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์
- **ปรับปรุงและพัฒนาร่างแบบสอบถาม** ผู้ดำเนินโครงการจะนำความคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่มาจากการประชุมหารือกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมาปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้สมบูรณ์
- **การสำรวจและจัดเก็บข้อมูล** โดยประกอบไปด้วยทั้งรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ มีรายละเอียดดังนี้
  - **การสำรวจออนไลน์ (Online Survey)** การสำรวจออนไลน์เป็นการสำรวจผ่านช่องทางแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ผู้ดำเนินโครงการพัฒนาขึ้นสำหรับกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้
    - **ขั้นตอนที่ 1** ดำเนินการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อประชาสัมพันธ์ สร้างการรับรู้เกี่ยวกับโครงการ และขอความอนุเคราะห์ให้ช่วยประชาสัมพันธ์การสำรวจในโครงการผ่านสื่อออนไลน์ของหน่วยงาน ก่อนเปิดการสำรวจจริง
    - **ขั้นตอนที่ 2** ภายหลังจากพัฒนาแพลตฟอร์มเสร็จสิ้น ผู้ดำเนินโครงการจะทำการเปิดใช้ในวงจำกัด เฉพาะบุคคลหรือผู้แทนบริษัทที่เป็นเครือข่ายพันธมิตรของผู้ดำเนินโครงการก่อน เพื่อให้เข้ามาทดลองและทดสอบระบบแพลตฟอร์มขั้นสุดท้ายก่อนเปิดการสำรวจจริงต่อไป
    - **ขั้นตอนที่ 3** การสำรวจอย่างเป็นทางการ โดยเมื่อเริ่มดำเนินการสำรวจไประยะหนึ่งแล้ว (ประมาณ 1 สัปดาห์) ผู้ดำเนินโครงการจะติดตามและตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์อย่างสม่ำเสมอ ตลอดช่วงระยะเวลาการสำรวจในโครงการ
  - **การสำรวจออฟไลน์ (Offline Survey)** ผู้ดำเนินโครงการจะดำเนินการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างบางส่วนโดย**การสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวทางโทรศัพท์ (Face-to-Face Phone Interview)** กับกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User) รวมทั้ง**การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview)** กับกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vender) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงลึกจากผู้ใช้งาน และผู้ให้บริการรายหลักในอุตสาหกรรม โดยมีแนวทางการดำเนินการ ดังนี้
    - **ขั้นตอนที่ 1** ติดต่อประสานงานกับเครือข่าย/สมาคม/องค์กรที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมและจัดเตรียมฐานข้อมูลรายชื่อ
    - **ขั้นตอนที่ 2** ติดต่อไปยังกลุ่มตัวอย่าง (ตามข้อมูลที่ได้รวบรวมในขั้นตอนที่ 1) ผ่านทางโทรศัพท์ และ/หรืออีเมล เพื่อชี้แจงถึงรายละเอียดของโครงการศึกษา และดำเนินการ

นัดหมายกับบุคคล/หน่วยงาน/บริษัทผู้ตอบแบบสำรวจเพื่อกำหนดวัน เวลา สำหรับการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวทางโทรศัพท์ หรือการสัมภาษณ์เชิงลึก

- **ขั้นตอนที่ 3** ดำเนินการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวทางโทรศัพท์ หรือการสัมภาษณ์เชิงลึกตามวัน เวลา กับบุคคล/หน่วยงาน/บริษัทผู้ตอบแบบสำรวจ เพื่อนำข้อมูลเชิงลึกมาแปลงเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปประมวลผลต่อได้

สำหรับกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วยผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User) ตัวอย่างกรอบของคำถาม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3-6 และรูปที่ 3-7 มีดังนี้

- ข้อมูลทั่วไป อาทิ รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน รายได้ต่อปีของกิจการ เป็นต้น
- วัตถุประสงค์ของการใช้งานโทรคมนาคม
  - การทำงาน
  - ความบันเทิง/ชีวิตประจำวัน
- บริการ/อุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้โดย 5G และ IoT
  - ค่าบริการ/ราคา และจำนวน
  - ความเต็มใจที่จะจ่าย
- แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีในอนาคต
- การยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)

สำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor) ตัวอย่างกรอบของคำถามที่ถาม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3-6 และรูปที่ 3-7 มีดังนี้

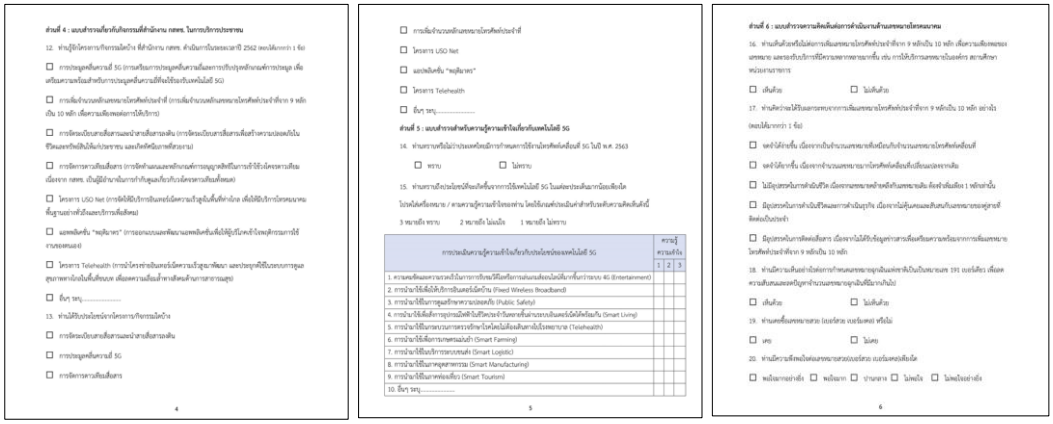
- ข้อมูลทั่วไป
- บริการที่ให้บริการโดยเฉพาะบริการที่ใช้คลื่นความถี่ที่ใช้งานเป็นการทั่วไป
- รายได้แยกตามประเภทบริการ (รายได้รวมและสัดส่วน)
  - บริการ
  - อุปกรณ์
- ต้นทุนแยกตามประเภทบริการ (รายได้รวมและสัดส่วน)
  - ต้นทุนเงินลงทุน (CAPEX)
  - ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (OPEX)
- แนวโน้มการให้บริการเทคโนโลยีในอนาคต

ตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User)	กลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor)	วิธีการสำรวจและเก็บข้อมูล
➢ ข้อมูลทั่วไป โดยเฉพาะรายได้ ➢ วัตถุประสงค์ของการใช้งานโทรคมนาคม ▪ การทำงาน ▪ ความบันเทิง/ชีวิตประจำวัน ➢ บริการ/อุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้โดย 5G และ IoT ▪ ค่าบริการ/ราคา และจำนวน ▪ ความเต็มใจที่จ่าย ➢ แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีในอนาคต ➢ การยอมรับเทคโนโลยี (TAM)	➢ ข้อมูลทั่วไป ➢ บริการที่ให้บริการโดยเฉพาะบริการที่ใช้คลื่นความถี่ที่ใช้งานเป็นการทั่วไป ➢ รายได้แยกตามประเภทบริการ (รายได้รวมและสัดส่วน) ▪ บริการ ▪ อุปกรณ์ ➢ ต้นทุนแยกตามประเภทบริการ (รายได้รวมและสัดส่วน) ▪ CAPEX ▪ OPEX ➢ แนวโน้มการให้บริการเทคโนโลยีในอนาคต	**กลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User)** ➢ แบบสอบถาม **กลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor)** ➢ การสัมภาษณ์เชิงลึก 5-10 ตัวอย่าง จนกระทั่งข้อมูลที่ได้มีความอิ่มตัว (Data Saturation) โดยดำเนินการเก็บข้อมูลรวมทั้งหมด 400 ตัวอย่าง หมายเหตุ: ในการดำเนินการจริง อาจมีการใช้วิธีการอื่นตามความเหมาะสม

รูปที่ 3-6: แผนงานที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในประเทศไทย

ตัวอย่างแบบสอบถาม



รูปที่ 3-7: ตัวอย่างแบบสอบถาม

3.8 แผนงานที่ 7: ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ในแผนงานนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะทำการศึกษาข้อมูลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป โดยจะทำการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน รวมถึงศึกษาและประเมินแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี ตามปัจจัยต่างๆ ในแผนงานที่ 4 ที่มีผลกระทบต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ Unlicensed Band อันได้แก่ 1) การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย 2) แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และ 3) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยมีภาพรวมของ

การดำเนินงานในแผนงานนี้ดังรูปที่ 3-8 ซึ่งผลการศึกษาในแผนงานที่ 7 จะจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

รูปที่ 3-8: แผนงานที่ 7 ศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ในปัจจุบัน เป็นคลื่นความถี่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานโดยไม่ผ่านกระบวนการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงานและให้ใช้คลื่นความถี่ร่วมกันโดยผู้ใช้งานไม่ได้รับสิทธิเฉพาะ (Exclusivity)[5] โดยทั่วไปแล้วการอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่คำนึงถึงประสิทธิภาพของการใช้งานโดยสามารถวัดได้จากความมีประสิทธิภาพในทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ The Office of Communications (Ofcom) ซึ่งเป็นหน่วยงานจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับดูแลกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมในสหราชอาณาจักรได้อธิบายเหตุผล 2 ประการ[6]ว่าที่คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบันซึ่งเรียกว่า License-exempted Spectrum จะสามารถบรรลุเป้าหมายได้เนื่องจาก ประการแรกคือ การมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงกว่าโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่คลื่นความถี่เป็นคลื่นความถี่ที่ต้องได้รับใบอนุญาต ประการที่สองคือ คลื่นความถี่โดยเฉพาะอย่างยิ่งย่านที่สูงมีอุปทานมากกว่าอุปสงค์ทำให้การกำกับดูแลให้ขอรับอนุญาตก่อนการใช้งานสามารถก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น

นอกจากนี้ มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) สามารถสะท้อนความเป็นอยู่ของคนในสังคมและสามารถนำมาใช้ในการประเมินนโยบายของภาครัฐ รวมถึงแนวโน้มอุตสาหกรรมโทรคมนาคมของประเทศไทยได้ ตามแนวคิดของเศรษฐศาสตร์สวัสดิการ ซึ่งเป็นเสมือนแนวคิดเบื้องต้นของเครื่องมือสำหรับประเมินประสิทธิภาพนโยบาย ในทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ มูลค่าทางเศรษฐกิจสามารถวัดได้โดยสวัสดิการสังคม (Social Welfare) ซึ่งเกิดจาก**ผลรวมของส่วนเกินผู้ผลิต (Producer Surplus: PS)** คือ การประเมินรายรับที่ผู้ผลิตได้รับต่ำสุดในการจูงใจในการผลิตสินค้าและ**ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus: CS)** คือ การประเมินความพอใจของผู้บริโภคที่ได้รับจาก

[5] ตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคม ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562

[6] OFCOM (2007), License-Exemption Framwork Review, retrieved from https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/41665/presentation.pdf

สินค้ามากกว่าผลรวมที่ผู้บริโภคต้องชำระเพื่อให้ได้สินค้า โดยสาเหตุที่ทำให้ส่วนเกินผู้ผลิตและส่วนเกินผู้บริโภคสามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิดขึ้นได้จากหลากหลายตัวแปร เช่น การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงทางสังคม และการออกนโยบายต่างๆของทางภาครัฐ เป็นต้น โดยทรัพยากรอย่างเช่น คลื่นความถี่จะมีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีมูลค่าทางเศรษฐกิจมีมูลค่าสูงที่สุด

คำจำกัดความของมูลค่าทางเศรษฐกิจ

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานคลื่นความถี่สามารถทำได้โดยการคำนวณคุณค่าส่วนบุคคลของแต่ละการใช้งานโดยไม่รวมคุณค่าสาธารณะ (คุณค่าทางสังคม) โดยคุณค่าส่วนบุคคลของการใช้งานคลื่นความถี่มีดังนี้

- ความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่จากผู้ที่มีการใช้งานน้อย
- ต้นทุนในการจัดเตรียมสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่

ทั้งนี้ ผู้ใช้งานไม่จำเป็นที่จะต้องเสียค่าบริการสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ อาทิ ทีวีดิจิทัลภาคพื้นดิน ซึ่งเป็นทีวีที่เปิดรับได้ทั่วไปโดยไม่ต้องเสียค่ารับชม (Free-to-Air Terrestrial TV) ซึ่งจะถูกกำหนดมูลค่าด้วยความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay) มากกว่าราคาที่จ่ายจริง (Actual Price Paid)

นอกจากนี้ คุณค่าสาธารณะและคุณค่าส่วนบุคคลอาจมีการเพิ่มมากขึ้นตามการใช้งานของคลื่นความถี่ โดยคุณค่าสาธารณะคือคุณค่าที่เกิดจากการใช้งานคลื่นความถี่ที่นอกเหนือจากคุณค่าส่วนบุคคลซึ่งในบางครั้งเป็นลักษณะทางสังคมและการเมือง (Socio-Political) อาทิ กิจการกระจายเสียงสาธารณะ การเพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อมีผู้ใช้งานใหม่ในโครงข่าย การวัดคุณค่าทางสาธารณะส่วนใหญ่จะใช้เกณฑ์การตัดสินเชิงอัตวิสัย (Subjective Judgement) และไม่ถูกรวมในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งไม่ได้หมายความว่ามูลค่าสาธารณะไม่มีความสำคัญในการตัดสินใจ[7]

ตัวแปรที่สำคัญในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่

สำหรับการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ ตัวแปรที่จะใช้ขึ้นอยู่กับแนวทางที่ใช้ในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่โดยสามารถแบ่งตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 การใช้ข้อมูลมูลค่าที่มีอยู่แล้วซึ่งมาจากทั้งการประเมินในอดีต และ/หรือมูลค่าทางตลาดที่คลื่นความถี่ได้รับการจัดสรร ข้อมูลนี้จะสามารถใช้การประเมินได้ 3 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 การเทียบเคียง (Benchmarking) สำหรับวิธีการนี้จะต้องใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่เคยประเมินกันได้ในต่างประเทศกรณีที่มีการประยุกต์ใช้ (Application) รูปแบบเดียวกันและในประเทศที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประเทศไทย วิธีที่ 2 การให้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) กรณีมูลค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) และกรณีมูลค่าสัมพัทธ์ (Relative Value) สำหรับวิธีการนี้จะต้องใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่เคยประเมินกันได้ในต่างประเทศโดยอาจจะใช้ทั้งกรณีที่มีการประยุกต์ใช้รูปแบบเดียวกันและกรณีที่มีการประยุกต์ใช้รูปแบบอื่น ๆ และวิธีที่ 3 การใช้แบบจำลอง

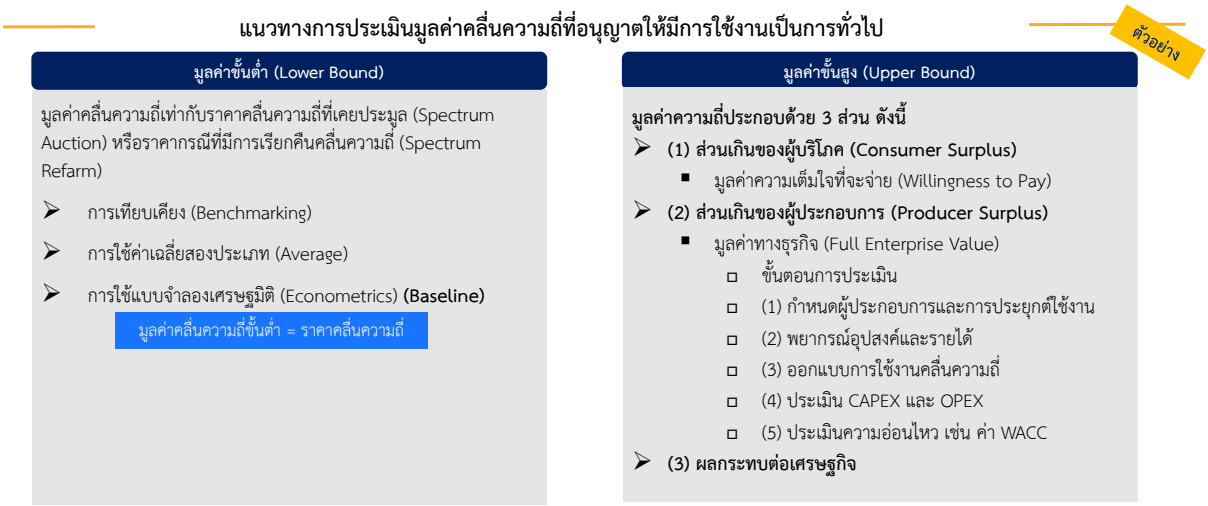
[7] GSMA (2013), Valuing the Use of Spectrum in the EU: An Independent Assessment for the GSAM, Retrieved from https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2013/06/Economic-Value-of-Spectrum-Use-in-Europe_Junev4.1.pdf

เศรษฐมิติ (Econometrics) จะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าคลื่นความถี่กับตัวแปรต่างๆ สำหรับตัวแปรปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ อาทิ จำนวนประชากร ขนาดเศรษฐกิจ ขนาดพื้นที่ ความหนาแน่นของประชากร แนวโน้มการใช้เทคโนโลยี และข้อกำหนดหรือมาตรฐานการใช้งาน เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 วิธีการทางเลือก ซึ่งในภาพรวมเป็นการประเมินประโยชน์และต้นทุนของการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ โดยด้านประโยชน์ประกอบไปด้วยประโยชน์หลัก อาทิ จำนวนอุปกรณ์ จำนวนทราฟฟิก และจำนวนการใช้งาน เป็นต้น อีกส่วนหนึ่งจะเป็นราคาหรืออัตราค่าบริการต่อหน่วย และแนวโน้มการใช้งานเพื่อใช้ในการพยากรณ์และประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ทางสังคม เช่น การช่วยลดการระบาดของโรคโควิด-19 สำหรับในด้านต้นทุน ประกอบไปด้วยต้นทุนหลัก อาทิ ต้นทุนการติดตั้งอุปกรณ์และโครงข่ายซึ่งมีต้นทุนเงินลงทุน (CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการลงทุน (OPEX) โดยจะประเมินจากความครอบคลุม (Coverage) และกำลังการใช้บริการ (Capacity) และต้นทุนอื่น ๆ ซึ่งเป็นต้นทุนทางสังคม ตัวอย่างเช่น การทำให้ข่าวปลอมมีการแพร่หลายเร็วขึ้น

วิธีที่ใช้ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ

ผู้ดำเนินโครงการมีวิธีที่ใช้ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งทำให้ได้มูลค่าคลื่นความถี่ 2 มูลค่า ได้แก่ มูลค่าขั้นต่ำ (Lower Bound) และมูลค่าขั้นสูง (Upper Bound) แสดงดังรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9: แนวทางการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

สำหรับมูลค่าขั้นต่ำ การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่มีทั้งสิ้น 3 วิธี[8] ซึ่งจะดำเนินการในแผนงานที่ 7 โดยมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3-10 เป็นดังนี้

1. การเทียบเคียง (Benchmarking) วิธีนี้จะเป็นการนำมูลค่าเฉลี่ยของคลื่นความถี่ในอดีตมาเปรียบเทียบกับต่างประเทศ โดยผู้ดำเนินโครงการจะทำการเปรียบเทียบกับราคาของคลื่นความถี่ย่านเดียวกันหรือคลื่นความถี่ที่อยู่ในย่านที่ใกล้เคียงกัน โดยราคามาจากราคาใบอนุญาตในการประมูลคลื่นความถี่

[8] (ร่าง) ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ย่านกลาง 700 MHz 1800 MHz 2600 MHz และ 26 GHz, สำนักงาน กสทช.

(Spectrum Auction) ราคาของการเรียกคืนคลื่นความถี่ (Spectrum Refarm) กรณีที่มีประยุกต์ใช้งาน (Application) รูปแบบเดียวกันและในประเทศที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประเทศไทย โดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก

2. การให้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) ได้แก่ มูลค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) และมูลค่าสัมพัทธ์ (Relative Value) วิธีดังกล่าวใกล้เคียงกับวิธีการเทียบเคียงเพียงแต่การให้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) อาจจะไม่ได้ความสำคัญกับประยุกต์ใช้งาน (Application) รูปแบบเดียวกันและในประเทศที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประเทศไทย แต่เป็นการหามูลค่าให้ได้มากที่สุดแล้วพยายามหาค่ากลางโดยใช้ค่าเฉลี่ย

- มูลค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยของราคาคลื่นความถี่ต่อหนึ่งหน่วยคลื่นความถี่ต่อประชากรหนึ่งคน (Price/MHz/Pop) ในอดีตมาเทียบเคียง ซึ่งวิธีการประเมินนี้จะสามารถใช้ได้ในกรณีที่ยังไม่เคยมีการประมูลคลื่นความถี่มาก่อน
- มูลค่าสัมพัทธ์ (Relative Value) เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของมูลค่าคลื่นความถี่สองย่านมาเทียบเคียง ตัวอย่างเช่น กรณีที่ต้องการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz ในประเทศไทย จากข้อมูลในต่างประเทศพบว่ามูลค่าคลื่นความถี่หนึ่งย่านที่เคยประมูลซึ่งใกล้เคียงกับย่าน 2.4 GHz คือย่านความถี่ 2.1 GHz และทราบว่าในต่างประเทศเคยประเมินมูลค่าของคลื่นความถี่ 2.4 GHz ทำให้ทราบว่ามูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz จะเป็นกี่เท่าของมูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.1 GHz เนื่องจากประเทศไทยเคยประเมินคลื่นความถี่ย่าน 2.1 GHz ดังนั้นสามารถใช้อัตราส่วนดังกล่าวเพื่อหามูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz ได้นั้นเอง

3. การใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ (Econometrics) การประเมินวิธีนี้จะเป็นการประเมินโดยนำปัจจัยที่สำคัญมาคำนวณหามูลค่าคลื่นความถี่ ได้แก่ จำนวนประชากร รายได้ประชาชาติ (เช่น GDP) และอัตราการเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวอย่างสมการเชิงเส้นตรงอย่างง่าย สำหรับคลื่นความถี่ i ของประเทศต่าง ๆ ในปีที่ t ดังนี้

$$Value_{it} = \beta_0 + \beta_1 Population_{it} + \beta_2 Penetration_{it} + \beta_3 National\ Income_{it} + \varepsilon_{it}$$

อย่างไรก็ตามตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาพิจารณาได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา[9] ตัวแปรสะท้อนถึงอุปสงค์และอุปทานของคลื่นความถี่ โดยคณะวิจัยแบ่งตัวแปรเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ 1) ข้อมูลของกลุ่มตัวแปรด้านปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละประเทศ ซึ่งสามารถมีได้หลายตัวแปร เช่น ตัวแปรที่แสดงถึงผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ ตัวแปรที่แสดงถึงจำนวนประชากรในประเทศ เป็นต้น และ 2) กลุ่มตัวแปรด้านการประมูล ซึ่งมีได้หลายตัวแปรเช่นกัน เช่น ตัวแปรที่แสดงถึงขนาด Bandwidth ที่จัดสรรในแต่ละ

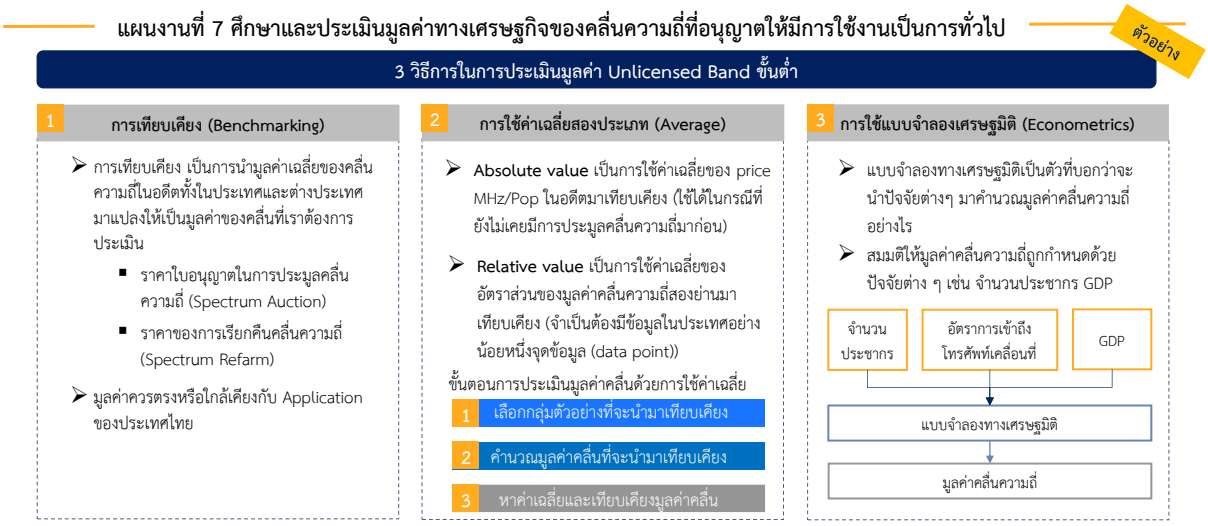
[9] An Econometric Analysis of 3G Auction Spectrum Valuations (https://ideas.repec.org/p/rsc/rsceui/2010-55.html)

ใบอนุญาต ตัวแปรที่แสดงถึงราคาตั้งต้นของการประมูล ตัวแปรที่แสดงถึงระยะเวลาของใบอนุญาต ตัวแปรที่แสดงถึงการแข่งขันในการประมูล เป็นต้น

วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ศึกษาเพื่อทำให้ทราบปัจจัยที่ทำให้มูลค่าคลื่นความถี่ของแต่ละประเทศแตกต่างกันโดยปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งอาจจะมาจากการใช้งาน (Application) วิธีการนี้จึงจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะการใช้งานรวมไปถึงอยู่ในกลุ่มตัวแปรด้านการประมูล เช่น ขนาด Bandwidth การแข่งขันในการประมูล สะท้อนการใช้งานที่แตกต่างกัน วิธีการนี้ใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อสะท้อนให้เห็นความแตกต่างกันของมูลค่าคลื่นทำให้วิธีการนี้รวมเอาข้อดีที่ใช้อธิบายมูลค่าคลื่นความถี่ของสองวิธีก่อนหน้านั้นเอง

โดยสรุป หลักการตามแนวทางการประเมินมูลค่าคลื่นที่ได้นำเสนอไว้ทั้งสามแนวทาง คือ วิธีการเทียบเคียง (Benchmarking) จะหามูลค่าคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานรูปแบบเดียวกันและในประเทศที่มีลักษณะใกล้เคียงกับประเทศไทยมากที่สุดโดยไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก วิธีการให้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) จะหามูลค่าคลื่นความถี่จากการหาค่าเฉลี่ยโดยมาจากหลักการที่ว่าค่าเฉลี่ยเป็นค่ากลางที่เหมาะสมของคลื่นความถี่ที่ประเมินมูลค่า และวิธีการใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ (Econometrics) เพื่ออธิบายปัจจัยที่ทำให้คลื่นความถี่แตกต่างกัน การประเมินมูลค่าคลื่นจึงเป็นการใส่ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลของกลุ่มตัวแปรด้านปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละประเทศ และกลุ่มตัวแปรด้านการประมูลของประเทศไทยจึงทำให้ทราบมูลค่าได้นั้นเอง ข้อจำกัดที่สำคัญประการหนึ่งคือกรณีของ Unlicensed Bands เป็นคลื่นความถี่ที่ไม่ได้มีตลาดที่กำหนดราคาทำให้มูลค่าที่ได้อาจจะไม่ใกล้เคียงมูลค่าที่แท้จริงที่ผู้ใช้งานได้รับอย่างแท้จริง

อย่างไรก็ตามเนื่องจาก Unlicensed Bands เป็นคลื่นความถี่ที่ไม่ได้มีตลาดที่กำหนดราคา เหมือนกับกรณีของคลื่นความถี่ที่มีราคาจากการประมูลคลื่นความถี่ (Spectrum Auction) หรือราคาของการเรียกคืนคลื่นความถี่ (Spectrum Refarm) อย่างไรก็ตามบางประเทศได้มีการศึกษามูลค่า Unlicensed Bands ไว้ด้วยโดยพิจารณาจากการใช้งาน (Application) ดังนั้นการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับมูลค่าขั้นต่ำจึงต้องหามูลค่าคลื่นความถี่ที่ใกล้เคียงกันจากนั้นจึงแปลงมาเป็นมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ Unlicensed Bands ตัวอย่างเช่น ถ้าทราบมูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.3 GHz โดยมูลค่าเป็น บาทต่อ MHz ต่อประชากร โดบพบว่ามี 0.5 เท่าของมูลค่าคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz ที่มีการใช้งานสำหรับ Wi-Fi ซึ่งได้มีศึกษาไว้ทำให้สามารถประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Bands ย่าน 2.4 GHz ได้นั้นเอง



รูปที่ 3-10: วิธีในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ขั้นต่ำ

หลักการเศรษฐมิติในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ทางเศรษฐศาสตร์ในเชิงปริมาณโดยใช้ข้อมูลที่เป็นตัวเลขหรือข้อมูลซึ่งสามารถตีความหมายให้เป็นตัวเลขได้นำมาเป็นข้อมูลขาเข้าที่สำคัญในการวิเคราะห์ สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูลขาเข้าดังกล่าวคือ ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสถิติ[10] เพื่อใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติในการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางเศรษฐกิจที่พัฒนามาจากแนวคิดและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางเศรษฐกิจในการศึกษา โดยยึดแนวคิดและทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์เป็นพื้นฐาน โดยโครงสร้างของเศรษฐมิติมี 3 องค์ประกอบได้แก่ 1) แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้คณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรทางเศรษฐกิจภายใต้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ 2) เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลที่อาศัยทฤษฎีและเครื่องมือทางสถิติและ 3) ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงทางเศรษฐกิจ เนื่องจากแบบจำลองเศรษฐมิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่แตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง ค่าความแตกต่างดังกล่าวสะท้อนผ่านค่าคลาดเคลื่อน ในขณะที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ที่แน่นอน (Exact Relationship) ของตัวแปรตาม

จากแบบจำลองเศรษฐมิติจะเห็นได้ว่า ในแบบจำลองดังกล่าวมีตัวแปรอยู่ 2 กลุ่ม คือ 1) ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) เป็นตัวแปรต้นเหตุหรือตัวการ ที่มีอิทธิพลหรือทำให้ตัวแปรตามเปลี่ยนแปลง ตัวแปรกลุ่มนี้ถูกกำหนดจากภายนอก 2) ตัวแปรตาม (Dependent Variables) เป็นตัวแปรผลหรือตัวแปรที่ได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระที่อยู่ในแบบจำลอง

สำหรับมูลค่าขั้นสูงในรูปที่ 3-11 จากที่กล่าวข้างต้นถึงคำจำกัดความของมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นมูลค่าเมื่อมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด มูลค่าของคลื่นความถี่จึงวัดโดยใช้มูลค่าทางเศรษฐกิจโดยประเมินจากส่วนเกินของผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิต รวมไปถึงมูลค่าต่อเศรษฐกิจโดยรวม อย่างไรก็ตามมีความท้าทายในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป โดยกรณีของคลื่นความถี่ที่ต้องขอรับใบอนุญาต (Licensed Bands) มูลค่าขั้นต่ำแสดงออกมาผ่าน

[10] ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสถิติ, Gujarati,2003

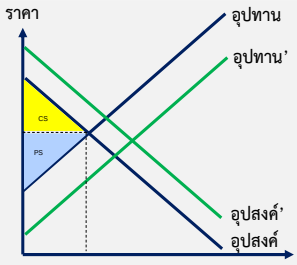
กลไกตลาดที่มีการซื้อขายคลื่นความถี่ อย่างเช่น การประมูลคลื่นความถี่ แต่สำหรับ Unlicensed Bands สามารถใช้ได้เลยโดยไม่มีการซื้อขายคลื่นความถี่แต่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อม ตัวอย่างเช่น คลื่นความถี่สำหรับ Wi-Fi ก่อให้เกิดประโยชน์ส่วนเกิน

- ผู้บริโภค: ประโยชน์จาก Wi-Fi ที่ดีกว่าระบบสาย
- ผู้ประกอบการ: ลงทุน 4G ลดลงจาก Traffic Off-loaded to Wi-Fi โดยไม่ต้องลดอัตราค่าบริการ
- เศรษฐกิจโดยรวม: บริการใหม่ ๆ ที่ให้ผ่าน Wi-Fi

นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลทั้งด้านผู้บริโภคและผู้ประกอบการในการประเมินมูลค่า อาทิ การขาดแคลนข้อมูลเนื่องจากไม่เคยมีตลาดเกิดขึ้นหรือไม่มีการเปิดเผยข้อมูล

แนวคิดการประเมินมูลค่า Unlicensed Band ขั้นสูง

มูลค่าขั้นสูงของ Unlicensed Band



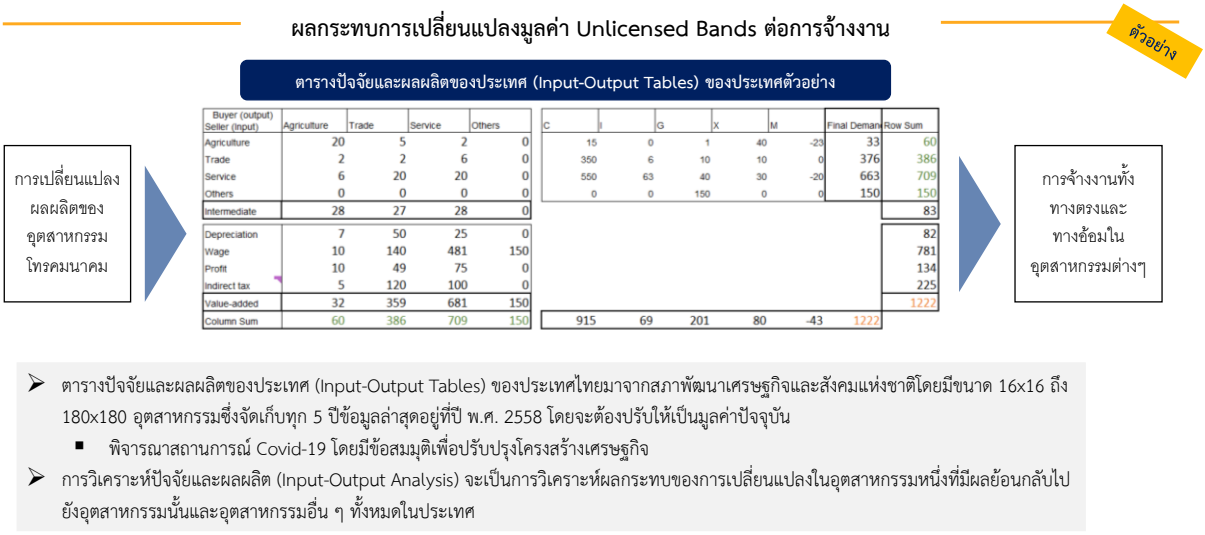
- มูลค่าส่วนเกิน (Surplus)=ความเต็มใจที่จะซื้อขายเกินกว่าราคาสินค้า
  - ส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer Surplus: CS)
  - ส่วนเกินผู้ประกอบการ (Producer Surplus: CS)
- มูลค่าต่อเศรษฐกิจโดยรวม = การเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์และอุปทาน

ความท้าทายในการประเมินมูลค่า Unlicensed Band

- Licensed Bands มูลค่าขั้นต่ำแสดงออกมาผ่านกลไกตลาดที่มีการซื้อ/ขายคลื่นความถี่ อย่างเช่น การประมูลคลื่นความถี่
- Unlicensed Bands สามารถใช้ได้เลยโดยไม่มีการซื้อขายคลื่นความถี่แต่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อม
  - ตัวอย่าง คลื่นความถี่สำหรับ Wi-Fi ก่อให้ประโยชน์ส่วนเกิน
    - ผู้บริโภค: ประโยชน์จาก Wi-Fi ที่ดีกว่าระบบสาย
    - ผู้ประกอบการ: ลงทุน 4G ลดลงจาก Traffic Off-loaded to Wi-Fi โดยไม่ต้องลดอัตราค่าบริการ
    - เศรษฐกิจโดยรวม: บริการใหม่ ๆ ที่ให้ผ่าน Wi-Fi
- ข้อจำกัดด้านข้อมูลทั้งด้านผู้บริโภคและผู้ประกอบการในการประเมินมูลค่า อาทิ การขาดแคลนข้อมูลเนื่องจากไม่เคยมีตลาดเกิดขึ้นหรือไม่มีการเปิดเผยข้อมูล

รูปที่ 3-11: วิธีในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ขั้นต่ำขั้นสูง

การทราบข้อมูลมูลค่าคลื่นความถี่เป็นช่วงสำหรับมูลค่าขั้นต่ำและมูลค่าขั้นสูงนั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์และมีความสำคัญอย่างมากสำหรับหน่วยงานกำกับดูแล หน่วยงานกำกับดูแลสามารถใช้ในการประเมินได้ว่าคลื่นความถี่ที่กำลังพิจารณามีความเหมาะสมที่จะกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เนื่องจากมูลค่าขั้นสูงเป็นมูลค่าที่กำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมีความเหมาะสม ตัวอย่างเช่น คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz ที่ปัจจุบันเป็นคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับให้บริการ Wi-Fi ในหลายพื้นที่ของโลกแสดงให้เห็นว่าการกำหนดให้คลื่นความถี่ย่านนี้เป็นคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมีมูลค่ามากกว่าการจัดสรรใบอนุญาตแก่ผู้ประกอบการซึ่งอาจจะไม่ทำให้บริการ Wi-Fi แพร่หลายอย่างรวดเร็ว



- ตารางปัจจัยและผลผลิตของประเทศ (Input-Output Tables) ของประเทศไทยมาจากสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติโดยมีขนาด 16x16 ถึง 180x180 อุตสาหกรรมซึ่งจัดเก็บทุก 5 ปีข้อมูลล่าสุดอยู่ที่ปี พ.ศ. 2558 โดยจะต้องปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน
  - พิจารณาสถานการณ์ Covid-19 โดยมีข้อสมมุติเพื่อปรับปรุงโครงสร้างเศรษฐกิจ
- การวิเคราะห์ปัจจัยและผลผลิต (Input-Output Analysis) จะเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีผลย้อนกลับไปยังอุตสาหกรรมนั้นและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ทั้งหมดในประเทศ

รูปที่ 3-12: ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band ต่อการจ้างงาน

นอกจากนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band ต่อการจ้างงาน แสดงดังรูปที่ 3-12 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยและผลผลิต (Input-Output Analysis) จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีผลย้อนกลับไปยังอุตสาหกรรมนั้นและอุตสาหกรรมอื่นๆ ทั้งหมดในประเทศ โดยจะนำตารางปัจจัยและผลผลิตของประเทศไทย (Input-Output Tables) ซึ่งมีการจัดทำข้อมูลครั้งล่าสุดในปี พ.ศ. 2558 มาปรับข้อมูลให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ซึ่งจะพิจารณาสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ประกอบ จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลกระทบต่อการจ้างงานทั้งทางตรงและทางอ้อมในอุตสาหกรรมต่างๆ จากการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของอุตสาหกรรมโทรคมนาคมอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

แบบจำลอง Leontief input output model แสดงผลกระทบทางเศรษฐกิจที่มีไปยังอุตสาหกรรมทั้งหมดในประเทศ (Backward linkage) รวมไปถึงมูลค่าเพิ่ม (Value-added) ที่มีต่อปัจจัยการผลิต ตัวอย่างเช่น ทุน และแรงงาน รวมกำไรและภาษีทางอ้อมทั้งหมดด้วย

แบบจำลองประกอบไปด้วยส่วนแรกคือเมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิต กำหนดให้

$$a_{ij} = \frac{\text{มูลค่าปัจจัยที่ผลิต } i \text{ ที่ใช้สำหรับผลผลิต } j \text{ (ขั้นกลาง)}}{\text{ผลผลิตรวมในประเทศของผลผลิต } j}$$

โดยที่ ผลผลิตรวมในประเทศของผลผลิต j = มูลค่าผลผลิต j (ขั้นกลาง) + มูลค่าเพิ่มที่มีต่อผลผลิต j

ดังนั้นแล้วผลรวมของของอัตราส่วนตามคอลัมน์จึงมีค่าน้อยกว่า 1 ด้วย

$$\sum_{i=1}^{N} a_{ij} < 1 \text{ สำหรับ } j = 1,2,3,\dots,N$$

โดยสามารถเขียนเป็นเมทริกซ์ปัจจัยการผลิตเรียกว่า Input-Coefficient Matrix (A) แสดงดังนี้

Output Input	1	2	3	...	N	Final Demand
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1N}	d_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2N}	d_2
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3N}	d_3
...	...	...	...	...	...	
N	a_{N1}	a_{N2}	a_{N3}		a_{NN}	d_N

ตารางที่ 3-1: เมทริกซ์ปัจจัยการผลิต

ปัจจัยการผลิต i จะต้องทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจเท่ากับผลรวมของผลคูณระหว่างอัตราส่วนปัจจัยการผลิต (a_{ij}) กับผลผลิตรวมในประเทศของผลผลิตแต่ละปัจจัย (x_i) และอุปสงค์ขั้นสุดท้าย (Final Demand: d_i) แสดงด้วยสมการดังนี้

$$x_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \cdots + a_{ii}x_i + \cdots + a_{iN}x_N + d_i \text{ สำหรับ } i = 1,2,3,\dots,N$$

โดยสามารถเขียนเป็นรูปแบบเมทริกซ์

$$x = Ax + d$$

จะได้ว่า

$$(I - A)x = d$$

ดังนั้น

$$x = (I - A)^{-1}d$$

แบบจำลองส่วนต่อมาคือเมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าเพิ่มของปัจจัยการผลิตและผลผลิต ตัวอย่างเช่น r_{kj} คืออัตราส่วนของมูลค่าเพิ่มที่ k ที่ได้จากผลผลิต j ต่อผลผลิตรวมในประเทศของผลผลิต j ซึ่งเท่ากับผลรวมระหว่างมูลค่าผลผลิต j และมูลค่าเพิ่มที่มีต่อผลผลิต j โดยสามารถเขียนเป็นเมทริกซ์มูลค่าเพิ่มปัจจัยการผลิตเรียกว่า Value-Added Coefficient Matrix (R) แสดงดังนี้

Output	1	2	3	...	N
ค่าเสื่อมราคา	r_{11}	r_{12}	r_{13}	...	r_{1N}
ค่าจ้าง	r_{21}	r_{22}	r_{23}	...	r_{2N}
กำไร	r_{31}	r_{32}	r_{33}	...	r_{3N}
ภาษีทางอ้อม	r_{41}	r_{42}	r_{43}	...	r_{4N}

ตารางที่ 3-2: เมทริกซ์มูลค่าเพิ่มปัจจัยการผลิต

มูลค่าเพิ่มของผลิต i จะต้องทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจเท่ากับผลคูณระหว่างอัตราส่วนมูลค่าเพิ่ม (r_{kj}) กับผลผลิตรวมในประเทศของผลผลิตแต่ละปัจจัย (x_i) แสดงด้วยสมการดังนี้

$$r_i = r_{i1}x_1 + r_{i2}x_2 + \cdots + r_{ii}x_i + \cdots + r_{iN}x_N$$

ดังนั้นแล้ว

$$r = Rx$$

การวิเคราะห์ผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมจึงสามารถวิเคราะห์ได้โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์ขั้นสุดท้าย (Final Demand: d_i) ของอุตสาหกรรมซึ่งอยู่ในบัญชีประชาชาติ การเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลต่อไปยังอุตสาหกรรมที่มีทั้งหมดในประเทศซึ่งเป็นผลกระทบต่อเศรษฐกิจ รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเพิ่มของปัจจัยการผลิต อาทิ ค่าจ้างซึ่งเกี่ยวข้องกับการจ้างงาน ภาษีทางอ้อมของประเทศที่เกี่ยวข้องกับนโยบายอื่น ๆ ที่รัฐบาลใช้ภาษี เป็นต้น ซึ่งมีเป็นผลกระทบต่อเศรษฐกิจอีกด้วย

3.9 แผนงานที่ 8: จัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 จะประกอบไปด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.3 – 4.4 ใน TOR โดยผู้ดำเนินโครงการจะทำการส่งมอบรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 **ภายในวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2564** ซึ่งเป็นระยะเวลา 130 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา ซึ่งประกอบด้วยเล่มรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด

3.10 แผนงานที่ 9: จัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม

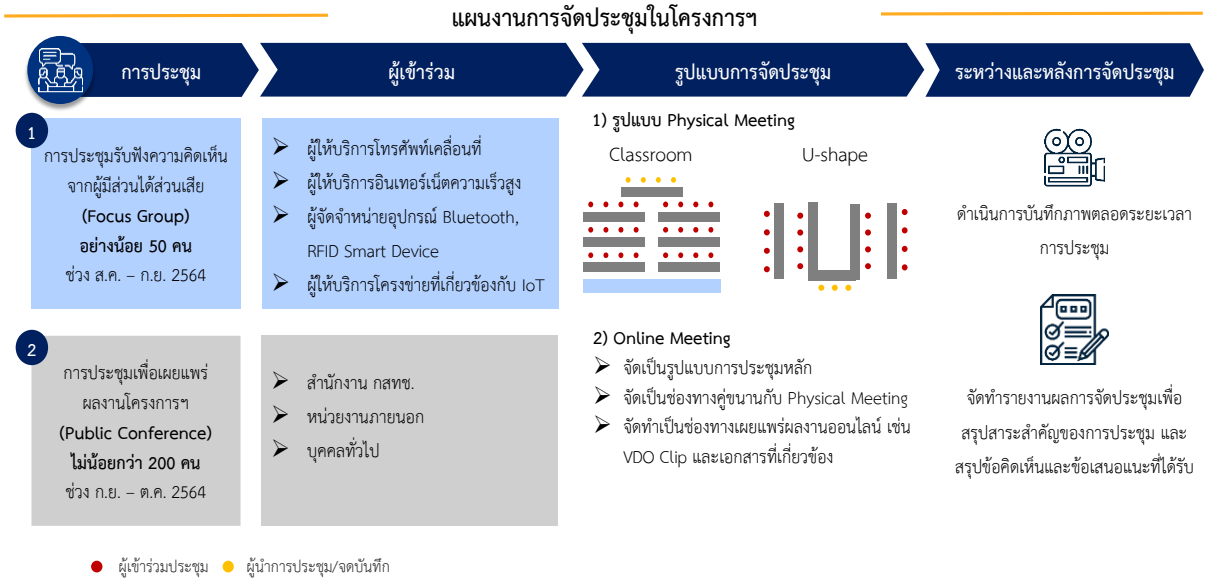
ในแผนงานที่ 9 ผู้ดำเนินโครงการจะจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม โดยมีตัวอย่างการดำเนินงานแสดงอยู่ในรูปที่ 3-13 เพื่อนำผลการศึกษาวิจัยเบื้องต้น มาใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งอย่างน้อยต้องประกอบไปด้วย ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในครัวเรือน ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ Bluetooth RFID และผู้ให้บริการโครงข่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT โดยมีผู้เข้าร่วมอย่างน้อย 50 คน เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในการประกอบธุรกิจ และนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมดังกล่าว มาพิจารณาดำเนินการศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยรายละเอียดการดำเนินงาน มีดังนี้

- เตรียมการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มในช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน พ.ศ. 2564
- จัดทำแผนการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม และนำเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ และเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการจัดประชุม โดยมีรายละเอียดการนำเสนอ เช่น
  - ชื่อและรายละเอียดการจัดประชุม
  - วิธีการจัดประชุม
  - วัน เวลา และสถานที่จัดประชุม
  - กำหนดการจัดประชุม
  - เอกสารประกอบการประชุม
- ผู้ดำเนินโครงการจะพิจารณารูปแบบการจัดประชุม ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศไทย และมาตรการของรัฐบาลในการลดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ณ ขณะนั้น โดยมีรูปแบบการจัดประชุม ได้แก่ 1) การจัดประชุมรูปแบบกายภาพ (Physical Meeting) ในรูปแบบห้อง U-shape หรือห้อง Classroom และ 2) การจัดประชุมผ่านช่องทางออนไลน์ (Online Meeting) ซึ่งอาจจัดเป็นช่องทางการประชุมหลัก ช่องทางคู่ขนานกับการจัดประชุมรูปแบบกายภาพ หรือช่องทางเผยแพร่ผลงานออนไลน์ เช่น การอัปโหลดคลิปวิดีโอและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนำส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะหารือประเด็นนี้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ และเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. พร้อมกับการจัดทำแผนการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม
- เตรียมการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มเพื่อรับทราบข้อมูล รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะโดยมีขั้นตอน ดังนี้
  - เชิญผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในครัวเรือน ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ Bluetooth RFID และผู้ให้บริการโครงข่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT

รวมถึงผู้มีส่วนได้เสีย โดยผู้ดำเนินโครงการจะประสานงานกับเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. ในการจัดทำหนังสือเชิญ

- ➢ จัดเตรียมและตกแต่งสถานที่ รวมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการประชุม
- ➢ จัดเตรียมหมายกำหนดการ และเอกสารประกอบการประชุมในรูปแบบเอกสารหรือไฟล์ดิจิทัล

- ■ ผู้ดำเนินโครงการจะดำเนินการบันทึกภาพตลอดระยะเวลาการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม
- ■ จัดทำรายงานผลการดำเนินการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มเพื่อสรุปสาระสำคัญของการประชุม และสรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้รับ โดยจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของรายงานความก้าวหน้าของการดำเนินงาน ครั้งที่ 3
- ■ ผู้ดำเนินโครงการจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม อาทิ ค่าอาหาร ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม ค่าจัดทำเอกสารประกอบการประชุม ค่าเช่าสถานที่ อุปกรณ์ พร้อมตกแต่ง



รูปที่ 3-13: แนวทางการจัดการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม และการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ

3.11 แผนงานที่ 10: ศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

ในแผนงานนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในการประกอบธุรกิจมาพิจารณาดำเนินการศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ก่อนนำผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวไปเผยแพร่ในการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในแผนงานที่ 11

3.12 แผนงานที่ 11: จัดการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ในแผนงานที่ 11 ผู้ดำเนินโครงการจะจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปต่อหน่วยงานภายนอกและบุคคลทั่วไป โดยมีผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 200 คน พร้อมทั้งจัดพิมพ์เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการจำนวนไม่น้อยกว่า 250 ชุด โดยมีตัวอย่างการดำเนินงานแสดงอยู่ในรูปที่ 3-14 รายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

- เตรียมการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มในช่วงเดือนกันยายน - ตุลาคม พ.ศ. 2564
- จัดทำแผนการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ และนำเสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ และเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อนการจัดประชุม โดยมีรายละเอียดการนำเสนอ เช่น
  - ชื่อและรายละเอียดการจัดประชุม
  - วิธีการจัดประชุม
  - วัน เวลา และสถานที่จัดประชุม
  - กำหนดการจัดประชุม
  - เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการ
- ผู้ดำเนินโครงการจะพิจารณารูปแบบการจัดประชุม ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในประเทศไทย และมาตรการของรัฐบาลในการลดการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ณ ขณะนั้น โดยมีรูปแบบการจัดประชุม ได้แก่ 1) การจัดประชุมรูปแบบกายภาพ (Physical Meeting) ในรูปแบบห้อง U-shape หรือห้อง Classroom และ 2) การจัดประชุมผ่านช่องทางออนไลน์ (Online Meeting) ซึ่งอาจจัดเป็นช่องทางการประชุมหลัก ช่องทางคู่ขนานกับการจัดประชุมรูปแบบกายภาพ หรือช่องทางเผยแพร่ผลงานออนไลน์ เช่น การอัปโหลดคลิปวิดีโอและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนำส่งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะหารือประเด็นนี้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ และเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. พร้อมกับการจัดทำแผนการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ
- จัดพิมพ์เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการจำนวนไม่น้อยกว่า 250 ชุด
- เตรียมการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ โดยมีขั้นตอนดังนี้
  - เชิญผู้แทนจากหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและภาคเอกชน บุคคลทั่วไป รวมถึงเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. ที่สนใจเข้าร่วมการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ โดยผู้ดำเนินโครงการจะประสานงานกับเจ้าหน้าที่สำนักงาน กสทช. ในการจัดทำหนังสือเชิญ
  - เตรียมการจัดส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการที่จัดพิมพ์ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจ
  - จัดเตรียมและตกแต่งสถานที่ รวมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการประชุม
  - จัดเตรียมหมายกำหนดการในรูปแบบเอกสารหรือไฟล์ดิจิทัล

- ผู้ดำเนินโครงการจะดำเนินการบันทึกภาพตลอดระยะเวลาการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ
- จัดทำรายงานผลการดำเนินการจัดประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ เพื่อสรุปสาระสำคัญของการประชุม และสรุปข้อคิดเห็นที่ได้รับ โดยจัดทำเป็นส่วนหนึ่งของรายงานความก้าวหน้าของการดำเนินงาน ครั้งที่ 3
- ผู้ดำเนินโครงการจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ อาทิ ค่าอาหาร ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม ค่าจัดทำเอกสารประกอบการประชุม ค่าเช่าสถานที่ อุปกรณ์ พร้อมตกแต่ง

ตัวอย่างภาพบรรยากาศการจัดประชุม และการจัดสัมมนา

รูปที่ 3-14: ตัวอย่างภาพบรรยากาศการจัดประชุม และการจัดสัมมนาในอดีตของผู้ดำเนินโครงการ

3.13 แผนงานที่ 12: การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 จะประกอบไปด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.5 – 4.6 ใน TOR โดยผู้ดำเนินโครงการจะทำการส่งมอบรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 **ภายในวันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2564** ซึ่งเป็นระยะเวลา 190 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา ซึ่งประกอบด้วยเล่มรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด

3.14 แผนงานที่ 13: จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report)

ผู้ดำเนินโครงการจะรวบรวมผลการศึกษาวิจัยตลอดทั้งโครงการเพื่อจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ ซึ่งเป็นรายงานการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปและแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปใน

ระยะเวลา 5 ปี รวมถึงรายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. เพื่อส่งมอบโครงการฯ โดยมีรายละเอียดของการดำเนินงาน ดังนี้

- สรุปผลการศึกษาวิจัยที่ได้ปรับปรุงตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคณะกรรมการตรวจรับพัสดุของโครงการฯ การประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม และการประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานตลอดทั้งโครงการ
- จัดทำรายงานบทสรุปของผู้บริหาร ซึ่งเป็นข้อสรุปของผลการวิเคราะห์ ข้อเท็จจริง ข้อสังเกต ข้อเสนอแนะ และผลการดำเนินโครงการ โดยจัดทำเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของรายงานฉบับสมบูรณ์
- จัดทำแผนภาพอินโฟกราฟฟิกจำนวน 1 ชุดเพื่อสรุปผลการศึกษาให้เข้าใจง่ายและอยู่ในรูปแบบที่น่าสนใจ สำหรับการเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช.
- จัดทำรูปเล่มรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ซึ่งเป็นรายงานการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Value) ของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปและแนวโน้มของมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในระยะเวลา 5 ปี โดยประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4 ใน TOR
- จัดทำรายงานผลที่ได้รับจากการใช้จ่ายเงินทุนต่อสำนักงาน กสทช. ตามแบบและระยะเวลาที่สำนักงานกำหนด
- ผู้ดำเนินโครงการจะทำการส่งมอบรายงานฉบับสมบูรณ์ รายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟฟิก **ภายในวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2564** ซึ่งเป็นระยะเวลา 240 วันนับถัดจากวันลงนามในสัญญา ซึ่งประกอบด้วยเล่มรายงาน และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc และ .pdf) ลงแฟลชไดรฟ์จำนวน 7 ชุด

3.15 สรุปผลงานและระยะเวลาในการส่งมอบงาน

งวดงานและระยะเวลา	แผนงาน	ผลงานที่ต้องส่งมอบ
งวดที่ 1 ดำเนินการภายใน 30 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา	แผนงานที่ 1 – 3	▪ รายงานเบื้องต้น ประกอบด้วย แผนงานดำเนินโครงการ อย่างน้อยตามขอบเขตการดำเนินงาน และระยะเวลาดำเนินการตาม TOR และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.1 ใน TOR โดยจัดทำเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด
งวดที่ 2 ดำเนินการภายใน 70 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา	แผนงานที่ 4 – 5	▪ รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ประกอบด้วย รายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.2 ใน TOR โดยจัดทำเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด
งวดที่ 3 ดำเนินการภายใน 130 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา	แผนงานที่ 6 – 8	▪ รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 ประกอบด้วย รายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.3 – 4.4 ใน TOR โดยจัดทำเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด
งวดที่ 4 ดำเนินการภายใน 190 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา	แผนงานที่ 9 - 12	▪ รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 ประกอบด้วย รายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และผลการดำเนินงานที่ครอบคลุมเนื้อหาตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ 4.5 – 4.6 ใน TOR โดยจัดทำเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc .pdf) ลงแผ่นดีวีดีจำนวน 7 ชุด ▪ เอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการในวันประชุมเพื่อเผยแพร่ผลงานโครงการฯ จำนวนไม่น้อยกว่า 250 ชุด (หรือจัดให้มีช่องทางการเผยแพร่ผลงานออนไลน์ พร้อมทั้งช่องทางการจัดส่งเอกสารเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการที่จัดพิมพ์ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจ)
งวดที่ 5 ดำเนินการภายใน 240 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา	แผนงานที่ 13	▪ รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ประกอบด้วยรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยตามแผนงานดำเนินโครงการ และรายละเอียดผลการดำเนินการตามขอบเขตการดำเนินงานที่กำหนดในข้อ 4 ใน TOR โดยจัดทำเป็นเอกสารสิ่งพิมพ์ และแฟ้มข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (.doc .pdf) ลงแฟลชไดร์ฟจำนวน 7 ชุด ▪ รายงานบทสรุปของผู้บริหาร โดยจัดทำเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของรายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) ▪ แผนภาพอินโฟกราฟฟิกเพื่อเผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงาน กสทช. จำนวน 1 ชุด

ตารางที่ 3-3: ตารางสรุปผลงานและระยะเวลาในการส่งมอบงาน

3.16 สรุปข้อเสนออื่นที่ผู้ดำเนินโครงการเสนอเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ

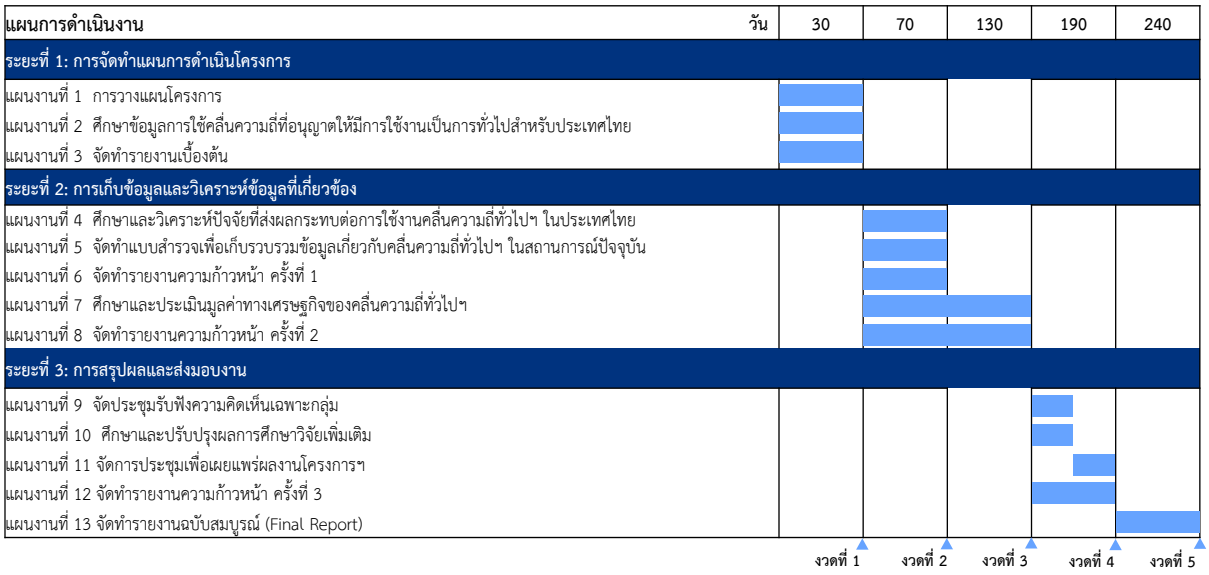
ข้อเสนอของผู้ดำเนินโครงการ	การดำเนินงานเพิ่มเติมจากขอบเขตการดำเนินงานตาม TOR	ประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ
แผนงานที่ 5: จัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน	▪ รวบรวมข้อมูล ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ใช้บริการ/ผู้บริโภค (Consumer) และผู้ใช้บริการประเภทธุรกิจ (Enterprise User) โดยเก็บข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม และกลุ่มตัวอย่างประเภทผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Operator) และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vender) โดยเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก 5-10 ตัวอย่าง จนกระทั่งข้อมูลที่ได้มีความอิ่มตัว (Data Saturation) ▪ ออกแบบแบบสอบถามสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลรวมทั้งหมด 400 ตัวอย่าง	▪ เพื่อให้ผู้ดำเนินโครงการ และสำนักงาน กสทช. ได้รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ทั้งจากฝั่งผู้ใช้บริการ และผู้ให้บริการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในปัจจุบันและแนวโน้มของมูลค่าในระยะเวลา 5 ปี ▪ เพื่อให้ผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ Unlicensed Band ของโครงการอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีความน่าเชื่อถือ และสอดคล้องกับบริบทการใช้งานของประเทศไทย

ตารางที่ 3-4: ตารางสรุปข้อเสนออื่นที่ผู้ดำเนินโครงการเสนอเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ

4 แผนการดำเนินงานและการบริหารโครงการ

4.1 ตารางแผนการทำงานและระยะเวลา

โครงการนี้มีระยะเวลาทั้งสิ้น 240 วัน (8 เดือน) โดยแบ่งแผนการทำงานออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) การจัดทำแผนการดำเนินโครงการ 2) การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และ 3) การสรุปผลและส่งมอบงาน ซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้ออกแบบกรอบแนวคิดและแบ่งการดำเนินโครงการออกเป็น 13 แผนงาน โดยมีรายละเอียดแผนการทำงาน กิจกรรม ความเชื่อมโยงกันของแต่ละแผนงาน และระยะเวลาดำเนินงานทั้งหมดในแต่ละแผนงาน แสดงดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1: แผนการดำเนินงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน

จากแผนงานข้างต้น ผู้ดำเนินโครงการได้กำหนดระยะเวลาการส่งมอบผลงานออกเป็น 5 งวด โดยมีรายละเอียดในแต่ละงวด ดังนี้

รายงาน	กำหนดระยะเวลา	วันที่ส่งมอบ
งวดที่ 1: รายงานเบื้องต้น	30 วัน	ภายในวันที่ 5 พ.ค. 2564
งวดที่ 2: รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1	70 วัน	ภายในวันที่ 14 มิ.ย. 2564
งวดที่ 3: รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2	130 วัน	ภายในวันที่ 13 ส.ค. 2564
งวดที่ 4: รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 และรายงานบทสรุปของผู้บริหารและแผนภาพอินโฟกราฟฟิกเพื่อเผยแพร่ผลการดำเนินการ	190 วัน	ภายในวันที่ 12 ต.ค. 2564
งวดที่ 5: รายงานฉบับสมบูรณ์	240 วัน	ภายในวันที่ 1 ธ.ค. 2564

ตารางที่ 4-1: ตารางแสดงระยะเวลาการส่งมอบผลงาน

4.2 บุคลากรในโครงการ

บุคลากรที่นำเสนอในโครงการนี้ล้วนเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพและมีประสบการณ์ในด้านโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล โทรคมนาคม เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อินเทอร์เน็ต การกระจายเสียงและโทรทัศน์ และการบริหารคลื่นความถี่มาอย่างยาวนาน รวมทั้งยังมีความเชี่ยวชาญที่หลากหลายที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการให้ประสบความสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับวิเคราะห์ ออกแบบแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ การวิจัย การติดตามและประเมินผล และการสำรวจข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งบุคลากรที่ดำเนินโครงการนี้ประกอบด้วยหัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน และผู้ช่วยนักวิจัย/เลขานุการโครงการ 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ทั้งเรื่องการจัดทำแผนและนโยบายการพัฒนา แนวทางส่งเสริมการลงทุน แนวทางการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล วิศวกรรมโทรคมนาคม เทคโนโลยีโทรคมนาคม เศรษฐศาสตร์ และการสำรวจข้อมูลที่เป็นข้อคิดเห็นเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นต้น โดยบุคลากรทั้งหมดในโครงการนี้จะมีทั้งหมด 10 ท่าน ซึ่งแสดงในรูปที่ 4-2 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. รศ.ดร. ชลิตา ศรีนวล	หัวหน้าโครงการ
2. รศ.ดร. ชนินทร์ มีโภคี	ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์
3. ผศ.ดร. ปรเมศร์ อัศวเรืองพิภพ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการติดตามและประเมินผล
4. ดร. รวีภัทร ผุดผ่อง	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศาสตร์โทรคมนาคม
5. รศ.ดร. ปานวิทย์ ธุวะนุติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
6. นางสาว ฐิติพร ป่านไหม	ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมาย
7. นาย ธันวา แผนสท้าน	ผู้ช่วยนักวิจัย 1
8. ผศ.ดร. โอปอล์ สุวรรณเมฆ	ผู้ช่วยนักวิจัย 2
9. ผศ.ดร. อภิวรรตน์ กรมเมือง	ผู้ช่วยนักวิจัย 3
10. นางสาว มุจลินท์ ม่วงยาน	เลขานุการโครงการ

รูปที่ 4-2: บุคลากรในโครงการ

บุคลากรในโครงการ	คุณสมบัติ
 รศ.ดร. ชลิตา ศรีนวล **หัวหน้าโครงการ**	▪ ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 15 ปี ในด้านเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม และมีความเชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ ออกแบบแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ ความถนัดในหลากหลายสาขา อาทิ เศรษฐศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมด้านโทรคมนาคมและการสื่อสาร นโยบายสาธารณะ เศรษฐศาสตร์ธุรกิจและการจัดการเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นต้น ▪ ปริญญาเอก Technology Management and Economics มหาวิทยาลัย Chalmers ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ ผลงานตีพิมพ์ ผลงานวิจัย บทความ หนังสือ สิทธิบัตร และผลงานวิชาการทั้งระดับชาติ และระดับนานาชาติ ที่เกี่ยวเนื่องกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมากมาย

บุคลากรในโครงการ	คุณสมบัติ
 รศ.ดร. ชนินทร์ มีโภคี **ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์**	▪ มีประสบการณ์มากว่า 34 ปี ในด้านเศรษฐศาสตร์นโยบายและการกำกับดูแล การศึกษาวิจัย การวิเคราะห์ตลาด และการกำหนดนโยบายในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ และมีความเชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ ออกแบบแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ ในโครงการที่ปรึกษาให้แก่หน่วยงานภาครัฐ เอกชน และหน่วยงานกำกับดูแลของประเทศหลายโครงการ ▪ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ University of Kansas, USA ▪ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งเป็นอาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ▪ ที่ปรึกษาฝ่ายบริการวิชาการ สถาบันเสริมศึกษาและทรัพยากรมนุษย์ (Institute for Continuing Education and Human Resources) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ▪ ที่ปรึกษา สถาบันอาณาบริเวณศึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Thammasat Institute of Area Studies) ▪ กรรมการในคณะกรรมการบริหาร โครงการปริญญาโทเอเชีย แปซิฟิกศึกษา (Master Program in Asia-Pacific Studies) คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ▪ กรรมการในคณะอนุกรรมการวิชาการภายใต้พรบ.การประกอบธุรกิจคนต่างด้าว กรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ ▪ กรรมการในคณะกรรมการบริหาร ศูนย์เกาหลีศึกษา สถาบันเอเชียตะวันออกศึกษา (Institute of East Asia Studies) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ▪ กรรมการในคณะทำงานเตรียมการพิจารณาเข้าร่วมความตกลงที่ครอบคลุมและก้าวหน้าสำหรับหุ้นส่วนยุทธศาสตร์ภาคพื้นแปซิฟิก (CPTPP) กระทรวงพาณิชย์ ▪ กรรมการในคณะกรรมการออกและตรวจข้อสอบความรู้เฉพาะตำแหน่งสำหรับการคัดเลือกบุคคลเพื่อบรรจุและแต่งตั้งเป็นพนักงาน สำนักงาน กสทช.

บุคลากรในโครงการ	คุณสมบัติ
 ผศ.ดร. ปรเมศร์ อัศวเรืองพิภพ **ผู้เชี่ยวชาญด้านการติดตามและประเมินผล**	▪ ประสบการณ์การทำงานมากกว่า 15 ปี ในด้านเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และเศรษฐศาสตร์การเกษตร ▪ ปริญญาเอกบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม และปริญญาโทเศรษฐศาสตร์ มีประสบการณ์โครงการที่ปรึกษาหลายโครงการไม่ว่าจะเป็นโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และโครงการด้านเศรษฐศาสตร์การเกษตร ▪ มีผลงานการตีพิมพ์ทั้งระดับชาติ และระดับนานาชาติ และมีความเชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน วิเคราะห์ประสิทธิภาพ เศรษฐศาสตร์ประยุกต์ และการบริหารจัดการ
 ดร. รวีภัทร ผุดผ่อง **ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมศาสตร์โทรคมนาคม**	▪ มีประสบการณ์กว่า 18 ปี ในด้านนวัตกรรมไร้สาย การสื่อสารโทรคมนาคม โครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยในปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักวิจัย หน่วยวิจัยนวัตกรรมไร้สายและความมั่นคง ภายใต้สังกัดศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ▪ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ University of Leeds สหราชอาณาจักร ▪ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักวิจัย หน่วยวิจัยนวัตกรรมไร้สายและความมั่นคง ภายใต้สังกัดศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
 รศ.ดร. ปานวิทย์ ธุวะนุติ **ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร**	▪ ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 15 ปี ในด้านโทรคมนาคม ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยในปัจจุบันดำรงตำแหน่งรองรองศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ บทความวิจัยตีพิมพ์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหรือสาขาที่เกี่ยวข้องในระดับชาติจำนวน 20 บทความ และบทความวิจัยตีพิมพ์ในระดับนานาชาติจำนวน 18 บทความ

บุคลากรในโครงการ	คุณสมบัติ
 นางสาวฐิติพร ป่านไหม **ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมาย**	▪ ประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งพนักงานคดีปกครอง ณ สำนักงานศาลปกครอง ▪ มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านกฎหมายปกครองหรือกระบวนการยุติธรรมทางปกครอง งานจัดทำสำนวนคดี และงานตรวจสอบสำนวนคดีและร่างคำสั่ง/คำพิพากษาของศาลปกครองสูงสุด ▪ ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ “บริหารจัดการทรัพย์สินภายหลังสิ้นสุดสัญญาการดำเนินกิจการดาวเทียมสื่อสารภายในประเทศ” ▪ นิติศาสตรมหาบัณฑิต สาขากฎหมายมหาชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
 นาย ธันวา แผนสท้าน **ผู้ช่วยนักวิจัย 1**	▪ ประสบการณ์ทำงานวิชาชีพมากกว่า 6 ปี โดยมีความเชี่ยวชาญทางด้านเศรษฐศาสตร์องค์กรอุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์โทรคมนาคม เศรษฐศาสตร์การกำกับดูแลและการต่อต้านการผูกขาด และเศรษฐมิติ และมีความเชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ ออกแบบแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ ▪ ปัจจุบันดำรงตำหน่งอาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ▪ ผลงานวิจัยตีพิมพ์และเข้าร่วมโครงการที่ปรึกษาและงานวิจัยในหลากหลายโครงการ
 ผศ.ดร. โอปอล์ สุวรรณเมฆ **ผู้ช่วยนักวิจัย 2**	▪ ประสบการณ์ทำงานวิชาชีพมากกว่า 15 ปี เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิจัยทางเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการจัดการอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร การตลาดธุรกิจเกษตร และองค์การและการจัดการ ▪ ปัจจุบันดำรงตำหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และอาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะการบริหารและการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ ผลงานตีพิมพ์ บทความ และเข้าร่วมโครงการวิจัยในระดับชาติและระดับชาติทั้งทางด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านการจัดการทรัพยากรมนุษย์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้านบริหารธุรกิจและการจัดการ มากกว่า 24 บทความ

บุคลากรในโครงการ	คุณสมบัติ
 ผศ.ดร. อภิวรรตน์ กรมเมือง **ผู้ช่วยนักวิจัย 3**	▪ ปริญญาเอก สาขาวิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม มีประสบการณ์ทางวิชาชีพมากกว่า 10 ปี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และอาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ เป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการการผลิตและการดำเนินงาน ด้านโลจิสติกส์และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน รวมทั้งเชี่ยวชาญทางด้านการจัดการคุณภาพ ▪ ผลงานวิจัยตีพิมพ์และเข้าร่วมโครงการที่ปรึกษาและงานวิจัยในหลากหลายโครงการ
 นางสาวมุจลินทร์ ม่วงยาน **เลขานุการโครงการ**	▪ ประสบการณ์ทำงานมากกว่า 12 ปี โดยปัจจุบันดำรงตำแหน่งนักวิชาการศึกษา งานวิเคราะห์ด้านประกันคุณภาพการศึกษา คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ▪ มีประสบการณ์ในงานวิจัย และการเข้าร่วมฝึกอบรมด้านการวิจัยต่างๆ

ตารางที่ 4-2: ตารางแสดงคุณสมบัติของบุคลากรในโครงการ

4.3 หน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากร

ผู้ดำเนินโครงการได้วางแผนรายละเอียดการดำเนินงานของบุคลากรที่ได้เสนอไว้ในโครงการตามรูปที่ 4-3 ด้านล่างนี้ โดยบุคลากรที่นำเสนอทุกท่านมีความรับผิดชอบในหน้าที่ตามตำแหน่งและความเชี่ยวชาญที่จะต้องปฏิบัติงานในระยะเวลาปฏิบัติงาน 8 เดือน โดยจะเน้นในเรื่องการปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางแผนไว้ตั้งแต่แผนงานที่ 1 ถึงแผนงานที่ 13 (Work Plan 1-13) รวมถึงการระบุและบริหารงานเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการ และยังทำหน้าที่ร่วมมือ ประสานงาน และสื่อสารผลลัพธ์สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการตามแผนงานต่างๆ ไปยังสำนักงาน กสทช. อีกด้วย

ทีมที่ปรึกษา	30	70	130	190	240	Man Months
โครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป						
รศ. ดร. ชลิตา ศรีนวล						8
รศ.ดร. ชนินทร์ มีโภคี						8
ผศ.ดร. ปรเมศร์ อัศวเรืองพิภพ						8
ดร. รวีภัทร ผุดผ่อง						8
รศ.ดร. ปานวิทย์ ธุวะนุติ						8
นางสาว ฐิติพร ป่านไหม						8
นาย ธันวา แผนสท้าน						8
ผศ.ดร. โอปอล์ สุวรรณเมฆ						8
ผศ.ดร. อภิวรรตน์ กรมเมือง						8
นางสาว มุจลินท์ ม่วงยาน						8

รูปที่ 4-3: ระยะเวลาการดำเนินงานของทีมบุคลากร

5 การศึกษาข้อมูลสถานะปัจจุบันของการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

5.1 การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

สำหรับการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ในประเทศไทย ผู้ดำเนินโครงการใช้ข้อมูลรายชื่อรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และรายชื่อรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ผ่านการจดทะเบียนจากฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ซึ่งมีข้อมูลล่าสุด ณ วันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2564[11] โดยฐานข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วยข้อมูลจำนวนรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และ/หรือผ่านการจดทะเบียน วันที่ออกใบรับรอง ช่วงความถี่ส่งและช่วงความถี่รับของเครื่องวิทยุคมนาคม รวมถึงประเภทเครื่องวิทยุคมนาคมที่แสดงถึงประเภทการประยุกต์ใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคม (Application) จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ทั้ง 40 ย่านความถี่ และความต้องการใช้งานประเภทการประยุกต์ใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมทั้ง 17 ประเภทในปัจจุบัน รวมถึงอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความต้องการใช้งานทั้งคลื่นความถี่ Unlicensed Band และประเภทการประยุกต์ใช้งานเครื่องวิทยุคมนาคมเป็นระยะเวลา 5 ปีย้อนหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2564

ทั้งนี้ เครื่องวิทยุคมนาคมเครื่องหนึ่งสามารถมีช่วงความถี่ส่งและช่วงความถี่รับได้หลายย่านความถี่ ทั้งย่านความถี่ที่เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band และย่านความถี่ที่เป็นคลื่นความถี่ที่จัดสรรเป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงาน (Exclusive Band) อีกทั้งในตารางกำหนดคลื่นความถี่ Unlicensed Band ตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562 มีย่านความถี่บางย่านที่ทับซ้อนกับคลื่นความถี่ Exclusive Band เช่น คลื่นความถี่ Unlicensed Band ในย่าน 1.6 – 2.0 GHz สำหรับประเภทการประยุกต์ใช้งาน Ultra Wide Band (UWB) จะมีช่วงความถี่ 1710 – 1785 MHz / 1805 – 1880 MHz ที่ตรงกับคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications: IMT) ที่เป็นคลื่นความถี่ Exclusive Band ที่จัดสรรด้วยวิธีการประมูล ดังนั้น ผู้ดำเนินโครงการจึงพิจารณาตัดช่วงความถี่ส่งและช่วงความถี่รับของเครื่องวิทยุคมนาคมที่ตรงกับคลื่นความถี่ Exclusive Band ออกจากการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ได้แก่

- คลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz (ช่วงความถี่ 1710 – 1785 MHz / 1805 – 1880 MHz) ที่ตรงกับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 1.6 – 2.0 GHz

[11] ที่มา: http://mocheck.nbtc.go.th/

- คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz (ช่วงความถี่ 1920 – 1980 MHz / 2110 – 2170 MHz) ที่ตรงกับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 1.6 – 2.0 GHz และย่าน 2.0 – 2.2 GHz
- คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz (ช่วงความถี่ 2310 – 2370 MHz) ที่ตรงกับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 2.2 – 3.4 GHz
- คลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz (ช่วงความถี่ 2500 – 2690 MHz) ที่ตรงกับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 2.2 – 3.4 GHz
- คลื่นความถี่ย่าน 26 GHz (ช่วงความถี่ 24.30 – 25.10 GHz และ 25.20 – 27.00 GHz) ที่ตรงกับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 24.25 – 26.65 GHz

หลังจากนั้น ผู้ดำเนินโครงการจะวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band จำแนกตามย่านความถี่ และจำแนกตามประเภทการประยุกต์ใช้งาน โดยพิจารณาจากจำนวนรุ่นของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานกับย่านความถี่ และประเภทการประยุกต์ใช้งาน ตัวอย่างเช่น เครื่องวิทยุคมนาคมของ DENSO รุ่น BHT-M60-QWG ซึ่งเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดมือถือสำหรับการใช้งาน RFID และใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ในย่าน 13.553 – 13.567 MHz ย่าน 2400 – 2500 MHz ย่าน 5150 – 5350 MHz และย่าน 5470 – 5725 MHz ดังนั้น เครื่องวิทยุคมนาคม DENSO รุ่น BHT-M60-QWG จะถูกนับเป็นจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคม 1 เครื่องที่สามารถใช้งานคลื่นความถี่ทั้ง 4 ย่านที่กล่าวมาข้างต้นในประเภทการประยุกต์ใช้งาน RFID โดยมีตัวอย่างตามรูปที่ 5-1

แนวทางการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band จากฐานข้อมูล MoCheck

เครื่องวิทยุคมนาคม: DENSO BHT-M60-QWG ชนิด: มือถือ (RFID)
ประเภทย่อย: Cellular Mobile (WCDMA/LTE Handy Terminal)

ความถี่เครื่องโทรคมนาคม

รายการความถี่	ดัชนี รับ/ส่ง	ช่วงความถี่ส่ง (Tx)	ช่วงความถี่รับ (Rx)
1	TXRX	1920 ถึง 1980 MHz	2110 ถึง 2170 MHz
2	TXRX	880 ถึง 915 MHz	925 ถึง 960 MHz
3	TXRX	1920 ถึง 1980 MHz	2110 ถึง 2170 MHz
4	TXRX	1710 ถึง 1785 MHz	1805 ถึง 1880 MHz
5	TXRX	2500 ถึง 2570 MHz	2620 ถึง 2690 MHz
6	TXRX	880 ถึง 915 MHz	925 ถึง 960 MHz
7	TXRX	832 ถึง 862 MHz	791 ถึง 821 MHz
8	TXRX	703 ถึง 748 MHz	758 ถึง 803 MHz
9	TXRX	2400 ถึง 2500 MHz	2400 ถึง 2500 MHz
10	TXRX	5150 ถึง 5350 MHz	5150 ถึง 5350 MHz
11	TXRX	5470 ถึง 5725 MHz	5470 ถึง 5725 MHz
12	TXRX	13.553 ถึง 13.567 MHz	13.553 ถึง 13.567 MHz

ที่มา: http://mocheck.nbtc.go.th/ หมายเหตุ: Unlicensed Band

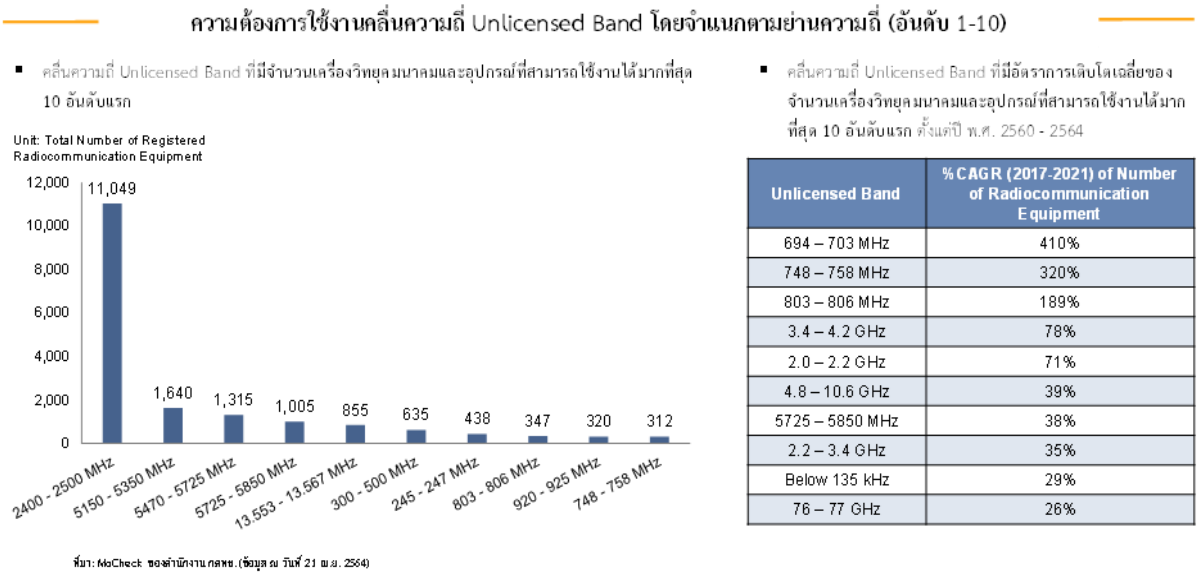
ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band จำแนกตามย่านความถี่และประเภทการประยุกต์ใช้งาน

Unlicensed Band	ประเภทการประยุกต์ใช้งาน	จำนวนเครื่องวิทยุคมนาคม
13.553 – 13.567 MHz	ทั่วไป	0
	RFID	1
2400 – 2500 MHz	ทั่วไป	0
	RFID	1
	RLAN	0
	UAS	0
5150 – 5350 MHz	RFID	1
5470 – 5725 MHz	RFID	1

รูปที่ 5-1: แนวทางการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band จากฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ณ วันที่ 21 เม.ย. 2564

ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ทั้ง 40 ย่านความถี่แสดงดังรูปที่ 5-2 โดยพิจารณาจากจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ในแต่ละย่านความถี่ พบว่าปัจจุบันคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 2400 – 2500 MHz ย่าน 5150 – 5350 MHz ย่าน 5470 – 5725 MHz และย่าน 5725 – 5850 MHz มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุด 4 อันดับแรก

ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่ใช้สำหรับการใช้งานทั่วไป RFID RLAN และ UAS โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi ทั้งเครื่องภาคส่งและภาครับบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ในขณะที่คลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 920 – 925 MHz สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ RFID และอุปกรณ์ Non-RFID ที่ใช้ในโครงข่ายเทคโนโลยี IoT มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 9 นอกจากนั้น คลื่นความถี่ Unlicensed Band อื่นๆ ที่มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุด 10 อันดับแรกเป็นคลื่นความถี่ที่ใช้สำหรับการใช้งานทั่วไป, RFID, Citizen Band และ Wireless Microphone ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่สำรวจอาจมีความครอบคลุมที่จำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป มักจะได้รับการเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และไม่ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน (Type Approval)



Unlicensed Band	% CAGR (2017-2021) of Number of Radiocommunication Equipment
694 – 703 MHz	410%
748 – 758 MHz	320%
803 – 806 MHz	189%
3.4 – 4.2 GHz	78%
2.0 – 2.2 GHz	71%
4.8 – 10.6 GHz	39%
5725 – 5850 MHz	38%
2.2 – 3.4 GHz	35%
Below 135 kHz	29%
76 – 77 GHz	26%

รูปที่ 5-2: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามย่านความถี่ (1)

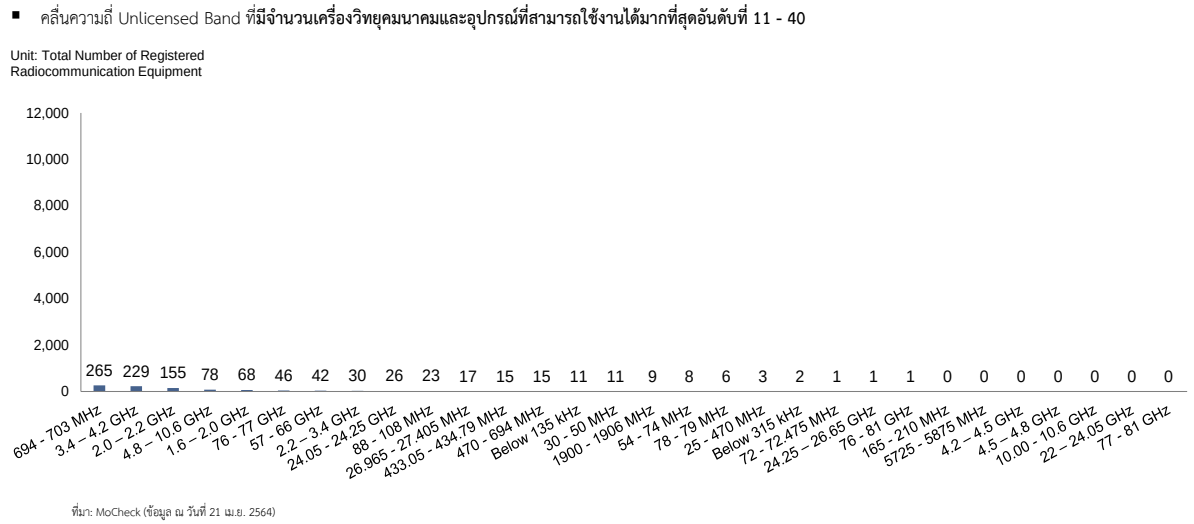
หากพิจารณาการจัดอันดับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ตามย่านที่มีอัตราการเติบโตของจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2564 ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความต้องการใช้งาน พบว่าคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 694 – 703 MHz ย่าน 748 – 758 MHz และย่าน 803 – 806 MHz มีอัตราการเติบโตของความต้องการใช้งานสูงที่สุด 3 อันดับแรก ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่ใช้สำหรับ Wireless Microphone โดยมีสาเหตุมาจากการออกประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมประเภทไมโครโฟนไร้สาย พ.ศ. 2561 ซึ่งมีการยกเลิกคลื่นความถี่ย่าน 794 – 806 MHz ที่นิยมใช้งานสำหรับ Wireless Microphone และกำหนดคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 694 – 703 MHz ย่าน 748 – 758 MHz และย่าน 803 – 806 MHz เป็นย่านความถี่ใหม่สำหรับการใช้งาน Wireless Microphone โดยเครื่องวิทยุคมนาคมรุ่นเดิมจะไม่สามารถใช้ได้กับคลื่นความถี่ย่าน 803 – 806 MHz จึงอาจทำให้ผู้ใช้งานมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแทนเครื่องวิทยุคมนาคม และผู้ประกอบการมีการขอรับรองมาตรฐานและจดทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคมประเภท Wireless Microphone มากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน

อื่นๆ ที่มีอัตราการเติบโตของความต้องการใช้งานสูงคือย่าน 3.4 – 4.2 GHz ย่าน 2.0 – 2.2 GHz และย่าน 4.8 – 10.6 GHz สำหรับการใช้งาน UWB ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ในย่าน 1 – 6 GHz ที่ได้รับการคาดการณ์ว่าจะนำมาประยุกต์ใช้กับโครงข่าย 5G ในอนาคต

ดังนั้น คลื่นความถี่ Unlicensed Band ในย่านที่มีความต้องการใช้งานในปัจจุบันมากที่สุด 10 อันดับแรก และมีอัตราการเติบโตของความต้องการใช้งานมากที่สุด 10 อันดับแรก สามารถสรุปได้ดังนี้

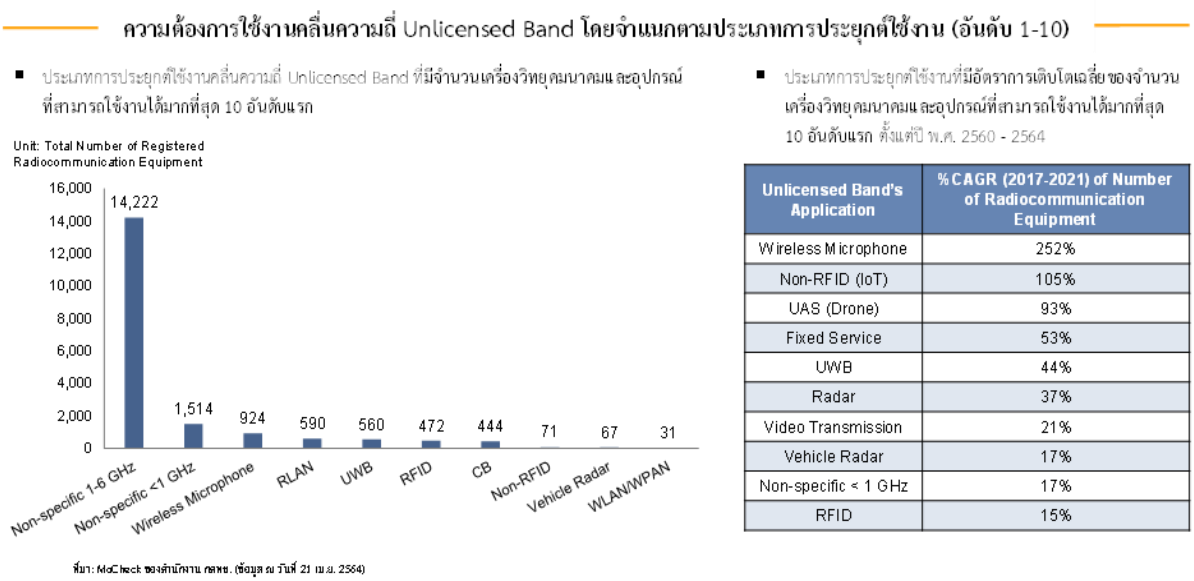
- ย่าน 2400 – 2500 MHz
- ย่าน 5150 – 5350 MHz
- ย่าน 5470 – 5725 MHz
- ย่าน 5725 – 5850 MHz
- ย่าน 13.553 – 13.567 MHz
- ย่าน 300 – 500 MHz
- ย่าน 245 – 247 MHz
- ย่าน 803 – 806 MHz
- ย่าน 920 – 925 MHz
- ย่าน 748 – 758 MHz
- ย่าน 694 – 703 MHz
- ย่าน 3.4 – 4.2 GHz
- ย่าน 2.0 – 2.2 GHz
- ย่าน 4.8 – 10.6 GHz
- ย่าน 2.2 – 3.4 GHz
- ย่านน้อยกว่า 135 kHz
- ย่าน 76 – 77 GHz

สำหรับคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 11 – 40 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5-3 นั้น มีจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ที่น้อยกว่า 300 เครื่องในแต่ละย่านความถี่ ซึ่งอาจเกิดจากการที่คลื่นความถี่ยังมีความต้องการใช้งานในระดับน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ 10 อันดับแรก จึงทำให้เกิดการจัดหาเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์สำหรับการใช้งานกับคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวในจำนวนน้อย ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่สำรวจอาจมีความครอบคลุมที่จำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป มักจะได้รับการเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และไม่ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน (Type Approval)



รูปที่ 5-3: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามย่านความถี่ (2)

สำหรับผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามประเภทการประยุกต์ใช้งาน (Application) แสดงดังรูปที่ 5-4 ซึ่งพิจารณาจากจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ พบว่าปัจจุบันประเภทการประยุกต์ใช้งานที่มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band มากที่สุดคือการใช้งานทั่วไป (Non-specific) ซึ่งเป็นการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมโดยไม่จำกัดประเภทการประยุกต์ใช้งานหรือหลากหลายประเภทการประยุกต์ใช้งาน (Multi Application) ทั้งในย่านที่ต่ำกว่า 1 GHz และย่าน 1- 6 GHz รองลงมาเป็นประเภทการประยุกต์ใช้งาน Wireless Microphone, RLAN, UWB, RFID และ CitizenBand ในขณะเดียวกัน หากพิจารณาการจัดอันดับประเภทการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่มีอัตราการเติบโตของจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 – 2564 ซึ่งสะท้อนถึงอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความต้องการใช้งาน พบว่าประเภทการประยุกต์ใช้งาน Wireless Microphone, Non-RFID ที่ใช้ในโครงข่ายเทคโนโลยี IoT, Unmanned Aircraft System หรือ Drone, Fixed Service และ UWB มีอัตราการเติบโตของความต้องการใช้งานมากที่สุดเป็น 5 อันดับแรก โดยมีอัตราเติบโตเฉลี่ยต่อปีร้อยละ 44 – 252 ในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2564 รองลงมาเป็นประเภทการประยุกต์ใช้งาน Radar, Video Transmission, Vehicle Radar และ RFID ทั้งนี้ชุดข้อมูลที่สำรวจอาจมีความครอบคลุมที่จำกัด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป มักจะได้รับการเว้นใบอนุญาตวิทยุคมนาคม และไม่ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน (Type Approval)



Unlicensed Band's Application	%CAGR (2017-2021) of Number of Radiocommunication Equipment
Wireless Microphone	252%
Non-RFID (IoT)	105%
UAS (Drone)	93%
Fixed Service	53%
UWB	44%
Radar	37%
Video Transmission	21%
Vehicle Radar	17%
Non-specific < 1 GHz	17%
RFID	15%

รูปที่ 5-4: การวิเคราะห์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามประเภทการประยุกต์ใช้งาน

5.2 การวิเคราะห์แนวโน้มผู้ใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับประเทศไทย

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาโครงข่าย 5G รวมไปถึงเทคโนโลยี IoT เนื่องจากช่วยทำให้คลื่นความถี่มีปริมาณที่มากขึ้นซึ่งเพียงพอต่อความต้องการบริการที่มีคุณภาพ[12] ก่อให้เกิดตลาดใหม่ และความเป็นไปได้สำหรับการติดตั้งโครงข่ายแบบใหม่ (New Deployment Scenarios) เมื่อพิจารณามาตรฐานการพัฒนาโครงข่าย 5G จะพบว่าในปี ค.ศ. 2019 – 2021 การกำหนดมาตรฐาน 3GPP Release-15[13] ที่มุ่งเน้นไปที่ Enhanced Mobile Broadband (eMBB) มีการกล่าวถึง 5G New Radio (NR) Foundation ซึ่งรวมไปถึง WLAN และการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Spectrum Usage) จากนั้นสำหรับ 3GPP Release-16 จะมีการขยายไปยังภาคอุตสาหกรรม ซึ่งรวมไปถึง 5G New Radio Unlicensed (NR-U) ที่ต่อยอดมาจาก 3GPP Release-15 โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเทคโนโลยี IoT และต่อมาจะเป็น 3GPP Release-17 ซึ่งจะพิจารณาการขยายตัวในระยะยาว ซึ่งรวมไปถึง Lower Complexity NR-Light ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติ ได้แก่ ความซับซ้อนน้อยลง มีการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม มีการใช้โครงข่ายอย่างมีประสิทธิภาพและมีความครอบคลุมได้มาก[14] ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี IoT ที่กำลังจะมาถึงด้วย ซึ่งประเทศไทยควรได้ดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติสากล

หากโครงข่าย 5G ได้รับการติดตั้งให้พร้อมใช้งานแล้ว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายประเภทซึ่งจะเป็นการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกันทั้งคลื่นความถี่ที่ได้รับใบอนุญาต (Licensed Band) คลื่น

[12] GSMA (2021), 5G Spectrum: GSMA Public Policy Position

[13] https://www.3gpp.org/release-15

[14] https://www.5gtechnologyworld.com/video-5g-nr-light-will-serve-sensors-wearables-and-iot/

ความถี่ที่อนุญาตให้ใช้ร่วมกัน (Shared Spectrum) และคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) โดยสามารถแบ่งการใช้ออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การใช้งานสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5-5 และการใช้งานสำหรับผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นการใช้งานโครงข่าย 5G ร่วมกับเทคโนโลยี IoT โดยการใช้งานสำหรับอุตสาหกรรมถือได้ว่าเป็นโอกาสสำหรับผู้ประกอบการด้วย ตัวอย่างเช่น ระบบคลังสินค้าอัจฉริยะ (Smart Warehouse) ที่สามารถติดตั้งโครงข่าย 5G ส่วนบุคคล (Private 5G Network) เพื่อให้ในระบบพร้อมอุปกรณ์ IoT ตั้งแต่การรับสิ่งของจนกระทั่งถึงการเตรียมจัดส่งที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว และการใช้งานสำหรับผู้บริโภคมีการกล่าวถึงมาก่อนในช่วงเริ่มต้นการพัฒนาโครงข่าย 5G[15] ว่ามีความต้องการที่หลากหลายมาก ตัวอย่างเช่น รถยนต์อัจฉริยะ บริการสุขภาพและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง การจัดการจราจรและที่จอดรถยนต์ และอาคารสาธารณะและโรงพยาบาล เป็นต้น

ที่มา: Qualcomm (2020), How does unlicensed spectrum with NR-U transform what 5G can do for you?

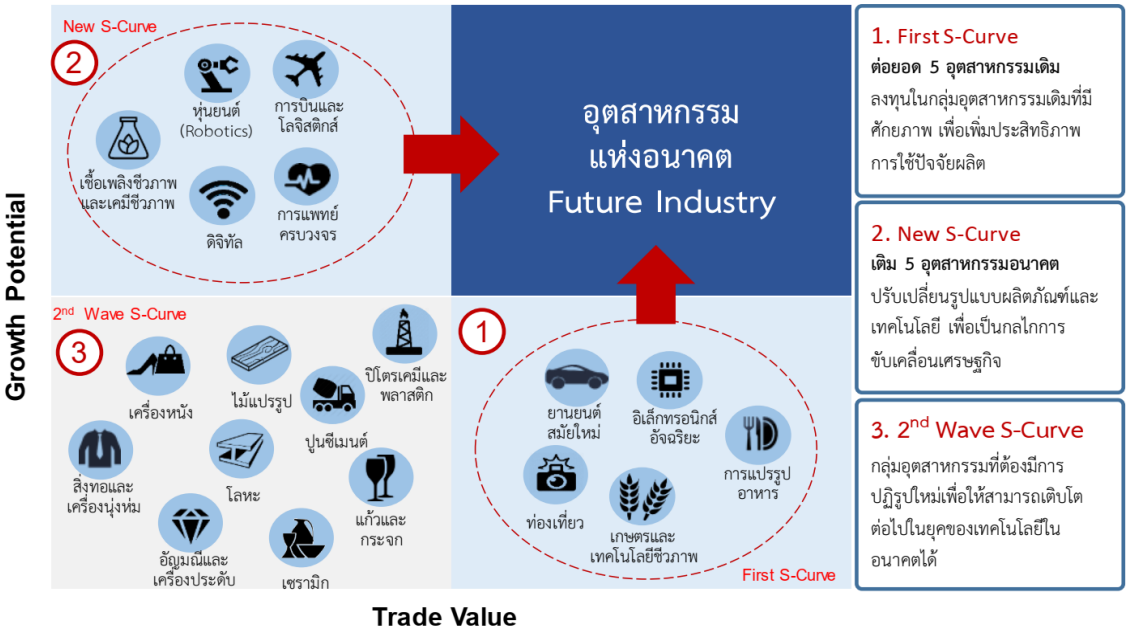
รูปที่ 5-5: ตัวอย่างการพัฒนาโครงข่าย 5G (Private 5G Network) รวมกับเทคโนโลยี IoT

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปใช้ได้กับกรณีของประเทศไทย โดยได้มีการวางแผนไว้แล้วจากภาครัฐโดยในที่นี้จะสรุปโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ภาพใหญ่ที่สุดระดับชาติคือ พิมพ์เขียว Thailand 4.0 ภาพกลางระดับอุตสาหกรรมคือยุทธ์ศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 และภาพเล็กระดับพื้นที่ยุทธศาสตร์คือโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor: EEC) ทั้ง 3 ประเด็นนี้เป็นประเด็นด้านเทคโนโลยีที่สำคัญซึ่งการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทยและแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT มีความเกี่ยวข้องโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

สำหรับพิมพ์เขียว Thailand 4.0 โดยเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2560 วาระที่ 2 พัฒนาคลัสเตอร์เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมแห่งอนาคตตามรายละเอียดในรูปที่ 5-6 มีการกำหนด 5 กลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมาย สำหรับกลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทยและแนวโน้มการเติบโต

[15] Qualcomm (2017), 5G Spectrum Access

ของเทคโนโลยี IoT คาดการณ์ว่าจะเป็นกลุ่มเครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ (Smart Devices and Robotics - Mechatronics) ซึ่งใน Roadmap การพัฒนาในปีที่ 1 ถึง 3 ปี ตัวอย่างเช่น การพัฒนาระบบ Automated Warehouse ซึ่งสามารถมีการใช้โครงข่าย 5G ส่วนบุคคลตามตัวอย่างที่กล่าวข้างต้น และกลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital and IoT – Embedded Technology) ที่มี Roadmap การพัฒนาในปีที่ 1 ถึง 3 ปีที่เริ่มจากการต่อยอดโซลูชันต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เน้นการสำรวจและนำเข้าข้อมูล พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เซนเซอร์ และการออกแบบ Platform เพื่อเชื่อมโยงข้อมูล ตัวอย่างต้นแบบคือเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (Smart City) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาระบบ Public Health Care อีกด้วย



ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม (2559), ยุทธ์ศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579)

รูปที่ 5-6: การปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมไทย

สำหรับยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ซึ่งเกี่ยวข้องกับพิมพ์เขียว Thailand 4.0 จากที่กล่าวข้างต้นถึง 5 กลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมายซึ่งได้อธิบายถึงกลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทยและแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT สามารถพิจารณาอุตสาหกรรมแห่งอนาคตจำนวน 10 อุตสาหกรรม โดยแบ่งออกเป็นการต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิม (The First S-Curves) ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism) การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture & Biotechnology) และอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคต (Food for the Future) การสร้าง 5 อุตสาหกรรมใหม่ (The New

S-Curves) ได้แก่ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์เพื่อการอุตสาหกรรม (Robotics) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation & Logistics) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels & Biochemicals) อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital) และอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)

สำหรับโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกเป็นโครงการที่ให้สิทธิประโยชน์แสดงดังรูปที่ 5-7 โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุตสาหกรรมแห่งอนาคตทั้ง 10 อุตสาหกรรมและรวมอีก 2 อุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการป้องกันประเทศ และอุตสาหกรรมการพัฒนาบุคลากรและการศึกษา นอกจากนี้พื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกยังได้มีการพัฒนาความพร้อมเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (Smart City) ไว้ด้วย เมืองอัจฉริยะ (Smart City) สำหรับโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก คือ เมืองที่ใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้ง IoT และนวัตกรรม เข้ามาบริหารจัดการเมืองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาเมือง มีเป้าหมายเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตประชาชนโดยยังมีแนวคิดความเป็นเมืองน่าอยู่ (Livable City) สำหรับการเดินทาง เน้นการใช้ระบบสาธารณะ และลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ มีการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างคุ้มค่าด้วยการออกแบบพัฒนากายภาพสิ่งแวดล้อมเมือง พื้นที่สาธารณะและพื้นที่สีเขียว เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่ยั่งยืนแห่งอนาคต[16]

สิทธิประโยชน์ตามมาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ปี 2563-2564

รายละเอียด	สิทธิประโยชน์	ประเภทกิจการ			
		หมวด 8	A1	A2	A3
1. สิทธิประโยชน์พื้นฐาน	ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	10 ปี	8 ปี	8 ปี	5 ปี
สิทธิประโยชน์เพิ่มเติม กรณีมีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์					
2. กรณีโครงการมีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์	ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	2 ปี	-	-	-
	ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล 50%	-	3 ปี	3 ปี	3 ปี
สิทธิประโยชน์เพิ่มเติม กรณีตั้งอยู่ในพื้นที่เฉพาะ					
3. กรณีโครงการมีที่ตั้งใน EECi EECa EECd และ EECmd	ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	1 ปี	-	-	-
	ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล 50%	-	2 ปี	2 ปี	2 ปี
หรือ					
3. กรณีโครงการมีที่ตั้งในนิคมหรือเขตอุตสาหกรรม	ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล	1 ปี	-	-	1 ปี
	ลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล 50%	-	-	-	-

A1: อุตสาหกรรมฐานความรู้ เน้นการออกแบบ ทำ R&D เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

A2: กิจการโครงสร้างพื้นฐานเพื่อพัฒนาประเทศ และกิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม แต่มีการลงทุนในประเทศน้อยหรือยังไม่มีการลงทุน

A3: กิจการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ โดยมีฐานการผลิตอยู่บ้างเล็กน้อย

หมวด 8:
การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม ได้แก่ กิจการพัฒนา Biotechnology Nanotechnology Advanced Material Technology และ Digital Technology

รูปที่ 5-7: สิทธิประโยชน์ตามมาตรการส่งเสริมการลงทุนในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ปี พ.ศ. 2563-2564

[16] https://www.eeco.or.th/th/eec-new-city

โดยสรุป คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาโครงข่าย 5G รวมไปถึงเทคโนโลยี IoT ทั้งการใช้งานสำหรับอุตสาหกรรมและการใช้งานสำหรับผู้บริโภคซึ่งมีความต้องการใช้งานในด้านอุปสงค์ และเปิดโอกาสสำหรับผู้ประกอบการในด้านอุปทานด้วย กรณีของประเทศไทยการพัฒนาโครงข่าย 5G รวมไปถึงเทคโนโลยี IoT มีความสำคัญมากซึ่งเกี่ยวกับกลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมายโดยคาดว่าจะมีการนำมาประยุกช์ใช้ในอุตสาหกรรมแห่งอนาคตจำนวน 10 อุตสาหกรรมทั้งกรณีของอุตสาหกรรมเดิม (The First S-Curves) อุตสาหกรรมใหม่ (The New S-Curves) นอกจากนี้ประเทศยังมีโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกที่มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ได้กล่าวด้วยโดยการเตรียมความพร้อมอย่างเช่นเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (Smart City) นั้นเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงข่าย 5G รวมไปถึงเทคโนโลยี IoT อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ด้วย

ทั้งนี้ สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป การวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบัน และการวิเคราะห์แนวโน้มผู้ใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถิติการออกใบอนุญาตวิทยุคมนาคมของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน และ/หรือผ่านการจดทะเบียน เพื่ออนุญาตให้มี ใช้ ทำ นำเข้า และค้าเครื่องวิทยุคมนาคม รวมถึงทั้งเพื่อตั้งสถานีวิทยุคมนาคม ซึ่งเป็นข้อมูลของสำนักงาน กสทช. ทางผู้ดำเนินโครงการมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวของสำนักงาน กสทช. ซึ่งหากมีการปรับปรุงการศึกษาในอนาคต ทางสำนักงานควรนำข้อมูลดังกล่าวมาร่วมพิจารณาด้วย

6 การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ในประเทศไทย

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) สำหรับประเทศไทย ผู้ดำเนินโครงการทำการวิเคราะห์จากปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการใช้งานย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป รวมถึงปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยพิจารณาผลกระทบต่อการใช้งานจากประเภท รูปแบบการใช้งาน หรือการปรับใช้หลักในแต่ละปัจจัยเพื่อระบุประเภทการใช้งานบนย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นทั่วไปที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยดังกล่าว ถัดมาจึงระบุย่านคลื่นที่เกี่ยวข้องกับประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ เพื่อนำไปใช้เป็นขอบเขตในการศึกษาในแผนงานถัดไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน Unlicensed Band ประกอบด้วย ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ระบุประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ ระบุย่านคลื่นความถี่ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ

ภาพรวมการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน Unlicensed Band

รูปที่ 6-1: ภาพรวมการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย

6.1 การพัฒนาโครงข่าย 5G

เทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 (Fifth Generation) เข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในแง่ของการทำธุรกิจและการใช้ชีวิตเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มีการผลักดันให้เกิดการพัฒนาธุรกิจและบริการรูปแบบใหม่ ทั้งนี้ โครงข่าย 5G มีความสามารถในการให้บริการใน 3 คุณสมบัติ[17] ดังต่อไปนี้

1. eMBB (Enhanced Mobile Braodband) การเชื่อมต่อไร้สายด้วยความเร็วสูง ทำให้เครือข่าย 5G สามารถรับและส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น โดยคิดเป็น 10 เท่า ของความเร็วการรับ-ส่งข้อมูลของ 4G ทั้งนี้ eMBB มีความสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมการใช้งาน

[17] Qaulcomm (2016), Whitepaper: “Making 5G NR a reality”

โทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์อัจฉริยะต่างๆที่ต้องการเชื่อมต่อและใช้งานด้วยความเร็วสูง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง เช่น โรงงาน โรงพยาบาล อาคาร สำนักงาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มปริมาณความจุของการใช้งานและทำให้การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย 5G มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. uRLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) การมีความหน่วงในการส่งข้อมูลต่ำ โดยเทคโนโลยี 5G มีความหน่วงในการส่งข้อมูลอยู่ที่ 0.001 วินาที ซึ่งน้อยกว่าเทคโนโลยี 4G ถึง 10 เท่า ทำให้การรับส่งข้อมูลไม่ขาดช่วง มีความแม่นยำ และมีเสถียรภาพสูง รองรับการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real Time) ซึ่งความต้องการใช้การรับ-ส่งข้อมูลที่มีความหน่วงต่ำทำให้เกิดเทคโนโลยีและบริการรูปแบบใหม่ เช่น การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) รถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous Car) และระบบควบคุมแขนกลระยะไกล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโรงงานอัจฉริยะ (Smart Industry)
3. mMTC (Mobile Machine-Type Communication) การรองรับการเชื่อมต่อปริมาณมหาศาล โดยสามารถรองรับการเชื่อมต่อได้ 1 ล้านการเชื่อมต่อ ต่อ 1 ตารางกิโลเมตร โดยการใช้งานโครงข่าย 5G นอกจากใช้งานรับ-ส่งข้อมูลทั่วไประหว่างบุคคลยังสามาถใช้งานในลักษณะการเชื่อมต่อของ M2M หรือ การสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (Machine-to-Machine) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลในการตรวจสอบการทำงาน หรือสถานะของเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ทำงานแบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังใช้พลังงานในการรับส่งข้อมูลที่ต่ำเนื่องจากมีการออกแบบให้ส่งข้อมูลในปริมาณน้อยต่อการส่งข้อมูล 1 ครั้ง ด้วยเหตุนี้ mMTC จึงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของเทคโนโลยี IoT เพื่อรองรับการเชื่อมต่อที่หลายหลาย เช่น เซนเซอร์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

โครงข่าย 5G ประกอบไปด้วยการใช้คลื่นความถี่ 3 ย่านที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน คือ 1) คลื่นความถี่ย่านต่ำ (Low Band) ในช่วงต่ำกว่า 1 GHz 2) คลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid Band) ในช่วงระหว่าง 1 – 6 GHz และ 3) คลื่นความถี่ย่านสูง (High Band) หรือ Milimeter Wave (mmWave) ในช่วงสูงกว่า 24 GHz[18] โดยการใช้งานในย่านความถี่ต่ำเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความครอบคลุมในพื้นที่บริเวณกว้างและการเชื่อมต่อในปริมาณมาก (Coverage) เช่น การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT โทรศัพท์เคลื่อนที่ และอุปกรณ์อัจฉริยะ รวมไปถึงเซนเซอร์ต่างๆ และการใช้งานในย่านความถี่กลางเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความครอบคลุมและการรับ-ส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง (Coverage and Speed) เช่น การใช้งานคุณสมบัติ eMBB และการใช้งานในภารกิจสำคัญที่ต้องการความมีเสถียรภาพและความต่อเนื่องของโครงข่าย (Mission Critical) สำหรับการใช้งานในย่านความถี่สูง เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการเชื่อมต่อความเร็วสูงที่สามารถรับ-ส่งข้อมูลด้วยความรวดเร็ว เช่น การใช้งานในพื้นที่ที่มีความแออัดสูง

การพัฒนาโครงข่าย 5G สามารถแบ่งการใช้งานบนย่านความถี่ได้ 3 ประเภท คือ ย่านคลื่นความถี่ที่ต้องขอใบอนุญาตในการใช้งาน (5G NR) ย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานร่วมกัน (Shared Spectrum) และย่านคลื่น

[18] Qualcomm (2016), 5G: “How does unlicensed spectrum with NR-U transform what can 5G do for you?”

ความถี่ที่ไม่ต้องขอใบอนุญาตในการใช้งาน (5G NR-U) โดยการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจะวิเคราะห์ในส่วนของการพัฒนาโครงข่าย 5G บนย่านคลื่นความถี่ประเภทที่ไม่ต้องขอใบอนุญาตในการใช้งาน (Unlicensed Band) ซึ่งหากพิจารณามาตรฐานการพัฒนาโครงข่าย 5G ของ 3GPP คือ 3GPP Release-16 และ 3GPP Release-17 พบว่ามีคลื่นความถี่ Unlicensed Band 4 ย่านที่สามารถนำมาใช้งานในลักษณะดังกล่าว ได้แก่ 1) คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz 2) คลื่นความถี่ย่าน 5 GHz 3) คลื่นความถี่ย่าน 6 GHz และ 4) คลื่นความถี่ย่าน 60 GHz[19] โดยมี 4 ประเภทการใช้งานที่สามารถใช้บนคลื่นความถี่ข้างต้น ได้แก่

1. ประเภทการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตรูปแบบ Wi-Fi คือ Wi-Fi 6E หรือ Wi-Fi ในยุคที่ 6 ซึ่งมีการพูดถึงการใช้งานอยู่ในมาตรฐาน 3GPP Release-16 และมาตรฐาน IEEE 802.11.ax ของสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์นานาชาติ (IEEE) ในลักษณะของการใช้โครงข่าย 5G ในการเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วของการใช้งาน Wi-Fi ให้มากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการใช้งาน Wi-Fi ที่สูงขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยรองรับการใช้งานบนย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz 5 GHz และ 6 GHz[20]
2. ประเภทการใช้งานโครงข่ายส่วนบุคคล (Private Network) คือการใช้งานโครงข่าย 5G ในลักษณะของการทำโครงข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network: LAN) ที่มีความเฉพาะสำหรับผู้ใช้งานนั้นๆ โดยใช้ในระดับอุตสาหกรรมและธุรกิจเป็นหลัก ซึ่งผู้ใช้งานโครงข่ายส่วนบุคคลสามารถจัดการและควบคุมโครงข่ายได้อย่างอิสระแยกจากการใช้งานกับผู้อื่น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โครงข่ายส่วนบุคคลมีความปลอดภัยสูง สามารถรับประกันคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) มีความหน่วงต่ำ (uRLLC) สามารถตอบสนองได้รวดเร็ว ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในพื้นที่อุตสาหกรรม เช่น ในโรงงานอัจฉริยะ เหมืองอัจฉริยะ และคลังสินค้าอัจฉริยะ[21]
3. ประเภทการใช้งานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ในระดับอุตสาหกรรม (Industrial IoT) คือการนำเครื่องจักร ระบบการวิเคราะห์ และบุคคลมาทำงานร่วมกันผ่านโครงข่ายของอุปกณ์ที่เชื่อมต่อกันด้วยเทคโนโลยี IoT ส่งผลให้เกิดการจัดเก็บและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังทำให้การทำงานมีความเป็นอัตโนมัติถูกต้อง แม่นยำมากยิ่งขึ้น รวมถึงมีความผิดพลาดน้อย โดยการใช้งานเทคโนโลยี IoT สามารถใช้งานได้บนย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz 5 GHz 6 GHz และ 60 GHz[22]
4. ประเภทการใช้งานระบุตำแหน่ง (Positioning) การระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการใช้งานประเภทภายในอาคาร (Indoor) มีความแม่นยำสูงโดย

[19] https://www.3gpp.org/release-16 และ https://www.3gpp.org/release-17

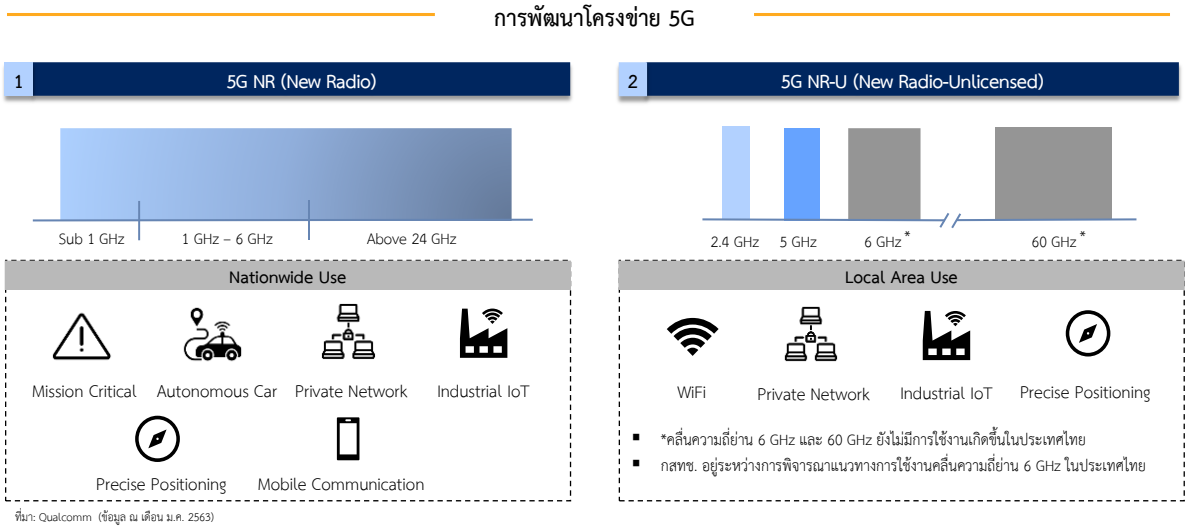
[20] วรภัทร ภัทรธรรม, (2564) แนวทางการใช้คลื่นความถี่ย่าน 6 GHz :“Opportunities for Wi-Fi in the 6 GHz License-Exempt band by 6USC”

[21] Qaulcomm (2016), 5G: “How does unlicensed spectrum with NR-U transform what can 5G do for you?”

[22] https://www.3gpp.org/release-16

สามารถระบุตำแหน่งได้ในระดับเซนติเมตร และใช้พลังงานต่ำ สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IoT บนย่านคลื่นความถี่ 60 GHz[23]

การพัฒนาโครงข่าย 5G สำหรับความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาต (5G NR-U) ประกอบไปด้วยย่านคลื่น 2.4 GHz 5 GHz 6 GHz และ 60 GHz ซึ่งเหมาะกับการใช้งานแบบ Local ในลักษณะการเป็น Hotspot WiFi และ Private Network



รูปที่ 6-2: การพัฒนาโครงข่าย 5G

สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz เป็นคลื่นความถี่ที่อุตสาหกรรมให้ความสนใจต่อการพิจารณาแนวทางการใช้งานของคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ กสทช. ซึ่งอยู่ระหว่างการพิจารณาใน 3 ทางเลือกประเภทการใช้งาน ได้แก่ 1) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Licensed Band สำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G NR 2) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G NR-U และ 3) การกำหนดให้เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับการใช้งาน Wi-Fi 6E อีกทั้งผู้ดำเนินโครงการพบว่ายังไม่มีแนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ 6 GHz ที่สะท้อนในเชิงจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์โทรคมนาคมในปัจจุบันจากฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. และคลื่นความถี่ย่าน 60 GHz ยังไม่มีการนำมาใช้งานสำหรับการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศ ดังนั้น ผู้ดำเนินโครงการจึงไม่นำคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz และย่าน 60 GHz มาพิจารณาถึงผลกระทบต่อคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย

เพื่อให้ประเทศไทยมีการพัฒนาโครงข่ายโทรคมนาคมเป็นไปตามมาตรฐานสากล รัฐบาลจึงได้จัดทำแผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 1 ซึ่งมีวิสัยทัศน์คือ ประเทศไทยสามารถประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี 5G ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อสร้างประโยชน์สูงสุดต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน โดยมีเป้าหมายในการพัฒนา 2 ระยะ ได้แก่ ระยะ 2 ปี (พ.ศ. 2564-2565) และระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2566-2570) ซึ่งสอดคล้องกับภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทยในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ภายใต้นโนบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

[23] https://www.3gpp.org/release-17

เพื่อส่งเสริมการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย โดยเน้นพัฒนาใน 9 อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ ได้แก่ 1) อุตสาหกรรมการผลิต 2) อุตสาหกรรมการพาณิชย์ 3) อุตสาหกรรมการเงิน 4) อุตสาหกรรมการเกษตร 5) อุตสาหกรรมโลจิสติกส์และการขนส่ง 6) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว 7) อุตสาหกรรมการแพทย์ 8) อุตสาหกรรมการศึกษา 9) เมืองน่าอยู่อัจฉริยะ โดยมีตัวอย่างโครงการที่ได้เริ่มดำเนินการดังนี้

1. อุตสาหกรรมโลจิสติกส์และการขนส่ง: โครงการสถานีอัจฉริยะ สถานีกลางบางซื่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสถานี สร้างความปลอดภัย ส่งเสริมการท่องเที่ยว และอำนวยความสะดวกในการเดินทางให้กับประชาชน และนักท่องเที่ยว โดยมีตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยี 5G ภายในสถานี เช่น การใช้งานหุ่นยนต์และเทคโนโลยี IoT ในการให้บริการข้อมูล (Smart Information) การใช้บริการแจ้งเหตุฉุกเฉิน บริการสำรวจความปลอดภัย พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิของผู้โดยสารในขณะที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังมีบริการรถเข็นอัตโนมัติสำหรับผู้สูงอายุ และผู้พิการ
2. เมืองน่าอยู่อัจฉริยะ: โครงการบ้านฉาง 5G สมาร์ทซิตี้ โครงการที่เน้นยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรให้ดีขึ้น ทั้งในด้านความปลอดภัย สาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม โดยมีการนำเสาอัจฉริยะ 5G มาติดตั้ง ซึ่งรับ-ส่งข้อมูลบนโครงข่าย 5G และทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT โดยสามารถใช้งานได้มากกว่า 10 บริการ เช่น ระบบไฟฟ้าอัจฉริยะ กล้องวงจรปิดอัจฉริยะรับส่งภาพแบบเรียลไทม์ เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ และกล้องวงจรปิดมุมต่ำสำหรับการโทรแบบวีดิโอ (Video Call) เพื่อแจ้งเหตุฉุกเฉินแบบเรียลไทม์
3. อุตสาหกรรมการแพทย์: โครงการต้นแบบโรงพยาบาลอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีเครือข่าย 5G และระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) โครงการนำร่องโรงพยาบาลอัจฉริยะของโรงพยาบาลศิริราชเพื่อพัฒนาบริการสาธารณสุขในรูปแบบใหม่ ตั้งแต่การป้องกันโรค การรักษา การพยากรณ์ความเสี่ยง การบริการแพทย์ฉุกเฉิน และการบริหารจัดการทรัพยากรภายในโรงพยาบาล โดยมีตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงข่าย 5G คือ ระบบการแพทย์ฉุกเฉินอัจฉริยะซึ่งติดตามตำแหน่งผู้ป่วยและรถพยาบาล และมีการรับ-ส่งข้อมูลสัญญาณชีพผู้ป่วย ระบบการวินิจฉัยพยาธิวิทยาด้วยปัญญาประดิษฐ์ และระบบขนส่งกลางด้วยรถไร้คนขับ

นอกจากนี้ ยังมีโครงการที่อยู่ระหว่างการขยายผลนำร่องคือ 1) อุตสาหรรมการศึกษา: โครงการ Smart Campus 2) อุตสาหกรรมการเกษตร: โครงการพัฒนาระบบส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผมนางและปลากะพงขาวในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และโครงการบริหารจัดการน้ำอัจฉริยะ 3) อุตสาหกรรมการผลิต: โครงการโรงงานอัจฉริยะ[24]

สำหรับภาคเอกชนมีการดำเนินการพัฒนาโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยี 5G เช่นเดียวกัน[25] [26] โดยเป็นการพัฒนาโครงการภายใต้ 9 อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ ซึ่งมีตัวอย่างโครงการดังนี้

[24] แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G ของประเทศไทย (2564), https://www.thaigov.go.th/

[25] https://true5gworldtechx.com/

[26] https://business.ais.co.th/5g/en/

1. การจัดทำระบบให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโรงงานในโครงการระเบียงเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ผ่านเทคโนโลยี 5G AR (Augmented Reality) โดยเป็นการร่วมมือกันระหว่าง บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส และ NTT Docomo ซึ่งเป็นผู้ให้บริการโทรคมนาคมในประเทศญี่ปุ่น
2. การควมคุมเครนยกขนตู้สินค้าจากระยะไกลในท่าเทียบเรือฮัทชิสัน พอร์ท ประเทศไทย โดย บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ซึ่งอยู่ในโครงการระเบียงเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) โดยใช้เทคโนโลยีโครงข่ายส่วนบุคคล 5G (Private 5G Network) ทำงานร่วมกับ IoT Smart CCTV
3. โครงการ Smart Retail โดย บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส พัฒนาระบบ Self-Service ซึ่งใช้งานจริงที่ AIS Digit ALL Shop สาขาภูเก็ต โดยระบบทำงานผ่านโครงข่าย 5G ร่วมกับระบบ IoT ซึ่งทำหน้าที่บริหารจัดการสต๊อกและจ่ายสินค้ารวมถึงเช็คสถานะสินค้าคงคลัง
4. โครงการ Smart University โดยเป็นความร่วมมือระหว่างกลุ่มทรู คอร์ปอเรชั่น ร่วมกับมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ในการนำอุปกรณ์ IoT มาเพื่อควบคุมระบบน้ำและระบบไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย นอกจากนั้นยังมีการนำเทคโนโลยี 5G VR (Virtual Reality) มาเป็นตัวช่วยในการเรียนด้านวิศวกรรมเพื่อความสมจริงในการปฏิบัติงานต่างๆ
5. โครงการ True 5G AR Smart Shelf : AR แสดงสินค้าอัจฉริยะ โดยกลุ่มทรู คอร์ปอเรชั่น ในการนำเทคโนโลยี AR เข้ามาช่วยร้านค้าโดยการแสดงสินค้าในรูปแบบชั้นสินค้าเสมือนจริง (Virtual Shelves) แทนการวางสินค้าแบบเดิม และยังสามารถสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านระบบได้ เป็นการประหยัดต้นทุนการตั้งหน้าร้าน รวมไปถึงช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดในด้านพื้นที่

จากโครงการนำร่องของภาครัฐและภาคเอกชนต่างๆที่ดำเนินการเพื่อสนับสนุนการพัฒนาโครงข่าย 5G มีเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในการใช้งาน และเป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานเป็นหลักในโครงข่าย 5G คือ เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) VR (Virtual Reality) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยี IoT

การพัฒนาโครงข่าย 5G ในไทย เน้นการพัฒนาการใช้งาน AI AR/VR และระบบ IoT ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ 9 อุตสาหกรรม คือ การผลิต การพาณิชย์ การเงิน เกษตร โลจิสติกส์ ท่องเที่ยว การแพทย์ การศึกษา เมืองน่าอยู่อัจฉริยะ

รูปที่ 6-3: ตัวอย่างโครงการการพัฒนาโครงข่าย 5G ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ

6.2 แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT

ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ในยุคของ ประเทศไทย 3.0 ซึ่งเน้นไปทางการทำอุตสาหกรรมหนักและการส่งออก เช่น การส่งออกเหล็ก รถยนต์ ปูนซีเมนต์ การกลั่นน้ำมัน และการแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทำให้รายได้ของประเทศไทยอยู่ในระดับปานกลาง และไม่สามารถทำให้ประชาชนก้าวข้ามไปสู่การเป็นประเทศที่มีรายได้สูง ทำให้เกิดความไม่สมดุลในการพัฒนา และมีความเหลื่อมล้ำสูง รัฐบาลจึงมีการเร่งพัฒนาปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจ ซึ่งนำไปสู่นโยบายประเทศไทย 4.0 เพื่อจัดระบบ ปรับทิศทาง และพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าได้อย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยมีแนวคิดในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Based Economy) และเน้นการผลิตที่เป็นสินค้าเชิงนวัตกรรมมากยิ่งขึ้น โดยนโยบายประเทศไทย 4.0 มุ่งเน้นวิจัยและพัฒนา ปรับเปลี่ยน และสร้างสรรค์การต่อยอดใน 5 กลุ่มเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเป้าหมาย[27] ดังนี้

1. กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ (Food, Agricultural & Bio-Tech) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาไปยังอุตสาหกรรมเมล็ดพันธุ์ เพื่อการพัฒนาเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร เช่น เครื่องปลูกข้าว เครื่องควบคุมการให้น้ำ และเทคโนโลยีการเกษตร เช่น Smart Farming หรือระบบการเกษตรอัจฉริยะ ที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ การใช้ระบบเพาะปลูกอัตโนมัติ รวมไปถึงการใช้โดรนในการเกษตร นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีอาหาร เช่น เครื่องมือแปรรูปสำหรับอาหาร (Smart Pagking)
2. กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (Health Wellness & Bio-Med) โดยมีตัวอย่างการพัฒนา เช่น เทคโนโลยีทางการแพทย์ (Meditech) การแพทย์ทางไกล

[27] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, (2559),"การเชื่อมโยงระหว่าง Industry 4.0 ของเยอรมนี และ Thailand 4.0 ของไทย"

(Telemedicine) โรงพยาบาลออนไลน์ หุ่นยนต์ทางการแพทย์ รวมไปถึงการผลิตวัคซีนและการวิจัยในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

3. กลุ่มเครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ (Smart Devices and Robotics - Mechatronics) ซึ่งมีตัวอย่างการพัฒนา คือ เทคโนโลยีหุ่นยนต์ (Robotech) เพื่อช่วยในการทำงานเฉพาะ เช่น งานดูแลผู้ป่วย งานรับ-ส่งสิ่งของ งานทำความสะอาด และเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ เช่น ระบบอัตโนมัติในแขนกล และหุ่นยนต์ที่ใช้ในโรงงานในการทำโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ซึ่งจะทำให้เกิดความรวดเร็ว แม่นยำ และถูกต้อง ในกระบวนการการผลิต
4. กลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังหัว (Digital and IoT – Embedded Technology) โดยมีตัวอย่างการพัฒนาการใช้งาน คือ อุปกรณ์เชื่อมต่อออนไลน์โดยไม่ต้องใช้คนซึ่งทำผ่านโครงข่าย IoT การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) การใช้งานในด้านเทคโนโลยีการเงิน เช่น การชำระเงินแบบไร้การสัมผัส (Contactless) การใช้งานในเทคโนโลยีการศึกษา นอกจากนี้ยังมีต้นแบบการพัฒนาคือ เมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (Smart City)
5. กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรม และบริการที่มีมูลค่าสูง (Creative, Culture & High Value Services) โดยมีตัวอย่างการใช้งาน เช่น เทคโนโลยีการออกแบบ (Designtech) ธุรกิจไลฟ์สไตล์ (Lifestyle Business) เทคโนโลยีการท่องเที่ยว (Traveltech) และการเพิ่มประสิทธิภาพการบริการ (Service Enhancing)

สำหรับแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 เน้นการพัฒนานวัตกรรมที่สามารถแข่งขันได้ในระดับโลก ใน 10 อุตสาหกรรม โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ การต่อยอดกลุ่มอุตสาหกรรมเดิม (First S-Curve) 5 อุตสาหกรรม เนื่องจากประเทศไทยมีความรู้ความเข้าใจและมีพื้นฐานที่ในอุตสาหกรรมเหล่านี้ จึงเป็นข้อได้เปรียบหากพัฒนาต่อยอดเพื่อยกระดับไปสู่การแข่งขันระดับโลก ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics) อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism) การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture & Biotechnology) และอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคต (Food for the Future) และการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ (New S-Curve) 5 อุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมหุ่นยนต์เพื่อการอุตสาหกรรม (Robotics) อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation & Logistics) อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels & Biochemicals) อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital) และอุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)[28]

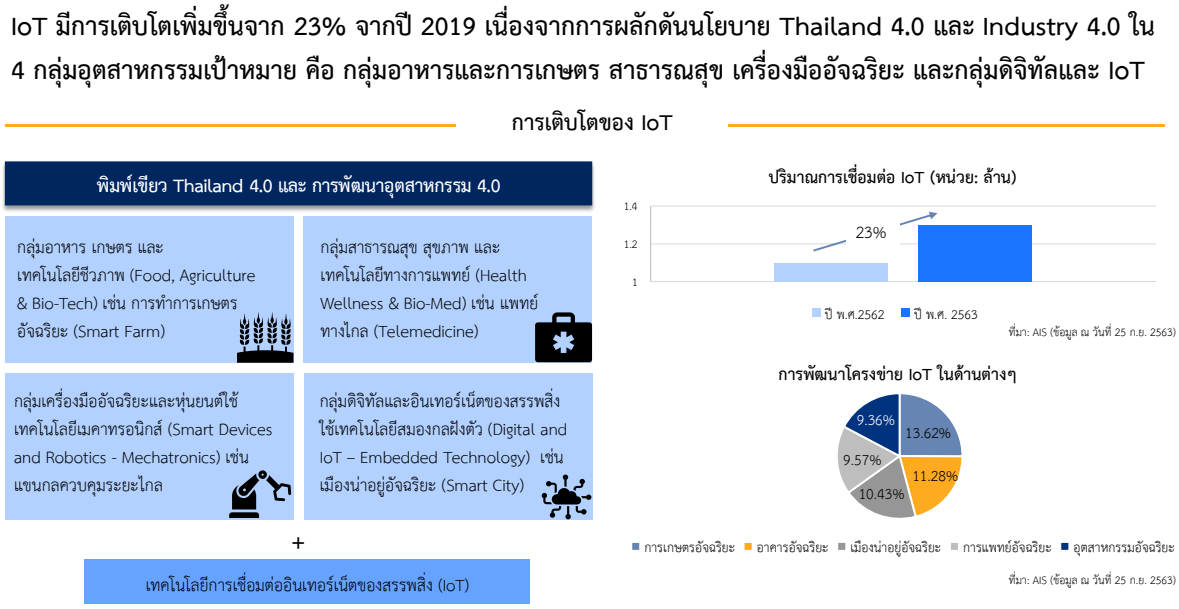
ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงหลักของแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังนี้

[28] สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, (2559), การยกระดับอุตสาหกรรมไทย

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับเครื่องจักร เทคโนโลยีการผลิต ระบบอัตโนมัติ และการควบคุม
2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านซอฟต์แวร์ (Software) คือการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้งานเชื่อมต่อ เช่น การเปลี่ยนไปเชื่อมต่อด้วยโครงข่าย IoT การวิเคราะห์ข้อมูลมหาศาลด้วยระบบ AI

โดยเทคโนโลยีที่สำคัญและมีบทบาทในการช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมทั้ง 10 อุตสากรรมมี 9 ด้านดังนี้ 1) หุ่นยนต์อัตโนมัติ 2) การสร้างแบบจำลอง (Simulation) 3) การบูรณาการระบบต่างๆ (System Integration) 4) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) 5) การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Cybersecurity) 6) การประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลผ่านระบบคลาวด์ (Cloud Computing) 7) การพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing) 8) การใช้เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) 9) การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analysis)[29]

จากแม่พิมพ์ประเทศไทย 4.0 และแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ที่เน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมต่างๆ ให้เป็นระบบอัตโนมัติ ระบบอัจฉริยะ และสามารถทำงานได้อย่างชาญฉลาด ใช้แรงงานในการทำน้อยแต่สามารถให้ผลลัพธ์ที่มาก จะพบว่า เทคโนโลยี IoT มีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาอุตสากรรมข้างต้น โดยมีแนวโน้มการใช้งานมากขึ้นใน 4 กลุ่มเป้าหมายในพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 คือ กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มเครื่องมืออัจฉริยะ และหุ่นยนต์ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ และกลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว



รูปที่ 6-4: แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT

นอกจากนี้ ปริมาณการใช้งานและเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT มีมากขึ้น โดยมีการใช้งานและเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT ในปี พ.ศ. 2562 ทั้งหมด 1.1 ล้านการเชื่อมต่อ โดยการใช้งาน 5 อันดับแรก ได้แก่ การใช้งานในการติดตามรถยนต์ ร้อยละ 30.53 การใช้งานในเครื่องรูดบัตร (Mobile EDC) ร้อยละ 30.31 การใช้งานใน

[29] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, (2559), “การเชื่อมโยงระหว่าง Industry 4.0 ของเยอรมนี และ Thailand 4.0 ของไทย”

เครื่องให้บริการอัตโนมัติ (Kiosk) ร้อยละ 23.60 การใช้งานในระบบการสื่อสารระหว่างรถยนต์และศูนย์บริการสารสนเทศ (Telemetics) ร้อยละ 5.16 และการใช้งานมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meter) ร้อยละ 4.22[30] และในปี พ.ศ. 2563 มีปริมาณการใช้งานและเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT เพิ่มขึ้นร้อยละ 23 เป็น 1.338 ล้านการเชื่อมต่อ ซึ่งมีการใช้งานใน 5 อันดับแรก ได้แก่ การใช้งานในการติดตามรถยนต์ ร้อยละ 37.48 การใช้งานในเครื่องรูดบัตร (Mobile EDC) ร้อยละ 26.17 การใช้งานในเครื่องให้บริการอัตโนมัติ (Kiosk) ร้อยละ 18 การใช้งานในระบบการสื่อสารระหว่างรถยนต์และศูนย์บริการสารสนเทศ (Telemetics) ร้อยละ 4.99 และการใช้งานมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart Meter) ร้อยละ 3.75 ทั้งนี้ มีการใช้งาน 5 ประเภทที่ได้รับความสนใจและมีการพัฒนามากที่สุด คือ การเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agricultural) ร้อยละ 13.62 อาคารอัจฉริยะ (Smart Building) ร้อยละ 11.28 เมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (Smart City) ร้อยละ 10.43 การแพทย์อัจฉริยะ (Smart Health) ร้อยละ 9.57 และ อุตสาหกรรมอัจฉริยะ (Smart Industrial) ร้อยละ 9.36 [31] โดยประเภทการใช้งานดังกล่าวมีความสอดคล้องกับ 4 กลุ่มเป้าหมายที่การใช้งานเทคโนโลยี IoT มีความสำคัญในพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0

สำหรับประเภทการใช้งานหลักของเทคโนโลยี IoT ที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมเป้าหมายในพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 และแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ประกอบไปด้วย 2 ประเภท คือ การใช้งานเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้ และการใช้งานเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกล โดยเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้ คือ การใช้งานการเชื่อมต่อไร้สายในลักษณะของการใช้งานเฉพาะที่ (Local Use) มีระยะการเชื่อมต่อต่ำกว่า 1 กิโลเมตร ซึ่งระยะการเชื่อมต่อแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของอุปกรณ์[32] โดยมีตัวอย่างประเภทอุปกรณ์และลักษณะการใช้งานดังนี้

1. อุปกรณ์ IoT ระยะสั้น เช่น Zigbee ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารระยะสั้นแบบประหยัดพลังงาน เหมาะกับการเป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อให้กับอุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนมาก เช่น เซนเซอร์เปิด-ปิดประตูอัตโนมัติ หลอดไฟอัจฉริยะภายในบ้าน และการใช้งานประเภทบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) อื่นๆ รวมไปถึงการใช้งานประเภทอื่นๆ ในโรงงานที่ต้องการเชื่อมต่ออุปกรณ์เซนเซอร์จำนวนมาก มีระยะการใช้งานตั้งแต่ 75 – 100 เมตร โดยทำงานอยู่บนย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz[33]
2. อุปกรณ์ RFID สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทคือ RFID ประเภท Passive Tag และ RFID ประเภท Active Tag ซึ่ง Passive Tag มีระยะการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 3 - 5 เมตร และ Active Tag มีระยะการใช้งานสูงสุดที่ 100 เมตร โดยการใช้งานติดตามรถยนต์ ระบุพิกัดในอุตสาหกรรมต่างๆ และใช้สำหรับระบบการจ่ายเงินแบบไร้สัมผัส รวมไปถึงบัตรผ่านติดรถยนต์ เป็นการใช้งาน

[30] AIS (2019), Thai IoT International Conference, https://www.techtalkthai.com/iot-trends-by-ais-and-invitation-to-first-thai-iot-international-conference/

[31] AIS (2020), Intermach 2020: “The Future of Thailand’s IoT/M2M 2021 Market & Trend”, https://www.techtalkthai.com/thailand-iot-trends-2021-from-intermach-2020-with-ais/

[32] กสทช. (2562), “รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาความต้องการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย”

[33] https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/

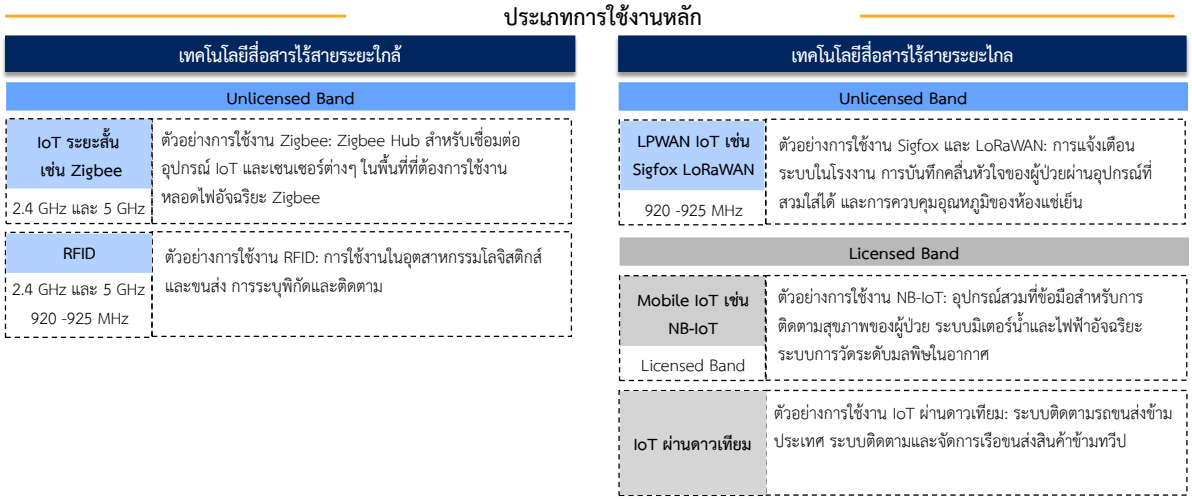
Active Tag ซึ่งทำงานร่วมกับโครงข่าย IoT มีการทำงานอยู่บนย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz และ 2.4 GHz[34]

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะไกล คือ การใช้งานการเชื่อมต่อไร้สายในลักษณะการใช้งานในบริเวณกว้าง (Wide Area Use) ตั้งแต่ 1 กิโลเมตรขึ้นไป ซึ่งระยะการเชื่อมต่อแตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของอุปกรณ์ โดยมีตัวอย่างประเภทอุปกรณ์ และลักษณะการใช้งานดังนี้

1. อุปกรณ์ IoT ใช้การสื่อสารไร้สายวงกว้างและใช้พลังงานต่ำ (Low Power Wide Area Network: LPWAN) เช่น Sigfox และ LoRaWAN โดยมีระยะการใช้งานสูงสุด 15 กิโลเมตรสำหรับ LoRaWAN และระยะการใช้งานสูงสุด 50 กิโลเมตรสำหรับ Sigfox[35] ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ดังนี้ การใช้งานในอุตสาหกรรมการเกษตรสำหรับติดตามสภาพดิน การใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตสำหรับการทำติดตามการทำงาน และการเข้าออกของพนักงาน การใช้งานในอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์สำหรับการทำคลังสินค้าอัจฉริยะ อุตสาหกรรมการแพทย์ และอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยมีการทำงานอยู่บนย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz
2. อุปกรณ์ IoT ใช้โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile IoT) เช่น NB-IoT เป็นอุปกรณ์ IoT ที่ทำงานบนย่านคลื่นความถี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น 4G โดยให้ระยะครอบคลุมที่มากกว่า 10 กิโลเมตรขึ้นไป เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้ในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางเยอะ เช่น การใช้งานระบบการวัดอัจฉริยะ (Smart Metering) และอุปกรณ์สวมใส่บนตัวผู้ป่วย
3. อุปกรณ์ IoT ผ่านดาวเทียม (Satellite IoT)[36] เป็นอุปกรณ์ IoT ที่รับและส่งข้อมูลผ่านสัญญาณดาวเทียม มีระยะการใช้งานทั่วโลก แต่มีความหน่วงในการส่งข้อมูลสูงกว่าอุปกรณ์ IoT ประเภทอื่น เหมาะกับการใช้งานที่ไม่สามารถเข้าไปติดตั้งโครงข่ายได้ เช่น การใช้งานระบบติดตามการทำงานของอุปกรณ์บนเรือ การใช้งานระบบติดตามรถยนต์หรือพาหนะอื่นๆในการขนส่งสินค้าข้ามทวีป

[34] ITU (2019), IoT System Overview: “CoE Training on Traffic engineering and advanced wireless network planning”
[35] เรื่องเดิม, 63
[36] ITU (2019), “Key elements for integration of satellite systems into Next Generation Access Technologies”

ประเภทการใช้งานหลักของ IoT ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานย่านคลื่นทั่วไป คือ เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายบนย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz 2.4 GHz และ 5 GHz ซึ่งประกอบไปด้วย Zigbee Sigfox LoRaWAN และ RFID



รูปที่ 6-5: ประเภทการใช้งานหลักของเทคโนโลยี IoT

6.3 การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 มีมาตั้งแต่ในช่วงปี พ.ศ. 2563 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบในหลายด้าน ทั้งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนในสังคม โดยมีการประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินจากสำนักนายกรัฐมนตรีถึงมาตรการป้องกันโรคเพื่อตนเองและแสดงความรับผิดชอบต่อสังคมด้วยการใช้หน้ากากอนามัย เจลล้างมือ และการเว้นระยะห่างทางสังคมจากผู้อื่น (Social Distancing) เพื่อควบคุมการระบาด ดังคำกล่าว “อยู่บ้าน หยุดเชื้อ เพื่อชาติ” ซึ่งมาตรการเหล่านี้ส่งผลให้ประชาชนทำกิจกรรมอยู่ที่บ้านมากขึ้น เช่น การทำงานจากที่บ้าน (Work From Home) การเรียนออนไลน์จากที่บ้าน ลดการรับประทานอาหารนอกบ้าน และลดการเดินทางไปท่องเที่ยวในสถานที่ต่างๆ

ทั้งนี้ จากมาตรการดังกล่าว มีภาคประชาชนและภาคธุรกิจบางส่วนที่ไม่สามารถทำงานจากที่บ้านได้ เนื่องจากเป็นงานที่ต้องใช้เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีความเฉพาะในการทำงาน รวมไปถึงงานที่มีการติดต่อและปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และเพื่อทำตามมาตรการข้างต้นจึงมีการลดจำนวนของพนักงานที่เข้ามาทำงาน ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนแรงงานสำหรับการทำงานบางประเภท เช่น การทำการเกษตร การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม งานบริการ และงานด้านสาธารณสุข ดังนั้นการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และการใช้ชีวิตประจำวันดำเนินไปอย่างติดขัดและไม่ราบรื่น ส่งผลให้ภาคธุรกิจในหลายอุตสาหกรรมรวมไปถึงประชาชนมีการเร่งปรับตัว และมองหาเครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่ช่วยให้การดำเนินงานและการใช้ชีวิตเป็นไปได้อย่างราบรื่น และต่อเนื่อง รวมถึงการสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างทันท่วงที ซึ่งการเร่งปรับตัวจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เป็นตัวเร่งให้ภาคธุรกิจมีการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) เร็วขึ้น และปรับเปลี่ยนการดำเนินธุรกิจจากแบบออฟไลน์

(Offline) เป็นแบบออนไลน์มากขึ้น (Online)[37] รวมไปถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น โดยมีการนำเทคโนโลยี และอุปกรณ์ รวมถึงประเภทการใช้งาน ที่นำมาช่วยในการรับมือสถานการณ์แพร่ระบาดโควิด ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการดำเนินชีวิตวิถีใหม่ได้[38] (New Normal) ดังต่อไปนี้

1) เทคโนโลยี 5G สำหรับการสนับสนุนการทำงานของเทคโนโลยีอื่นๆ ด้วยคุณสมบัติของ 5G ในการรับ-ส่งข้อมูลความเร็วสูง รองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตในปริมาณมาก และให้เสถียรภาพในการเชื่อมต่อสูง พร้อมตอบสนองอย่างทันท่วงที ทำให้การจัดการข้อมูลและการทำงานเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง
2) การใช้งานหุ่นยนต์ สำหรับการใช้งาน ในการส่งของ อาหาร หรือ ยา เพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสเชื้อโรค และช่วยสนับสนุนการทำงานของกลุ่มแพทย์และผู้ทำงานบริการ เช่น หุ่นยนต์ทางการแพทย์ ทำหน้าที่รับ-ส่งยาและอาหารให้กับผู้ป่วยในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และโรงพยาบาบาลอื่นๆ รวมไปถึงหุ่นยนต์เสิร์ฟอาหาร
3) การชำระเงินแบบดิจิทัล เป็นทางเลือกหลักของการชำระเงินในช่วงการแพร่ระบาดโควิด-19 สามารถทำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยจากการได้รับเชื้อที่ติดมาบนธนบัตร ซึ่งมีการใช้รูปแบบการชำระเงินแบบดิจิทัลในหลายบริการ เช่น การสั่งซื้อของออนไลน์ การสั่งซื้ออาหารแบบ Food Delivery โดยสามารถชำระเงินผ่านระบบ พร้อมเพย์ (PromptPay) QR Code ซึ่งรองรับการชำระเงินได้หลายประเภท และการชำระเงินแบบนำอุปกรณ์เข้าไปใกล้เครื่องอ่าน เช่น การแตะบัตรเครดิตหรือเดบิตเพื่อชำระเงิน
4) การทำงานและการศึกษาทางไกล เพื่อลดการพบปะผู้คนจำนวนมาก และหลีกเลี่ยงสถานที่ที่มีความแออัดสูง เช่น โรงเรียน ออฟฟิศ โดยเป็นการทำงานและเรียนในลักษณะออนไลน์ผ่านโปรแกรมสำหรับการประชุม หรือจัดการเรียนการสอน เช่น Microsoft Team Google Meet ซึ่งการใช้งานเหล่านี้ส่งผลให้มีปริมาณการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi มากยิ่งขึ้น[39] นอกจากนี้ ยังมีการนำเทคโนโลยีจำลองภาพเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) มาช่วยสนับสนุนและส่งเสริมประสิทธิภาพในการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ ตัวอย่างเช่น การใช้งานเทคโนโลยีจำลองภาพเสมือนจริงสำหรับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่ไม่สามารถออกภาคสนามได้
5) การแพทย์อัจฉริยะ สำหรับการช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ ลดการสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยเพื่อป้องกันการติดต่อของโรค และการรักษาอย่างทันท่วงทีสำหรับผู้ป่วยฉุกเฉิน เช่น การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) โดยแพทย์จะให้คำปรึกษากับผู้ป่วยผ่านการโทรแบบวิดีโอ (Video Call) หรือผ่านแอพพลิเคชั่นสำหรับการขอคำปรึกษา มีการคัดกรองและประเมินอาการโดยเบื้องต้น ทำให้ผู้ป่วยไม่ต้องเดินทางมาที่โรงพยาบาลด้วยตนเอง ประหยัดเวลา

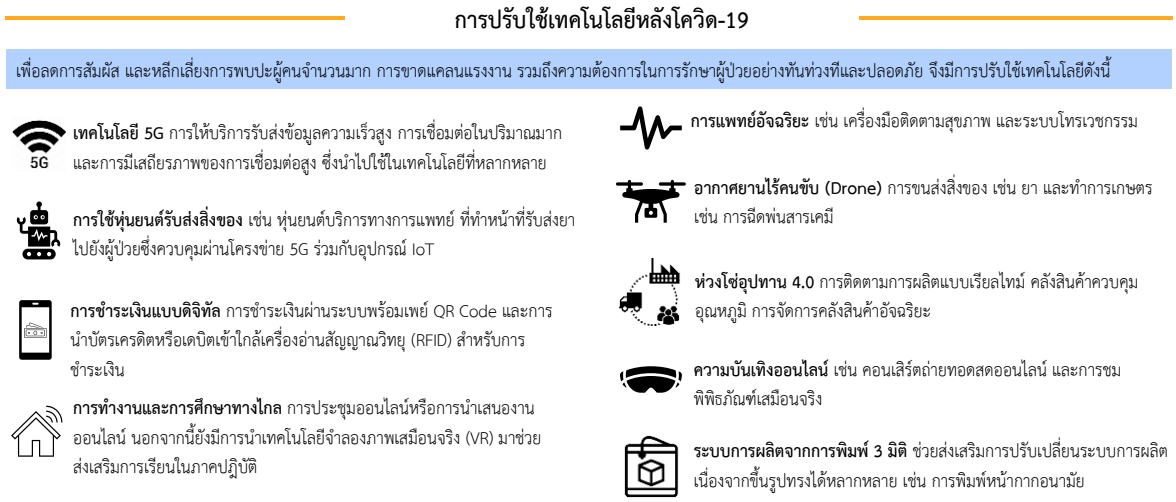
[37] McKinsey (2020), “How COVID-19 has pushed companies over the technology tipping point—and transformed business forever”
[38] IFC (2020), The Impact of COVID-19 on Disruptive Technology Adoption in Emerging Markets
[39] Dr. Raul L. Katz (2014), “ASSESSMENT OF CURRENT AND FUTURE ECONOMIC VALUE OF UNLICENSED SPECTRUM IN THE UNITED STATES”

และทรัพยากรทางการแพทย์ นอกจากนี้ ยังมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยวิเคราะห์ผลการเอ็กซเรย์ปอด เพื่อคัดกรองคนไข้ที่อาจติดเชื้อไวรัสโคโรน่า 2019

6) อากาศยานไร้คนขับ (Drone) ความต้องเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) การขาดแคลนแรงงานในการทำการทำงาน ทำให้มีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในทำงาน เช่น การรับ-ส่งสิ่งของในพื้นที่เสี่ยง การฉีดพ่นสารเคมี การรดน้ำ ในอุตสาหกรรมการเกษตร นอกจากนี้ การใช้งานอากาศยานไร้คนขับยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้
7) ห่วงโซ่อุปทาน 4.0 การบริหารจัดการโลจิสติกส์มีความเป็นอัตโนมัติและอัจฉริยะมากขึ้น เช่น การติดตามการผลิตแบบเรียลไทม์ การรายงานสถานะการผลิต คลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ เพื่อลดการพบปะของบุคคลากรในการทำงาน รวมไปถึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการทำงาน และตอบสนองต่อลักษณะของสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เช่น เจลล้างมือและหน้ากากอนามัยที่มีปริมาณความต้องการสูงขึ้น
8) ความบันเทิงออนไลน์ สำหรับการสนับสนุนกิจกรรมความบันเทิงที่ไม่สามารถทำได้ในสถานการณ์โรคระบาด เนื่องจากขัดกับมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม เช่น คอนเสิร์ตออนไลน์ การชมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง (VR) การดูหนังออนไลน์ รวมไปถึงการดูการถ่ายทอดสดออนไลน์ต่างๆ
9) ระบบการผลิตจากการพิมพ์ 3 มิติ (3D Printing) เป็นระบบการพิมพ์ที่ไม่จำเป็นต้องมีแม่พิมพ์ (Mold) ในการพิมพ์ สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการพิมพ์ได้ทันที ช่วยในการสนับสนุนการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อให้บริการระบบสาธารณสุขดำเนินไปได้อย่างไม่ติดขัด เช่น การผลิตหน้ากากอนามัย กระจังป้องกันใบหน้า (Face Shield) เครื่องช่วยหายใจภาคสนาม

จากการระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้มีความต้องการหลีกเลี่ยงการพบปะผู้คน ลดการสัมผัส และความต้องการการตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการรักษา ตามมาตรการรักษาระยะห่าง ซึ่งส่งผลให้เกิดการขาดแคลนบุคลากรและแรงงานในหลายอุตสาหกรรม ทั้งนี้ เทคโนโลยีต่างๆได้มีส่วนช่วยในการสนับสนุนการทำงานและลดช่องว่างการทำงานระหว่างการเกิดโรคระบาด ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และการใช้ชีวิตเป็นไปได้อย่างไม่ติดขัดและราบรื่น โดยเทคโนโลยีที่มีส่วนสำคัญอย่างเห็นได้ชัดคือ เทคโนโลยี 5G ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้าด้วยกัน เทคโนโลยี IoT เป็นแกนหลักในการพัฒนาระบบอัตโนมัติและระบบอัจฉริยะต่างๆ เทคโนโลยีภาพจำลองเสมือนจริง (VR) ช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ ในแง่ของการเพิ่มพูนความรู้และทักษะ และความบันเทิง

การลดการสัมผัส ความต้องการรักษาอย่างทันท่วงที การขาดแคลนแรงงาน ส่งผลให้การใช้ชีวิตวิถีใหม่หลังโควิด-19 ปรับใช้เทคโนโลยีให้เป็นระบบอัจฉริยะและอัตโนมัติขึ้น ซึ่งทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT 5G และ VR ใน 9 การใช้งาน

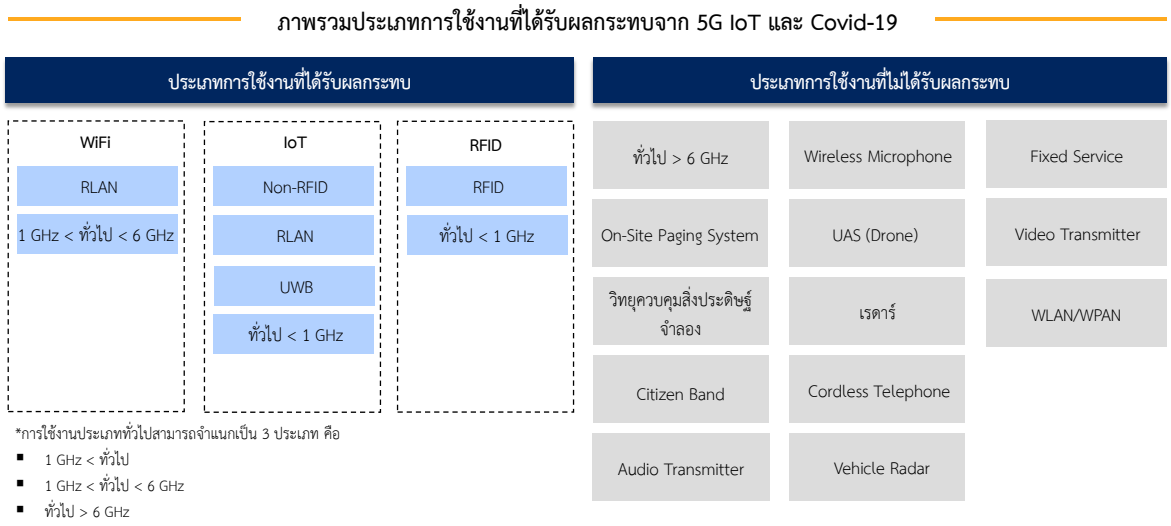


รูปที่ 6-6: การปรับใช้เทคโนโลยีหลังโควิด-19

6.4 ผลกระทบต่อย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป

สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band) ในประเทศไทย ผู้ดำเนินโครงการวิเคราะห์จากปัจจัยที่สามารถส่งผลกระทบต่อการใช้งานย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป 3 ปัจจัย คือ การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ใน 19 ประเภทการใช้งานที่มีการใช้งานอยู่บนย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปในปัจจุบัน ทั้งนี้ เพื่อระบุประเภทการใช้งานสำหรับการใช้งานทั่วไป (Non-Specific) ที่ไม่เจาะจงการใช้งานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ การใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz การใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานระหว่าง 1-6 GHz และการใช้งานทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่สูงกว่า 6 GHz โดยมี 6 ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้น ได้แก่ 1) ทั่วไป สำหรับการใช้งานในย่านคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่า 1 GHz 2) ทั่วไป สำหรับการใช้งานระหว่าง 1-6 GHz 3) RLAN 4) RFID 5) Non-RFID 6) UWB ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากรูปแบบการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมทั้งภาครับและภาคส่งสำหรับแต่ละประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ สามารถจัดกลุ่มการใช้งานได้ 3 ประเภทหลัก ดังนี้ 1) การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi 2) การใช้งานประเภท IoT และ 3) การใช้งานประเภท RFID

มี 6 ประเภทการใช้งานจาก 19 ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G การเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ซึ่งสามารถจัดกลุ่มเป็นประเภทการใช้งาน Wi-Fi IoT และ RFID



รูปที่ 6-7: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

สำหรับกลุ่มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ประกอบไปด้วยประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบคือ RLAN และการใช้งานแบบทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ระหว่าง 1-6 GHz เมื่อพิจารณาย่านคลื่นความถี่ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานดังกล่าว พบว่ามีย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ที่ได้รับผลกระทบ โดยได้รับผลกระทบจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ในทิศทางที่มีปริมาณการใช้งานเพิ่มมากขึ้น จากมาตรการรักษาระยะห่างทางสังคมเพื่อลดความเสี่ยงในการติดโรค ส่งผลให้มีการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันจากทางไกลมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การทำงานจากที่บ้าน (Work From Home) การเรียนออนไลน์ การรับชมความบันเทิงออนไลน์ ซึ่งการใช้งานดังกล่าวต้องการการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดการใช้งานในปริมาณมาก โดยประเภทการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ใช้เป็นหลักคือ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi เนื่องจากสามารถใช้งานได้แบบไม่จำกัดปริมาณ (Unlimited) ที่ความเร็วตามที่แพ็คเกจได้กำหนดไว้ และความเร็วไม่ลดลง รวมไปถึงสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ หากใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ (Mobile Internet) ที่มีปริมาณการใช้งานจำกัดเมื่อเทียบกับแพ็คเกจที่ราคาใกล้เคียงกันกับแพ็คเกจการเชื่อมต่อแบบ Wi-Fi ทำให้อาจมีการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากการใช้งานในปริมาณที่มากกว่าที่แพ็คเกจการใช้งานได้กำหนดไว้ และไม่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในปริมาณมากเท่ากับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi ได้ ทั้งนี้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบ Wi-Fi ยังช่วยลดปริมาณการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์ (Wi-Fi Off-Load) ซึ่งช่วยลดภาระให้กับผู้ประกอบการเจ้าของโครงข่าย

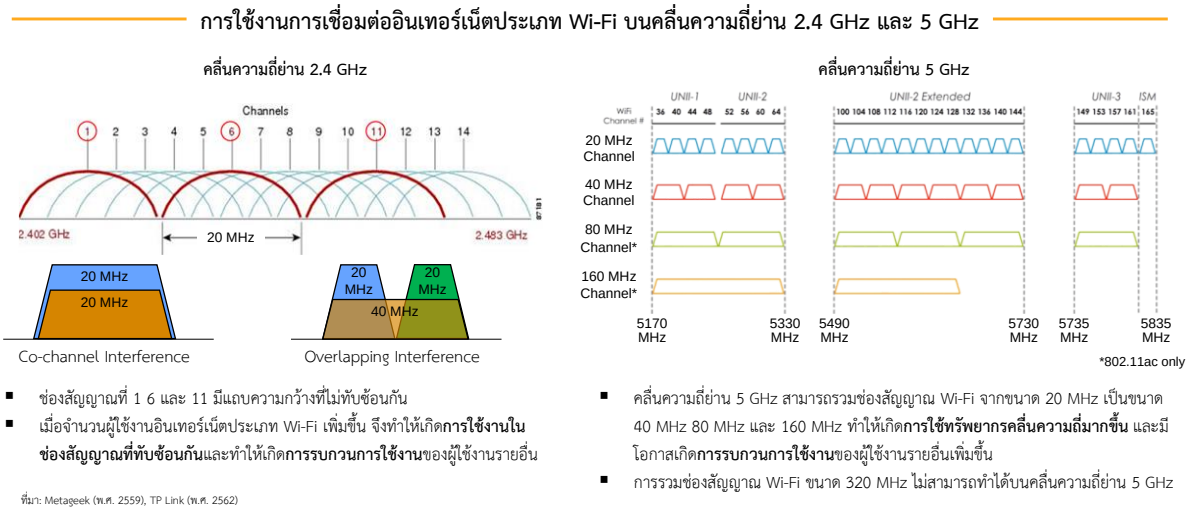
แนวโน้มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้นจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ปัจจัยการลดปริมาณการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์ (Wi-Fi Off-Load) รวมถึงปัจจัยทางด้านจำนวนผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ที่มี

แนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 9.93 ล้านรายในปี พ.ศ. 2562 เป็น 11.33 ล้านรายในปี พ.ศ. 2563[40] ส่งผลทำให้การใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับ RLAN เกิดการใช้งานในช่องสัญญาณที่ทับซ้อนกันและทำให้เกิดการรบกวนการใช้งานของผู้ใช้งานรายอื่น โดยเฉพาะคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz ที่มีช่องสัญญาณขนาด 20 MHz สูงสุดจำนวน 14 ช่อง โดยมีช่องสัญญาณที่ 1 6 และ 11 ที่มีแถบความกว้างที่ไม่ทับซ้อนกัน โดยแสดงในรูปที่ 6-8

ในขณะเดียวกัน พัฒนาการของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi และอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ทำให้สามารถรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi จากเดิมขนาด 20 MHz เป็นขนาด 40 MHz 80 MHz 160 MHz และ 320 MHz ได้ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ด้วยความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ขนาดความกว้างของช่องสัญญาณ Wi-Fi แปรผกผันกับจำนวนช่องสัญญาณที่สามารถใช้งานได้ กล่าวคือ คลื่นความถี่ย่าน 5 GHz ที่ขนาดความกว้างของช่องสัญญาณ 20 MHz มีจำนวนช่องสัญญาณ 24 ช่องที่ไม่ทับซ้อนกัน เมื่อรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi เป็นขนาดความกว้าง 80 MHz จะเหลือจำนวนช่องสัญญาณ 6 ช่องที่ไม่ทับซ้อนกัน การรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ Unlicensed Band มากขึ้น และมีโอกาสที่ผู้ใช้งานช่องสัญญาณ Wi-Fi ขนาด 80 MHz จะทำให้เกิดการรบกวนการใช้งานของผู้ใช้งานช่องสัญญาณ Wi-Fi ขนาด 20 MHz รายอื่นในพื้นที่ที่มีการใช้งานอุปกรณ์ Wi-Fi Router ในระยะใกล้เคียงกัน เช่น คอนโดมิเนียม หมู่บ้านจัดสรร ทาวน์เฮ้าส์ เป็นต้น นอกจากนี้ แบนด์วิดท์ของคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และย่าน 5 GHz ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอสำหรับรองรับการใช้งานช่องสัญญาณ Wi-Fi ขนาด 320 MHz ซึ่งเป็นคุณลักษณะหนึ่งของ Wi-Fi 6E จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดสรรคลื่นความถี่ Unlicensed Band เพิ่มเติมเพื่อรองรับการใช้งานลักษณะดังกล่าว ดังจะเห็นได้จากการที่สหรัฐอเมริกา ประเทศแคนาดา และประเทศเกาหลีใต้ที่จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz ขนาด1,200 MHz เป็นคลื่นความถี่ Unlicensed Band สำหรับการใช้งาน Wi-Fi 6E และสหราชอาณาจักรและสหภาพยุโรปจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz ขนาด 500 MHz สำหรับการใช้งาน Wi-Fi 6E โดยแสดงในรูปที่ 6-9 ดังนั้น แนวโน้มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องประกอบกับพัฒนาการของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi และอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบให้เกิดแนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่เพิ่มขึ้น

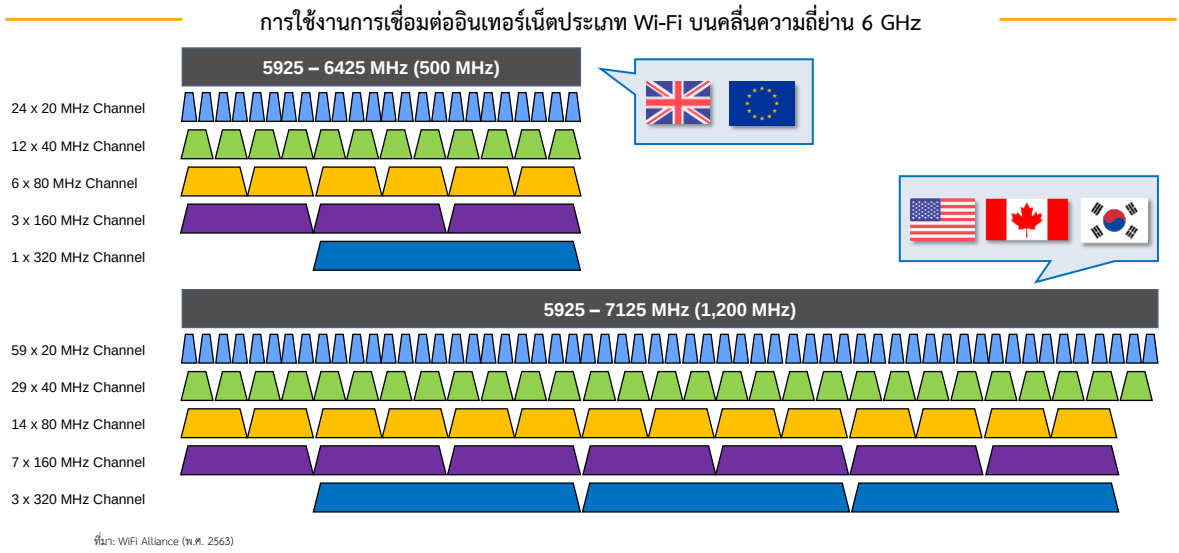
[40] ที่มา: ฐานข้อมูลอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Thai Telecom Industry Database) ของสำนักงาน กสทช. (ข้อมูล ณ สิ้นปี พ.ศ. 2563) โดยคำนวณจากจำนวนผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ผ่านสายเคเบิล สายทองแดง (xDSL) และสายใยแก้วนำแสง (FTTx)

จำนวนผู้ใช้งาน Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi เพื่อเพิ่มความเร็ว ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่มากขึ้นและมีโอกาสเกิดการรบกวนการใช้งาน จึงเกิดความต้องการ Unlicensed Band มากขึ้น



รูปที่ 6-8: การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi บนคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz

สหรัฐอเมริกา ประเทศแคนาดา ประเทศเกาหลีใต้ สหราชอาณาจักร และสหภาพยุโรปจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz จำนวน 500 MHz หรือ 1,200 MHz สำหรับรองรับการใช้งาน Wi-Fi 6E ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่



รูปที่ 6-9: การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi บนคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz

สำหรับกลุ่มการใช้งานประเภท IoT ประกอบไปด้วยประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบคือ การใช้งานทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ต่ำกว่า 1 GHz RLAN Non-RFID (IoT) และ UWB โดยหากพิจารณาย่านคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานกับประเภทการใช้งานข้างต้น พบว่ามีย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ที่ได้รับผลกระทบ ทั้งนี้ มี 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มการใช้งานประเภท IoT คือ ผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเติบโตของเทคโนโลยี IoT โดยการพัฒนาโครงข่าย 5G มีคุณสมบัติที่ส่งเสริมให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IoT ในปริมาณมาก คือ คุณสมบัติการเชื่อมต่อด้วยความหน่วงต่ำ

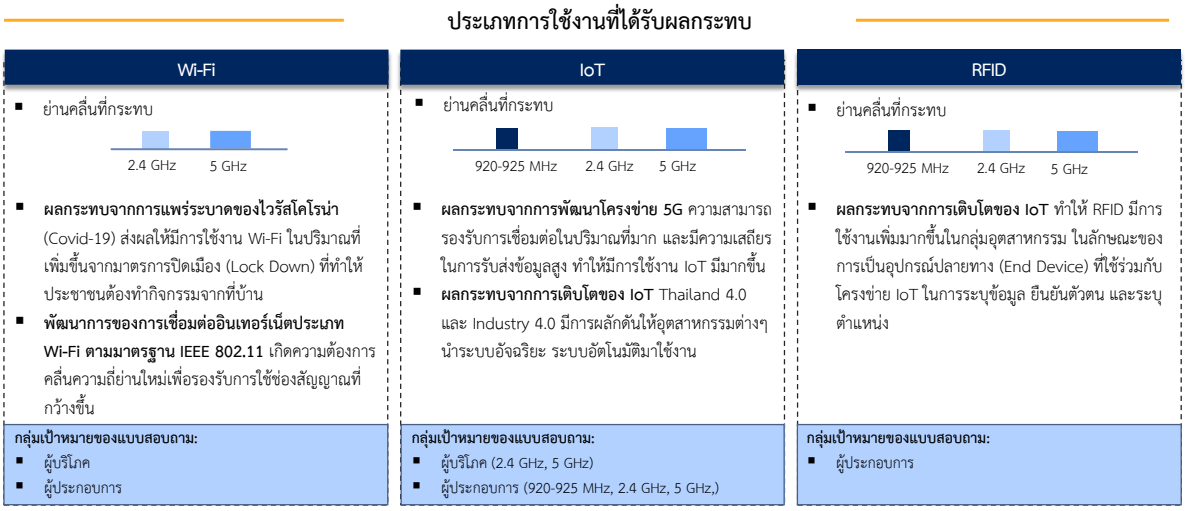
(uRLLC) ซึ่งสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว และการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ในปริมาณมาก (mMTC) สามารถรองรับโครงข่าย IoT ที่มีการเชื่อมต่อเซนเซอร์จำนวนมาก จากคุณสมบัติทั้ง 2 จะสามารถทำให้การนำ IoT ไปใช้งานได้อย่างมีประโยชน์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงนำไปพัฒนาเป็นเทคโนโลยีและการใช้งานประเภทใหม่ได้มากขึ้น เช่น การควบคุมแขนกลอัจฉริยะภายในโรงงานที่ต้องการการเชื่อมต่อที่มีความหน่วงต่ำเพื่อการตอบสนองที่รวดเร็วของการบังคับแขนกล การทำโครงข่ายส่วนบุคคล (Private Network) เพื่อควบคุมคุณภาพของโครงข่ายสำหรับการใช้งานในพื้นที่เฉพาะและจำกัด ส่งผลให้โครงข่ายมีความเสถียร และมีความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเชิงอุตสาหกรรมและธุรกิจ รวมไปถึงสามารถเชื่อมต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานได้ ทำให้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในโรงงานสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อติดตามสถานะการทำงานผ่านโครงข่ายเดียวกันอยู่ตลอดเวลา

นอกจากนี้ จากแนวโน้มการเติบโตเทคโนโลยี IoT ที่มีการเติบโตมากขึ้นจากนโยบายพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 ที่มีการผลักดันให้มีการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value-Base Economy) และเน้นการผลิตสินค้าเชิงนวัตกรรมมากขึ้น ใน 4 กลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน IoT คือ กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ กลุ่มเครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ และกลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว ส่งผลให้ปริมาณการใช้งานอุปกรณ์ IoT มีมากขึ้น เนื่องจากต้องการปรับให้ระบบการทำงานมีความเป็นอัจฉริยะและอัตโนมัติ รวมไปถึงแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 ที่มีความเกี่ยวข้องกับนโยบายพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 ในการพัฒนา 10 อุตสาหกรรม S-Curve ให้สามารถแข่งขันกับต่างชาติได้ โดยมีเทคโนโลยี IoT เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่ช่วยให้การพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นไปได้ ทำให้มีการเติบโตของการใช้งานเทคโนโลยี IoT มากขึ้นร้อยละ 23 จากปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2563 โดยประเภทอุปกรณ์ IoT ที่สามารถใช้งานได้บนย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไป และได้รับผลกระทบจากปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้น คือ อุปกรณ์ IoT ที่ใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้ เช่น Zigbee RFID และอุปกรณ์ IoT ที่ใช้เทคโนโลยีสื่อสารระไกล เช่น Sigfox LoRaWAN ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานอยู่บนย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz 2.4 GHz และ 5 GHz

สำหรับกลุ่มประเภทการใช้งาน RFID ซึ่งประกอบไปด้วยประเภทการใช้งาน RFID และการใช้งานทั่วไปในย่านคลื่นความถี่ต่ำกว่า 1 GHz โดยมีย่านคลื่นความถี่ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานดังกล่าวคือ ย่านคลื่นความถี่ 920-925 MHz ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz จากการวิเคราะห์พบว่ามีปัจจัยแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT ที่ส่งผลให้ปริมาณการใช้งานในกลุ่มประเภทการใช้งาน RFID มีจำนวนเพิ่มขึ้น โดยเป็นการใช้งาน RFID ประเภท Active Tag ในลักษณะของการเป็นอุปกรณ์ปลายทาง (End Device) ของโครงข่าย IoT ร่วมกับอุปกรณ์ IoT ในการอ่านข้อมูล ระบุข้อมูล ยืนยันตัวตน และการติดตามพิกัด เพื่อส่งข้อมูลไปยังโครงข่าย IoT ในการประมวลผล แลกเปลี่ยนข้อมูล และแสดงผลให้ผู้ใช้งาน สำหรับการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การติดตามการขนส่งสินค้าในรถยนต์ ซึ่งเป็น 1 ใน 5 อันดับการใช้งาน IoT ที่มีมากที่สุด

สำหรับคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz นอกจากประเภทการใช้งาน Wi-Fi IoT และ RFID แล้ว ยังมีการใช้งานประเภทอื่นคือระบบอาณัติสัญญาณสำหรับการขนส่งระบบรางที่ใช้งานคลื่นความถี่ในย่านเดียวกัน โดยปัจจุบันมี บมจ. ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) และ บมจ. ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ (BEM) ที่ใช้งานประเภทระบบอาณัติสัญญาณบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz[41] โดยในปี พ.ศ. 2561 กสทช. ได้มีข้อแนะนำให้ BTS ปรับเปลี่ยนไปใช้คลื่นความถี่ย่าน 2480 – 2495 MHz เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานบนคลื่นความถี่ย่าน 2400 – 2483.5 MHz ซึ่งเป็นช่องสัญญาณเดียวกันกับการใช้งาน Wi-Fi ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่น และอาจก่อให้เกิดการรบกวนการใช้งาน[42] ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่น Unlicensed Band สำหรับระบบอาณัติสัญญาณที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Wi-Fi บนคลื่นความถี่ 2.4 GHz อาจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดคลื่นรบกวนต่อการใช้งานประเภทระบบอาณัติสัญญาณหากใช้ช่องสัญญาณเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

ประเภทการใช้งาน Wi-Fi ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดโควิด-19 ประเภทการใช้งาน IoT ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเติบโตของ IoT และประเภทการใช้งาน RFID ได้รับผลกระทบจากการเติบโตของ IoT



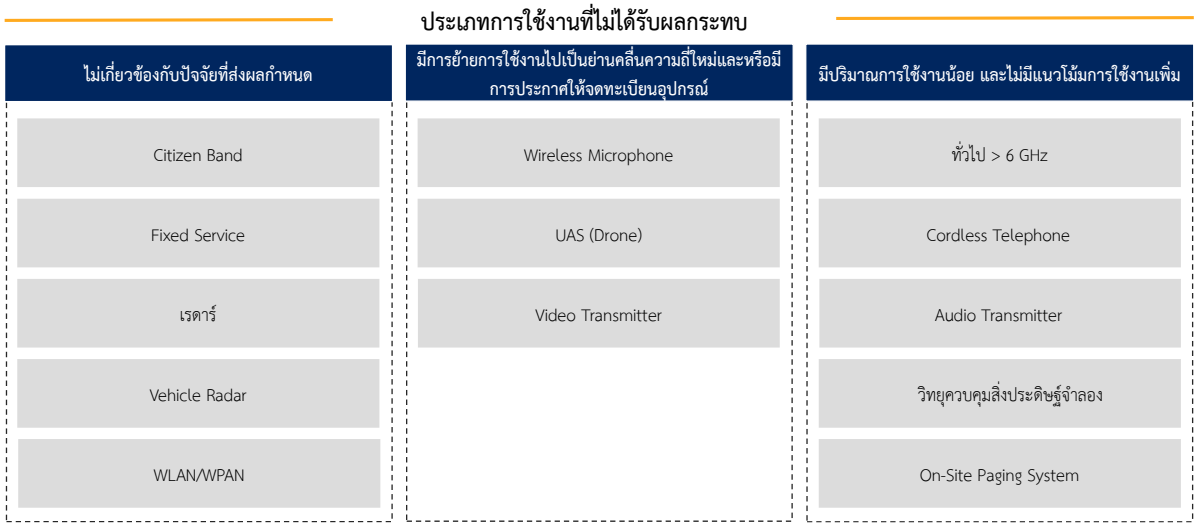
รูปที่ 6-10: ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19

ทั้งนี้ มีประเภทการใช้งานบนย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปที่ไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทั้ง 3 ข้างต้นคือ การพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 จำนวน 13 ประเภท ได้แก่ 1) Citizen Band 2) Fixed Service 3) เรดาร์ 4) Vehicle Radar 5) WLAN/WPAN 6) Wireless Microphone 7) UAS (Drone) 8) เครื่องส่งสัญญาณภาพหรือเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง (Video Transmitter) 9) ทั่วไป บนย่านคลื่นความถี่ที่มากกว่า 6 GHz 10) Cordless Telephone 11) Audio Transmitter 12) วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง 13) On-Site Paging System โดยสามารถจัดกลุ่มเหตุผลที่ประเภทการใช้งานดังกล่าวไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทั้ง 3 ได้แก่ ประเภทการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบ ประเภท

[41] ที่มา: https://www.prachachat.net/ict/news-429074
[42] ที่มา: https://positioningmag.com/1175924

การใช้งานที่มีการย้ายการใช้งานไปเป็นย่านคลื่นความถี่ใหม่ และหรือมีการประกาศให้จดทะเบียนอุปกรณ์ และประเภทการใช้งานที่มีปริมาณการใช้งานน้อยและไม่มีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้น

ประเภทการใช้งานที่ไม่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยที่กำหนดมี 13 ประเภท เนื่องจากไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่กำหนด มีการย้ายการใช้งานย่านคลื่นความถี่ และหรือมีปริมาณการใช้งานน้อยหรือไม่มีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 6-11: ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ไม่ได้รับผลกระทบ

สำหรับประเภทการใช้งานที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบ ประกอบไปด้วย

1) Citizen Band ซึ่งเป็นการใช้งานในลักษณะของวิทยุสื่อสารสำหรับการแจ้งเหตุฉุกเฉิน ประสานงานขณะปฏิบัติงานในภาครัฐ และภาคประชาชน ทั้งนี้ จากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ไม่ได้ส่งผลกระทบถึงการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนไปใช้งานวิทยุสื่อสารในการแจ้งเหตุฉุกเฉิน
2) Fixed Service คือเครื่องวิทยุในกิจการประจำที่ เหมาะกับการใช้งานภายนอกอาคารและในพื้นที่โล่ง สำหรับเป็นการเชื่อมต่อทางเลือกในการทำ Wireless Backhual ในพื้นที่ที่การลากสายใยแก้วนำแสง (Fiber) ไม่สามารถทำได้ หรือการลากสายมีค่าใช้จ่ายที่แพงกว่า
3) เรดาร์ เป็นการใช้งานสำหรับการทำระบบคลื่นวิทยุสำหรับการระบุระยะ ความสูง หรือตรวจจับความเร็วพร้อมบอกทิศทางของวัตถุ ซึ่งนำไปใช้งานในเรือ หอบังคับการบิน การตรวจจับความเร็ว และงานอุตุนิยมวิทยา
4) Vehicle Radar ระบบความปลอดภัยในการขับขี่รถยนต์ โดยใช้คลื่นวิทยุที่สะท้อนกลับมาเพื่อสั่งให้ระบบเบรก ถุงลม และเสียงเตือนการชน ทำงาน โดยการใช้งานเรดาร์สำหรับทำรถยนต์ไร้คนขับร่วมกับระบบ 5G เป็นการใช้งานเรดาร์ LiDAR ซึ่งไม่ได้ใช้งานบนย่านคลื่นความถี่ที่ใช้งานเป็นการทั่วไป อีกทั้งการใช้งาน Vehicle Radar แปรผันตรงต่อปริมาณความต้องการใช้งานรถ
5) WLAN/WPAN เป็นการใช้งานสำหรับการทำ Gigabit Wi-Fi และการใช้งานในโปรเจคเตอร์ไร้สาย ซึ่งมีระยะการใช้งานในบริเวณแคบ ความสามารถในการทะลุทะลวงสิ่งกีดขวางต่ำ ซึ่งไม่

เหมาะกับการใช้งานเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ที่ต้องการใช้งานในบริเวณกว้าง จึงเหมาะสำหรับการเป็นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทางเลือก

ประเภทการใช้งานที่มีการย้ายการใช้งานไปเป็นย่านคลื่นความถี่ใหม่หรือมีการประกาศให้จดทะเบียนอุปกรณ์ ซึ่งอาจทำให้มีปริมาณการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นจากการที่ต้องเปลี่ยนเครื่องวิทยุคมนาคม และมีผู้ขอรับใบอนุญาตหรือจดทะเบียนมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ประกอบไปด้วย

1) Wireless Microphone คืออุปกรณ์รับเสียงแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อประมวลผลในเครื่องขยายเสียงหรืออุปกรณ์ผสมเสียงอื่น ๆ ซึ่งมีการออกประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมประเภทไมโครโฟนไร้สาย พ.ศ. 2561 ซึ่งยกเลิกการใช้งานคลื่นความถี่เดิมคือ ย่านคลื่นความถี่ 794 – 806 MHz และกำหนดให้ใช้ย่านคลื่นความถี่ใหม่ คือ ย่านคลื่นความถี่ 694 – 703 MHz ย่าน 748 – 758 MHz และย่าน 803 – 806 MHz
2) UAS (Drone) หรือ อากาศยานไร้คนขับสำหรับการทำงานหลายประเภท เช่น การรับ-ส่งสิ่งของ การฉีดพ่นสารเคมีในอุตสาหกรรมการเกษตร รวมไปถึงการใช้งานเชิงทั่วไป เช่น งานอดิเรก ถ่ายภาพ ถ่ายภาพยนต์ ทั้งนี้ การใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่เกี่ยวข้องกับย่านคลื่นความถี่ที่ให้ใช้งานเป็นการทั่วไปคือ อากาศยานไร้คนขับที่ใช้ในเชิงทั่วไป ซึ่งมีการประกาศจากสำนัก กสทช. เรื่องหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน พ.ศ. 2561 กำหนดให้ผู้ครอบครองอากาศยานไร้คนขับต้องนำอุปกรณ์มาลงทะเบียน จึงทำให้ผู้ครอบครองอากาศยานไร้คนขับนำอุปกรณ์ของตนมาลงทะเบียนในช่วงเวลาดังกล่าว
3) เครื่องส่งสัญญาณภาพหรือเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง (Video Transmitter) หรือโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ซึ่งมีการประกาศจากสำนัก กสทช. เรื่องแผนการปรับปรุงโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลเพื่อรองรับการเรียกคืนย่านคลื่นความถี่ 700 MHz โดยยกเลิกการใช้งานบนย่านคลื่นความถี่ 510-790 MHz และกำหนดการใช้งานใหม่บนย่านคลื่นความถี่ 470-694 MHz ทำให้มีปริมาณการใช้งานเพิ่มขึ้นในย่านดังกล่าว

ประเภทการใช้งานที่มีปริมาณการใช้งานน้อยและไม่มีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้น ประกอบไปด้วย

1) การใช้งานประเภททั่วไปบนย่านคลื่นความถี่ที่มากกว่า 6 GHz สำหรับการใช้งานทั่วไปที่ไม่เฉพาะเจาะจง โดยการใช้งานทั่วไปไม่เฉพาะเจาะจงบนคลื่นความถี่มากกว่า 6 GHz ไม่มีปริมาณการใช้งานเกิดขึ้น
2) Cordless Telephone โทรศัพท์ไร้สายส่วนบุคคล เช่น การใช้งานในบ้าน ห้าง สำนักงานในลักษณะของการเป็นโทรศัพท์ตั้งโต๊ะ
3) Audio Transmitter อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง เช่น อุปกรณ์ต่อเสียงออกระบบเสียงในรถยนต์ ซึ่งปริมาณการใช้งานผันตรงกับปริมาณการใช้รถยนต์
4) วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง สำหรับควบคุมทิศทางและการทำงานของสิ่งประดิษฐ์จำลอง เช่น รถบังคับ หรือ เครื่องบินบังคับ

5) On-Site Paging System ระบบเครื่องวิทยุติดตามตัวเฉพาะกลุ่ม ใช้ในพื้นที่จำกัดเฉพาะที่กำหนดไว้ เช่น ในห้างสรรพสินค้า เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับเรียกคิวรับอาหาร เรียกเจ้าหน้าที่จากจุดที่อยู่

ทั้งนี้ สามารถสรุปผลกระทบจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่มีต่อประเภทการใช้งานต่างๆ ดังตารางที่ 6-1

ประเภทการใช้งาน	การพัฒนาโครงข่าย 5G	แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT	การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19
Wi-Fi (RLAN, 1 GHz > ทั่วไป > 6 GHz)	ย่านคลื่นความถี่ 6 GHz ที่เกี่ยวข้องกับโครงข่าย 5G อยู่ระหว่างการพิจารณาแนวทางและประเภทการนำมาใช้งานของ กสทช.	แนวโน้มการเติบโตของ IoT ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้งาน Wi-Fi	การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ส่งผลให้มีการทำงานทางไกล (Work From Home: WFH) และเรียนออนไลน์มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณการเชื่อมต่อและการใช้งาน Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้น แนวโน้มการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ปัจจัยการลดปริมาณการใช้งานโครงข่ายโทรศัพท์ (Wi-Fi Off-Load) รวมถึงปัจจัยทางด้านจำนวนผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ประกอบกับพัฒนาการของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi และอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบให้เกิดแนวโน้มความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band ที่เพิ่มขึ้น
IoT (Non-RFID, RLAN, UWB, ทั่วไป < 1 GHz)	จากคุณสมบัติของโครงข่าย 5G ที่สามารถรองรับการ	จากแผนยุทธศาสตร์อุตสาหกรรม 4.0 และ	อุปกรณ์ IoT ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในสถานการณ์โควิด-19 แพร่

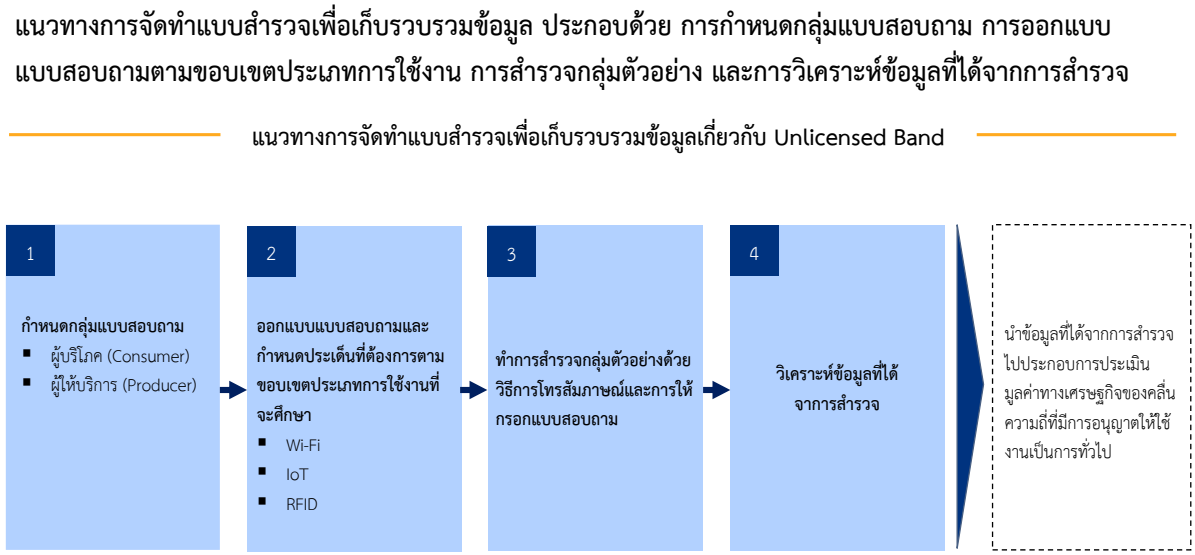
ประเภทการใช้งาน	การพัฒนาโครงข่าย 5G	แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT	การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19
	เชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ได้ในปริมาณมากขึ้น และสามารถรองรับการรับ-ส่งข้อมูลที่เร็วขึ้น ส่งผลให้การใช้งาน IoT มีมากขึ้น	พิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 ที่เน้นผลักดันให้มีการนำระบบอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติมาใช้งานมากขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้งาน IoT มีมากขึ้น	ระบาด เป็นอุปกรณ์ IoT ประเภทที่ต้องใช้งานกับย่านคลื่นความถี่ที่ต้องมีการขออนุญาต (Licensed Band)
RFID (RFID, ทั่วไป < 1 GHz)	ไม่มีการใช้งานอุปกรณ์ RFID บนโครงข่าย 5G	อุปกรณ์ RFID เป็นอุปกรณ์ปลายทาง (End Device) ของโครงข่าย IoT ซึ่งทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IoT โดยการใช้งาน IoT ที่มากขึ้นส่งผลให้ปริมาณการใช้งาน RFID เพิ่มขึ้นเช่นกัน	มีการนำเทคโนโลยี RFID ไปปรับใช้กับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 น้อย
Citizen Band	ไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่กำหนด		
Fixed Service			
Radar			
Vehicle Radar			
WLAN/WPAN			
Wireless Microphone	มีอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการย้ายการใช้งานไปเป็นย่านคลื่นความถี่ใหม่ และหรือมีการประกาศให้จดทะเบียนอุปกรณ์		
UAS (Drone)			
Video Transmitter			
ทั่วไป > 6 GHz	มีปริมาณการใช้งานน้อยและไม่มีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มขึ้น		
Cordless Telephone			
Audio Transmitter			
วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง			
On-Site Paging System			

ตารางที่ 6-1: ตารางสรุปผลกระทบในแต่ละประเภทการใช้งานจากปัจจัยที่กำหนด

ทั้งนี้ ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz หรือย่านคลื่นสำหรับการใช้งานประเภท Wi-Fi มีปริมาณการใช้งานมากอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่คลื่นความถี่ย่านอื่นๆ มีปริมาณการใช้งานน้อย จึงไม่นำมาพิจารณาประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาย่านคลื่นตามประเภทการใช้งานพบว่า คลื่นความถี่สำหรับการใช้งานประเภท IoT และ RFID ได้รับผลกระทบจากปัจจัยที่กำหนด จึงนำมาประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

7 การจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน

การจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในสถานการณ์ปัจจุบัน สำหรับประกอบการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปแสดงดังรูปที่ 7-1 ผู้ดำเนินโครงการจะกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม จากนั้นจะออกแบบแบบสอบถามและกำหนดประเด็นที่ต้องการสอบถามตามขอบเขตประเภทการใช้งานที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยการใช้งานประเภท Wi-Fi IoT และ RFID โดยเป็นประเภทการใช้งานคลื่น Unlicensed Band ที่ได้รับผลกระทบต่อการใช้งานจากปัจจัยทางด้านการพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย ด้านแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และด้านการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 จากนั้นจะทำการสำรวจด้วยวิธีการโทรสัมภาษณ์ร่วมกับการให้กรอกแบบสอบถาม โดยจะนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ และนำไปประกอบการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปต่อไป



รูปที่ 7-1: แนวทางการจัดทำแบบสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

7.1 การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม และการออกแบบแบบสอบถาม

การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม พิจารณาจากข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปด้วยวิธีการประเมินมูลค่าขั้นสูง (Upper Bound) ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) ส่วนเกินของผู้ให้บริการและผู้ขายสินค้า (Producer Surplus) และ ผลกระทบต่อเศรษฐกิจแสดงดังรูปที่ 7-2 ทั้งนี้ จากข้อมูลที่จำเป็นดังกล่าวสามารถกำหนดกลุ่มแบบสอบถามได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. **กลุ่มผู้บริโภค (Consumer)** สามารถจำแนกได้เป็น
   - กลุ่มผู้บริโภคที่เป็นครัวเรือน (Household) จำนวน 27 ล้านครัวเรือนทั่วประเทศ[43]
   - กลุ่มผู้บริโภคที่เป็นองค์กร (Enterprise) จำนวน 822 บริษัท[44] ที่อยู่ในตลาด SET และ MAI (ณ วันที่ 17 พ.ค. 2564) เนื่องจากเป็นผู้ใช้บริการก่อน (Early Adopter)
2. **กลุ่มผู้ให้บริการ (Producer)** ประกอบไปด้วย ผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Telco) และผู้ให้บริการที่จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor) ซึ่งเป็นบริษัทในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช.

กำหนดกลุ่มแบบสอบถามจากข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินมูลค่าขั้นสูง ประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ ผู้บริโภคครัวเรือน ผู้บริโภคองค์กร และผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์

รูปที่ 7-2: การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม

ทั้งนี้ การออกแบบการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Design) ซึ่งแสดงดังรูป 7-3 สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. **การออกแบบการสุ่มตัวอย่างสำหรับผู้ใช้งานครัวเรือนและองค์กร** ประกอบด้วยการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และวิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน และกลุ่มผู้ใช้งานองค์กร สามารถทำได้โดยวิธี Krejcie and Morgan ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่าง} = \frac{\frac{z^2 * p * (1-p)}{e^2}}{1+(\frac{z^2 * p * (1-p)}{e^2 * N})}$$

[43] จำนวนประชากรจากการทะเบียน ชาย หญิง และบ้าน จำแนกเป็นรายภาค และจังหวัด พ.ศ. 2563: http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx
[44] รายชื่อบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ (17 พ.ค. 2564): https://www.set.or.th/th/company/companylist.html

N = จำนวนประชากรทั้งหมดในกลุ่มแบบสอบถาม

z = ค่าเบี่ยงเบนมตราฐาน

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร

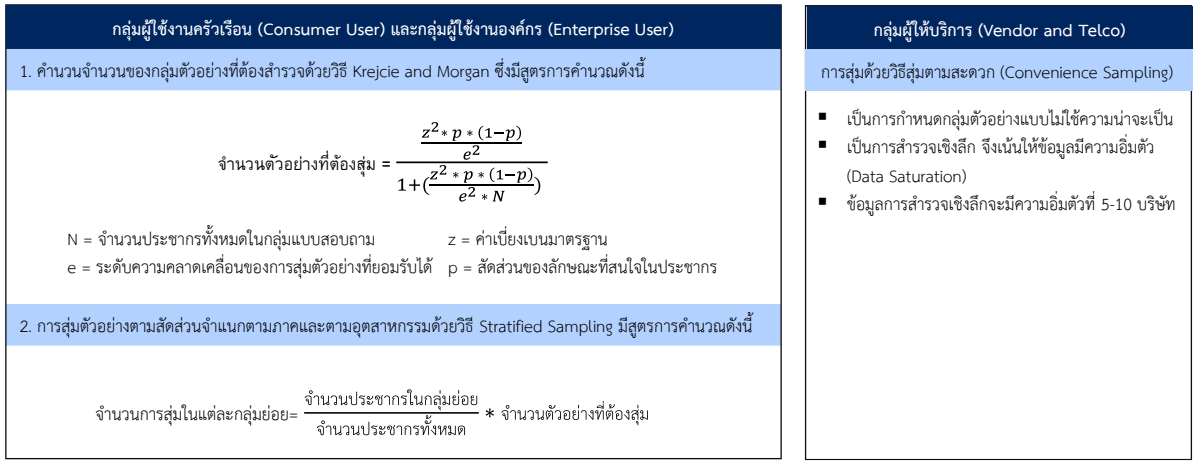
จากนั้นสุ่มตัวอย่างตามสัดส่วน (Stratified Sampling) โดยสุ่มตามภูมิภาคสำหรับกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน และสุ่มตามประเภทอุตสาหกรรมสำหรับผู้ใช้งานองค์กร ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนการสุ่มในแต่ละกลุ่มย่อย} = \frac{\text{จำนวนประชากรในกลุ่มย่อย}}{\text{จำนวนประชากรทั้งหมด}} * \text{จำนวนตัวอย่างที่ต้องสุ่ม}$$

2. **การออกแบบการสุ่มตัวอย่างสำหรับผู้ให้บริการ** ใช้วิธีการสุ่มตามสะดวก (Convenience Sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น เนื่องจากเป็นการสำรวจเชิงลึก จึงเน้นให้ข้อมูลมีความอิ่มตัว (Data Saturation) ประมาณ 5-10 บริษัท

กลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน และผู้ใช้งานองค์กรคำนวณจำนวนตัวอย่างด้วยวิธี Krejcie and Morgan จากนั้นสุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนตามภาคและอุตสาหกรรม และกลุ่มผู้ให้บริการใช้วิธีการสุ่มแบบตามสะดวก (Convenience Sampling)

การคำนวณจำนวนตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 7-3: การคำนวณจำนวนตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

ทั้งนี้ สามารถสรุปจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ของผู้ใช้งานครัวเรือนเป็นจำนวน 400 ครัวเรือน โดยกระจายสุ่มตามสัดส่วนประชากรในแต่ละภาค ได้แก่ ภาคเหนือ 73 ครัวเรือน ภาคใต้ 57 ครัวเรือน ภาคกลาง 72 ครัวเรือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 132 ครัวเรือน และกรุงเทพและปริมณฑล 66 ครัวเรือน และสำหรับผู้ใช้งานองค์กร มีบริษัทที่อยู่ในตลาด SET และ MAI พิจารณาตัดรายชื่อบริษัทที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูการดำเนินงาน บริษัทที่อยู่ในกลุ่มกองทุนรวม และทรัสต์เพื่อการลงทุน รวมทั้งหมด 73 บริษัท เนื่องจากการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ของบริษัทในกลุ่มดังกล่าวไม่สะท้อนถึงการใช้งาน

อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ รวมไปถึงสัดส่วนการลงทุนทั้งระบบสายและระบบไร้สายของบริษัทเจ้าของกองทุน โดยรายชื่อบริษัทที่ตัดออกมีดังตาราง 7-1

ลำดับ	บริษัท	ตลาด
1	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานโรงไฟฟ้า อมตะ บี.กริม เพาเวอร์	SET
2	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์บางกอก	SET
3	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานโรงไฟฟ้ากลุ่มน้ำตาลบุรีรัมย์	SET
4	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานระบบขนส่งมวลชนทางราง บีทีเอสโกรท	SET
5	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ CPN คอมเมอร์เชียล โกรท	SET
6	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ ซี.พี.ทาวเวอร์ โกรท	SET
7	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โรงแรมและรีสอร์ทในเครือฯ	SET
8	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม ดิจิทัล	SET
9	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐาน โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ชุดที่ 1 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	SET
10	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์เอราวัณ โฮเทล โกรท	SET
11	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ฟิวเจอร์พาร์ค	SET
12	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลด์	SET
13	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าเหมราชอินดัสเตรียล	SET
14	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ต จัสมิน	SET
15	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานโรงไฟฟ้า กลุ่มน้ำตาลครบุรี	SET
16	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์เคพีเอ็น	SET
17	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่า แลนด์ แอนด์ เฮ้าส์	SET
18	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าโลตัสส์ รีเทล โกรท	SET
19	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ลักซ์ชัวรี่	SET
20	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ และสิทธิการเช่า เอ็มเอฟซี อินดัสเตรียล อินเวสเมนท์	SET
21	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์มิลเลียนแนร์	SET
22	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาฯ เมเจอร์ ซีนีเพล็กซ์ ไลฟ์สไตล์	SET
23	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์เอ็มเอฟซี-นิชดาธานี	SET
24	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์นิชดาธานี 2	SET
25	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์มัลติเนชั่นแนลเรสซิเดนซ์ฟันด์	SET
26	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์เอ็มเอฟซี ป่าตอง เฮอริเทจ	SET
27	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์เอ็มเอฟซี-สแตรทิจิกสโตเรจฟันด์	SET
28	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ไพร์มออฟฟิศ	SET
29	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ปิ่นทอง อินดัสเตรียล ปาร์ค	SET
30	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่า ควอลิตี้ เฮ้าส์ โฮเทล แอนด์ เรซิเดนซ์	SET
31	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ควอลิตี้ ฮอสพิทอลลิตี้	SET
32	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ควอลิตี้ เฮ้าส์	SET
33	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ สมุยบุรี	SET
34	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์แสนสิริ ไพร์มออฟฟิศ	SET

ลำดับ	บริษัท	ตลาด
35	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์สนามบินสมุย	SET
36	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ศาลาแอทสาทร	SET
37	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานโรงไฟฟ้า ซุปเปอร์ เอนเนอร์ยี	SET
38	กองทุนรวมโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออนาคตประเทศไทย	SET
39	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ไทยอินดัสเตรียล 1	SET
40	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์ ไทยแลนด์ โฮสพีทาลิตี้	SET
41	กองทุนรวมอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าตรีนิตี้	SET
42	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ตลาดไท	SET
43	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ ที ยู โดม เรสซิเดนท์เชียล คอมเพล็กซ์	SET
44	กองทุนรวมสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์เออร์บานา	SET
45	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ เอไอเอ็ม คอมเมอร์เชียล โกรท	SET
46	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ เอไอเอ็ม อินดัสเทรียล โกรท	SET
47	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ อัลไล	SET
48	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าอมตะซัมมิทโกรท	SET
49	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ภิรัชออฟฟิศ	SET
50	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์บัวหลวง ออฟฟิศ	SET
51	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ CPN รีเทล โกรท	SET
52	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าดุสิตธานี	SET
53	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์เพื่ออุตสาหกรรม เฟรเซอร์ส พร็อพเพอร์ตี้	SET
54	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์ แกรนด์ โฮสพีทาลิตี้	SET
55	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลเด้นเวนเจอร์	SET
56	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์เหมราช	SET
57	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์อิมแพ็คโกรท	SET
58	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ แอล เอช โฮเทล	SET
59	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ แอล เอช ช้อปปิ้ง เซ็นเตอร์	SET
60	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์เอ็มเอฟซีอินดัสเตรียล	SET
61	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ พรอสเพค โลจิสติกส์และอินดัสเทรียล	SET
62	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์แบบต่ออายุได้เพื่อธุรกิจโรงแรมและสิทธิการเช่าสตราทีจิก ฮอสพิทอลลิตี้	SET
63	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์ เอส ไพรม์ โกรท	SET
64	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์โรงแรมศรีพันวา	SET
65	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์ทรัพย์ศรีไทย	SET
66	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าไทยแลนด์ ไพร์ม พร็อพเพอร์ตี้	SET
67	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าดับบลิวเอชเอ บิสซิเนส คอมเพล็กซ์	SET
68	ทรัสต์เพื่อการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และสิทธิการเช่าดับบลิวเอชเอ พรีเมี่ยม โกรท	SET

ลำดับ	บริษัท	ตลาด
69	บริษัท ผลิตภัณฑ์อาหารกว้างไพศาล จำกัด (มหาชน)	SET
70	บริษัท ซาฟารีเวิลด์ จำกัด (มหาชน)	SET
71	บริษัท เวนเจอร์ อินคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)	SET
72	บริษัท เวิลด์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)	SET
73	บริษัท วีรีเทล จำกัด (มหาชน)	SET

ตารางที่ 7-1: ตารางรายชื่อบริษัทที่ตัดออกจากรายชื่อการสำรวจผู้ใช้งานองค์กร

ทั้งนี้ เหลือบริษัทจำนวน 749 บริษัท ที่สามารถทำการสำรวจได้ โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ของผู้ใช้งานองค์กรเป็นจำนวน 130 บริษัท และกระจายสุ่มตามสัดส่วนจำนวนบริษัทในแต่ละอุตสาหกรรมและตลาดดังตาราง 7-2 อย่างไรก็ตาม ไม่มีการกระจายสุ่มตามสัดส่วนในผู้ใช้งานในหมวดธุรกิจเหมืองแร่ในกลุ่มอุตสาหกรรมทรัพยากร และหมวดธุรกิจกระดาษและวัสดุการพิมพ์ในกลุ่มอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรม เนื่องจากมีประชากร (Population) ในหมวดดังกล่าวน้อย

อุตสาหกรรม	เป้าหมายในตลาด SET	เป้าหมายในตลาด MAI
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	9	2
เทคโนโลยี	7	3
ทรัพยากร	9	2
ธุรกิจการเงิน	11	2
บริการ	21	8
สินค้าอุตสาหกรรม	15	7
สินค้าอุปโภคบริโภค	8	2
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	19	6

ตารางที่ 7-2: ตารางเป้าหมายการสำรวจผู้ใช้งานองค์กรในแต่ละตลาดและแต่ละอุตสาหกรรม

สำหรับการออกแบบแบบสอบถาม เริ่มจากการกำหนดประเด็นในแบบสอบถาม ซึ่งครอบคลุมถึงประเด็น 1) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่ 2) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการลงทุนโครงข่าย 3) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มการแข่งขันของธุรกิจของผู้ให้บริการ 4) สถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มของเทคโนโลยี และการทดแทนเทคโนโลยีอื่นหรือถูกทดแทน 5) ลักษณะการใช้งานคลื่นความถี่ และมีขอบเขตการถามเกี่ยวกับประเภทการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ (บริการ Wi-Fi) บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ ประเภทการใช้งาน IoT ประเภทการใช้งาน RFID และผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 โดยกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือนมีประเด็นคำถามหลักคือ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิก อาชีพ และลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ ความเต็มใจที่จะจ่าย ในขณะที่ผู้ใช้งานองค์กรมีประเด็นคำถามหลักคือ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ กำไร และลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายประเภท CAPEX และ OPEX และจำนวนอุปกรณ์ และกลุ่มผู้ให้บริการมีประเด็นคำถามหลักคือ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ในปัจจุบันซึ่งใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเป็นทรัพยากรทดแทนในการขายสินค้าและบริการ ประโยชน์ รายได้หรือกำไรที่ได้รับจากการขายสินค้าและบริการ

ที่เกี่ยวข้องกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป แสดงดังรูปที่ 7-4 และออกแบบแบบสอบถามโดยยึดหลักแนวทางปฏิบัติสากลที่ดีที่สุด (Best Practice) ในการตั้งคำถามแบบสอบถามให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการสอบถาม ข้อมูลที่ต้องการสำรวจและจัดเก็บ เช่น การประยุกต์ใช้ Likert Scale ในการกำหนดการให้สเกล การประยุกต์ใช้ Single Response (ตอบ ใช่ หรือ ไม่ใช่) การประยุกต์ใช้ช่วงของข้อมูล เพื่อเป็นตัวเลือกของคำตอบ การประยุกต์ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่มีความจำเพาะเจาะจง และแบ่งกลุ่มผู้ตอบอย่างชัดเจน เช่น เพศ ช่วงอายุ ระดับรายได้ ฯลฯ

ภาพรวมการสำรวจข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร และกลุ่มผู้ให้บริการ ประกอบไปด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสัมภาษณ์ และประเด็นคำถามหลักในแบบสอบถาม

ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

กลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน (Consumer User)	กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise User)	กลุ่มผู้ให้บริการ (Vendor and Telco)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ▪ จำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ **27 ล้าน ครัวเรือน** ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 400 คน** แทนครัวเรือนทั้งประเทศ (National Representative) ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามภาค** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิก ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ ▪ ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ▪ แนวโน้มการใช้งานในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทใน MAI และ SET **822 บริษัท** ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการที่ใช้บริการก่อน (Early Adopter) ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 120 – 130 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถาม **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้/กำไร ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย (CAPEX,OPEX) จำนวนอุปกรณ์ ▪ แนวโน้มการใช้งานและการลงทุนในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 5-10 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ**สุ่มตามสะดวก** (Convenience Sampling) **จำแนกตามประเภทการใช้งาน** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์เชิงลึกทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถามเชิงลึก **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ซึ่งใช้ Unlicensed Band ▪ ประโยชน์ รายได้/กำไร ที่ได้รับจากการให้บริการและขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับ Unlicensed Band ▪ แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

รูปที่ 7-4: ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

7.2 ผลสำรวจของผู้ใช้งานครัวเรือน (Household)

การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานเป็นการทั่วไปของครัวเรือน มีเป้าหมายการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง ใน 5 ภูมิภาค ประกอบด้วย ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพและปริมณฑล โดยผู้ดำเนินโครงการสามารถสำรวจได้ 405 ตัวอย่าง (ณ วันที่ 30 ก.ค. 2564)

ทั้งนี้ การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานเป็นการทั่วไปของครัวเรือนสามารถสรุปผลการสำรวจ จำแนกเป็น 3 ส่วนหลักคือ 1) ส่วนข้อมูลทั่วไป 2) ส่วนคัดกรองผู้ตอบแบบสอบถาม และ 3) ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (Service Attribute) โดยผลสรุปที่สำคัญจากการสำรวจในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

จากผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน จำนวน 405 ครัวเรือนมีรายละเอียดแสดงดังรูป 7-5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็น**ผู้อาศัยอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด** จำนวน 132 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 33 ภาคเหนือ จำนวน 73 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 18 ภาคใต้ จำนวน 57 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 14 ภาคกลาง

จำนวน 73 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 18 และกรุงเทพเทพและปริมณฑล จำนวน 70 คิดเป็นร้อยละ 17 โดยเฉลี่ยใน 1 ครัวเรือน มีสมาชิกจำนวน 4 คน และผู้ตอบแบบสอบถาม**ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง** จำนวน 257 คน คิดเป็นร้อยละ 63 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นเพศชายมีจำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 36 ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ต้องการระบุเพศ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1

สำหรับอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามในช่วง**อายุ 18-25 ปีมากที่สุด จำนวน 102 คน คิดเป็นร้อยละ 25** และมีผู้ตอบแบบสอบถามในช่วงอายุอื่นๆ ดังตารางที่ 7-3

ระดับอายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
18-25 ปี	102	25.0
26-30 ปี	53	13.0
31-35 ปี	46	11.0
36-40 ปี	75	19.0
41-45 ปี	45	11.0
46-50 ปี	43	11.0
51-55 ปี	14	3.0
56-60 ปี	13	3.0
มากกว่า 60 ปี	9	2.0
ไม่ระบุ	5	1.0

ตารางที่ 7-3: ตารางช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

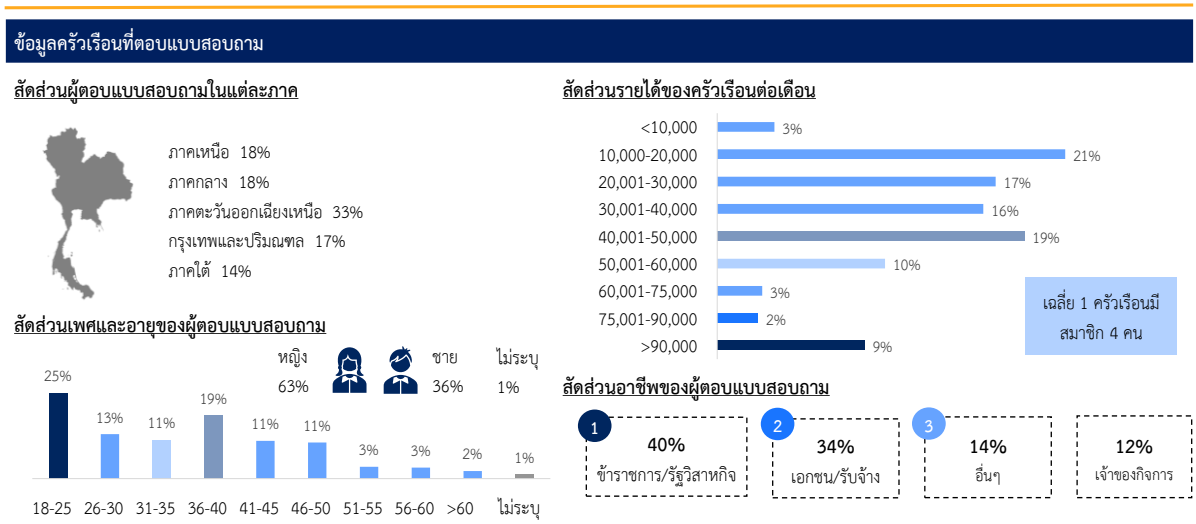
สำหรับสัดส่วนรายได้ของครัวเรือนต่อเดือน จากการสำรวจพบว่า ครัวเรือนส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ระหว่าง **10,000-20,000 บาทต่อเดือนมากที่สุด จำนวน 85 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 21** และมีรายได้ในช่วงอื่นๆดังตารางที่ 7-4

รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 10,000 บาทต่อเดือน	14	3.0
10,000-20,000 บาทต่อเดือน	85	21.0
20,001-30,000 บาทต่อเดือน	68	17.0
30,001-40,000 บาทต่อเดือน	65	16.0
40,001-50,000 บาทต่อเดือน	75	19.0
50,001-60,000 บาทต่อเดือน	41	100.0
60,001-75,000 บาทต่อเดือน	11	3.0
75,001-90,000 บาทต่อเดือน	10	2.0
มากกว่า 90,000 บาทต่อเดือน	36	9.0

ตารางที่ 7-4: ตารางช่วงรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม

สำหรับสัดส่วนอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม**ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ/พนักงานของรัฐ/ลูกจ้างของรัฐ จำนวน 160 คน คิดเป็นร้อยละ 40** รองลงมาเป็นอาชีพเอกชน/รับจ้าง จำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 34 อื่นๆ ประกอบด้วย ทำกิจการครอบครัวโดยไม่ได้รับเงินเดือน แม่บ้าน นักเรียน/นักศึกษา เกษียณ ว่างงาน และอื่นๆ รวมไปถึง ผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ระบุอาชีพ จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 14 และอาชีพเจ้าของกิจการ จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 12 แสดงในรูปที่ 7-5

มีผู้ตอบแบบสอบถามครัวเรือน 405 คน ใน 5 ภูมิภาค โดยส่วนใหญ่เป็นผู้มีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากประกอบอาชีพข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ โดยมีรายได้อยู่ในช่วง 10,000 - 20,000 มากที่สุด



รูปที่ 7-5: ข้อมูลทั่วไปของครัวเรือนที่ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การคัดกรอง

ส่วนคัดกรอง เป็นส่วนคัดกรองว่าผู้ตอบแบบสอบถามสามารถเป็นตัวแทนของครัวเรือนในการตอบแบบสอบถามได้หรือไม่ รวมไปถึงเพื่อทราบการใช้งานบริการต่างๆ เบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งนี้ ผู้ตอบแบบสอบถาม**ส่วนมากเป็นบุคคลผู้ออกค่าใช้จ่ายภายในบ้าน ซึ่งหมายถึงผู้มีอำนาจในการตัดสินใจและเป็นผู้มีกำลังซื้อของครัวเรือน ทั้งหมดจำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 74** และผู้ที่ไม่เป็นบุคคลที่ออกค่าใช้จ่ายในครัวเรือนแต่สามารถตัดสินใจแทนครัวเรือนได้ จำนวน 106 คน คิดเป็นร้อยละ 26 โดย**ส่วนใหญ่ครัวเรือนมีการใช้บริการทั้งอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ จำนวน 329 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 81** และใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว จำนวน 68 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 17 มีเพียงส่วนน้อยที่ใช้เพียงบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่อย่างเดียว จำนวน 8 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 2 ซึ่งครัวเรือนมีจำนวนอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้เฉลี่ยดังต่อไปนี้ 1) โทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวนเฉลี่ย 4 เครื่อง 2) คอมพิวเตอร์ จำนวนเฉลี่ย 2 เครื่อง 3) โทรทัศน์ จำนวนเฉลี่ย 1 เครื่อง 4) แท็บเล็ต จำนวนเฉลี่ย 1 เครื่อง 5) อื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิด จำนวนเฉลี่ย 1 เครื่อง

โดยมีลำดับ**การใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่มากที่สุด** รองลงมาคือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ และอื่นๆ ดังรูปที่ 7-6

ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ใช้งานครัวเรือนส่วนมากใช้บริการทั้งอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ร้อยละ 81 โดยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่

รูปที่ 7-6: ข้อมูลการคัดกรองผู้ใช้งานครัวเรือน

ส่วนที่ 3 ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute)

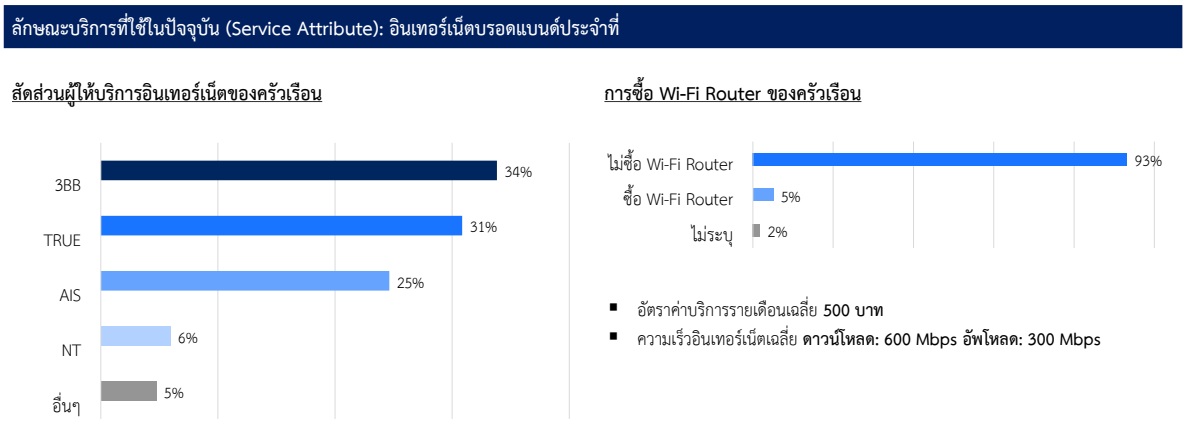
การนำเสนอสรุปผลสำรวจของหัวข้อลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบันของผู้ตอบแบบสอบถามครัวเรือน ประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ 1) อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ 2) อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ 3) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) 4) ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

<u>อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่</u>

จากการสำรวจเกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของครัวเรือนทั้งหมด พบว่ามีครัวเรือนที่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ทั้งหมด 337 ครัวเรือน และพบว่า**ครัวเรือนส่วนมากมีการใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของผู้ให้บริการ บมจ. ทริปเปิลที บรอดแบนด์ (3BB) มากที่สุด จำนวน 114 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34** รองลงมาคือผู้ให้บริการ บมจ. ทรู คอร์ปอเรชั่น (TRUE) จำนวน 104 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 31 ผู้ให้บริการ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS) จำนวน 83 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 25 ผู้ให้บริการ บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ (NT) จำนวน 20 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 6 และอื่นๆ ประกอบด้วย ผู้ให้บริการที่เป็นเคเบิลรายย่อย ครัวเรือนที่ใช้บริการของผู้ให้บริการมากกว่า 1 และครัวเรือนที่ไม่ระบุผู้ให้บริการ จำนวน 16 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 5 โดยอัตราค่าบริการเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือนอยู่ที่ 500 บาทต่อเดือน และความเร็วของอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เฉลี่ยที่ได้รับคือ ความเร็วดาวน์โหลด 500 Mbps และความเร็วอัปโหลด 300 Mbps นอกจากนี้ **ครัวเรือนส่วนมากไม่มีการซื้อ Wi-Fi Router เนื่องจาก เป็นอุปกรณ์ที่รวมอยู่ในแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ จำนวน 314**

ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 93 และมีเพียง 17 ครัวเรือน ที่ซื้ออุปกรณ์ Wi-Fi Router ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 5 และไม่ระบุ 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 2 ดังรูปที่ 7-7

ผู้ให้บริการที่ครัวเรือนใช้งานมากที่สุดคือ 3BB ประมาณร้อยละ 34 โดยมีอัตราค่าบริการรายเดือนเฉลี่ย 500 บาท และความเร็วเฉลี่ยที่ได้คือ 600/300 Mbps และส่วนมากมี Wi-Fi Router เป็นอุปกรณ์ที่รวมอยู่ในแพ็คเกจ



รูปที่ 7-7: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน

สำหรับความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเติม (Willingness to Pay: WTP) คือความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเพื่อให้สามารถใช้บริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ หรือมูลค่าสูงสุดซึ่งผู้ซื้อมีความเต็มใจที่จะจ่าย โดยสามารถสะท้อนส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) หรือประโยชน์ที่ผู้ใช้งานจะได้รับซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 7-8 ทั้งนี้ การสรุปผลข้อมูลมีดังนี้

1. ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้ จากผลสำรวจพบว่า **ผู้ตอบแบบสอบส่วนมากยอมยกเลิกแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เดิม หากพบว่าไม่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจเดิมได้ จำนวน 95 คน จากทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 28** รองลงมาคือเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ หากพบว่าไม่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจเดิมได้ จำนวน 71 คน คิดเป็นร้อยละ 21 และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนที่เหลือมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มแตกต่างกันดังตารางที่ 7-5

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่ม 200 บาท	65	19.0
จ่ายเพิ่ม 400 บาท	57	17.0
จ่ายเพิ่ม 600 บาท	23	7.0
จ่ายเพิ่ม 800 บาท	4	1.0
จ่ายเพิ่ม มากกว่า 800 บาท	5	2.0
ยกเลิกแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เดิม	95	28.0

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่	71	21.0
ยกเลิกแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เดิม และเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่	8	2.0
ไม่ระบุ	9	3.0

ตารางที่ 7-5: ตารางความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจเดิมไม่ได้

2. ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi ไม่ได้ แต่ยังสามารถใช้งานเครือข่าย LAN (Local Access Network) ได้ จากผลสำรวจพบว่า **ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากยอมยกเลิกอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แพ็คเกจเดิม หากพบว่าไม่สามารถเชื่อมต่อบริการ Wi-Fi แบบไร้สายได้ แม้ว่าการเชื่อมต่อบริการประเภท LAN ยังคงสามารถทำได้ เป็นจำนวนทั้งหมด 112 คน คิดเป็นร้อยละ 33** รองลงมาคือ ผู้ตอบแบบสอบถามยอมเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ต บรอดแบนด์เคลื่อนที่ จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนที่เหลือ มีความเต็มใจที่จะจ่ายแตกต่างกันดังตารางที่ 7-6

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่ม 200 บาท	63	19.0
จ่ายเพิ่ม 400 บาท	44	13.0
จ่ายเพิ่ม 600 บาท	28	8.0
จ่ายเพิ่ม 800 บาท	5	1.0
จ่ายเพิ่ม มากกว่า 800 บาท	3	1.0
ยกเลิกแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เดิม	112	33.0
เปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่	67	20.0
ยกเลิกแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เดิม และเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่	5	1.0
ไม่ระบุ	10	3.0

ตารางที่ 7-6: ตารางความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อไม่สามารถเชื่อมต่อบริการ Wi-Fi แบบไร้สายได้ แต่ยังเชื่อมต่อแบบ LAN ได้

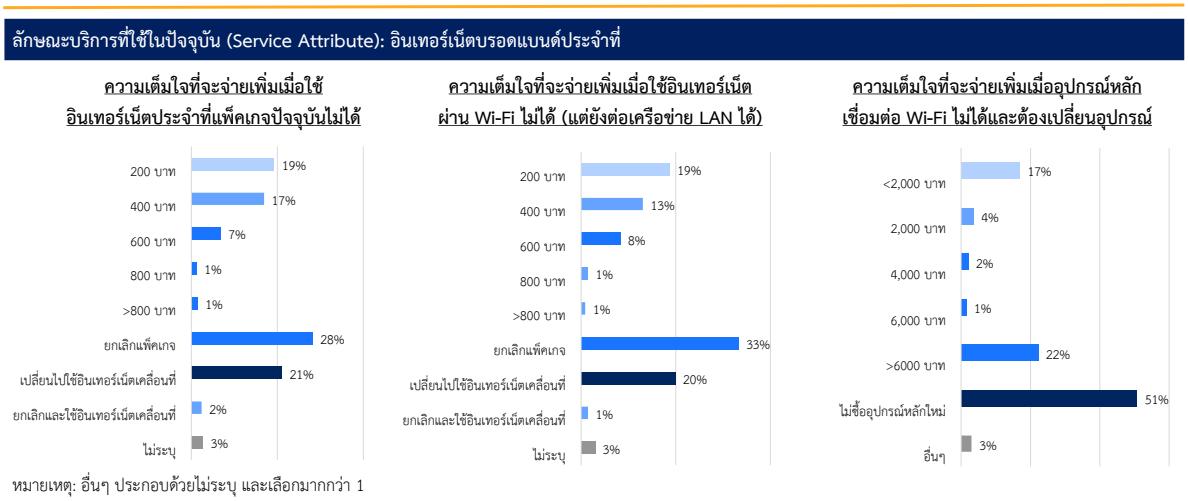
3. ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้เนื่องจากชำรุดและต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หลัก จากผลสำรวจพบว่า**ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากยินยอมไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่ หากอุปกรณ์หลักเดิมไม่สามารถเชื่อมต่อบริการ Wi-Fi ได้เนื่องจากชำรุดและต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ เป็นจำนวนทั้งหมด 171 คน คิดเป็นร้อยละ 51** รองลงมาคือ ยอมจ่ายเพิ่มมากกว่า 6,000 บาท จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 22 และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนที่เหลือ มีความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มแตกต่างกันดังตารางที่ 7-7

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่มน้อยกว่า 2,000 บาท	57	17.0
จ่ายเพิ่ม 2,000 บาท	12	4.0

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่ม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่ม 4,000 บาท	7	2.0
จ่ายเพิ่ม 6,000 บาท	5	1.0
จ่ายเพิ่มมากกว่า 6,000 บาท	75	22.0
ไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่	171	51.0
เลือกมากกว่า 1 ข้อ	2	1.0
ไม่ระบุ	8	2.0

ตารางที่ 7-7: ตารางความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อบริการ Wi-Fi ไม่ได้และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หลัก

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยอมยกเลิกแพ็คเกจหรือเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่หากใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ตประจำที่เดิมและบริการเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้ และไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่ หากไม่สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้อีกต่อไป



หมายเหตุ: อื่นๆ ประกอบด้วยไม่ระบุ และเลือกมากกว่า 1

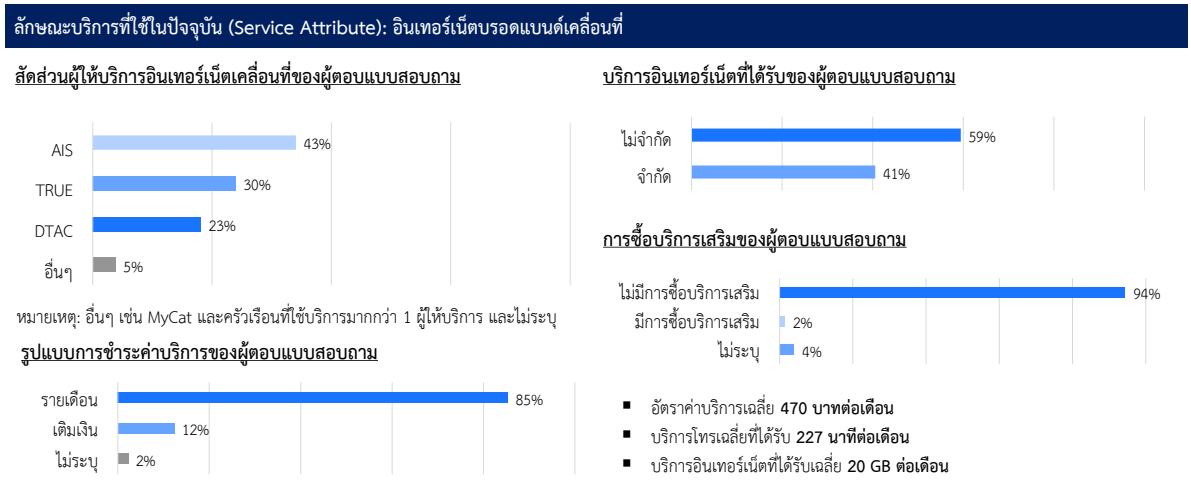
รูปที่ 7-8: ความเต็มใจที่จะจ่ายของบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของครัวเรือน

อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่

จากผลการสำรวจการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ของผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด พบว่า มี 397 คน จากทั้งหมดที่มีการใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ และพบว่า**ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากมีการใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS) มากที่สุด จำนวน 169 คน คิดเป็นร้อยละ 43** รองลงมาคือ ผู้ให้บริการ บมจ. ทรู คอร์ปอเรชั่น (TRUE) จำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ผู้ให้บริการ บจก. โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น (DTAC) จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 23 และอื่นๆ เช่น ผู้ให้บริการ บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ (MyCAT) ผู้ตอบแบบสอบถามที่ใช้บริการของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่มากกว่า 1 ราย และผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ระบุข้อมูล จำนวนทั้งสิ้น 19 คน คิดเป็นร้อยละ 5 โดยมีอัตราค่าบริการเฉลี่ยประมาณ 470 บาทต่อเดือน ได้รับบริการโทรเฉลี่ยประมาณ 227 นาทีต่อเดือน และ**ส่วนมากเป็นผู้ที่ได้รับอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่แบบไม่จำกัด จำนวน 236 คน คิดเป็นร้อยละ 59** และเป็นผู้ที่ได้รับอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่แบบจำกัด จำนวน 161 คน คิดเป็นร้อยละ 41 โดยอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เฉลี่ยแบบจำกัดที่ได้รับคือ 20 GB (Gigabit) ต่อเดือน นอกจากนี้ **ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการชำระค่าบริการการใช้อินเทอร์เน็ต**

บรอดแบนด์เคลื่อนที่ในรูปแบบรายเดือน จำนวน 339 คน คิดเป็นร้อยละ 85 และชำระค่าบริการในรูปแบบเติมเงิน จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และไม่ระบุข้อมูล จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 2 ทั้งนี้ **ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่มีการซื้อบริการเสริม หรือแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เพิ่มเติม จำนวนทั้งสิ้น 327 คน คิดเป็นร้อยละ 98** และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ซื้อบริการเสริมเพิ่มเติม จำนวนทั้งสิ้น 6 คน คิดเป็นร้อยละ 2 ดังรูปที่ 7-9

ผู้ตอบแบบสอบถามใช้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ AIS มากที่สุด และใช้ในรูปแบบรายเดือนเป็นหลัก โดยมีอัตราค่าบริการเฉลี่ย 470 บาท ได้บริการโทรเฉลี่ย 227 นาที และได้บริการอินเทอร์เน็ตเฉลี่ย 20 GB ต่อเดือน



รูปที่ 7-9: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน

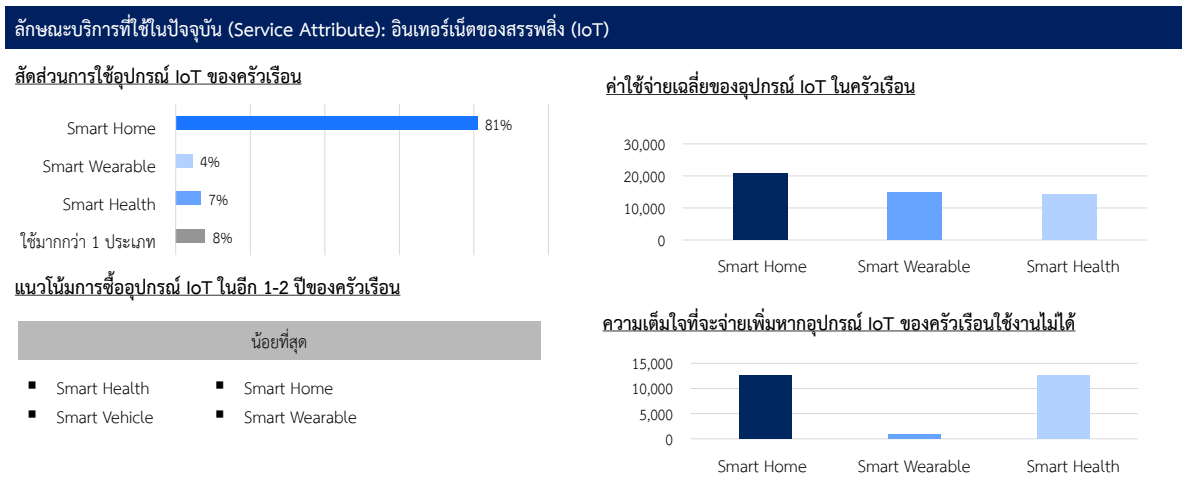
อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

จากการสำรวจการใช้งานอุปกรณ์ IoT ของครัวเรือนมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 7-10 พบว่ามี 89 ครัวเรือนที่มีการใช้งานอุปกรณ์ IoT โดย**ส่วนมากเป็นการใช้งานอุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home เช่น โทรทัศน์ เครื่องปรับอากาศ เครื่องฟอกอากาศ และกล้องวงจรปิด จำนวน 72 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 81** รองลงมาคือการใช้งานอุปกรณ์ IoT มากกว่า 1 ประเภท จำนวน 7 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 8 Smart Health เช่น อุปกรณ์ตรวจจับอัตราการเต้นหัวใจ และเครื่องออกกำลังกาย จำนวน 6 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 7 และประเภท Smart Wearable เช่น สายรัดข้อมือ รองเท้า จำนวน 4 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 4 สำหรับอุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Vehicle ไม่มีผู้ใช้งาน

ทั้งนี้ มีค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home เฉลี่ย 20,780 บาทต่อเครื่อง ประเภท Smart Wearable เฉลี่ย 14,834 บาทต่อเครื่อง และประเภท Smart Health เฉลี่ย 14,075 บาทต่อเครื่อง **โดยครัวเรือนมีแนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home Smart Wearable Smart Health Smart Vehicle อยู่ในระดับน้อยที่สุด** และสำหรับความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ IoT ได้เมื่อพบว่าครัวเรือนไม่สามารถใช้อุปกรณ์ IoT ได้อีกต่อไปของอุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home

เฉลี่ย 12,583 ต่อเครื่อง ประเภท Smart Health เฉลี่ย 12,607 บาทต่อเครื่อง และประเภท Smart Wearable เฉลี่ย 800 บาทต่อเครื่อง

มีการใช้ IoT ประเภท Smart Home มากที่สุดรองลงมาคือใช้มากกว่า 1 ประเภท และ Smart Health โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14,000-21,000 บาท และเต็มใจจะจ่ายเพิ่มเฉลี่ย 800-12,700 บาท เพื่อให้ใช้งานอุปกรณ์ IoT ได้



รูปที่ 7-10: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่ใช้ในปัจจุบันของครัวเรือน

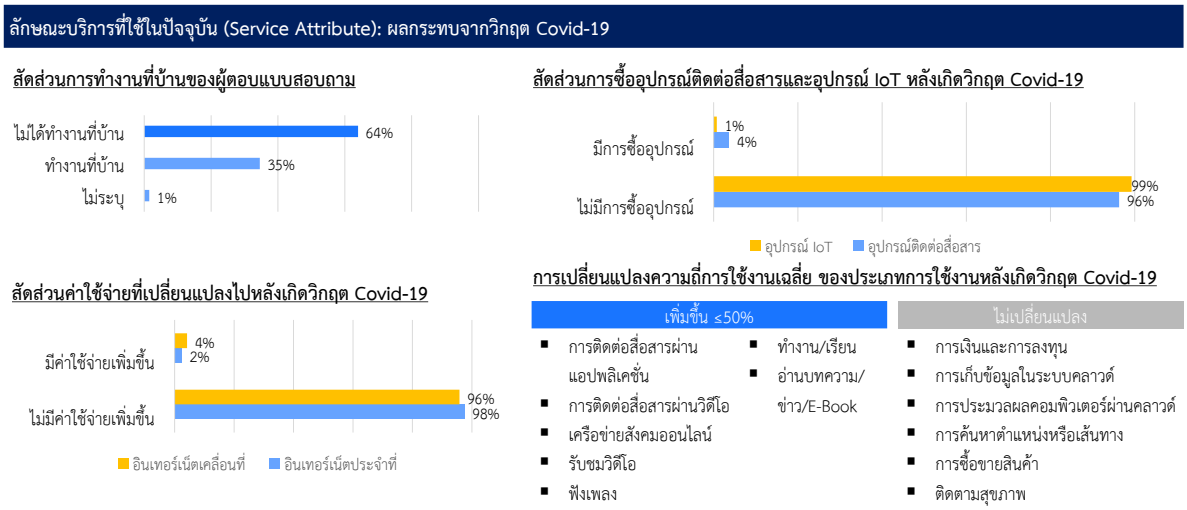
ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

จากผลการสำรวจผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ของครัวเรือนซึ่งเป็นช่วงหลังการประกาศ พรก.การบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือหลังเดือนมีนาคม 2563 มีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 7-11 พบว่า **ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากไม่มีการทำงานทางไกล หรือการทำงานจากที่บ้าน (Work From Home) เป็นจำนวน 259 คน คิดเป็นร้อยละ 64** เนื่องจากการสำรวจข้อมูลกระจายไปทั่วประเทศทั้งในจังหวัดที่เป็นพื้นที่สีแดงเข้มหรือพื้นที่ที่มีอัตราการติดเชื้อ โรค Covid-19 สูง เช่น เขตพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล และในจังหวัดพื้นที่สีอื่นๆ ที่มีอัตราการติดเชื้อของโรค Covid-19 น้อยกว่า เช่น เขตพื้นที่ต่างจังหวัด โดยสัดส่วนการสำรวจในพื้นที่ต่างจังหวัดมีมากกว่าการสำรวจในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล รวมไปถึงมีสัดส่วนของกลุ่มอาชีพที่ยังไม่มีนโยบายให้ทำงานที่บ้านสูง เช่น ข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ พนักงานของรัฐ และลูกจ้างของรัฐ หรือเป็นอาชีพที่ไม่เหมาะกับการทำงานที่บ้าน เช่น กลุ่มผู้ทำงานโรงงาน จึงทำให้มีผู้ที่ไม่ได้ทำงานที่บ้านเป็นสัดส่วนที่มากกว่า

นอกจากนี้ **ครัวเรือนส่วนมากไม่มีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารเพิ่มเติมหลังเกิดวิกฤต Covid-19 เป็นจำนวน 390 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 96** และมีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร เช่น โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต จำนวน 15 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 4 และ**ครัวเรือนส่วนมากไม่มีการซื้ออุปกรณ์ IoT เพิ่มเติมหลังเกิดวิกฤต Covid-19 เช่นกัน เป็นจำนวน 402 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 99** และครัวเรือนที่มีการซื้ออุปกรณ์ IoT เพิ่มเติม เช่น อุปกรณ์ IoT ประเภท Smart Home และ ประเภท Smart Health จำนวน 3 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 1 รวมไปถึง**ครัวเรือนส่วนมากไม่มีสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ**

อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เพิ่มขึ้น เป็นจำนวน 395 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 98 มีเพียง 10 ครัวเรือน ที่มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น คิดเป็นร้อยละ 2 และ**ครัวเรือนส่วนมากไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน เป็นจำนวน 388 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 96** มีเพียง 17 ครัวเรือนที่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 4 จากทั้งหมด ทั้งนี้ ความถี่ในการใช้งานประเภท การติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชัน การติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ เครือข่ายสังคมออนไลน์ รับชมวิดีโอ ฟังเพลง ทำงาน/เรียน อ่านบทความ/ข่าว/E-Book มีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นร้อยละ 1-50 หลังเกิดวิกฤต Covid-19 และประเภทการใช้งานอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่การใช้งาน

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากไม่ได้ทำงานจากที่บ้าน และไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงไม่มีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT ใหม่หลังเกิดวิกฤต Covid-19



รูปที่ 7-11: ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบันหลังเกิดวิกฤต Covid-19 ของครัวเรือน

7.3 ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise)

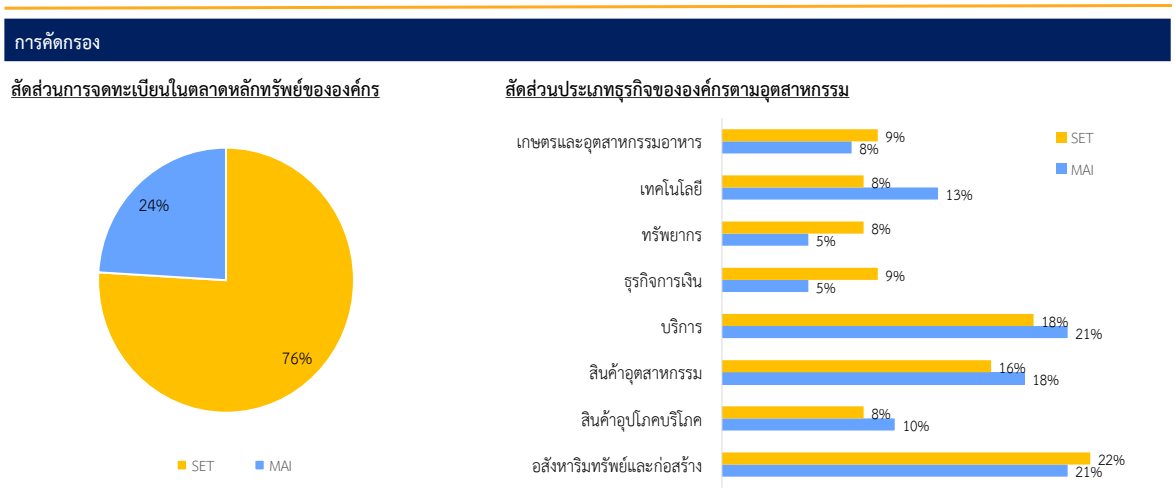
การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของผู้ใช้งานองค์กร มีเป้าหมายการสำรวจกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานองค์กร จำนวน 130 ตัวอย่าง ใน 2 ตลาด คือ ตลาด SET และ MAI ซึ่งสามารถจำแนกเป็นตลาดละ 8 อุตสาหกรรมประกอบด้วย 1) อุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร 2) อุตสาหกรรมเทคโนโลยี 3) อุตสาหกรรมทรัพยากร 4) อุตสาหกรรมธุรกิจการเงิน 5) อุตสาหกรรมบริการ 6) อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรม 7) อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภค และ 8) อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง โดยผู้ดำเนินโครงการติดต่อขอความอนุเคราะห์ในการสำรวจข้อมูลดังกล่าว และมีองค์กรที่ยินยอมให้สำรวจข้อมูลได้ จำนวน 158 บริษัท

ทั้งนี้ ผลสรุปข้อมูลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในผู้ใช้งานองค์กร ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ส่วนคัดกรอง 2) ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ส่วนที่ 1 การคัดกรอง

จากการสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามองค์กรเกี่ยวกับลักษณะตลาดและกลุ่มอุตสาหกรรมขององค์กรแสดงดังรูป 7-12 จำนวน 158 ราย พบว่า**องค์กรส่วนมากเป็นผู้จดทะเบียนในตลาด SET จำนวน 119 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 76** และเป็นองค์กรที่จดทะเบียนอยู่ในตลาด MAI จำนวน 39 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 24 และ**สำหรับตลาด MAI องค์กรส่วนมากอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์ละก่อสร้างและบริการ จำนวนอุตสาหกรรมละ 8 บริษัท คิดเป็นอุตสาหกรรมละร้อยละ 21** รองลงมาคือองค์กรที่อยู่ในอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรม จำนวน 7 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 18 และ**สำหรับตลาด SET องค์กรส่วนมากอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง จำนวน 27 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 22** รองลงมาคือองค์กรที่อยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมบริการจำนวน 23 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 18

ผู้ตอบแบบสอบถามองค์กร แบ่งเป็นบริษัทในตลาด SET ร้อยละ 76 และ MAI ร้อยละ 24 โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามที่อยู่ในตลาด MAI หมวดบริการ และตลาด SET หมวดอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างมากที่สุด



รูปที่ 7-12: การคัดกรองของผู้ใช้งานองค์กร

ส่วนที่ 2 ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

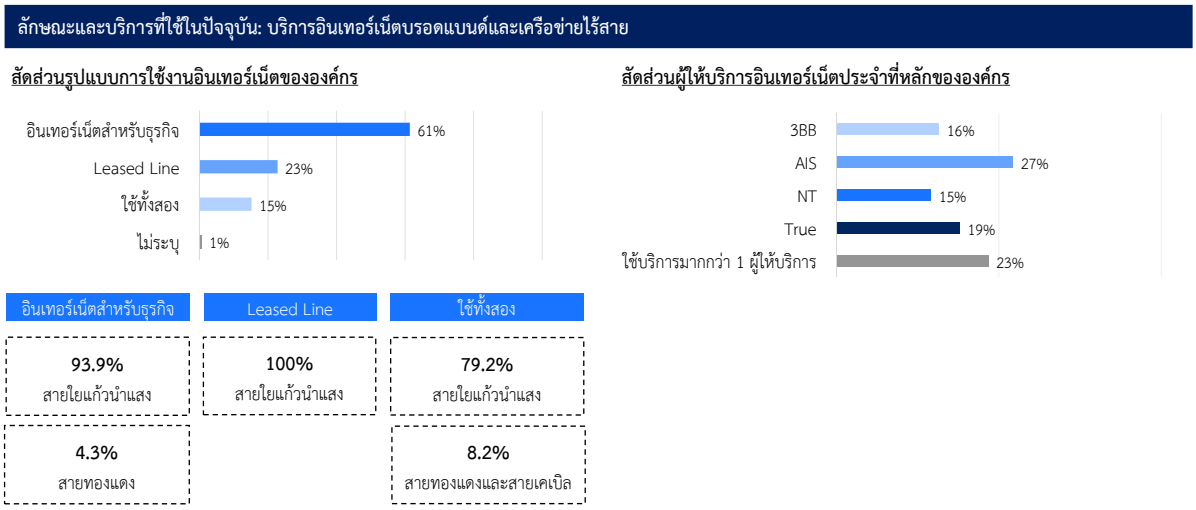
ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของผู้ใช้งานองค์กร ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สาย 2) การใช้งานระบบ IoT (IoT Solution) 3) การใช้งานระบบ RFID (RFID Solution) และ 4) ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

<u>บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สาย</u>

จากการสำรวจการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สายขององค์กรพบว่า **ส่วนมากใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ (Corporate Broadband) จำนวน 97 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 61** รองลงมาคือการใช้งานแบบวงจรเช่า (Leased Line) จำนวน 36 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 23 ใช้ทั้งสองบริการ จำนวน 24 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 15 และไม่ระบุ จำนวน 1 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 1 โดยเป็น**การ**

เชื่อมต่อแบบสายใยแก้วนำแสงมากที่สุด ทั้งบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ และบริการวงจรเช่า รองลงมาเป็นการเชื่อมต่อแบบสายทองแดงและสายเคเบิล ทั้งนี้ **องค์กรมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตจากผู้ให้บริการ บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (AIS) มากที่สุด จำนวน 43 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 27** รองลงมาคือใช้บริการมากกว่า 1 ผู้ให้บริการ จำนวน 37 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 23 ผู้ให้บริการ บมจ. ทรู คอร์ปอเรชั่น (TRUE) จำนวน 30 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 19 และ ผู้ให้บริการ บมจ. ทริปเปิลที บรอดแบนด์ (3BB) จำนวน 25 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 16 และผู้ให้บบริการ บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ (NT) จำนวน 23 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 15 ดังรูปที่ 7-13

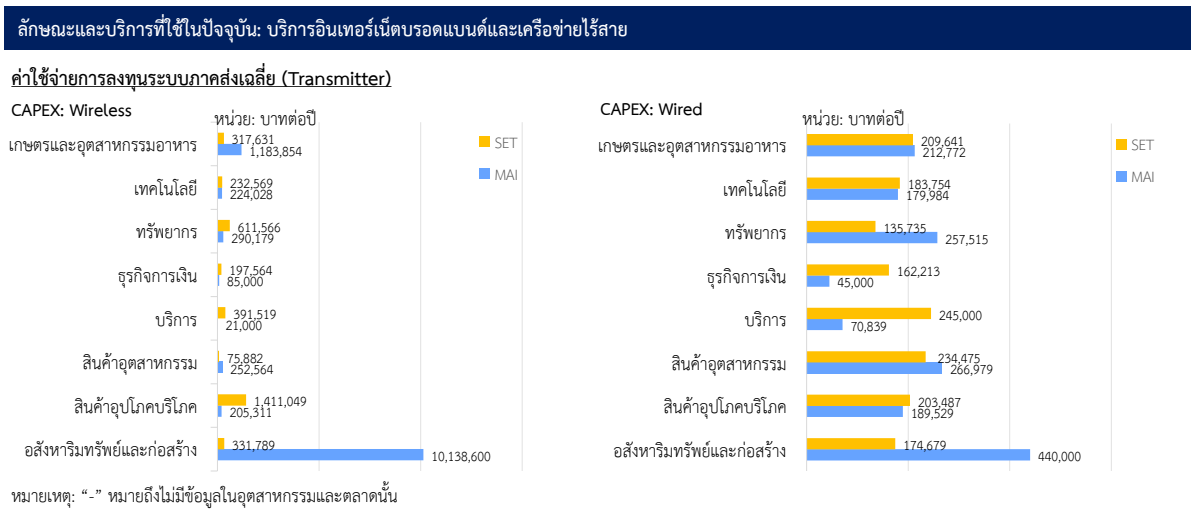
องค์กรส่วนมากใช้บริการอินเทอร์เน็ตสำหรับธุรกิจคิดเป็นร้อยละ 61 โดยเป็นการเชื่อมต่อแบบสายใยแก้วนำแสงมากที่สุด ทั้งนี้ ผู้ให้บริการที่องค์กรใช้งานมากที่สุดคือ ผู้ให้บริการ AIS คิดเป็นร้อยละ 27



รูปที่ 7-13: ลักษณะบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สายที่องค์กรใช้อยู่ในปัจจุบัน

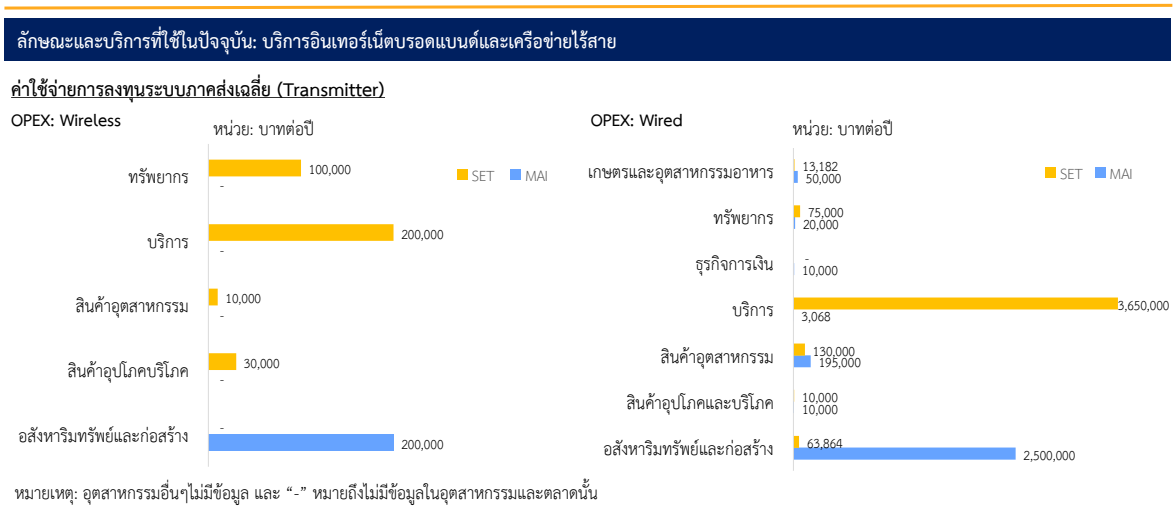
สำหรับค่าใช้จ่ายการลงทุนระบบภาคส่งเฉลี่ย (Transmitter) จำแนกเป็น การลงทุนประเภท CAPEX และการลงทุนประเภท OPEX ของระบบไร้สาย (Wireless) และระบบสาย (Wired) โดยรายละเอียดการลงทุนประเภท CAPEX แบบไร้สาย และแบบสายแสดงดังรูป 7-14 ซึ่งอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงสุด 10 ล้านบาทต่อปี และ 1.4 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมบริการในตลาด SET มีการลงทุนในระบบสายสูงสุด เฉลี่ย 440,000 บาทต่อปี และ 245,000 บาทต่อปี ตามลำดับ และการลงทุนประเภท OPEX แบบไร้สาย และแบบสายมีรายละเอียดแสดงดังรูป 7-15 ซึ่งอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และอุตสาหกรรมบริการในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายและระบบสายสูงที่สุด โดยระบบไร้สายมีการลงทุนเฉลี่ย 200,000 บาทต่อปี และ 200,000 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ระบบสายมีการลงทุนเฉลี่ย 2.5 ล้านบาทต่อปี และ 3.6 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีบางอุตสาหกรรมทั้งในตลาด SET และ MAI ที่ไม่มีข้อมูลการลงทุน

กลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และกลุ่มอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคและบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนค่าใช้จ่าย CAPEX ของระบบไร้สายภาคส่งสูงที่สุดเฉลี่ย 10 ล้านบาทต่อปี และ 1.4 ล้านบาทต่อปี



รูปที่ 7-14: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX ของระบบภาคส่งเฉลี่ย

กลุ่มอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างในตลาด MAI และกลุ่มบริการในตลาด SET มีค่าใช้จ่ายการลงทุน OPEX ของระบบไร้สายภาคส่งสูงสุดเฉลี่ย 200,000 บาทต่อปี

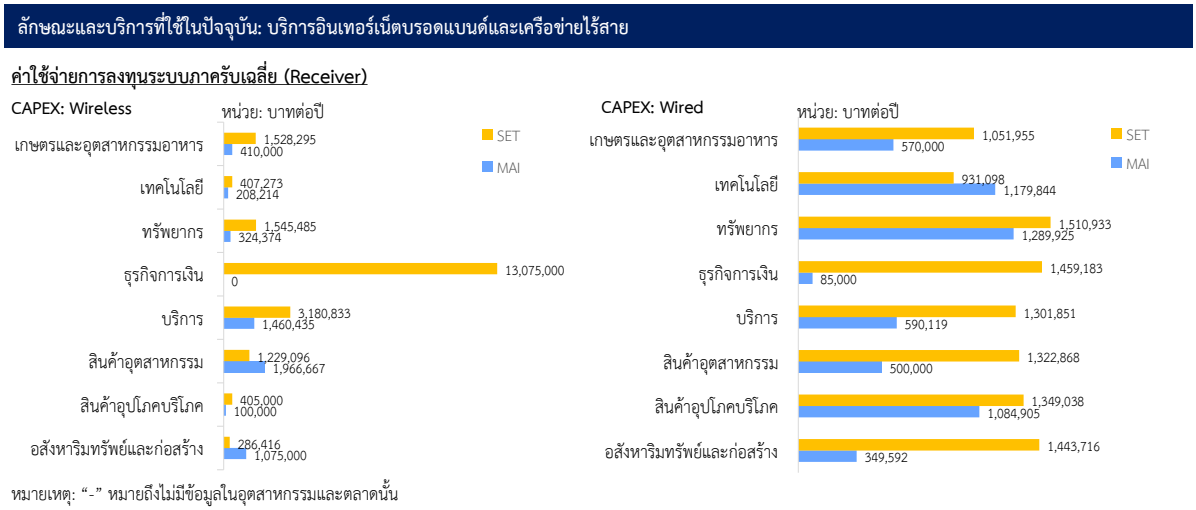


รูปที่ 7-15: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX ของระบบภาคส่งเฉลี่ย

สำหรับค่าใช้จ่ายการลงทุนระบบภาครับเฉลี่ยประกอบไปด้วย การลงทุนประเภท CAPEX และ OPEX ของระบบไร้สาย (Wireless) และระบบสาย (Wired) โดยรายละเอียดการลงทุนประเภท CAPEX แบบไร้สายและแบบสายในแต่ละอุตสาหกรรมแสดงดังรูป 7-16 ซึ่งอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI และอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงที่สุด เฉลี่ย 1.6 ล้านบาทต่อปี และ 13 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมทรัพยากรทั้งในตลาด MAI และ SET มีการลงทุนระบบสายสูงที่สุด เฉลี่ย 1.28 ล้านบาทต่อปี และ 1.51 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ และการลงทุนประเภท OPEX ทั้งระบบ

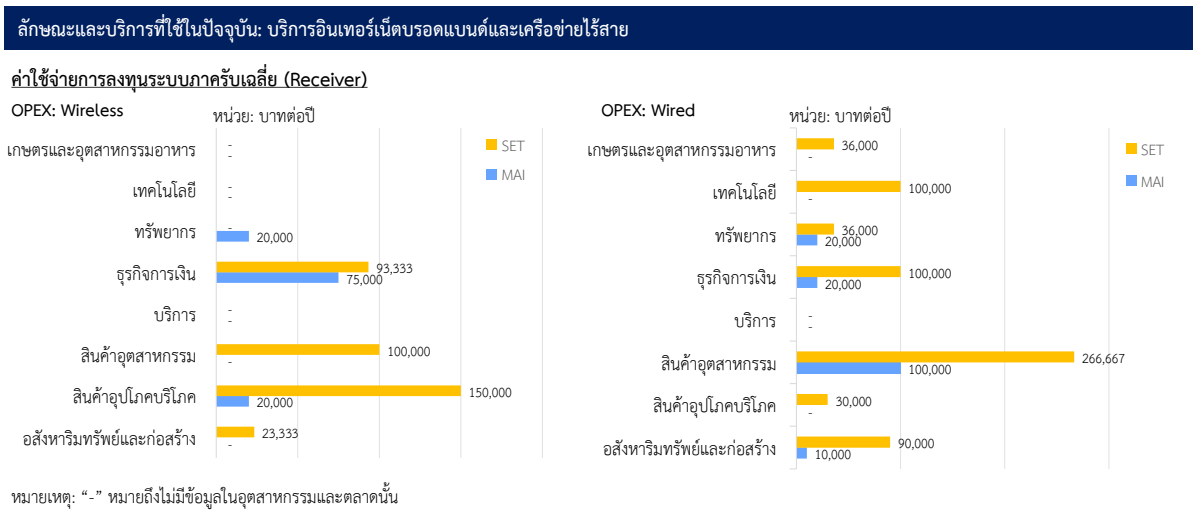
ไร้สายและสายมีรายละเอียดแสดงดังรูป 7-17 โดยอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด MAI และอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนในระบบไร้สายสูงที่สุด เฉลี่ย 75,000 บาทต่อปี และ 150,000 บาทต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI และ SET มีการลงทุนของระบบสายสูงที่สุด เฉลี่ย 100,000 บาทต่อปี และ 266,667 บาทต่อปี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม มีบางอุตสาหกรรมทั้งในตลาด SET และ MAI ที่ไม่มีข้อมูลการลงทุน

กลุ่มอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI และกลุ่มอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด SET มีการลงทุนค่าใช้จ่าย CAPEX ของระบบไร้สายภาครับสูงที่สุดเฉลี่ย 1.9 ล้านบาทต่อปี และ 13 ล้านบาทต่อปี



รูปที่ 7-16: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX ของระบบภาครับเฉลี่ย

กลุ่มอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินในตลาด MAI และกลุ่มอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคในตลาด SET มีการลงทุนค่าใช้จ่าย OPEX ของระบบไร้สายภาครับสูงที่สุดเฉลี่ย 75,000 บาทต่อปี และ 150,000 บาทต่อปี

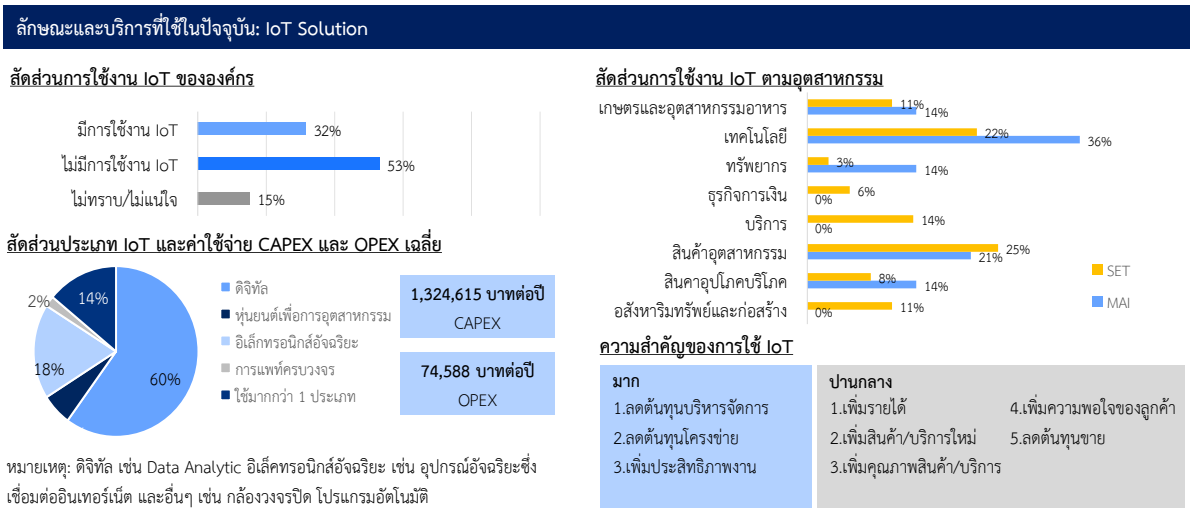


รูปที่ 7-17: ค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX ของระบบภาครับเฉลี่ย

<u>การใช้งานระบบ IoT (IoT Solution)</u>

จากการสำรวจผู้ใช้งานองค์กรเกี่ยวกับการใช้งานระบบ IoT ที่องค์กรใช้เพื่อประโยชน์ต่างๆ ขององค์กร พบว่า **องค์กรส่วนมากยังไม่มีการใช้งานระบบ IoT จำนวน 84 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 53** และบางส่วนที่มีการใช้งานระบบ IoT ในองค์กร จำนวน 50 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 32 และมี 24 บริษัท ที่ไม่ระบุข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 15 โดย**อุตสาหกรรมที่มีการนำระบบ IoT มาใช้งานมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด SET และอุตสาหกรรมเทคโนโลยีในตลาด MAI จำนวน 9 และ 5 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 25 และ 36 ตามลำดับ** รองลงมาคืออุตสาหกรรมเทคโนโลยีในตลาด SET และอุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด MAI จำนวน 8 และ 3 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 22 และ 21 ตามลำดับและสังเกตได้ว่าอุตสาหกรรมที่มีการนำระบบ IoT มาใช้งานดังกล่าวเป็นอุตสาหกรรมที่อยู่ใน 10 อุตสาหกรรมใหม่ (S-Curve) ของแผนยุทธศาสตร์ 4.0 ซึ่งสอดคล้องกับพิมพ์เขียวประเทศไทย 4.0 ที่ผลักดันให้มีการนำระบบอัตโนมัติ รวมไปถึงการนำระบบ IoT มาประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ มีสัดส่วน**การใช้งานระบบ IoT ประเภท ดิจิทัล เช่น ระบบการประมวลผลบนคลาวด์ (Cloud Computing) การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytic) โปรแกรม (Program) และซอฟต์แวร์ (Software) มากที่สุด จำนวน 30 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 60** รองลงมาคืออิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เช่น อุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ อุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Device) กล้องวงจรปิด จำนวน 9 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 18 ใช้มากกว่า 1 ประเภท จำนวน 7 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 14 หุ่นยนต์เพื่อการอุตสาหกรรม จำนวน 3 บริษัท คิดเป็นละร้อยละ 6 การแพทย์ครบวงจร จำนวน 1 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 2 ทั้งนี้ มีค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท CAPEX เฉลี่ย 1,324,615 บาทต่อปี และค่าใช้จ่ายการลงทุนประเภท OPEX เฉลี่ย 74,588 บาทต่อปี นอกจากนี้องค์กรยังให้**ความสำคัญของระบบ IoT ในการช่วยลดต้นทุนการบริการจัดการ ลดต้นทุนโครงข่าย และเพิ่มประสิทธิภาพงาน ในระดับที่มาก** และประโยชน์ในด้านการเพิ่มรายได้ เพิ่มสินค้าหรือบริการใหม่ เพิ่มคุณภาพสินค้าหรือบริการ เพิ่มความพอใจของลูกค้า และลดต้นทุนการขาย ในระดับปานกลาง ดังรูปที่ 7-18

ผู้ตอบแบบสอบถามองค์กรร้อยละ 32 มีการใช้งาน IoT จำแนกเป็นการใช้งานประเภท หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม ดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ การแพทย์ และใช้มากกว่า 1 ประเภท โดยกลุ่มที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ เทคโนโลยี

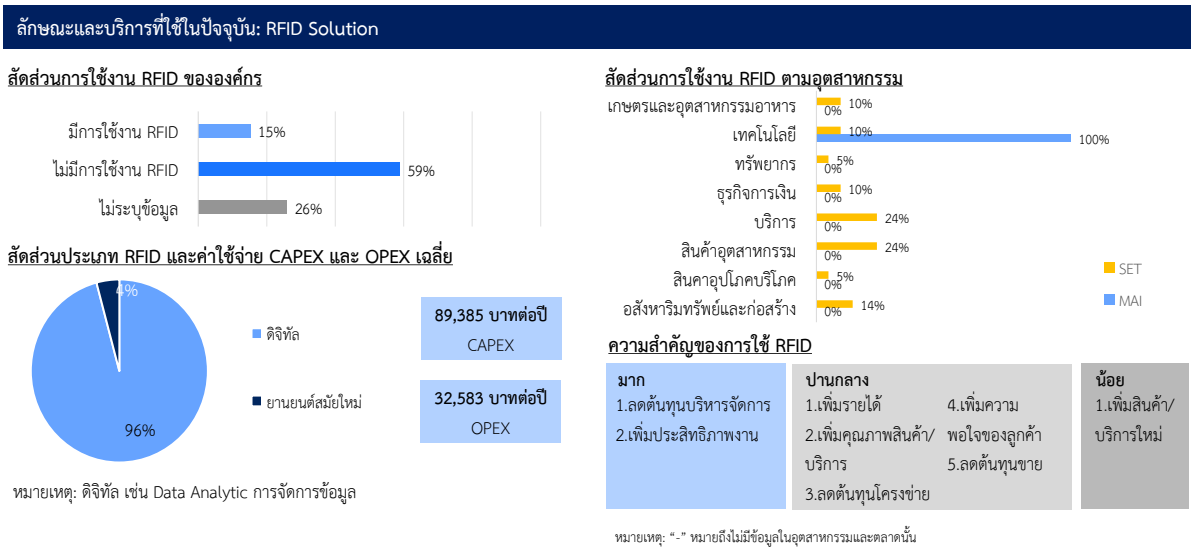


รูปที่ 7-18: ลักษณะบริการระบบ IoT (IoT Solution) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันขององค์กร

การใช้งานระบบ RFID (RFID Solution)

จากการสำรวจพบว่า **องค์กรส่วนมากยังไม่มีการนำระบบ RFID มาใช้งาน จำนวน 93 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 59** รองลงมาคือ ไม่ระบุข้อมูล จำนวน 41 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 26 และมีเพียง 24 บริษัทที่มีการนำระบบ RFID มาใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 15 โดย**ในตลาด SET อุตสาหกรรมที่มีการนำระบบ RFID มาใช้งานมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรมและบริการ จำนวน 5 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 24** รองลงมาคืออุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง จำนวน 3 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 14 อุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ธุรกิจการเงิน และเทคโนโลยี อุตสาหกรรมละ 2 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 10 และอุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภคและทรัพยากร อุตสาหกรรมละ 1 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 5 **ในขณะที่ตลาด MAI อุตสาหกรรมเทคโนโลยีมีการนำระบบ RFID มาใช้งานมากที่สุด จำนวน 3 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 100 โดยประเภทของระบบ RFID ที่มีการนำมาใช้งานมากที่สุดคือ RFID ประเภท ดิจิทัล เช่น บัตรแตะเข้าออกสถานที่ของพนักงาน เลขหมายระบุตัวตนอัจฉริยะสำหรับสินค้า (Smart Stock ID) และการเก็บข้อมูล จำนวน 23 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 96** รองลงมาเป็นการใช้งาน ยานยนต์สมัยใหม่ เช่น ใช้ RFID เป็น GPS จำนวน 1 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 4 โดยบริษัทมีต้นทุนการลงทุนเฉลี่ย (CAPEX) 89,385 บาทต่อปี และต้นทุนการจัดการ (OPEX) 32,583บาทต่อปี นอกจากนี้บริษัทต่างๆ ยังให้**ความสำคัญของการนำระบบ RFID มาใช้งานในการช่วยลดต้นทุนบริการจัดการและเพิ่มประสิทธิภาพงาน ในระดับมาก** ประโยชน์ในด้านการเพิ่มรายได้ เพิ่มคุณภาพสินค้าหรือบริการ ลดต้นทุนโครงข่าย เพิ่มความพอใจของลูกค้า และลดต้นทุนการขายในระดับปานกลาง และในด้านการเพิ่มสินค้าหรือบริการใหม่อยู่ในระดับน้อย ดังรูปที่ 7-19

องค์กรร้อยละ 15 มีการใช้งาน RFID ประเภทดิจิทัล ยานยนต์สมัยใหม่ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และใช้งานมากกว่า 1 ประเภท โดยกลุ่มที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ เทคโนโลยีในตลาด MAI บริการและสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด SET

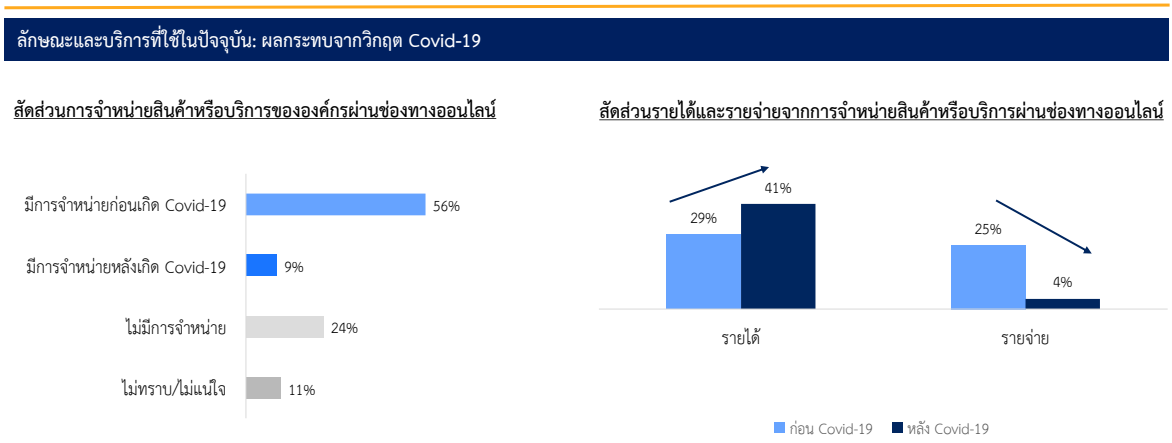


รูปที่ 7-19: ลักษณะบริการระบบ RFID (RFID Solution) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันขององค์กร

ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

จากผลการสำรวจผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ขององค์กรซึ่งเป็นช่วงหลังการประกาศ พรก.การบริหารราชการในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือหลังเดือนมีนาคม 2563 แสดงดังรูป 7-20 พบว่า **องค์กรส่วนใหญ่มีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 จำนวน 88 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 56** และมีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วงหลังเกิดวิกฤต Covid-19 จำนวน 15 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 9 ในขณะที่องค์กรบางส่วนไม่มีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์ทั้งก่อนและหลังเกิดวิกฤต Covid-19 จำนวน 38 บริษัท คิดเป็นร้อยละ 24 ทั้งนี้ รายได้จากการขายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์เฉลี่ยมีอัตราเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 29 ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 เป็นร้อยละ 41 หลังเกิดวิกฤต Covid-19 และรายจ่ายจากการขายสินค้าและบริการผ่านช่องทางออนไลน์เฉลี่ยมีอัตราลดลง โดยลดลงจากร้อยละ 25 ในช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19 เหลือร้อยละ 4 ในช่วงหลังเกิดวิกฤต Covid-19

ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นองค์กรส่วนใหญ่มีการจัดจำหน่ายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ก่อนเกิด Covid-19 ร้อยละ 56 โดยรายได้ที่ได้จากการจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วง Covid-19 มีอัตราเพิ่มขึ้น และรายจ่ายมีอัตราลดลง



รูปที่ 7-20: ลักษณะบริการที่ใช้อยู่ในปัจจุบันในส่วนของผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

7.4 ผลสำรวจผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

การสำรวจข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ ผู้ดำเนินโครงการได้ติดต่อขอสำรวจเชิงลึกจำนวนทั้งสิ้น 35 บริษัท แสดงดังรูป 7-23 ซึ่งเป็นบริษัทที่อยู่ในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. และสามารถสำรวจเชิงลึกได้ จำนวน 5 บริษัท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100 เทียบกับจำนวนเป้าหมาย ประกอบด้วย ผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม Wi-Fi จำนวน 2 บริษัท ผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม IoT จำนวน 2 บริษัท และผู้จำหน่ายอุปกรณ์กลุ่ม RFID จำนวน 1 บริษัท

สำหรับสรุปผลข้อมูลการสำรวจเชิงลึกของผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ผลสำรวจเชิงลึกผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi 2) ผลสำรวจเชิงลึกผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT 3) ผลสำรวจเชิงลึกผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID

จากการติดต่อขอความอนุเคราะห์สำรวจเชิงลึก 35 บริษัท ประกอบด้วยผู้ประกอบการโทรคมนาคม ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID IoT และ Wi-Fi มี 1 บริษัทในกลุ่ม RFID 2 บริษัทในกลุ่ม IoT และ 2 บริษัทในกลุ่ม Wi-Fi ที่ให้สัมภาษณ์

รายชื่อบริษัทในการสำรวจเชิงลึก

Telco	1.บมจ. แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส 2.บมจ. ทรู คอร์ปอเรชั่น	3.บมจ. โททัล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น 4. บมจ. โทรคมนาคมแห่งชาติ	5.บจก. ดิงส์ ออน เน็ต	
Vendor Wi-Fi	1.บจก. เพล็นต์ คอมพิวเตอร์ 2. บจก. เอ็น.วี.เค.อินเตอร์	3.บจก. วิน วิน เน็ต คอร์ปอเรชั่น 4.บจก. อินแกรม ไมโคร (ประเทศไทย)	5.บจก. เครซี่ วัน 6. บจก. เจอาร์พี ดิสทริบิวชั่น	7.บจก. เทิ่นต่า เทคโนโลยี่ (ไทยแลนด์)
Vendor IoT	1.บจก. คิวแมน คอนซัลติ้ง 2.บจก. หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) 3. บจก. อาร์ซีเอ็น เซอร์วิส	4.บจก. เอมวัน (ประเทศไทย) 5.บจก. เอ็นเนอร์จีแม็คซ์	6.บจก. สตรีม ไอ.ที.คอนซัลติ้ง 7. บจก. ลีโอ เทคโนโลยี แอนด์ มาร์เกตติ้ง	8.บจก. โนวา กรีน เพาเวอร์ ซิสเท็ม 9.บจก. ไพรมัส
Vendor RFID	1. บจก. แมทช์พอยท์ เทคโนโลยี 2.บจก. ซีบรา เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) 3. บจก. อาร์เอฟไอดี 4. บจก. สตาร์ อาร์เอฟไอดี	5.บจก. อินฟินิท เทคโนโลยี คอร์ปอเรชั่น 6.บจก. เอเซนเทค(ประเทศไทย) 7. บจก. เอส.ที.ฟิวเจอร์คอนโทรล 8.บจก. แซดเคเทคโค ไทย	9.บจก. เจวีพี เค ซิเคียวริตี้ ซิสเต็มส์ 10.บจก. ซับบ์ (ประเทศไทย) 11.บจก. โกคิน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ดีเวลลอปเม้นท์ 12. บจก. ไฟฟ้าอุตสาหกรรม	13. บจก. สมาร์ท ไอเดนทิฟาย 14.บจก. ออมรอน อีเลคทรอนิคส์
สำรวจได้	Wi-Fi 1. บจก. อินแกรม ไมโคร (ประเทศไทย) 2.บจก. เครซี่ วัน	IoT 1.บจก. เอมวัน (ประเทศไทย) 2. บจก. โนวา กรีน เพาเวอร์ ซิสเท็ม	RFID 1. บจก. สตาร์ อาร์เอฟไอดี	

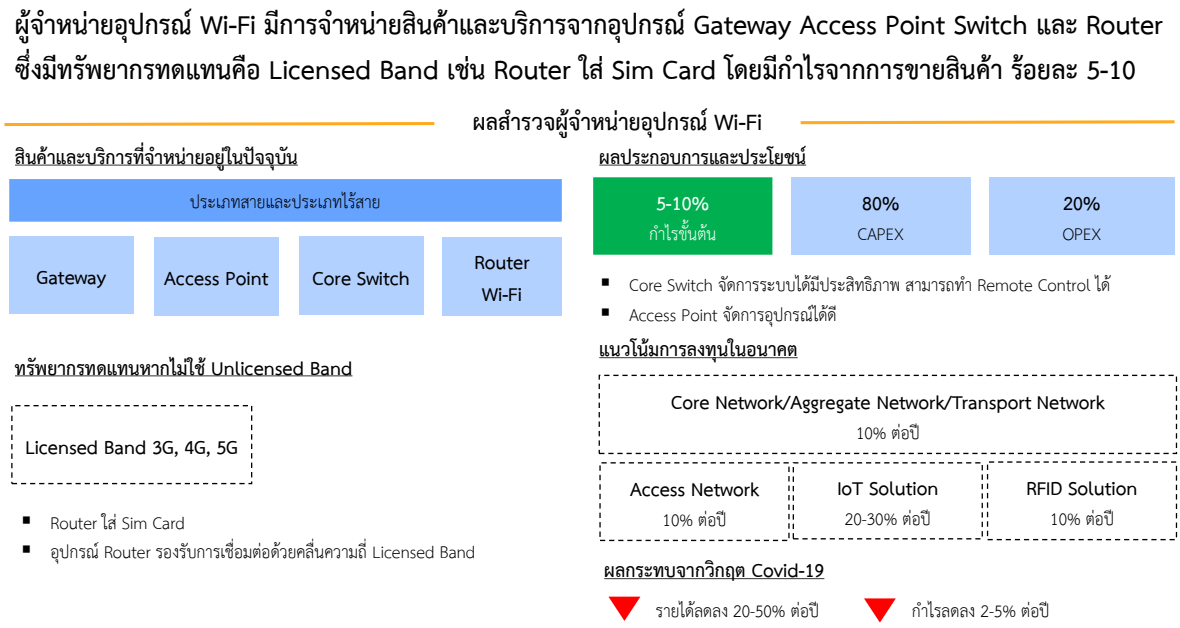
รูปที่ 7-21: รายชื่อบริษัทผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ในการสำรวจเชิงลึก

ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi

จากผลสำรวจเชิงลึกแสดงดังรูปที่ 7-24 พบว่าผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีการจำหน่ายสินค้าและบริการทั้งประเภทไร้สายและประเภทสาย โดยอุปกรณ์ที่ขายเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายโทรคมนาคมในส่วนโครงข่ายแกน (Core Network) โครงข่ายรวมสัญญาณ (Aggregate Network) และโครงข่ายส่วนเข้าถึง (Access Network) เช่น Security Gateway ทำหน้าที่เป็นระบบรักษาความปลอดภัยของโครงข่ายในการตรวจดูการใช้งาน (Traffic) ที่ผ่านเข้าออกโครงข่าย Core Switching ทำหน้าที่ในการจัดการ Traffic ที่เข้ามาในโครงข่ายให้ไปตามจุดหมายที่ถูกต้อง LAN Switching ทำหน้าที่จัดการ Traffic ที่เข้ามาในโครงข่าย LAN (Local Access Network) Access Point ทำหน้าที่เป็นตัวรวมการเชื่อมต่อสัญญาณของผู้ใช้งานเข้าด้วยกัน และ Mesh Wi-Fi คืออุปกรณ์ Router Wi-Fi ที่เชื่อมต่อกันในลักษณะของใยแมงมุม (Mesh) เพื่อเพิ่มความแรงของสัญญาณในพื้นที่ที่มีบริเวณกว้าง ทั้งนี้ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Wi-Fi ได้แก่ อุปกรณ์จำพวก Access Point และ Router Wi-Fi โดยหากผู้จำหน่ายอุปกรณ์ไม่สามารถใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมาเป็นทรัพยากรในการขายสินค้าและบริการดังกล่าวได้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์จะใช้คลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตในการใช้งาน (Licensed Band) มาเป็นทรัพยากรในการขายสินค้าและบริการแทน เช่น คลื่นความถี่ 3G 4G และ 5G เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถรองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่นความถี่ Licensed Band ได้ ซึ่งจะเป็นการใช้งานในลักษณะ Router ใส่ Sim Card

สำหรับผลประกอบการที่ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ได้รับ เฉลี่ยกำไรขั้นต้นอยู่ที่ 5-10% ต่อปี และมีการลงทุนในโครงข่ายแกน (Core Network) โครงข่ายรวมสัญญาณ (Aggregate Network) โครงข่ายส่วนเข้าถึง (Access Network) จำแนกเป็นประเภท CAPEX เฉลี่ยร้อยละ 80 และประเภท OPEX เฉลี่ยร้อยละ 20 โดยมีแนวโน้มการลงทุนในโครงข่ายแกน โครงข่ายรวมสัญญาณ โครงข่ายส่วนเข้าถึง และโครงข่ายสื่อสัญญาณ (Transport

Network) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 ต่อปี ลงทุนในระบบ IoT (IoT Solution) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 20-30 ต่อปี และลงทุนในระบบ RFID (RFID Solution) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 ต่อปี และที่เหลือเป็นการลงทุนในด้านอื่นของบริษัท อย่างไรก็ตามจากผลกระทบของการเกิดวิกฤต Covid-19 ทำให้รายได้ของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20-50 ต่อปี รวมไปถึงกำไรที่ได้เช่นกัน โดยลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 2-5 ต่อปีจากกำไรขั้นต้น



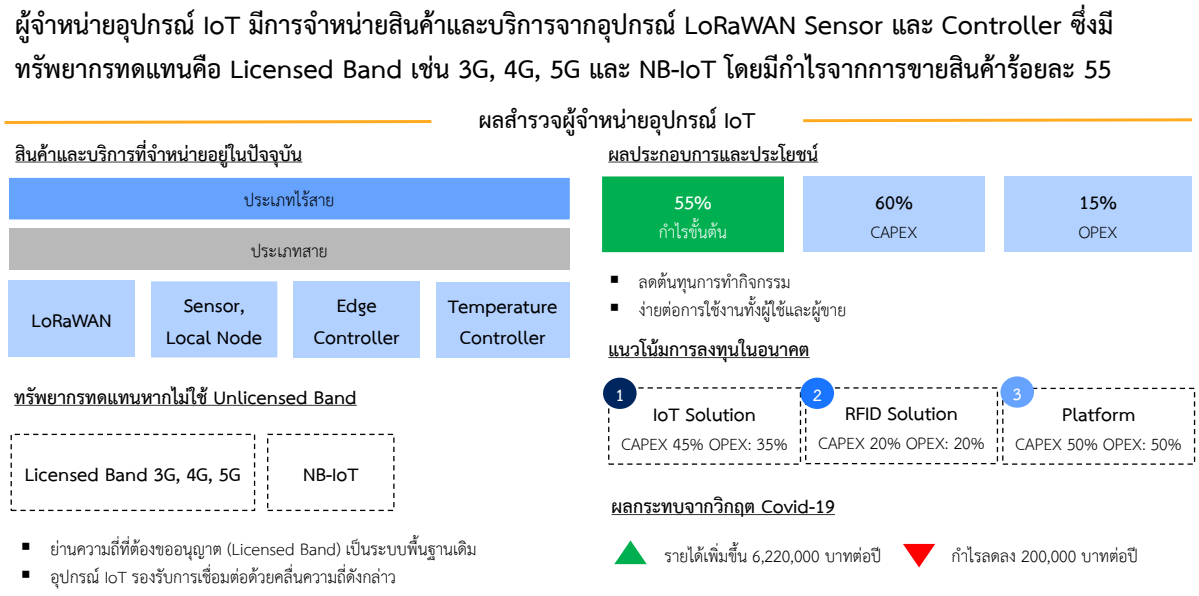
รูปที่ 7-22: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi

ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT

จากการสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT แสดงดังรูปที่ 7-25 พบว่า ผู้จำหน่ายมีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการทั้งประเภทไร้สายและประเภทสาย โดยเป็นอุปกรณ์ IoT ประเภทต่างๆ เช่น LoRaWAN 360DE ซึ่งเป็นอุปกรณ์ IoT ชนิดหนึ่งที่สามารถใช้กับโปรโตคอล (Protocol) ได้หลากหลาย เซนเซอร์ (Sensor) Local Node Edge Controller และ อุปกรณ์ Controller ประเภทอื่นๆ รวมไปถึง ตู้เย็นสำหรับแช่วัคซีน ทั้งนี้ หากผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT ไม่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเป็นทรัพยากรในการขายสินค้าและบริการ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์จะใช้คลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตในการใช้งาน (Licensed Band) เช่น คลื่นความถี่ 3G 4G และ 5G เป็นทรัพยากรในการจำหน่ายสินค้าและบริการดังกล่าว รวมไปถึงการนำอุปกรณ์ IoT ประเภท NB-IoT มาจำหน่ายคู่กัน เนื่องจากอุปกรณ์ IoT ส่วนมากรองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่น Licensed Band เป็นพื้นฐาน โดยสามารถใส่อุปกรณ์เสริม หรือใส่ Sim Card เพื่อให้อุปกรณ์ IoT สามารถเชื่อมต่อคลื่นดังกล่าวได้

สำหรับผลประกอบการ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีกำไรขั้นต้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 55 และมีสัดส่วนการลงทุนในระบบ IoT จำแนกเป็นประเภท CAPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 60 และประเภท OPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 15 โดยประโยชน์ที่ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ได้รับจากการจำหน่ายสินค้าและบริการระบบ IoT คือ สามารถช่วย

ลดต้นทุนในการทำกิจกรรมของบริษัทได้ และอุปกรณ์ IoT ดังกล่าวทำให้มีความง่ายต่อการใช้งานและต่อการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทั้งผู้ใช้และผู้ขาย เนื่องจากไม่ต้องเดินสายเชื่อมระหว่างเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ประเภทอื่นๆ ในโรงงาน ทั้งนี้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีแนวโน้มลงทุนในระบบ IoT มากที่สุด โดยเป็นการลงทุนประเภท CAPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 45 และประเภท OPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 รองลงมาเป็นการลงทุนในระบบ RFID โดยเป็นการลงทุนประเภท CAPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 และประเภท OPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 และการลงทุนประเภทแพลตฟอร์ม (Platform) เช่น แอปพลิเคชัน (Application) สำหรับทำการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) และการจัดการพลังงาน (Energy Management) โดยเป็นการลงทุนประเภท CAPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 50 และประเภท OPEX เฉลี่ยประมาณร้อยละ 50 อย่างไรก็ตาม จากผลกระทบจากวิกฤต Covid-19 ทำให้ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ มีรายได้เพิ่มมากขึ้นเฉลี่ยประมาณ 6.22 ล้านบาทต่อปี ในขณะที่มีกำไรลดลงเฉลี่ยประมาณ 0.2 ล้านบาทต่อปี



รูปที่ 7-23: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT

ผลสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID

จากการสำรวจเชิงลึกของผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID แสดงดังรูปที่ 7-26 พบว่า ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีการจัดจำหน่ายสินค้าและบริการประเภทไร้สายเพียงอย่างเดียว คือ อุปกรณ์ NFC (Near Field Communication) หรืออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารในระยะใกล้ โดยจะเป็นการใช้งานประเภทบัตรแตะเข้าสถานที่หรืออาคาร หรือบัตรแตะเพื่อชำระเงิน โดยไม่สามารถใช้ทรัพยากรอื่นมาทดแทน หากไม่สามารถใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเป็นทรัพยากรได้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเท่านั้น ทั้งนี้ ผู้ประกอบการมีกำไรขั้นต้นจากการจำหน่ายสินค้าและบริการ RFID ประมาณร้อยละ 20 และมีการลงทุนประเภท CAPEX ประมาณร้อยละ 50-100 และประเภท OPEX ประมาณน้อยกว่าร้อยละ 50 และสำหรับแนวโน้มการลงทุนในอนาคต ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีแนวโน้มการลงทุนในระบบ RFID มากที่สุด โดยเป็นการลงทุนประเภท CAEPX ประมาณร้อยละ 90 และประเภท

OPEX ประมาณร้อยละ 10 อย่างไรก็ตาม จากผลกระทบวิกฤต Covid-19 ทำให้ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ มีรายได้ลดลงประมาณร้อยละ 10-30 ต่อปี และกำไรลดลงประมาณร้อยละ 10-15 ต่อปี

รูปที่ 7-24: ภาพรวมผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID

8 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

สำหรับการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป จะแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อสำคัญ ได้แก่ หัวข้อแรกจะเป็นการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบจากต่างประเทศในการศึกษาที่ผ่านมา และหัวข้อสุดท้ายจะเป็นการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลเบื้องต้นจากการสำรวจสถานการณ์ของประเทศไทยที่จัดเก็บและรวบรวมโดยทางทีมผู้วิจัย รายละเอียดมีดังนี้

8.1 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบจากต่างประเทศในการศึกษาที่ผ่านมา

ข้อมูลเปรียบเทียบจากต่างประเทศในการศึกษาที่ผ่านมาเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ จากข้อมูลที่ได้สามารถนำมาคำนวณได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ รูปแบบที่ 1 คือการใช้วิธีที่ 1 การเทียบเคียง (Benchmarking) โดยพิจารณามูลค่าทางเศรษฐกิจที่ตรงหรือใกล้เคียงกับการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย และรูปแบบที่ 2 คือการใช้วิธีที่ 2 การใช้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) และวิธีที่ 3 เศรษฐมิติ (Econometrics) ร่วมกันเนื่องจากข้อจำกัดที่คลื่นความถี่ที่ใช้เป็นการทั่วไปไม่ได้มีราคาคลื่นความถี่ที่เป็นราคาตลาดจากการประมูล รายละเอียดกระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่และมูลค่าคลื่นความถี่ที่ได้เป็นดังนี้

รูปแบบที่ 1: การใช้วิธีที่ 1 การเทียบเคียง (Benchmarking)

การเทียบเคียงจะเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลการศึกษาและประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ในต่างประเทศโดยจากที่กล่าวข้างต้นพิจารณาการประยุกต์ใช้ 3 การประยุกต์ใช้หลัก คือ การประยุกต์ใช้ Wi-Fi การประยุกต์ใช้ IoT และการประยุกต์ใช้ RFID ที่เกี่ยวข้องกับ 3 ประเด็น ได้แก่ (1) การพัฒนาโครงข่าย 5G ในประเทศไทย (2) แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และ (3) การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมหลังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ไว้ด้วย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิชาการที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้าที่เกี่ยวข้องพบว่าสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กรณีของประเทศในกลุ่มทวีปยุโรปงานศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย OFCOM (2007)[45] และ GSMA (2013)[46] กรณีศึกษาในสหรัฐอเมริกาซึ่งประกอบไปด้วย Katz (2014)[47] และ Katz (2018a)[48] และกรณีศึกษาในประเทศอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ Katz (2018b)[49] และ Katz (2021)[50] อย่างไรก็ตามงานศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นศึกษา

[45] OFCOM. (2007). *License-Exemption Framework Review: A Statement on the Framework for Managing Spectrum Used by License-Exempt Devices.* OFCOM.

[46] GSMA. (2013). *Valuing the Use of Spectrum in the EU.* GSMA.

[47] Katz. (2014). *Assessment of Current and Future Economic Value of Unlicensed Spectrum in the US.* Columbia Institute for Tele-Information.

[48] Katz. (2018). *A 2017 Assessment of the Current and Future Economic Value of Unlicensed Spectrum in the US.* Telecom Advisory Services, LLC.

[49] Katz. (2018). *The Economic Value of Wi-Fi: A Global View (2018 and 2023).* Telecom Advisory Services, LLC.

[50] Katz. (2021). *The Economic Value of Wi-Fi: a Global View (2021-2025).* Telecom Advisory Services, LLC and Wi-Fi Alliance.

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi เป็นหลักทำให้มีข้อจำกัดของข้อมูลทำให้จำเป็นต้องคำนวณวิธีการเทียบเคียงออกเป็น 2 วิธีย่อย ดังนี้ วิธีย่อยที่ 1.1 ใช้ข้อมูลมูลค่าคลื่นความถี่โดยตรง จากข้อมูลพบว่ามีการประยุกต์ใช้ทั้งสามการประยุกต์ใช้โดยมีข้อมูลตั้งแต่ ค.ศ. 2006 ถึง ค.ศ. 2020 ลักษณะข้อมูลไม่ต่อเนื่องและมีเฉพาะสหรัฐอเมริกา และวิธีย่อยที่ 1.2 ใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่สัมพันธ์กับขนาดเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ เพื่อประเมินมูลค่าของประเทศไทยจากขนาดเศรษฐกิจของประเทศไทย และพบว่ามีการประยุกต์ใช้เฉพาะ Wi-Fi โดยมีข้อมูลตั้งแต่ ค.ศ. 2018 ถึง ค.ศ. 2025 ลักษณะข้อมูลไม่ต่อเนื่องและข้อมูลของแต่ละประเทศมีความหมากหลายจึงมุ่งเน้นไปยังประเทศที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศพัฒนาแล้ว

สำหรับวิธีย่อยที่ 1.1 ใช้ข้อมูลมูลค่าคลื่นความถี่โดยตรง ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

- มูลค่าคลื่นความถี่ต่อประชากรและอัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่ต่อประชากร
- จำนวนประชากรและอัตราการเติบโตของจำนวนประชากรไทย
- อัตราแลกเปลี่ยนจากสกุลเงินตราต่างประเทศเป็นเงินบาทไทยที่คำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากัน (Purchasing Power Parity: PPP)
- อัตราส่วนของมูลค่าคลื่นความถี่ที่มีการประยุกต์ใช้ลักษณะอื่นๆ เทียบกับการประยุกต์ใช้สำหรับ Wi-Fi

กระบวนการคำนวณดำเนินการโดยการแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ของปีที่ต้องการเป็นมูลค่าต่อประชากรซึ่งเป็นการทำให้อยู่ในฐานเดียวกันที่สามารถเทียบเคียงกันได้ระหว่างประเทศที่จำนวนประชากรไม่เท่ากัน จากนั้นนำมูลค่าดังกล่าวมาคูณกับจำนวนประชากรไทยในปีนั้นจะได้มูลค่าคลื่นความถี่ของปีนั้น การคำนวณเพื่อพยากรณ์ไปข้างหน้าใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่ต่อประชากรและอัตราการเติบโตของจำนวนประชากรไทยประกอบ นอกจากนี้มูลค่าดังกล่าวสามารถแปลงเป็นหน่วยเงินบาทไทยโดยคำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากันไว้ด้วย

สำหรับวิธีย่อยที่ 1.2 ใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่สัมพันธ์กับขนาดเศรษฐกิจของประเทศต่าง ๆ ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณเป็นดังนี้

- มูลค่าคลื่นความถี่และอัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่
- ขนาดเศรษฐกิจโดยวัดจากผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของประเทศที่แท้จริง (Real Gross Domestic Product, หน่วยดอลลาร์สหรัฐที่ปีฐาน ค.ศ. 2017) ที่คำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากัน
- อัตราแลกเปลี่ยนจากสกุลเงินตราต่างประเทศเป็นเงินบาทไทยที่คำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากัน

จากข้อมูลมูลค่าคลื่นความถี่จากการทบทวนเอกสารและงานวิชาการที่ได้ศึกษาไว้ก่อนหน้าสำหรับปี ค.ศ. 2018 พบว่ามีจำนวน 6 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส เยอรมนี ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ และสำหรับปี ค.ศ. 2021 มีจำนวน 14 ประเทศโดยรวมประเทศข้างต้นและเพิ่มเติมประเทศ ได้แก่ สเปน โปแลนด์ สิงคโปร์ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ บราซิล โคลัมเบีย และเม็กซิโก จากประเทศที่ศึกษาจะเห็นได้ว่าครอบคลุมหลายประเทศทั่วโลกในหลากหลายภูมิภาคทั่วโลกรวมไปหลากหลายขนาดเศรษฐกิจด้วย

นอกจากนี้สังเกตว่าวิธีการไม่ใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่มีต่อประชากรเนื่องจากทั้งมูลค่าคลื่นความถี่และขนาดเศรษฐกิจเกี่ยวข้องกับจำนวนของประชากรอยู่แล้วรวมไปถึงสามารถอธิบายได้ดีด้วย

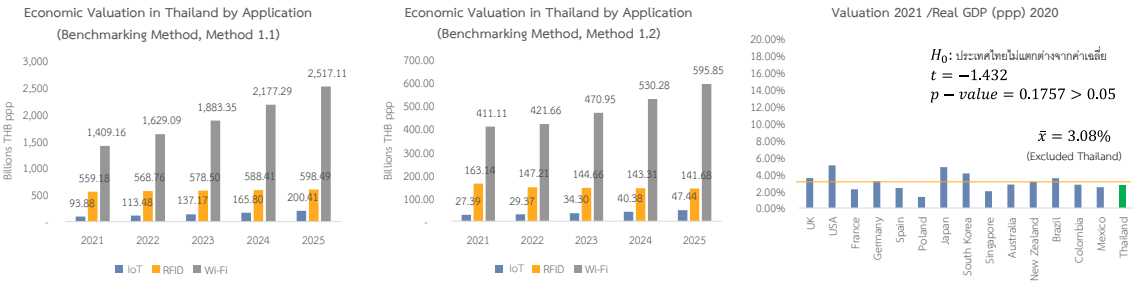
สำหรับกระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่วิธีที่ 1 ปัจจัยนำเข้าจะเป็นงานศึกษาที่เกี่ยวกับมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเพื่อได้ค่าพารามิเตอร์และใช้ข้อมูลของประเทศไทยคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่

รูปที่ 8-1: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป วิธีที่ 1

ผลจากการศึกษาพบว่าในปี ค.ศ. 2018 มูลค่าเศรษฐกิจและมูลค่าคลื่นความถี่มีความสัมพันธ์ทางบวก โดยมีค่า R^2 อยู่ที่ 0.8654 แปลว่าความแปรผันของมูลค่าเศรษกิจสามารถอธิบายความแปรปรวนของมูลค่าคลื่นความถี่ได้ที่ร้อยละ 86.54 และในปี ค.ศ. 2021 มูลค่าเศรษฐกิจใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2020 เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เผยแพร่ล่าสุดและมูลค่าคลื่นความถี่มีความสัมพันธ์ทางบวกเช่นกันโดยมีค่า R^2 อยู่ที่ 0.9465 ซึ่งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้มีจำนวนประเทศเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าด้วยแสดงให้เห็นว่ามูลค่าเศรษฐกิจและมูลค่าคลื่นความถี่มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก จากผลการศึกษาเนื่องจากทราบข้อมูลขนาดเศรษฐกิจของประเทศไทยอยู่แล้วโดยใช้ข้อมูลจากธนาคารโลกจึงสามารถประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ของประเทศไทยได้ รวมไปถึงพยากรณ์ไปข้างหน้าจากใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่และขนาดเศรษฐกิจของประเทศได้และแปลงเป็นหน่วยเงินบาทไทยโดยคำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากันไว้ด้วย

ผลการคำนวณพบว่าวิธีย่อยที่ 1.2 มีความเหมาะสมมากกว่าวิธีย่อยที่ 1.1 เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนมูลค่าต่อ Real GDP โดยมีค่าไม่แตกต่างจากงานศึกษาในต่างประเทศ แต่วิธีย่อยที่ 1.1 ช่วยในการคำนวณมูลค่า IoT และ RFID

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 1



ข้อสังเกต

- การที่วิธีย่อยที่ 1.1 มากกว่าวิธีย่อยที่ 1.2 ประมาณ 4-6 เท่า สาเหตุหลักมาจากวิธีย่อยที่ 1.1 ใช้ข้อมูลของ USA ซึ่งมูลค่าต่อ Real GDP (และต่อประชากร) มีค่ามากกว่าประเทศอื่น ๆ
- วิธีย่อยที่ 1.2 มีเหมาะสมมากกว่าจะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าต่อ Real GDP มีค่าใกล้เคียงกัน รวมไปถึงประเทศไทยด้วย
- วิธีย่อยที่ 1.1 ยังมีความจำเป็นเนื่องจากสำหรับ Application ทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ Wi-Fi, IoT และ RIFD วิธีย่อยที่ 2 ขาดแคลนข้อมูลจึงต้องคำนวณเป็น composite value แทน
- วิธีย่อยที่ 1.2 มูลค่ามีการพิจารณาเหตุการณ์ Covid-19 และ 5G Deployment รวมไว้ในการคำนวณด้วย

รูปที่ 8-2: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 1

ผลจากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปวิธีที่ 1 พบดังนี้ กรณีของวิธีย่อยที่ 1.1 อยู่ที่ประมาณ 2 ล้านล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ประมาณ 5 แสนล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ RFID และประมาณ 1.2 แสนล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT ในขณะที่กรณีของวิธีย่อยที่ 1.2 อยู่ที่ประมาณ 5 แสนล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ประมาณ 1.6 แสนล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ RFID และประมาณ 3 หมื่นล้านบาทสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT จากผลการคำนวณพบว่าวิธีย่อยที่ 1.1 สูงกว่าวิธีย่อยที่ 1.2 อยู่ที่ 4 ถึง 6 เท่าดังรูปที่ 8-2

ข้อสังเกตที่สำคัญจากผลการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่การประยุกต์ใช้ Wi-Fi มีดังนี้ ผลการคำนวณวิธีย่อยที่ 1.1 มากกว่าวิธีย่อยที่ 1.2 สาเหตุมาจากวิธีย่อยที่ 1.1 ใช้ข้อมูลเฉพาะของสหรัฐอเมริกาซึ่งพบว่ามีมูลค่าคลื่นความถี่สูงกว่าประเทศอื่น ๆ อย่างมาก นอกจากนี้วิธีย่อยที่ 1.2 ผลการคำนวณมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากจากการศึกษาโดยเปรียบเทียบมูลค่าคลื่นความถี่ต่อขนาดเศรษฐกิจพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ร้อยละ 3.08 ในขณะที่ค่าของประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 2.68 เมื่อทดสอบสมมุติฐานว่าค่าของประเทศไทยแตกต่างจากค่าเฉลี่ยหรือไม่พบว่าไม่แตกต่างโดยมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ร้อยละ 5 อีกด้วย อย่างไรก็ตามวิธีย่อยที่ 1.1 ได้รวมข้อมูลการประยุกต์ใช้ครอบคลุมทุกการประยุกต์ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID จึงใช้อัตราส่วนต่อการใช้ประยุกต์ใช้ดังกล่าวต่อการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ในการคำนวณสำหรับวิธีย่อยที่ 1.2 ด้วย นอกจากนี้สำหรับการคำนวณด้วยวิธีย่อยที่ 1.2 พบว่าคำนึงถึงเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และการติดตั้งโครงข่าย 5G ไว้ในการคำนวณด้วย

รูปแบบที่ 2: การใช้วิธีที่ 2 การใช้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) และวิธีที่ 3 เศรษฐมิติ (Econometrics) ร่วมกัน

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในภาพรวม จะเริ่มต้นจากการหามูลค่าคลื่นความถี่ที่มีราคาจากการประมูลโดยใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ (วิธีที่ 3) โดยครอบคลุมประเทศที่มีการมูลค่าคลื่นความถี่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปและครอบคลุมคลื่นความถี่ที่เคยมีการ

ประมูลในประเทศไทย จากนั้นการประเมินเป็นมูลค่าคลื่นความถี่ของประเทศไทยทำได้โดยการใช้อัตราส่วนนั้นที่คำนวณจากการใช้ค่าเฉลี่ย (วิธีที่ 2) โดยใช้ราคาคลื่นความถี่ที่เคยประมูลในประเทศไทยนั้นเองดังรูปที่ 8-3

กระบวนการคำนวณมูลค่าจะใช้วิธีที่ 2 การใช้ค่าเฉลี่ยสองประเภท (Average) และวิธีที่ 3 การใช้แบบจำลองเศรษฐมิติ (Econometrics) ร่วมกัน โดยคำนวณสัดส่วนมูลค่าและใช้ข้อมูลของประเทศไทยคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่

รูปที่ 8-3: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3

เมื่อพิจารณารายละเอียดแบบจำลองเศรษฐมิติตัวแปรตาม (Dependent Variable) เป็นราคาคลื่นความถี่ที่คำนวณเป็นต่อราคาต่อ MHz ต่อประชากรซึ่งเป็นการคำนวณเพื่อให้เปรียบเทียบกันได้แม้ว่าในการประมูลจากแตกต่างกันที่ขนาดแบนด์วิดท์และจำนวนประชากร นอกจากนี้การคำนวณเพื่อลดความแตกต่างจากจะคำนวณให้อยู่ในรูปสกุลเงินเดียวกันคือดอลลาร์สหรัฐที่คำนึงถึงอำนาจซื้อเท่ากันด้วย ความแตกต่างกันระหว่างราคาคลื่นความถี่ต่อ MHz ต่อประชากรอธิบายด้วยตัวแปรอิสระ (Independent Variable) จำนวน 2 ชุด ชุดแรกคือลักษณะการประมูล ได้แก่ ราคาตั้งต้นต่อ MHz ต่อประชากร จำนวนผู้เข้าร่วมประมูล อัตราส่วนระหว่างผู้ชนะต่อผู้เข้าร่วมประมูล ระยะเวลาในอนุญาตและปริมาณแบนด์วิดท์ที่ประมูล ชุดต่อมาคือข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศที่เข้าประมูล ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร รายได้ต่อประชากรที่แท้จริง และตัวแปรแสดงภูมิภาคของการประมูล นอกจากนี้ยังมีตัวแปรแสดงปีที่มีการประมูลและย่านความถี่ด้วย ตัวแปรบางตัวจะใช้รูปแบบ Natural Logarithm ซึ่งช่วยปรับลักษณะการกระจายของข้อมูลทำให้ลักษณะความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้นเนื่องจากตัวแปรอิสระอธิบายตัวแปรในรูปแบบร้อยละแทนที่จะเป็นหน่วยจริงของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้มาจากการรวบรวมของที่ปรึกษาจำนวน 306 ตัวอย่างของคลื่นความถี่ที่มีการประมูลในประเทศต่าง ๆ ที่มีการอนุญาตให้ใช้แบบครอบคลุมทั่วประเทศ (Nationwide Band) โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2018 แบบจำลองเศรษฐมิติพบว่าเครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์เป็นไปตามที่คาดหมายไว้และค่า R^2 อยู่ที่ 0.7267 แปลว่าความแปรปรวนของตัวแปรอิสระอธิบายความแปรปรวนของราคาคลื่นความถี่ได้ร้อยละ 72.67 นั้นเอง การพยากรณ์ราคาคลื่นความถี่ หากข้อมูลของตัวแปรอิสระใดไม่

มีจะใช้ค่าเฉลี่ยและตัวแปรอิสระทางเศรษฐกิจและสังคมจะใช้ข้อมูลปี ค.ศ. 2020 เป็นค่าในการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 8-1

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (ค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน)
ค่า Natural Logarithm ของราคาตั้งต้นคลื่นความถี่ต่อ MHz ต่อประชากร (USD, ppp)	0.10* (0.05)
จำนวนผู้เข้าร่วมประมูล	0.05*** (0.02)
อัตราส่วนผู้ชนะต่อผู้เข้าร่วมประมูล	0.11 (0.20)
ระยะเวลาใบอนุญาต	0.14*** (0.04)
ขนาดแบนด์วิดท์	0.00 (0.01)
ค่า Natural Logarithm ของความหนาแน่นประชากร	0.40*** (0.09)
ค่า Natural Logarithm ของรายได้ต่อประชากรที่แท้จริง	29.46* (16.94)
ค่า Natural Logarithm ของรายได้ต่อประชากรที่แท้จริงยกกำลังสอง	-1.59* (0.79)
ค่าคงที่	-146.78 (90.60)

ตารางที่ 8-1: แบบจำลองเศรษฐมิติเพื่ออธิบายราคาคลื่นความถี่

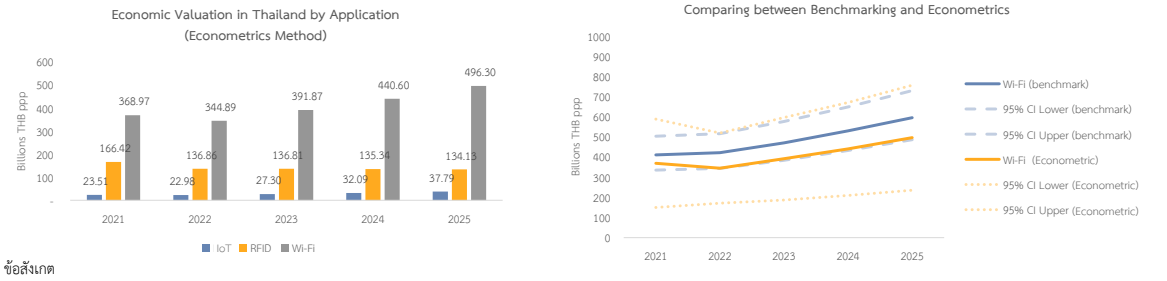
ตัวแปรตามคือค่า Natural Logarithm ของราคาคลื่นความถี่ต่อ MHz ต่อประชากร (USD, ppp)
$N = 306, R^2 = 0.7267$ และ $F(30,275) = 24.37\ (p - value = 0.0000)$
หมายเหตุ:
(1) *, **, *** หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ 10 ร้อยละ 5 และร้อยละ 1 ตามลำดับ
(2) แบบจำลองใส่ตัวแปรลักษณะปี ย่านคลื่นความถี่ และภูมิภาคไว้ด้วย

ข้อมูลประเทศจะใช้ข้อมูลจากรูปแบบที่ 1 พบว่ามีการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ไว้ที่ 14 ประเทศจึงใช้ข้อมูลประเทศเหล่านั้นในการคำนวณยกเว้นสหรัฐอเมริกาที่เป็นข้อมูลที่ผิดปกติ (Outlier) และคลื่นความถี่พยากรณ์ราคาจะมีทั้งหมด 6 คลื่นความถี่ที่เคยประมูลในประเทศไทย ได้แก่ 700 MHz 900 MHz 1800 MHz 2.1 GHz 2.6 GHz และ 26 GHz โดยพิจารณาเลือกคลื่นความถี่ที่เหมาะสมใกล้เคียงกับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi คือ 2.4 GHz และ 5 GHz คือคลื่นความถี่ 2.1 GHz และ 2.6 GHz มาเป็นคลื่นความถี่หลักในการประเมินมูลค่าด้วย กรณีของการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID จะใช้อัตราส่วนตามรูปแบบที่ 1 วิธีย่อยที่ 1.1ช่วยในการคำนวณเช่นกัน

การคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจะเป็นต้องพิจารณาหน่วยเดียวกันกับคลื่นความถี่ที่มีการประมูลโดยคำนวณเป็นด้วยมูลค่าต่อ MHz ต่อประชากร สำหรับขนาดแบนด์วิดท์ของการประยุกต์ใช้ Wi-Fi จะกำหนดไว้อยู่ที่ 469 MHz (Composite Bandwidth) โดยการเฉลี่ยขนาดแบนด์วิดท์ของคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz อยู่ที่ 260 MHz และขนาดแบนด์วิดท์ของคลื่นความถี่ย่าน 5 GHz อยู่ที่ 500 MHz กับความเร็วทางทฤษฎีโดยอยู่ที่ 150 Mbps และ 1024 Mbps ตามลำดับ สำหรับการพยากรณ์ไปข้างหน้าจะใช้อัตราการเติบโตของจำนวนประชากรของประเทศไทยในการคำนวณและมูลค่าคลื่นที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจากงานศึกษาที่ได้กล่าวไว้ที่ได้คำนวณไว้ข้างหน้าในการคำนวณด้วย

ผลการคำนวณจะใช้ราคาคลื่นความถี่ 2.1 GHz เป็นฐานในการคำนวณพบว่ามูลค่าที่ได้ใกล้เคียงกับวิธีที่ 1 ซึ่งวิธีที่ 1 มูลค่าคลื่นความถี่ต่อขนาดเศรษฐกิจใกล้เคียงกับประเทศอื่น ๆ ด้วย

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3



ข้อสังเกต

- มูลค่ามีการลดลงเล็กน้อยในปี 2022 เพราะปี 2021 ได้คำนึงถึง Covid-19 นอกจากนี้ยังมูลค่าที่คำนวณยังพิจารณา 5G Deployment ไว้ด้วย
- จากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ 2.1 GHz พบว่าใกล้เคียงกับ Benchmark Model มากที่สุด
- ไม่ใช้คลื่นความถี่ 2.6 GHz สาเหตุมาจากเมื่อเปรียบเทียบราคาคลื่นความถี่จะพบว่า ราคา 2.6 GHz ในประเทศไทยสูงกว่า 2.1 GHz โดยเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ยราคาคลื่นความถี่ 2.1 GHz ต่อ 2.6 GHz ต่างประเทศจากแบบจำลองอยู่ที่ 0.1948 ในขณะที่ของประเทศไทยอยู่ที่ 0.3959)
- ค่าที่ได้จากการคำนวณวิธีที่ 1 มากกว่าการคำนวณด้วยวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ร่วมกัน เหตุผลสำคัญมาจากวิธีที่ 1 ใช้มูลค่า Unlicensed Band โดยตรงในการคำนวณ ในขณะที่วิธีที่ 2 ใช้ราคาคลื่นความถี่ซึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นความถี่ 2.1 GHz ที่ราคาถูกกว่าในต่างประเทศ (ค่าเฉลี่ยราคาคลื่นความถี่ 2.1 GHz ต่างประเทศจากแบบจำลองอยู่ที่ 2.29 USD/MHz/ประชากร ในขณะที่ของประเทศไทยอยู่ที่ 0.59 USD/MHz/ประชากร) นอกจากนี้รวมถึงค่า Composite Bandwidth อย่างไรก็ตามค่าที่ได้อยู่ภายใต้ 95% CI ของกันและกัน

รูปที่ 8-4: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป สำหรับวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3

ผลจากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปวิธีที่ 2 และวิธีที่ 3 ดังรูปที่ 8-4 พบว่าสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi มีมูลค่าประมาณ 4 แสนล้านบาท สำหรับการประยุกต์ใช้ RFID มีมูลค่าประมาณ 1.3 แสนล้านบาท และสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT มีมูลค่าประมาณ 3 หมื่นล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบกับผลการคำนวณรูปแบบที่ 2 กับรูปแบบที่ 1 พบว่ารูปแบบที่ 2 ต่ำกว่ารูปแบบที่ 1 เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่ารูปแบบที่ 2 มีความช่วงที่กว้างกว่ารูปแบบที่ 1 เล็กน้อยซึ่งมาจากการคำนวณทางสถิติที่แตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบที่ 2 มีตัวแปรจำนวนมากที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาผลลัพธ์จะพบว่าการคำนวณอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นระหว่างกันและกัน ผลการศึกษาที่ได้จากตรงนี้จะใช้เป็นฐานเปรียบเทียบวิธีการคำนวณรูปแบบต่อไปด้วย

ข้อสังเกตจากผลการศึกษาที่สำคัญมีดังนี้ ประการแรก มูลค่าคลื่นความถี่มีการลดลงเล็กน้อยในปี ค.ศ. 2022 เหตุผลมาจากการคำนวณคำนึงถึงผลกระทบจากการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และการติดตั้งโครงข่าย 5G ไว้ด้วย ประการที่สอง จากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่พบว่าการใช้ 2.1 GHz เป็นฐานในการคำนวณมีความเหมาะสมมากกว่า 2.6 GHz เนื่องจากมูลค่าที่ได้ใกล้เคียงกับรูปแบบที่ 1 มากที่สุดหากสมมุติว่า

รูปแบบที่ 1 คำนวณได้ถูกต้องจากการที่มูลค่าคลื่นความถี่ต่อขนาดเศรษฐกิจใกล้เคียงกับประเทศอื่น ๆ ที่ได้ศึกษาไว้ สาเหตุสำคัญมาจากเมื่อเปรียบเทียบราคาคลื่นความถี่จะพบว่าราคาคลื่นความถี่ย่าน 2.6 GHz ในประเทศไทยสูงกว่าต่างประเทศ เปรียบเทียบโดยใช้ราคาคลื่นความถี่ย่าน 2.1 GHz เป็นฐานพบว่าอยู่ที่ 0.3959 เท่า ในขณะที่ค่าเฉลี่ยราคาคลื่นความถี่ของต่างประเทศอยู่ที่ 0.1948 ประการที่สาม จากมูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้ด้วยฐานคลื่นความถี่ 2.1 GHz พบว่ามีค่าต่ำกว่ารูปแบบที่ 1 เล็กน้อย เหตุผลสำคัญมาจากวิธีที่ 1 ใช้มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปโดยตรงในการคำนวณ ในขณะที่รูปแบบที่ 2 ใช้ราคาคลื่นความถี่ซึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นความถี่ 2.1 GHz ที่ราคาคลื่นความถี่ของประเทศไทยถูกกว่าราคาคลื่นความถี่ในต่างประเทศ จากข้อมูลพบว่าค่าเฉลี่ยราคาคลื่นความถี่ 2.1 GHz ต่างประเทศจากแบบจำลองอยู่ที่ 2.29 USD ต่อ MHz ต่อประชากร ในขณะที่ของประเทศไทยอยู่ที่ 0.59 USD ต่อ MHz ต่อประชากรซึ่งมากกว่าประมาณ 5 เท่า แต่การคำนวณคำนึงถึงขนาดแบนด์วิดท์ที่กำหนดไว้อยู่ที่ 469 MHz (Composite Bandwidth) และจำนวนประชากรด้วย อย่างไรก็ตามค่าที่ได้อยู่ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ระหว่างทั้งสองรูปแบบการคำนวณอยู่ด้วย

8.2 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจของประเทศไทย

จากข้อมูลการสำรวจของประเทศไทยสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปตามการประยุกต์ใช้ทั้งการประยุกต์ใช้ Wi-Fi การประยุกต์ใช้ IoT และการประยุกต์ใช้ RFID โดยจะเปรียบเทียบกับผลการศึกษาจากต่างประเทศที่ผ่านมาได้ เริ่มต้นจะกล่าวถึงกระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป จากนั้นจะกล่าวถึงมูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้จากกระบวนการที่กล่าวข้างต้น สุดท้ายจะกล่าวถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับมูลค่าคลื่นความถี่

การศึกษาและประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่จะคำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจ มูลค่าทางเศรษฐกิจมาจากหน่วยที่เกี่ยวข้องกับระบบเศรษฐกิจ ได้แก่ ผู้บริโภค และผู้ผลิต สำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ผู้บริโภคเป็นทั้งครัวเรือนและผู้ประกอบการ ในขณะที่ผู้ผลิตเป็นทั้งผู้ให้บริการและผู้ที่จัดจำหน่ายอุปกรณ์ต่าง ๆ มูลค่าทางเศรษฐกิจด้านผู้บริโภคมาจากผลประโยชน์ที่ได้จากบริการและอุปกรณ์ที่เกินกว่าค่าใช้จ่ายซึ่งทำให้ผู้บริโภคใช้บริการหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ในขณะเดียวกันมูลค่าทางเศรษฐกิจด้านผู้ผลิตมาจากกำไรส่วนเกินโดยคำนวณมาจากรายได้ที่สูงกว่าต้นทุนขั้นต่ำที่ผู้ผลิตจ่ายและรายได้ที่ได้รับแท้จริงแล้วมาจากผู้บริโภคนั้นเอง จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ามูลค่าเศรษฐกิจจึงเป็นมูลค่าที่สูงที่สุดที่เป็นไปได้

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ Wi-Fi คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตโดยเป็นประโยชน์ที่ผู้บริโภคและผู้ผลิตได้รับ นอกจากนี้คำนวณเป็นผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปขั้นสูงสำหรับ Wi-Fi

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	ผลกระทบต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	บริการ	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเตอร์เน็ตประจำที่
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	อุปกรณ์	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าราคาอุปกรณ์ที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนประชากรที่เข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนโครงข่ายไร้สาย* เพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	กำไรที่เพิ่มขึ้น** ถ้าต้นทุนที่ลงทุนระบบไร้สายเพิ่มขึ้น ณ ต้นทุนที่ลงทุนปัจจุบัน (ทั้งระบบสายและระบบไร้สาย)
ส่วนเกินผู้ผลิต	บริการ (Telco)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการให้บริการไร้สาย
ส่วนเกินผู้ผลิต	อุปกรณ์ (Vendor)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการขายอุปกรณ์	กำไรที่ได้จากอุปกรณ์ไร้สาย (นับเฉพาะที่ซื้อใหม่)
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:
* ระบบไร้สายจะคิดเฉพาะอุปกรณ์ Wi-Fi (Unlicensed Band)
** ในที่นี้กำไรที่เพิ่มคิดจากรายได้ที่เพิ่มขึ้นโดยสมมุติว่าต้นทุนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายไม่เปลี่ยนแปลง

รูปที่ 8-5: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

สำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจประกอบไปด้วย 5 ส่วน และอีก 1 ส่วนจะเป็นผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจที่มาจากมูลค่าทางเศรษฐกิจถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่าที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจได้โดยจะกล่าวต่อไปในหัวข้อสุดท้าย ดังรูปที่ 8-5 รายละเอียดมีดังนี้

- ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือนที่มาจากบริการ องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไปโดยคำนวณได้จากความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของแต่ละครัวเรือนคูณกับจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ต
- ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือนที่มาจากอุปกรณ์ องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าใช้จ่ายที่เกินกว่าราคาอุปกรณ์ที่จ่ายไปโดยคำนวณได้จากความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของอุปกรณ์คูณกับจำนวนประชากรที่เข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่

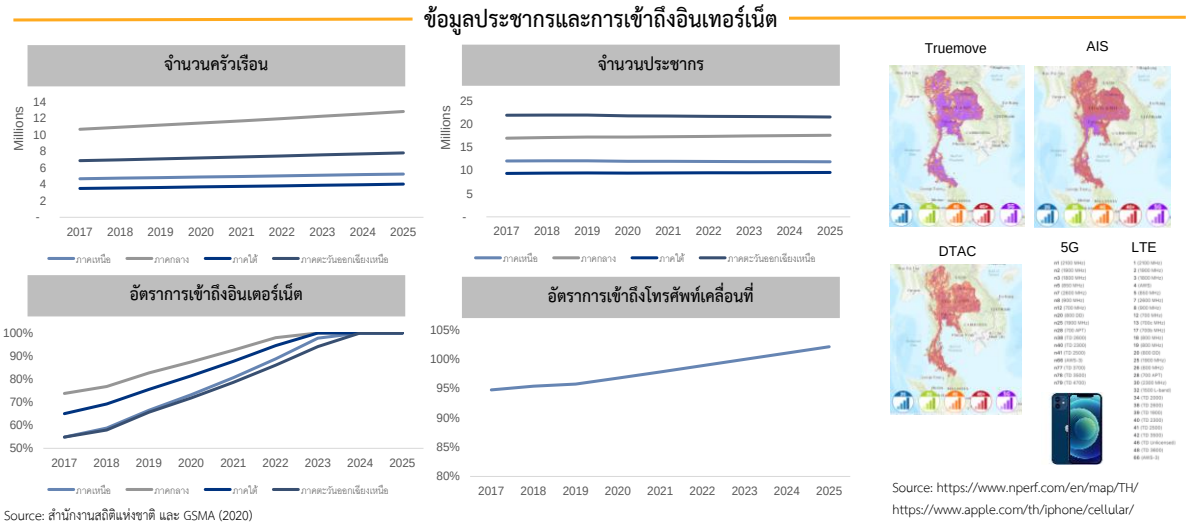
ความเต็มใจที่จะจ่ายนี้มาจากคำถามสำคัญจากการสำรวจที่ว่าเมื่อผู้บริโภคหรือผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้บริการหรือใช้อุปกรณ์ได้จะจ่ายเพิ่มเท่าไหร่จากบริการหรืออุปกรณ์เดิมเพื่อให้ใช้บริการหรืออุปกรณ์ได้เหมือนเดิม คำถามลักษณะนี้สะท้อนความเต็มใจจะจ่ายที่เกินกว่าค่าใช้จ่ายของบริการหรืออุปกรณ์เดิมนั้นเอง

- ส่วนเกินผู้บริโภคที่มาจากผู้ประกอบการซึ่งใช้บริการรวมไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นกำไรที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนโครงข่ายไร้สายเพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ผู้ประกอบการได้รับโดยคำนวณได้จากกำไรที่เพิ่มขึ้นถ้าต้นทุนที่ลงทุนระบบไร้สายเพิ่มขึ้น ณ ต้นทุนที่ลงทุนปัจจุบันทั้งระบบสายและระบบไร้สาย

- ส่วนเกินผู้ผลิตที่มาจากการให้บริการ องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นกำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการให้บริการโดยคำนวณมาจากกำไรที่ได้จากการให้บริการไร้สาย
- ส่วนเกินผู้ผลิตที่มาจากการอุปกรณ์ที่จำหน่าย องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นกำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการขายอุปกรณ์โดยคำนวณมาจากกำไรที่ได้จากอุปกรณ์ไร้สายนับเฉพาะที่ซื้อใหม่

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi จะเป็นผลรวมจากการคำนวณทั้ง 5 ส่วนที่กล่าวข้างต้นนี้นั้นเอง

ข้อมูลปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณคือข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างภูมิภาค ด้านโครงข่าย 5G คาดการณ์ว่าจะมาทดแทน 4G เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากใช้คลื่นย่านเดิมได้

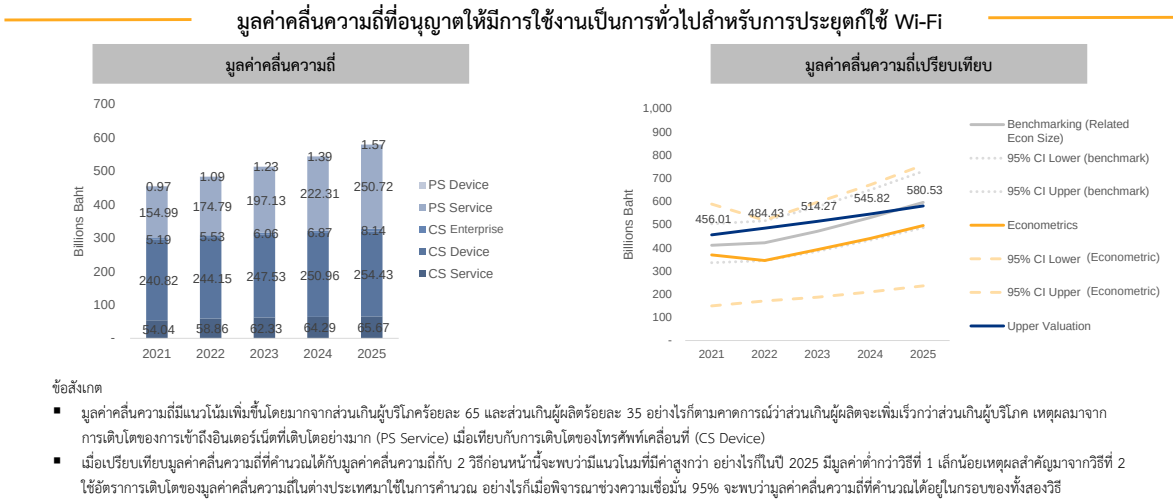


รูปที่ 8-6: ข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต

จากที่กล่าวข้างต้นถึงกระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่จะเป็นต้องใช้จำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ตและจำนวนประชากรที่เข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติประกอบในการคำนวณยกเว้นอัตราการเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ข้อมูลล่าสุดจากฐานข้อมูลของ GSMA ด้วยแสดงดังรูปที่ 8-6 จากข้อมูลจะเห็นได้ว่ามีการใช้ข้อมูลที่จำแนกตามภูมิภาคต่าง ๆ เนื่องจากมูลค่าทางเศรษฐกิจของประชากรที่อาศัยในภูมิภาคต่าง ๆ อาจจะไม่เท่ากัน เมื่อพิจารณาข้อมูลจะเห็นได้ว่าจำนวนครัวเรือนและจำนวนประชากรในภูมิภาคต่าง ๆ ไม่เท่ากันรวมไปถึงมีแนวโน้มแตกต่างกันด้วย นอกจากนี้การเข้าอินเทอร์เน็ตมีความแตกต่างกันเช่นกันโดยจะเห็นได้ว่าภาคกลางมีแนวโน้มที่จะเข้าถึงอินเทอร์เน็ตมากที่สุดอย่างไรก็ตามทุกภูมิภาคมีแนวโน้มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ไม่ได้จำแนกเป็นรายภาคอย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่มีแนวโน้มเกือบร้อยละ 100 ของประชากร ประเด็นการติดตั้งโครงข่าย 5G ที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นเป็นประเด็นที่จะต้องพิจารณาร่วมกันเพื่อใช้ในการพยากรณ์การเข้าถึงโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ใช้กับโครงข่าย 5G ได้เช่น iPhone ส่วนใหญ่ใช้คลื่นความถี่ย่านเดียวกับโครงข่าย 4G และ

จากข้อมูลความครอบคลุมโครงข่าย 5G ของผู้ให้บริการจะเห็นได้ว่าโครงส่วนใหญ่ทับซ้อนกับโครงข่าย 4G จึงทำให้การพิจารณาโครงข่าย 5G จะเป็นการทดแทนโครงข่าย 4G เท่านั้น

มูลค่าคลื่นความถี่ส่วนใหญ่มาจากส่วนเกินผู้บริโภคที่มีต่ออุปกรณ์ไร้สายและส่วนเกินผู้ผลิตที่มีต่อบริการ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาเปรียบเทียบกับต่างประเทศพบว่ามีค่าสูงกว่าเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นเดียวกัน



ข้อสังเกต

- มูลค่าคลื่นความถี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมากจากส่วนเกินผู้บริโภคร้อยละ 65 และส่วนเกินผู้ผลิตร้อยละ 35 อย่างไรก็ตามคาดการณ์ว่าส่วนเกินผู้ผลิตจะเพิ่มเร็วกว่าส่วนเกินผู้บริโภค เหตุผลมาจากการเติบโตของการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตที่เติบโตอย่างมาก (PS Service) เมื่อเทียบกับการเติบโตของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (CS Device)
- เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้กับมูลค่าคลื่นความถี่กับ 2 วิธีก่อนหน้านี้จะพบว่ามีแนวโนมที่มีค่าสูงกว่า อย่างไรก็ในปี 2025 มีมูลค่าต่ำกว่าวิธีที่ 1 เล็กน้อยเหตุผลสำคัญมาจากวิธีที่ 2 ใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่ในต่างประเทศมาใช้ในการคำนวณ อย่างไรก็เมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% จะพบว่ามูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้อยู่ในกรอบของทั้งสองวิธี

รูปที่ 8-7: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

ผลจากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi อยู่ประมาณ 5.2 แสนล้านบาท มูลค่าคลื่นความถี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมากจากส่วนเกินผู้บริโภคร้อยละ 65 และส่วนเกินผู้ผลิตร้อยละ 35 อย่างไรก็ตามทั้งระดับของส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินผู้ผลิตจะมาอยู่มีในระดับที่ใกล้เคียงกันในปี ค.ศ. 2025 โดยคาดการณ์ว่าส่วนเกินผู้ผลิตจะเพิ่มเร็วกว่าส่วนเกินผู้บริโภค เหตุผลมาจากการเติบโตของการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่เติบโตอย่างมาก (PS Service) เมื่อเทียบกับการเติบโตของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (CS Device) และเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้กับมูลค่าคลื่นความถี่กับ 2 รูปแบบที่ใช้ข้อมูลจากการศึกษาในต่างประเทศก่อนหน้านี้จะพบว่ามีแนวโน้มที่มีค่าสูงกว่า อย่างไรในปี ค.ศ. 2025 มีมูลค่าต่ำกว่ารูปแบบที่ 1 เล็กน้อยเหตุผลสำคัญมาจากรูปแบบที่ 2 ใช้อัตราการเติบโตของมูลค่าคลื่นความถี่ในต่างประเทศมาใช้ในการคำนวณ อย่างไรก็เมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น 95% จะพบว่ามูลค่าคลื่นความถี่ที่คำนวณได้อยู่ในกรอบของทั้งสองรูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 8-7

จากมูลค่าที่คำนวณได้จะพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของครัวเรือนและผู้ประกอบการต่อไปโดยพิจารณาเฉพาะข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ ดังแสดงในรูปที่ 8-8

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ระดับครัวเรือนพบว่าปัจจัยด้านประชากรมีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ นอกจากนี้ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตช่วงประเภทต่าง ๆ มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่เช่นกัน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปขั้นสูงสำหรับ Wi-Fi สำหรับครัวเรือน

ตัวแปรตาม	ความเต็มใจจะจ่ายบริการ Wi-Fi	ความเต็มใจจะจ่ายอุปกรณ์ใช้ Wi-Fi
ตัวแปรต้น	ค่าสัมประสิทธิ์ (S.E)	ค่าสัมประสิทธิ์ (S.E)
อัตราค่าบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่	0.24 (0.12)**	-1.95 (3.15)
จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้อินเทอร์เน็ต	11.77 (9.60)	847.81 (361.03)**
เพศ	9.70 (29.73)	-1050.55 (1190.35)
อายุ	-0.02 (3.10)	-56.12 (59.02)
รายได้	4.58 (11.82)	1258.10 (453.54)***
จำนวนสมาชิกครัวเรือน	18.86 (18.24)	-1515.32 (568.97)***
ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด		
ประเภทสื่อสาร	83.00 (27.26)***	-11.71 (1132.78)
ประเภทบันเทิง	1.10 (23.45)	1551.03 (590.65)***
ประเภทเนื้อหา	-103.67 (32.37)***	-3066.69 (888.46)***
ประเภทประยุกต์	-3.03 (43.49)	538.94 (1032.66)
ค่าที่สำคัญจากแบบจำลอง	N = 178, R-squared = 0.4120	N = 200, R-squared = 0.5225

ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด

- ประเภทสื่อสาร เช่น การสื่อสาร และสังคมออนไลน์ (ใช้มากขึ้น 1-50%)
- ประเภทบันเทิง เช่น รับชมวิดีโอ และฟังเพลง (ใช้มากขึ้น 1-50%)
- ประเภทเนื้อหา เช่น สืบค้นข้อมูล และอ่านบทความ (ใช้มากขึ้น 1-50%)
- ประเภทประยุกต์ เช่น ซื้อขายสินค้า และระบบ cloud (ไม่เปลี่ยนแปลง)

คำอธิบายที่สำคัญของแบบจำลอง

- แบบจำลองที่ 1 ตัวแปรตามคือความเต็มใจจะจ่ายบริการ Wi-Fi
  - ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด ประเภทสื่อสาร มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย ในขณะที่ประเภทเนื้อหา มีผลทางลบต่อความเต็มใจจะจ่าย เหตุผลอาจจะมาจากประเภทเนื้อหาไม่ต้องใช้อินเตอร์เน็ตปริมาณมาก
- แบบจำลองที่ 2 ตัวแปรตามคือความเต็มใจจะจ่ายอุปกรณ์ใช้ Wi-Fi
  - คุณลักษณะครัวเรือน จำนวนอุปกรณ์และรายได้มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย อย่างไรก็ตามจำนวนสมาชิกมีผลทางลบความเต็มใจจะจ่าย เหตุผลสำคัญมาจากการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน (จากแบบจำลองเพิ่มเติมพบว่าถ้าสมาชิกมากขึ้นหนึ่งคนมีผลทำให้จำนวนอุปกรณ์จะเพิ่มน้อยกว่าหนึ่ง)
  - ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด ประเภทบันเทิง มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย ในขณะที่ประเภทเนื้อหา เหตุผลเดียวกันแบบจำลองที่ 1

หมายเหตุ: สำรวจจากผู้ออกค่าใช้จ่ายในการใช้อินเทอร์เน็ต และแบบจำลองใส่ตัวแปรการศึกษาของผู้ที่ตอบแบบสอบถาม ประเภทที่อยู่อาศัยและภูมิภาคไว้ด้วย

รูปที่ 8-8: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของครัวเรือน

กรณีของครัวเรือนจะพิจารณาทั้งสองส่วนคือส่วนของบริการและส่วนของอุปกรณ์ ปัจจัยที่ใช้ในการอธิบายประกอบไปด้วย 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทแรกคือปัจจัยด้วยคุณลักษณะครัวเรือนประกอบไปด้วย อัตราค่าบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่ จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพศและอายุของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้ที่ออกค่าใช้จ่ายหลักของครัวเรือน รายได้ครัวเรือนและจำนวนสมาชิกครัวเรือน ประเภทต่อมาจะเป็นปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตหลักจากที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภทจากการสำรวจ ดังนี้ ประเภทสื่อสาร เช่น การสื่อสาร และสังคมออนไลน์ พบว่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตมากขึ้น 1-50% ประเภทบันเทิง เช่น รับชมวิดีโอ และฟังเพลง พบว่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตมากขึ้น 1-50% ประเภทเนื้อหา เช่น สืบค้นข้อมูล และอ่านบทความ พบว่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตมากขึ้น 1-50% และประเภทประยุกต์ เช่น ซื้อขายสินค้า และระบบ cloud พบว่าปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตไม่เปลี่ยนแปลง

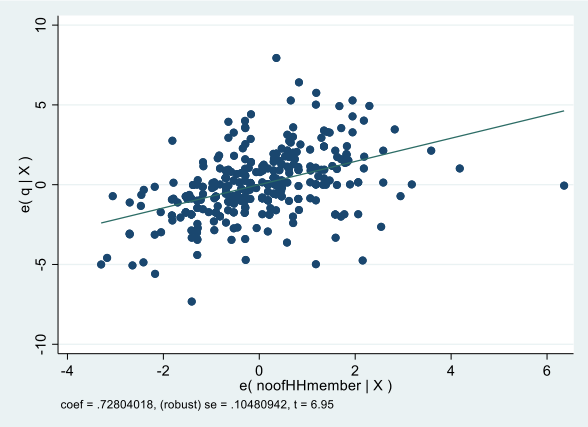
ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่เป็นดังนี้ แบบจำลองที่ 1 ตัวแปรตามคือความเต็มใจจะจ่ายบริการ Wi-Fi พบว่าอัตราค่าบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย นอกจากนี้ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตหลักจากที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ประเภทสื่อสาร มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย ในขณะที่ประเภทเนื้อหา มีผลทางลบต่อความเต็มใจจะจ่าย เหตุผลอาจจะมาจากประเภทเนื้อหาไม่ต้องใช้อินเทอร์เน็ตปริมาณมาก และแบบจำลองที่ 2 ตัวแปรตามคือความเต็มใจจะจ่ายอุปกรณ์ใช้ Wi-Fi ด้านคุณลักษณะครัวเรือน จำนวนอุปกรณ์และรายได้มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย อย่างไรก็ตามจำนวนสมาชิกมีผลทางลบความเต็มใจจะจ่าย เหตุผลสำคัญมาจากการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน เมื่อวิเคราะห์แบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 8-2 และรูปที่ 8-9 พบว่าถ้าสมาชิกมากขึ้นหนึ่งคนมีผลทำให้จำนวนอุปกรณ์จะเพิ่มน้อยกว่าหนึ่งด้วยซึ่งสนับสนุนข้อสังเกตุดังกล่าว และสำหรับปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตหลัก

จากที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ประเภทบันเทิง มีผลทางบวกต่อความเต็มใจจะจ่าย ในขณะที่ประเภทเนื้อหา เหตุผลเดียวกันแบบจำลองที่ 1

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ (ค่าคาดเคลื่อนมาตรฐาน)
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	0.73*** (0.10)
รายได้ครัวเรือน	0.78*** (0.07)
ค่าคงที่	- 0.44 (0.59)

ตารางที่ 8-2: ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

ตัวแปรตามคือจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
$N = 330, R^2 = 0.6672$ และ $F(9,320) = 85.81$ $(p - value = 0.0000)$
หมายเหตุ:
(1) *, **, *** หมายถึงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ 10 ร้อยละ 5 และร้อยละ 1 ตามลำดับ
(2) แบบจำลองใส่ตัวแปรลักษณะที่พักอาศัยและภูมิภาคไว้ด้วย



รูปที่ 8-9: ปัจจัยจำนวนสมาชิกครัวเรือนที่มีต่อจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากแบบจำลองในตารางที่ 8-2 โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลง

กรณีของผู้ประกอบการ การคำนวณส่วนเกินผู้บริโภคจะนำรายได้ที่เพิ่มขึ้นลบต้นทุนเงินลงทุนซึ่งเป็นกำไรที่ไม่รวมต้นทุนประเภทกล่าวคือต้นทุนอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงไปด้วย กำไรเพิ่มขึ้นโดยต้นทุนอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนจึงเท่ากับรายได้ที่เพิ่มขึ้นกรณีนี้สามารถใช้เป็นตัวแทนได้ในกรณีที่ต้นทุนอื่น ๆ ไม่มีข้อมูลเพียงพอ นอกจากนี้จากข้อมูลรายได้ เมื่อคำนวณรายได้ถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนแบ่งตลาดกลับไปเป็นรายได้รวมทั้งประเทศ พบว่ารายได้จากการสำรวจตัวอย่างใน 8 อุตสาหกรรมหลักรวมคิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ของ GDP กรณีของต้นทุนเงินลงทุน ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สายเฉลี่ยอยู่ที่ 2.4 ล้านบาทต่อปี และต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทสายเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5 แสนบาทต่อปีพบว่าน้อยกว่า 16 เท่าของต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สายเฉลี่ย ดังรูปที่ 8-10

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้งานที่เป็นผู้ประกอบการประเมินจากการลงทุนที่ส่งผลต่อให้รายได้ ผลจากการศึกษาพบว่าการลงทุนประเภทไร้สายสามารถทดแทนประเภทสายได้โดยทำให้รายได้เพิ่มขึ้น

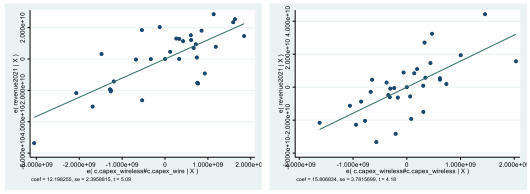
ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของผู้ประกอบการ

ตัวแปรตาม	รายได้ปี 2020 (ประมาณการ)	
ตัวแปรต้น	ค่าสัมประสิทธิ์ (S.E)	ค่าสัมประสิทธิ์ (S.E)
ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สาย	1920408.00 (402093.20)***	-3114000.00 (433192.80.60)***
ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทสาย	612108.10 (267638.80)**	-915817.00 (224301.90)***
ผลคูณระหว่างต้นทุนเงินลงทุน		12.20 (2.40)***
ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สายยกกำลังสอง		15.81 (3.78)***
ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทสายยกกำลังสอง		0.08 (0.57)
ค่าที่สำคัญจากแบบจำลอง	N=33, R-squared = 0.7735	N = 33, R-squared = 0.9867

หมายเหตุ:
(1) การคำนวณส่วนเกินผู้บริโภคจะนำรายได้ที่เพิ่มขึ้นลบต้นทุนเงินลงทุนซึ่งเป็นกำไรที่ไม่รวมต้นทุนประเภทกล่าวคือต้นทุนอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงไปด้วย (กำไรเพิ่มขึ้นโดยต้นทุนอื่น ๆ ไม่เปลี่ยนเท่ากับรายได้ที่เพิ่มขึ้น)
(2) เมื่อคำนวณรายได้ถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนแบ่งตลาดกลับไปเป็นรายได้รวมทั้งประเทศพบว่ารายได้จากการสำรวจตัวอย่างใน 8 อุตสาหกรรมหลักรวมคิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ของ GDP
(3) ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สายเฉลี่ย = 2.4 ล้านบาทต่อปี ต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทสายเฉลี่ย = 1.5 แสนบาทต่อปี (16 เท่า)

คำอธิบายที่สำคัญของแบบจำลอง

- แบบจำลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนเงินลงทุนประเภทสายและต้นทุนเงินลงทุนประเภทไร้สายมีผลต่อรายได้
- แบบจำลองที่ 2 จากเห็นได้ว่าตัวแปรมีนัยสำคัญเพิ่มขึ้น รวมไปถึงค่า R-squared เพิ่มขึ้นอย่างมาก
  - การใส่ตัวแปรผลคูณระหว่างผลคูณต้นทุนเงินลงทุนประเภทไร้สายและประเภทสายเพื่ออธิบายความสามารถในการทดแทนการหรือใช้ประกอบกัน
  - จากแบบจำลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของผลคูณระหว่างต้นทุนเงินลงทุน (12.20) และต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทไร้สายยกกำลังสอง (15.81) ซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงว่าเงินลงทุนประเภทไร้สายสามารถทดแทนประเภทสายได้เพื่อให้รายได้ของกิจการเพิ่มขึ้น



รูปที่ 8-10: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ของผู้ประกอบการ

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่เป็นดังนี้ แบบจำลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนเงินลงทุนประเภทสายและต้นทุนเงินลงทุนประเภทไร้สายมีผลต่อรายได้ อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ 1 ไม่สามารถอธิบายความสามารถในการทดแทนกันหรือประกอบกันระหว่างการลงทุนประเภทสายและประเภทไร้สายได้อย่างชัดเจน แบบจำลองที่ 2 จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่ใส่เพิ่มเติมมีนัยสำคัญเพิ่มขึ้น รวมไปถึงค่า R-squared เพิ่มขึ้นอย่างมาก การใส่ตัวแปรผลคูณระหว่างผลคูณต้นทุนเงินลงทุนประเภทไร้สายและประเภทสายเพื่ออธิบายความสามารถในการทดแทนการหรือประกอบกัน จากแบบจำลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของผลคูณระหว่างต้นทุนเงินลงทุน (12.20) และต้นทุนเงินลงทุนโครงข่ายประเภทสายยกกำลังสอง (15.81) ซึ่งมีค่าเป็นบวกแสดงว่าเงินลงทุนประเภทไร้สายสามารถทดแทนประเภทสายได้เพื่อให้รายได้ของกิจการเพิ่มขึ้น

การศึกษาและประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID

มูลค่าทางเศรษฐกิจสำหรับกระบวนการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID มีกระบวนการคำนวณคล้ายคลึงกับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ที่ประกอบไปด้วยส่วนเกินของผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิต สำหรับการประยุกต์ใช้ IoT ส่วนเกินของผู้บริโภคมีแหล่งที่มาจากครัวเรือนและผู้ประกอบการ กรณีของครัวเรือนจะแตกต่างจากการประยุกต์ใช้ Wi-Fi ตรงที่ไม่ได้มีการแยกระหว่างบริการและอุปกรณ์เรียกโดยรวมว่าเป็น IoT Solution เหตุผลมาจากการที่การประยุกต์ใช้ IoT มีหลากหลายรูปแบบมากโดยในการสำรวจได้จำแนกออกเป็นรูปแบบ Smart Home รูปแบบ Smart Wearable และรูปแบบ Smart Health โดยจะพบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามที่ใช้ IoT อยู่ประมาณร้อยละ 20 เท่านั้น กรณีของผู้ประกอบการเช่นเดียวกับกรณีของครัวเรือนกล่าวคือถาม IoT Solution ที่มีการใช้งานและต้นทุนที่ลงทุน สำหรับการประยุกต์ใช้ RFID ส่วนเกินของผู้บริโภคจะมุ่งไปที่แหล่งที่มาจากผู้ประกอบการเนื่องจากเป็นการประยุกต์ใช้ RFID ที่ใช้ร่วมกับ IoT เป็น

หลักเนื่องจากใช้คลื่นความถี่ย่านเดียวกับการใช้ในทางธุรกิจ นอกจากนี้เมื่อถามถึงความสำคัญของ IoT และ RFID ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ การเพิ่มรายได้ การเพิ่มสินค้า/บริการใหม่ การเพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ การเพิ่มความพอใจของลูกค้า การลดต้นทุนขาย การลดต้นทุนบริหารจัดการ การลดต้นทุนโครงข่าย และการเพิ่มประสิทธิภาพงาน พบว่าผู้ประกอบการให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อยทั้ง 8 ข้อแสดงว่าผู้ประกอบการอาจจะมองว่าการลงทุน IoT และ RFID เป็นทางเลือกมากกว่า ในขณะที่ส่วนเกินผู้ผลิตที่กำหนดไว้ที่การขายสินค้าหรือบริการในรูปแบบ Solution จึงไม่ได้แยกเป็นรูปแบบบริการและอุปกรณ์เช่นกัน

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ IoT และ RFID คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตเช่นเดียวกับกรณีของ Wi-Fi

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปขั้นสูงสำหรับ IoT และ RFID

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	ผลกระทบต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน (มีเฉพาะ IoT)	ครัวเรือน	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ IoT คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเตอร์เน็ตประจำที่
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	ต้นทุนที่ลงทุนสำหรับ IoT และ RFID แทนต้นทุนที่ลงทุนรูปแบบอื่น ๆ*
ส่วนเกินผู้ผลิต	ผู้ผลิต	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อจากการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการขายหรือให้บริการ**
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:

- หากผู้ประกอบการมีต้นทุนทางเลือกในการลงทุนอื่น ๆ แสดงว่าการลงทุนสำหรับ IoT และ RFID เป็นส่วนเกินผู้บริโภค จากแบบสำรวจผู้ประกอบการได้ถามความสำคัญของ IoT และ RFID จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ เพิ่มรายได้ เพิ่มสินค้า/บริการใหม่ เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ เพิ่มความพอใจของลูกค้า ลดต้นทุนขาย ลดต้นทุนบริหารจัดการ ลดต้นทุนโครงข่าย และเพิ่มประสิทธิภาพงาน พบว่าผู้ประกอบการให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อยทั้ง 8 ข้อแสดงว่าผู้ประกอบการอาจจะมองว่าการลงทุน IoT และ RFID เป็นทางเลือกมากกว่า
- ** อัตรากำไรประมาณการจากการสัมภาษณ์

รูปที่ 8-11: กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID

สำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID เมื่อพิจารณาส่วนประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ 2 ส่วนสำหรับการประยุกต์ใช้ RFID และอีก 1 ส่วนจะเป็นผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจที่มาจากมูลค่าทางเศรษฐกิจดังรูปที่ 8-11 ถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่าที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจโดยจะกล่าวต่อไปในหัวข้อสุดท้าย รายละเอียดเป็นดังนี้

- ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไปโดยคำนวณได้จากความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT ของแต่ละครัวเรือนคูณกับจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ต

ความเต็มใจที่จะจ่ายนี้มาจากคำถามสำคัญจากการสำรวจที่ว่าเมื่อผู้บริโภคหรือผู้ใช้บริการไม่สามารถใช้บริการหรือใช้อุปกรณ์ได้จะจ่ายเพิ่มเท่าไหร่จากบริการหรืออุปกรณ์เดิมเพื่อให้ใช้บริการหรืออุปกรณ์ได้เหมือนเดิม คำถามลักษณะนี้สะท้อนความเต็มใจจะจ่ายที่เกินกว่าค่าใช้จ่ายของบริการหรืออุปกรณ์เดิมนั้นเอง

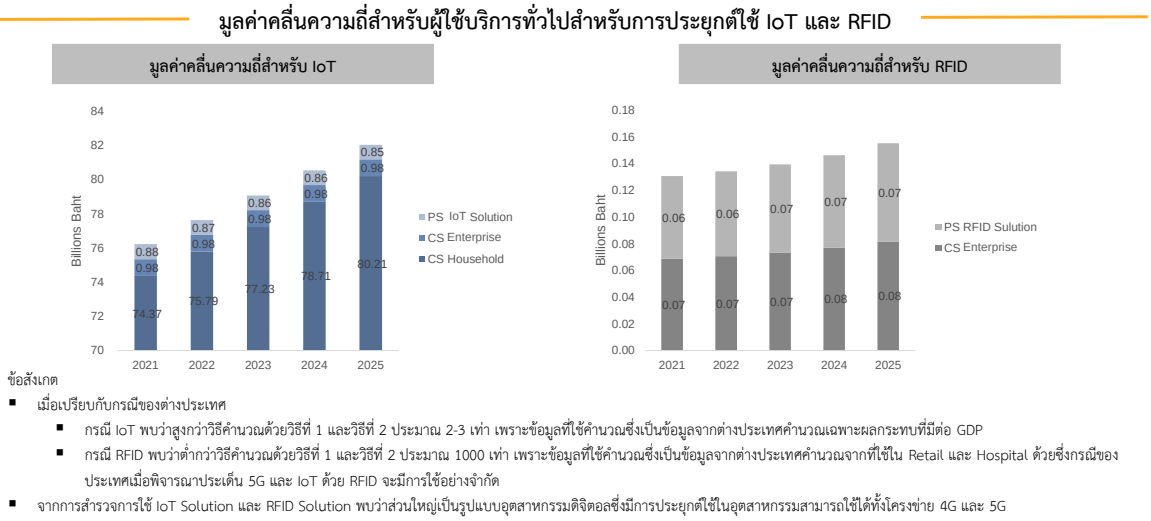
- ส่วนเกินผู้บริโภคที่มาจากผู้ประกอบการ องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นกำไรที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนโครงข่ายไร้สายเพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ผู้ประกอบการ

ได้รับโดยคำนวณได้จากต้นทุนที่ลงทุนสำหรับ IoT และ RFID แทนต้นทุนที่ลงทุนรูปแบบอื่น ๆ จากที่กล่าวข้างต้นว่าผู้ประกอบการไม่ให้ความสำคัญกับการลงทุน IoT และ RFID มากนักเป็นไปว่าต้นทุนการลงทุนทั้งสองนี้จึงเท่ากับกำไรส่วนเกินที่ผู้ประกอบการจะต้องให้หากำไรครอบคลุมการลงทุนดังกล่าว

- ส่วนเกินผู้ผลิต องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นกำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อจากการให้บริการโดยกำไรที่ได้จากการขายหรือให้บริการ

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และการประยุกต์ใช้ RFID จะเป็นผลรวมจากการคำนวณทั้งส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวข้างต้นนี้นั้นเอง

มูลค่าคลื่นความถี่ส่วนใหญ่มาจากครัวเรือนกรณีของ IoT ในขณะที่ RFID ที่มีการใช้งานโดยผู้ประกอบการพบว่ามูลค่ามาจากผู้ประกอบการที่เป็นผู้ใช้และผู้ประกอบการที่ขายหรือให้บริการมีค่าใกล้เคียงกัน



ข้อสังเกต

- เมื่อเปรียบกับกรณีของต่างประเทศ
  - กรณี IoT พบว่าสูงกว่าวิธีคำนวณด้วยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ประมาณ 2-3 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณเฉพาะผลกระทบที่มีต่อ GDP
  - กรณี RFID พบว่าต่ำกว่าวิธีคำนวณด้วยวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ประมาณ 1000 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณจากที่ใช้ใน Retail และ Hospital ด้วยซึ่งกรณีของประเทศเมื่อพิจารณาประเด็น 5G และ IoT ด้วย RFID จะมีการใช้อย่างจำกัด
- จากการสำรวจการใช้ IoT Solution และ RFID Solution พบว่าส่วนใหญ่เป็นรูปแบบอุตสาหกรรมดิจิตอลซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสามารถใช้ได้ทั้งโครงข่าย 4G และ 5G

รูปที่ 8-12: มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID

ผลจากการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ดังรูปที่ 8-12 เป็นดังนี้ สำหรับการประยุกต์ใช้ IoT มูลค่าคลื่นความถี่อยู่ที่ประมาณ 7.9 หมื่นล้านบาทโดยมูลค่าคลื่นความถี่เกือบทั้งหมดมากจากส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือนและจะเห็นการเติบโตอย่างมากในอีก 5 ปีข้างหน้า สำหรับการประยุกต์ใช้ RFID มูลค่าคลื่นความถี่อยู่ที่ประมาณ 140 ล้านบาทโดยมูลค่าคลื่นความถี่มาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินผู้ผลิตที่ในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบผลจากการคำนวณกับกรณีของต่างประเทศ กรณีการประยุกต์ใช้ IoT พบว่าสูงกว่าวิธีคำนวณด้วยรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ประมาณ 2 ถึง 3 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณเฉพาะผลกระทบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติของประเทศ กรณีการประยุกต์ใช้ RFID พบว่าต่ำกว่าวิธีคำนวณด้วยรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ประมาณ 1000 เท่า เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณซึ่งเป็นข้อมูลจากต่างประเทศคำนวณจากที่ใช้ในอุตสาหกรรมค้าปลีกและโรงพยาบาลด้วย กรณีของประเทศไทยจะพิจารณาประเด็น 5G และ IoT ด้วยรวมไปถึง RFID มีการใช้อย่างจำกัด นอกจากนี้จากการสำรวจ

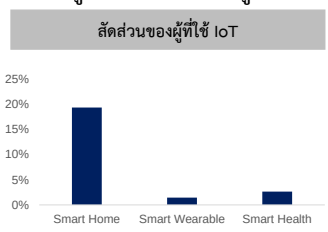
พบว่า IoT Solution และ RFID Solution ส่วนใหญ่เป็นรูปแบบอุตสาหกรรมดิจิตอลซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในที่สามารถใช้ได้ทั้งโครงข่าย 4G และ 5G อีกด้วย

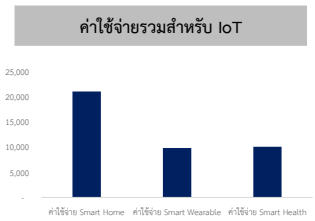
จากข้อมูลพบว่าร้อยละ 19 ใช้ IoT ประเภท Smart Home และมีค่าใช้จ่ายมากที่สุด จากการศึกษาปัจจัยประชากรมีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ นอกจากนี้การใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด-19 ประเภทต่าง ๆ มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่เช่นกัน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปขั้นสูงสำหรับ IoT (Smart Home)

ตัวแปรตาม	ความเต็มใจจะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home)
ตัวแปรต้น	ค่าสัมประสิทธิ์ (S.E)
เพศ	693.64 (1915.00)
อายุ	175.68 (78.45)**
รายได้	1150.01 (443.94)**
จำนวนสมาชิกครัวเรือน	448.30 (690.89)
ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิด	
ประเภทสื่อสาร	3172.44 (1827.09)*
ประเภทบันเทิง	764.79 (1151.79)
ประเภทเนื้อหา	-7110.65 (2035.75)***
ประเภทประยุกต์	3799.71 (1754.83)**
ค่าที่สำคัญจากแบบจำลอง	N = 64, R-squared = 0.5664

หมายเหตุ: สำรวจจากผู้ออกค่าใช้จ่ายในการใช้อินเตอร์เน็ต และแบบจำลองใส่ตัวแปรการศึกษาของผู้ที่ตอบแบบสอบถาม ประเภทที่อยู่อาศัยและภูมิภาคไว้ด้วย





- จากข้อมูลพบว่ามีผู้ตอบว่าใช้ IoT โดยเฉพาะประเภท Smart Home ถึงร้อยละ 19 โดยมีค่าใช้จ่ายรวมสูงที่สุดด้วย

คำอธิบายที่สำคัญของแบบจำลอง

- คุณลักษณะครัวเรือนจะพบว่าอายุของผู้ตอบแบบสอบถามและรายได้มีผลทางบวกต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home)
- ปัจจัยปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตช่วงโควิดพบว่าเมื่อมีการใช้งานประเภทสื่อสารและประเภทประยุกต์มากขึ้นมีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home) มากขึ้น ในขณะที่เมื่อมีการใช้งานประเภทเนื้อหามากขึ้นมีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home) ลดลง

รูปที่ 8-13: ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT (Smart Home)

จากข้อมูลความเต็มใจที่จะจ่ายจะนำวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับการประยุกต์ใช้ IoT (Smart Home) ของครัวเรือนซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามว่ามีการใช้งานมากที่สุดที่ร้อยละ 19 รวมไปถึงมีค่าใช้จ่ายในครัวเรือนมากที่สุดอยู่ที่ประมาณ 21,000 บาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการประยุกต์ใช้ IoT รูปแบบอื่น ๆ ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ โดยปัจจัยประกอบไปด้วย 2 ประเภท คือ ประเภทคุณลักษณะครัวเรือน ได้แก่ เพศและอายุของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้ที่ออกค่าใช้จ่ายหลักของครัวเรือน รายได้ครัวเรือนและจำนวนสมาชิกครัวเรือน ประเภทต่อมาจะเป็นปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตหลักจากที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่พบดังนี้ คุณลักษณะครัวเรือนจะพบว่าอายุของผู้ตอบแบบสอบถามและรายได้มีผลทางบวกต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home) ปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตหลักจากที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 พบว่าเมื่อมีการใช้งานประเภทสื่อสารและประเภทประยุกต์มากขึ้นมีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home) มากขึ้น ในขณะที่เมื่อมีการใช้งานประเภทเนื้อหามากขึ้นมีผลต่อความเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับ IoT (Smart Home) ลดลง ดังรูปที่ 8-13

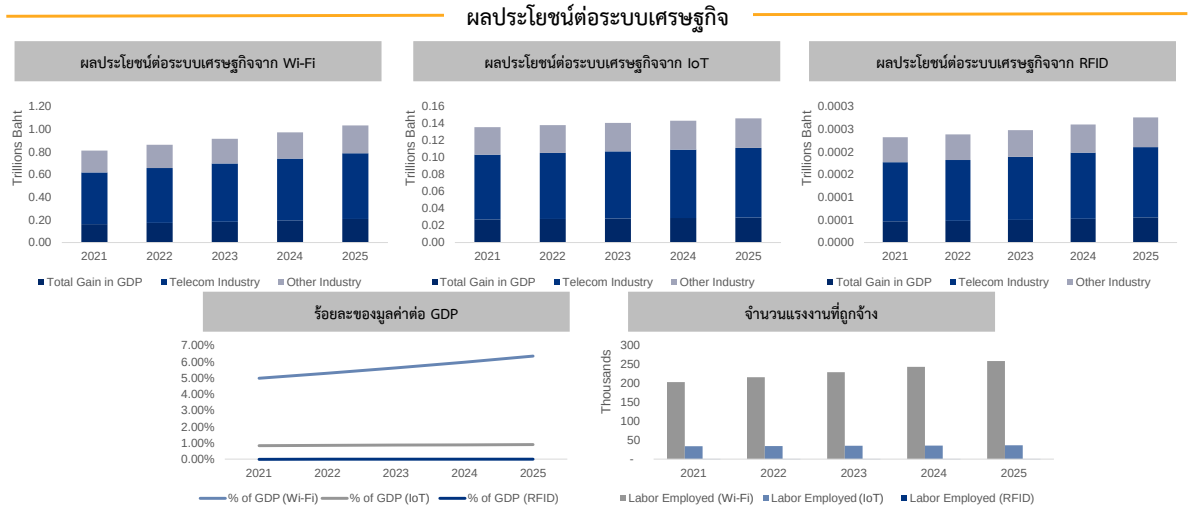
ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจใช้ผลการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐกิจถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นมูลค่าที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกคือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับทุกอุตสาหกรรมในประเทศเนื่องจากการเชื่อมโยงกันของ

อุตสาหกรรม (Backward Linkage) กล่าวถึงผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมหนึ่งจะกระทบไปยังอุตสาหกรรมอื่น ๆ และส่วนต่อมาคือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติโดยวัดจากด้านรายได้ประกอบไปด้วยค่าจ้างและรายได้ของแรงงาน กำไรจากการประกอบกิจการ ค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์และภาษีทางอ้อมลบด้วยการจ่ายชดเชย จากผลประโยชน์ที่ได้ค่าจ้างและรายได้ของแรงงานทำให้สามารถประเมินให้อยู่ในรูปจำนวนแรงงานต่อไป

การคำนวณและประเมินผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจมีกระบวนการและข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องดังนี้ ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตขนาด 180x180 อุตสาหกรรมของประเทศไทยจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเพื่อใช้ในการคำนวณตาม Leontief Model จากนั้นมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่คำนวณได้เป็นปัจจัยนำเข้าในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมซึ่งอยู่ที่ลำดับ 159 ของตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต นอกจากนี้ยังมีค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบอีกสองค่าได้แก่ ค่าจ้างและรายได้ของแรงงานคำนวณจากรายได้ต่อประชากรอยู่ที่ 2.34 แสนบาทต่อปี ข้อมูลจากธนาคารโลกปี พ.ศ. 2562 อยู่ที่ 7,806 ดอลลาร์สหรัญต่อปีและกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนอยู่ที่ 30 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ และรายได้ประชาชาติอยู่ที่ 16.30 ล้านล้านบาท ข้อมูลจากธนาคารโลกปี พ.ศ. 2562 อยู่ที่ 5.43 แสนล้านดอลลาร์สหรัญและกำหนดอัตราแลกเปลี่ยนอยู่ที่ 30 บาทต่อดาลลาร์สหรัฐ

เมื่อพิจารณาเปลี่ยนมูลค่าคลื่นความถี่เป็นมูลค่าที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจได้จะพบว่า Wi-Fi สามารถมูลค่าได้เกือบ 1 ล้านล้านบาทคิดเป็นร้อย 5 ของ GDP ส่วนหนึ่งเป็นผลตอบแทนแรงงานคิดเป็นแรงงานได้ประมาณ 2 แสนคน



รูปที่ 8-14: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

ผลจากการคำนวณและประเมินผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจดังรูปที่ 8-14 พบว่าผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของการประยุกต์ใช้ Wi-Fi อยู่ที่เกือบ 1 ล้านล้านบาทโดยคิดเป็นร้อยละ 5 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติและผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติคิดเป็นการจ้างงานประมาณ 2 แสนคน โดยประมาณการว่าผลประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติจากเพิ่มขึ้นด้วยในปี 5 ปีข้างหน้า นอกจากนี้ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจของการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID อยู่ที่ 1.4 แสนล้านบาท และ 2.3 ร้อยล้านบาท ตามลำดับ

การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ

การประยุกต์ใช้	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
Wi-Fi	พันล้านบาท	411.11	421.66	470.95	530.28	595.85
IoT	พันล้านบาท	27.39	29.37	34.30	40.38	47.44
RFID	พันล้านบาท	163.14	147.21	144.66	143.31	141.68

ตารางที่ 8-3: การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ วิธีการประเมินมูลค่าโดยตรง

การประยุกต์ใช้	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
Wi-Fi	พันล้านบาท	368.97	344.89	391.87	440.60	496.30
IoT	พันล้านบาท	23.51	22.98	27.30	32.09	37.79
RFID	พันล้านบาท	166.42	136.86	136.81	135.34	134.13

ตารางที่ 8-4: การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม

การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
รวมทั้งหมด	พันล้านบาท	456.01	484.42	514.28	545.82	580.53
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (บริการ)	พันล้านบาท	54.04	58.86	62.33	64.29	65.67
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (อุปกรณ์)	พันล้านบาท	240.82	244.15	247.53	250.96	254.43

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทผู้ประกอบการ	พันล้านบาท	5.19	5.53	6.06	6.87	8.14
ส่วนเกินผู้ผลิต (บริการ)	พันล้านบาท	154.99	174.79	197.13	222.31	250.72
ส่วนเกินผู้ผลิต (อุปกรณ์)	พันล้านบาท	0.97	1.09	1.23	1.39	1.57

ตารางที่ 8-5: การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ มูลค่าการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
รวมทั้งหมด	พันล้านบาท	76.23	77.64	79.08	80.54	82.04
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน	พันล้านบาท	74.37	75.79	77.23	78.71	80.21
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทผู้ประกอบการ	พันล้านบาท	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
ส่วนเกินผู้ผลิต	พันล้านบาท	0.88	0.87	0.86	0.86	0.85

ตารางที่ 8-6: การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ มูลค่าการประยุกต์ใช้ IoT

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
รวมทั้งหมด	พันล้านบาท	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภท	พันล้าน	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
ผู้ประกอบการ	บาท					
ส่วนเกินผู้ผลิต	พันล้านบาท	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07

ตารางที่ 8-7: การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ มูลค่าการประยุกต์ใช้ RFID

ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
ผลประโยชน์รวมที่มีต่อ GDP	ล้านบาท	163,350	173,530	184,221	195,520	207,955
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม	ล้านบาท	456,008	484,429	514,273	545,816	580,529
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ	ล้านบาท	192,888	204,910	217,534	230,876	245,559
ร้อยละของ GDP	ร้อยละ	4.98%	5.29%	5.62%	5.97%	6.35%

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
จำนวนการจ้างงาน	คน	203,366	216,041	229,350	243,417	258,898

ตารางที่ 8-8: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ การประยุกต์ใช้ Wi-Fi

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
ผลประโยชน์รวมที่มีต่อ GDP	ล้านบาท	27,307	27,811	28,326	28,852	29,389
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม	ล้านบาท	76,231	77,638	79,076	80,544	82,043
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ	ล้านบาท	32,245	32,840	33,448	34,069	34,704
ร้อยละของ GDP	ร้อยละ	0.83%	0.85%	0.86%	0.88%	0.90%
จำนวนการจ้างงาน	คน	33,997	34,624	35,265	35,920	36,589

ตารางที่ 8-9: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ การประยุกต์ใช้ IoT

แหล่งที่มา	มูลค่า	ปี 2021	ปี 2022	ปี 2023	ปี 2024	ปี 2025
ผลประโยชน์รวมที่มีต่อ GDP	ล้านบาท	47	48	50	52	56
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม	ล้านบาท	131	134	139	146	155
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ	ล้านบาท	55	57	59	62	66
ร้อยละของ GDP	ร้อยละ	0.001%	0.001%	0.002%	0.002%	0.002%
จำนวนการจ้างงาน	คน	58	60	62	65	69

ตารางที่ 8-10: ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ การประยุกต์ใช้ RFID

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่จากการสำรวจ

ปัจจัย	การเปลี่ยนแปลง	มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ Wi-Fi		มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ IoT
		บริการ	อุปกรณ์	
จำนวนอุปกรณ์ 5G	จำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่าเปลี่ยนแปลงไป	-2.34%	0.81%	0.88%**
จำนวนอุปกรณ์ IoT	จำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่าเปลี่ยนแปลงไป	2.21%*	3.22%**	0.28%
ประเภทปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตหลังจากการแพร่ระบาดของโรค Covid-19				
ประเภทการสื่อสาร	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่าเปลี่ยนแปลงไป	5.00%***	1.26%	1.06%
ประเภทความบันเทิง	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่าเปลี่ยนแปลงไป	1.01%	3.39%*	0.15%
ประเภทเนื้อหา	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่า	-5.97%***	-6.71%***	-1.22%

ปัจจัย	การเปลี่ยนแปลง	มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ Wi-Fi		มูลค่าคลื่นความถี่จากการประยุกต์ใช้ IoT
		บริการ	อุปกรณ์	
	เปลี่ยนแปลงไป			
ประเภทการประยุกต์ต่าง ๆ	ปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ทำให้มูลค่าเปลี่ยนแปลงไป	0.50%	0.30%	0.02%

ตารางที่ 8-11: ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่จากการสำรวจ

*,**,*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 10, ร้อยละ 5 และร้อยละ 1 ตามลำดับ

9 การประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม

ผู้ดำเนินโครงการร่วมกับ กทปส. ในการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) เพื่อนำผลการศึกษาวิจัยเบื้องต้น มาใช้ในการวิเคราะห์และนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในการประกอบธุรกิจ และนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมดังกล่าว มาพิจารณาดำเนินการศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม จัดขึ้นในวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2564 ณ เวลา 08.30-12.00 น. ผ่านการประชุมรูปแบบออนไลน์ในโปรแกรม ZOOM ทั้งนี้ ประกอบไปด้วยผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1) การใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย
2) การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
3) การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ทั้งนี้ การประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่มมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน 62 คน เป็นผู้ให้บริการโทรคมนาคมจำนวน 4 ราย และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi จำนวน 5 ราย ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT จำนวน 7 ราย และผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID จำนวน 11 ราย โดยมีข้อคิดเห็นที่ได้รับจากผู้ประกอบการโทรคมนาคม ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียดังนี้

<u>ผลการวิเคราะห์ประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และปัจจัยที่ส่งผลกระทบ</u>

- 3BB มีข้อคำถามว่า**มีการวิเคราะห์เรื่องการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของ Mobile Technology เพื่อทำ 4G Carrier Arggregation หรือไม่ เนื่องจากอาจทำให้มูลค่าคลื่นเพิ่มสูงขึ้น**
  - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่าได้คำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโครงข่าย 5G ทั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการได้เห็นถึงประโยชน์ทางอ้อมที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการช่วยเรื่อง Mobile Offload ของผู้ประกอบการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ (Mobile Operator)
- สำนักงาน กสทช. มีข้อกังวลว่า**ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่อยู่ในการวิเคราะห์ เช่น CB (Citizen Band) ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าคลื่นหรือไม่**
  - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่า ในส่วนของการระบุประเภทการใช้งาน Wi-Fi IoT และ RFID เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าได้รับผลกระทบจากปัจจัยที่กำหนดมากที่สุด ส่วนประเภทการใช้งานอื่นๆ ได้นำมาวิเคราะห์เช่นกัน แต่ไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญ ประกอบกับการศึกษาจากต่างประเทศที่ระบุว่าประเภทการใช้งานดังกล่าวมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ ดังนั้นผู้ดำเนินโครงการจึงประเมินมูลค่าตามประเภทการใช้งานดังกล่าวก่อน

- 3BB มีข้อคำถามว่า **หากมีผู้ใช้งานที่ใช้อุปกรณ์ต่างย่านคลื่นกัน เช่น 2.5 GHz 5 GHz ในกรณีที่เปลี่ยนอุปกรณ์ จะมีผลต่อการคำนวณปริมาณการใช้งานแต่ละย่านคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปหรือไม่ และมีแนวโน้มการใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับย่าน 6 GHz เพิ่มมากขึ้นหรือไม่**
    - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่า ในการสำรวจไม่ได้มีคำถามแยกตามคลื่นความถี่ในแต่ละอุปกรณ์ และจากข้อมูลหมายความว่า ถ้านำย่านคลื่น 6 GHz มาคำนวณด้วย มูลค่าของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปจะเพิ่มมากขึ้น
- TUC มีข้อคำถามว่า**ทางโครงการมีแนวทางการเลือกปัจจัยหรือแอปพลิเคชันในต่างประเทศอย่างไรในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และปัจจัยที่กำหนด (5G, IoT, Covid-19) ครอบคลุมแล้วหรือยัง**
    - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่า สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา (USA) ได้มีการเลือกมา 3 แอปพลิเคชันเนื่องจากเป็นแอปพลิเคชันที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ส่วนประเทศอื่นๆ แทบจะไม่มีการศึกษา แอปพลิเคชันอื่นๆ นอกจาก Wi-Fi เนื่องจาก Wi-Fi มีการใช้งานหนาแน่น และมีแนวโน้มที่คลื่นจะมีไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน
- 3BB มีความกังวลว่า**คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปมีความกว้างแตกต่างกันและจำกัดในแต่ละช่องความถี่ (Channel) การกำหนดให้ช่องความถี่มีความกว้างขึ้นเรื่อยๆ จะส่งผลให้มีจำนวนผู้ใช้งานต่อย่านคลื่นน้อยลง ปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อมูลค่าคลื่นหรือไม่**
    - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจ้งว่าปัจจัยดังกล่าวมีโอกาสทำให้มูลค่าคลื่นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามต้องศึกษาถึงผลกระทบทางบวกและลบที่เกิดขึ้นอีกครั้ง เพื่อให้ได้มูลค่าสุทธิ และทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับว่ามีการนำคลื่นดังกล่าวมาใช้ในกิจการใด
- N.V.K Inter มีข้อคำถามว่า **มีผลการศึกษาทางด้านเทคนิคมาประกอบการวิเคราะห์ด้วยหรือไม่**
    - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่าจะนำข้อมูลด้านเทคนิคเข้ามาเพิ่มเติมในรายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อเป็นข้อสังเกตและนำเสนอข้อมูลในส่วนนี้เพิ่มเติมในการเผยแพร่ผลงานต่อสาธารณะ (public conference) ในครั้งถัดไป
- สำนักงาน กสทช. เสนอให้มี**การวิเคราะห์และคาดการณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับย่าน 6 GHz ว่ามีความต้องการใช้งานมากน้อยอย่างไร และแนวโน้มมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นอย่างไร**
    - ผู้ดำเนินโครงการขอรับไว้พิจารณาและระบุในข้อสังเกตเนื่องจากยังมีข้อมูลไม่เพียงพอเพื่อนำมาประกอบการประเมินหรือคำนวณมูลค่าสำหรับในกรณีประเทศไทยครั้งนี้ หากสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องได้จะทำการปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจให้ละเอียดและครอบคลุมยิ่งขึ้น

<u>ผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป</u>

- TUC มีข้อคำถามว่า**การสำรวจในส่วนของอุปกรณ์ IoT ได้ข้อมูลเฉพาะอุปกรณ์ IoT ที่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปหรือไม่ และส่วนเกินของผู้บริโภคของบริการ IoT คำนวณออกมาอย่างไร**

- ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่า สำหรับการประเมินความเต็มใจที่จะจ่าย (WTP) ทางโครงการให้ความสำคัญกับบริการ (Service) มากกว่าตัวอุปกรณ์ และคำถาม WTP มีการใช้เทคนิคของคำถามเพื่อให้ได้มาซึ่งมูลค่าของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

<u>หลักการและผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป</u>

- สำนักงาน กสทช. มีข้อคำถามว่า**ทางผู้ดำเนินโครงการมีการคิดเป็นมูลค่าของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปต่อ MHz ด้วยหรือไม่ เพื่อที่สำนักงานจะนำข้อมูลดังกล่าวไปประกอบการกำกับดูแลในอนาคตต่อไป**
  - ผู้ดำเนินโครงการขอรับไว้เป็นข้อสังเกตเพื่อประโยชน์ในการศึกษาครั้งถัดไป ทั้งนี้ การศึกษานี้ยังไม่ได้รวมการคำนวณไว้เนื่องจากส่วนใหญ่ในต่างประเทศไม่มีการคำนวณดังกล่าว อีกทั้งทางหน่วยงานกำกับดูแลจำเป็นต้องมีการกำหนดความสำคัญการใช้งานว่าจะใช้ในกิจการไหน ซึ่งตัวมูลค่า per MHz/ per pop จะขึ้นอยู่กับการใช้งาน และส่วนใหญ่จะคิดเป็นรายแอปพลิเคชัน

<u>ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ</u>

- Emone มีข้อคำถามว่า**มีย่านคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปย่านใดบ้างที่กำหนดให้ใช้งานสำหรับดาวเทียม**
  - ผู้ดำเนินโครงการ และสำนักงาน กสทช. ชี้แจงว่าปัจจุบันมีในส่วนของภาครับ เช่น TVRO และ GPS ที่สามารถรับได้โดยไม่ต้องขออนุญาต ในขณะที่ภาคส่งเป็นการรับส่งข้อมูลทั้งเสียง (Voice) และข้อมูล (Data) ในวิทยุมือสมัครเล่น
- สำนักงาน กสทช. สอบถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับ**แนวทางการพิจารณาคลื่น 6 GHz ว่าจะเป็นคลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาต (Licensed) หรือคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาต (Unlicensed) เนื่องจากไม่มีมูลค่าต่อ MHz/Pop ออกมาประกอบการพิจารณา**
  - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่าต้องพิจารณา Economic Value และ Social Value ร่วมกันเพื่อทางสำนักงาน กสทช. พิจารณาเลือกว่าจะกำหนดให้การใช้งานคลื่น 6 GHz ถูกจัดสรรในรูปแบบใด

10 การประชุมเผยแพร่ผลงาน

ผู้ดำเนินโครงการร่วมกับ กทปส. ในการจัดประชุมเผยแพร่ผลงาน (Public Conference) เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาวิจัยต่อหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และบุคคลทั่วไป และเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมดังกล่าว มาพิจารณาดำเนินการศึกษาและปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การประชุมเผยแพร่ผลงาน จัดขึ้นในวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ณ เวลา 08.30-12.00 น. ผ่านการประชุมรูปแบบออนไลน์ในโปรแกรม ZOOM ทั้งนี้ ประกอบไปด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ
2) การใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในประเทศไทย
3) การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
4) การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ทั้งนี้ การประชุมเผยแพร่ผลงานมีผู้ลงทะเบียนเข้าร่วมประชุมจำนวน 221 คน เป็นหน่วยงานรัฐและเอกชนจำนวน 94 คน และบุคคลทั่วไปจำนวน 127 คน โดยมีข้อคิดเห็นที่ได้รับจากหน่วยงานรัฐและเอกชนและบุคคลทั่วไปดังนี้

<u>วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ</u>

- DTN มีข้อคำถามเกี่ยวกับ**วัตถุประสงค์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปว่าจะมีการนำไปใช้งานต่อไปอย่างไร**
  - ผู้ดำเนินโครงการและสำนักงาน กสทช. ชี้แจงว่าเป็นการศึกษารวบรวมข้อเท็จจริงและประเมินมูลค่าเบื้องต้นเพื่อให้สำนักงาน กสทช. มีข้อมูลในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ และเพื่อให้สำนักงาน กสทช. สามารถคำถึงถึงค่าเสียโอกาสที่จะเกิดขึ้น โดยมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ดังกล่าวสามารถสะท้อนค่าเสียโอกาสจำแนกตามประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

<u>ผลการวิเคราะห์ประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และปัจจัยที่ส่งผลกระทบ</u>

- DTN ให้ข้อมูลว่า **สำหรับย่านคลื่น 2.4 GHz นอกจากการใช้งาน Wi-Fi แล้วยังมีการใช้งานประเภทอาณัติสัญญาณ (Signaling) อีกด้วย**
  - ผู้ดำเนินโครงการขอรับไว้เป็นข้อสังเกต โดยปัจจุบันมี บมจ. ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ (BTS) และ บมจ. ทางด่วนและรถไฟฟ้ากรุงเทพ (BEM) ที่ใช้งานประเภทระบบอาณัติ

สัญญาณบนคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยในปี พ.ศ. 2561 กสทช. ได้มีข้อแนะนำให้ BTS ปรับเปลี่ยนไปใช้คลื่นความถี่ย่าน 2480 – 2495 MHz เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานบนคลื่นความถี่ย่าน 2400 – 2483.5 MHz ซึ่งเป็นช่องสัญญาณเดียวกันกับการใช้งาน Wi-Fi ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่น และอาจก่อให้เกิดการรบกวนการใช้งาน ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของเส้นทางการเดินรถไฟฟ้าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานคลื่น Unlicensed Band สำหรับระบบอาณัติสัญญาณที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT และแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Wi-Fi บนคลื่นความถี่ 2.4 GHz อาจเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดคลื่นรบกวนต่อการใช้งานประเภทระบบอาณัติสัญญาณหากใช้ช่องสัญญาณเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

<u>หลักการและผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป</u>

- TUC มีข้อคำถามเกี่ยวกับ**การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปตามวิธีการประเมินมูลค่าโดยตรงสำหรับ 3 ประเภทการใช้งาน โดยเป็นการเทียบของประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วจึงเอามาเทียบกับของประเทศไทยใช่หรือไม่**
  - ➢ ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่าเป็นการใช้มูลค่าโดยตรงของประเทศสหรัฐอเมริกาเพียงอย่างเดียว
- TUC มีข้อคำถามเกี่ยวกับ**การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปตามวิธีการประเมินมูลค่าโดยตรงว่าเป็นการคำนวณมูลค่าจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลเทียบเคียงในต่างประเทศระหว่าง ปีพ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2563 ใช่หรือไม่**
  - ➢ ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่า ใช้อัตราการเติบโต (Growth) ในการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ดังกล่าว
- TUC มีข้อคำถามเกี่ยวกับ**วิธีการคิด GDP ในปี พ.ศ. 2563 ว่ามีการตัดผลกระทบของโรค Covid-19 ออกหรือไม่**
  - ➢ ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่าไม่มีการตัดผลกระทบที่เกิดจากโรค Covid-19 ออก เนื่องจากเป็นผลกระทบที่ทุกประเทศได้รับผลกระทบในทิศทางเดียวกัน
- TUC มีข้อคำถามว่า**การคาดการณ์มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในอีก 5 ปี ใช้ข้อมูลอะไรบ้างและคาดการณ์อย่างไร เป็นการคาดการณ์จากอัตราการเติบโตใช่หรือไม่**
  - ➢ ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ดังกล่าว เป็นการคาดการณ์จากอัตราการเติบโต โดยขั้นแรกจะประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2564 ก่อน จากนั้นจึงใช้มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ดังกล่าวในต่างประเทศมาเทียบเคียงในการคาดการณ์ และเทียบสัดส่วนมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่กับ Real GDP (ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ ณ ราคาคงที่)

- TUC มีข้อคำถามว่า**ในต่างประเทศ บริการ Wi-Fi มีการนำคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz มาร่วมใช้งานในต่างประเทศแล้ว หากเทียบมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปในต่างประเทศหมายความว่าผลคำนวณที่ได้มีการรวมปัจจัยการใช้งานย่าน 6 GHz อยู่ด้วยใช่หรือไม่**
    - ผู้ดำเนินโครงการชี้แจงว่ายังไม่มีการนำปัจจัยเรื่องการใช้งานย่าน 6 GHz มาคำนวณในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป เนื่องจากอยู่ในช่วงเริ่มต้นของการนำคลื่นความถี่ดังกล่าวมาใช้บริการ

11 ภาคผนวก

11.1 ภาคผนวก 1: เอกสารประกอบการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม

เอกสารประกอบการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2564

กำหนดการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group)

เรื่อง การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

วันพุธที่ ๘ กันยายน ๒๕๖๔ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๒.๐๐ น.

การประชุมออนไลน์ ผ่าน ZOOM

https://qrgo.page.link/pfEoo

เวลา	กำหนดการ
๐๘.๓๐ – ๐๙.๐๐ น.	ลงทะเบียน
๐๙.๐๐ – ๐๙.๑๕ น.	ผู้แทนจากสำนักงาน กสทช. เปิดการประชุมและชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประชุมรับฟังความเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group)
๐๙.๑๕ – ๑๐.๑๐ น.	ที่ปรึกษานำเสนอผลการศึกษาเบื้องต้น เรื่อง การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานป็นการทั่วไป
๑๐.๐๐ – ๑๐.๑๕ น.	พักการประชุม
๑๐.๑๕ – ๑๑.๔๕ น.	แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นร่วมกับผู้ให้บริการโทรคมนาคม ผู้จำหน่ายอุปกรณ์และผู้ให้บริการโครงข่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี IoT เกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานป็นการทั่วไป
๑๑.๔๕ – ๑๒.๐๐ น.	สรุปผลการประชุม

QR Code สำหรับการลงทะเบียนเข้าร่วมประชุม Focus Group

QR Code สำหรับการประชุมออนไลน์ผ่าน ZOOM

QR Code สำหรับดาวน์โหลดเอกสารการประชุม

หมายเหตุ : กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

เนื้อหา

1. การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย
2. การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
   - ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
   - ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
   - ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์
3. การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
4. แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

คลื่นความถี่ Unlicensed Band ประกอบไปด้วย 40 คลื่นความถี่ แบ่งเป็น 19 ประเภทการใช้งาน โดยจะวิเคราะห์ผลกระทบที่ได้รับจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G การเติบโตของ IoT และการแพร่ระบาดของโรค Covid-19

ภาพรวมคลื่นความถี่ Unlicensed Band ประเภทการใช้งาน และปัจจัยผลกระทบที่กำหนด

คลื่นความถี่ Unlicensed Band และประเภทการใช้งาน

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
น้อยกว่า 135 kHz	RFID
น้อยกว่า 315 kHz	ทั่วไป
13.553 - 13.567 MHz	ทั่วไป/RFID
25 - 470 MHz	On - Site Paging System
26.965 - 27.405 MHz	ทั่วไป
30 - 50 MHz	ทั่วไป
54 - 74 MHz	ทั่วไป
72 - 72.475 MHz	วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง
78 - 79 MHz	CB
88 - 108 MHz	Wireless Microphone /Audio Transmitter
165 - 210 MHz	Wireless Microphone
245 - 247 MHz	CB
300 - 500 MHz	ทั่วไป
433.05 - 434.79 MHz	RFID/UAS

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
470 - 694 MHz	เครื่องส่งสัญญาณภาพหรือเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง
694 - 703 MHz	Wireless Microphone
748 - 758 MHz	Wireless Microphone
803 - 806 MHz	Wireless Microphone
920 - 925 MHz	RFID/Non-RFID
1900 - 1906 MHz	Cordless telephone
2400 - 2500 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5150 - 5350 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5470 - 5725 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5725 - 5850 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5725 - 5875 MHz	เรดาร์
1.6 – 2.0 GHz	UWB
2.0 – 2.2 GHz	UWB
2.2 – 3.4 GHz	UWB

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
3.4 – 4.2 GHz	UWB
4.2 – 4.5 GHz	UWB
4.5 – 4.8 GHz	UWB
4.8 – 10.6 GHz	UWB
10.00 - 10.6 GHz	เรดาร์
22 – 24.05 GHz	Vehicle Radar
24.05 - 24.25 GHz	เรดาร์/ Vehicle Radar
24.25 – 26.65 GHz	Vehicle Radar
57 - 66 GHz	WLAN_WPAN/Fixed Service
76 - 77 GHz	Vehicle Radar
76 - 81 GHz	เรดาร์
77 - 81 GHz	Vehicle Radar

หมายเหตุ: UAS หมายถึง Unmanned Aerial Surveillance หรือโดรน (Drone)

ปัจจัยผลกระทบที่กำหนด

การพัฒนาโครงข่าย 5G

- eMBB
  - การรับส่งข้อมูลที่รวดเร็ว
- uRLLC
  - การเชื่อมต่อที่มีเสถียรภาพ
- mMTC
  - การรองรับการเชื่อมต่อปริมาณมาก

แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT

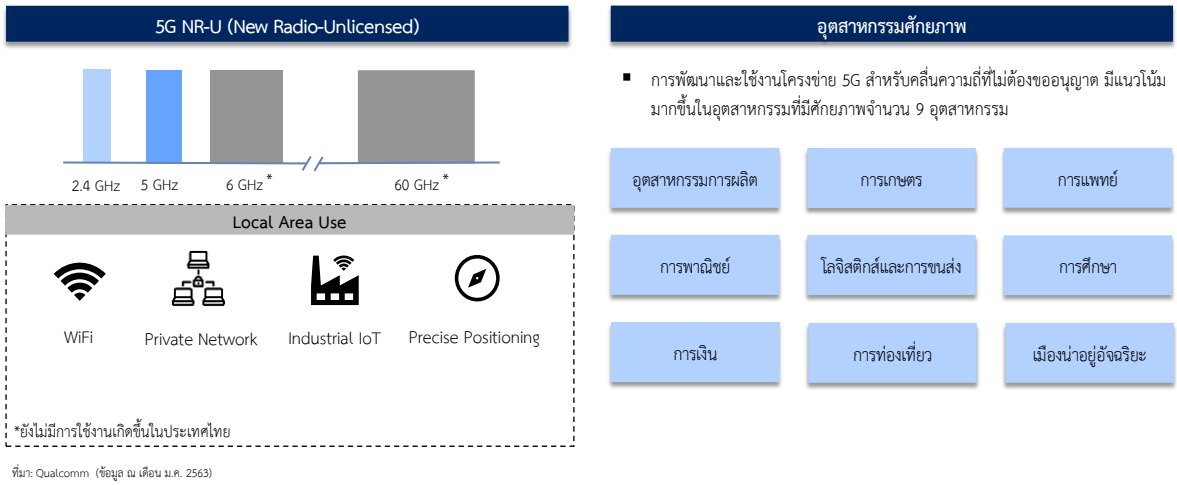
Consumer	Enterprise
Smart Home	Smart City
Smart Wearable	Smart Factory
Smart Health	Smart Farm

การปรับใช้เทคโนโลยีหลังการแพร่ระบาดของโรค Covid-19

หุ่นยนต์และโดรน | ทำงานทางไกล | Supply Chain 4.0 | การแพทย์อัจฉริยะ

การพัฒนาโครงข่าย 5G สำหรับความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาต (5G NR-U) ประกอบไปด้วยคลื่นย่าน 2.4 GHz 5 GHz 6 GHz และ 60 GHz ซึ่งเหมาะกับการใช้งานแบบ Local โดยมีแนวโน้มพัฒนาการใช้งานใน 9 อุตสาหกรรมศักยภาพ

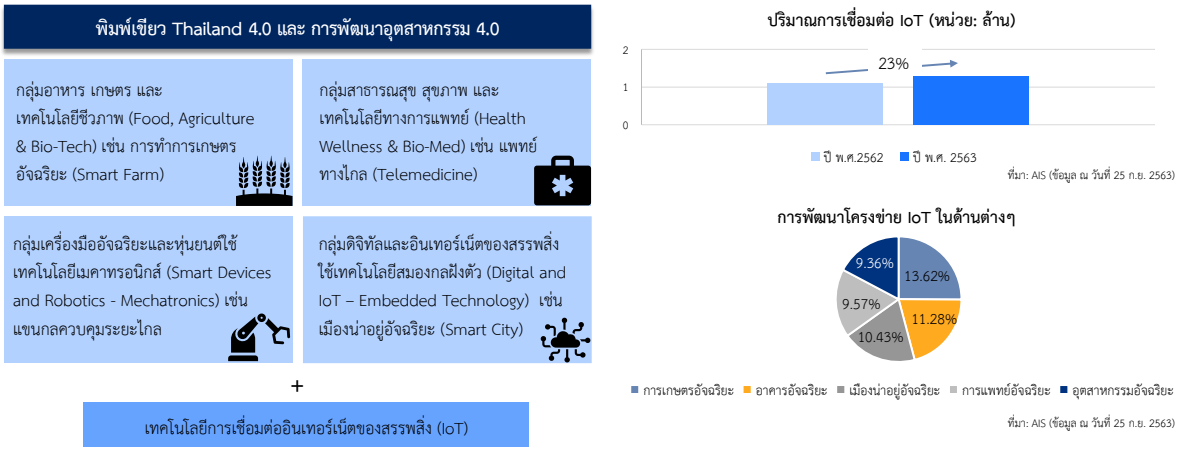
การพัฒนาโครงข่าย 5G



ที่มา: Qualcomm (ข้อมูล ณ เดือน ม.ค. 2563)

IoT มีการเติบโตเพิ่มขึ้น 23% จากปี 2019 เนื่องจากการผลักดันนโยบาย Thailand 4.0 และ Industry 4.0 ใน 4 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย คือ กลุ่มอาหารและการเกษตร สาธารณสุข เครื่องมืออัจฉริยะ และกลุ่มดิจิทัลและ IoT

การเติบโตของ IoT



ที่มา: AIS (ข้อมูล ณ วันที่ 25 ก.ย. 2563)

ประเภทการใช้งานหลักของ IoT ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานย่านคลื่นทั่วไป คือ เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายบนคลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz 2.4 GHz และ 5 GHz ซึ่งประกอบไปด้วย Zigbee Sigfox LoRaWAN และ RFID

ประเภทการใช้งานหลัก

เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้		เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกล	
Unlicensed Band		**Unlicensed Band**	
IoT ระยะสั้น เช่น Zigbee 2.4 GHz และ 5 GHz	ตัวอย่างการใช้งาน Zigbee: Zigbee Hub สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT และเซนเซอร์ต่างๆ ในพื้นที่ที่ต้องการใช้งาน หลอดไฟอัจฉริยะ Zigbee	**LPWAN IoT เช่น Sigfox LoRaWAN** 920 -925 MHz	ตัวอย่างการใช้งาน Sigfox และ LoRaWAN: การแจ้งเตือนระบบในโรงงาน การบันทึกคลื่นหัวใจของผู้ป่วยผ่านอุปกรณ์ที่สวมใส่ได้ และการควบคุมอุณหภูมิของห้องแช่เย็น
RFID 2.4 GHz และ 5 GHz 920 -925 MHz	ตัวอย่างการใช้งาน RFID: การใช้งานในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และขนส่ง การระบุพิกัดและติดตาม		
		Licensed Band	
		Mobile IoT เช่น NB-IoT Licensed Band	ตัวอย่างการใช้งาน NB-IoT: อุปกรณ์สวมที่ข้อมือสำหรับการติดตามสุขภาพของผู้ป่วย ระบบมิเตอร์น้ำและไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบการวัดระดับมลพิษในอากาศ
		IoT ผ่านดาวเทียม	ตัวอย่างการใช้งาน IoT ผ่านดาวเทียม: ระบบติดตามรถขนส่งข้ามประเทศ ระบบติดตามและจัดการเรือขนส่งสินค้าข้ามทวีป

การลดการสัมผัส ความต้องการรักษาอย่างทันท่วงที การขาดแคลนแรงงาน ส่งผลให้การใช้ชีวิตวิถีใหม่หลังโควิด-19 ปรับใช้เทคโนโลยีให้เป็นระบบอัจฉริยะและอัตโนมัติขึ้น ซึ่งทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT 5G และ VR ใน 9 การใช้งาน

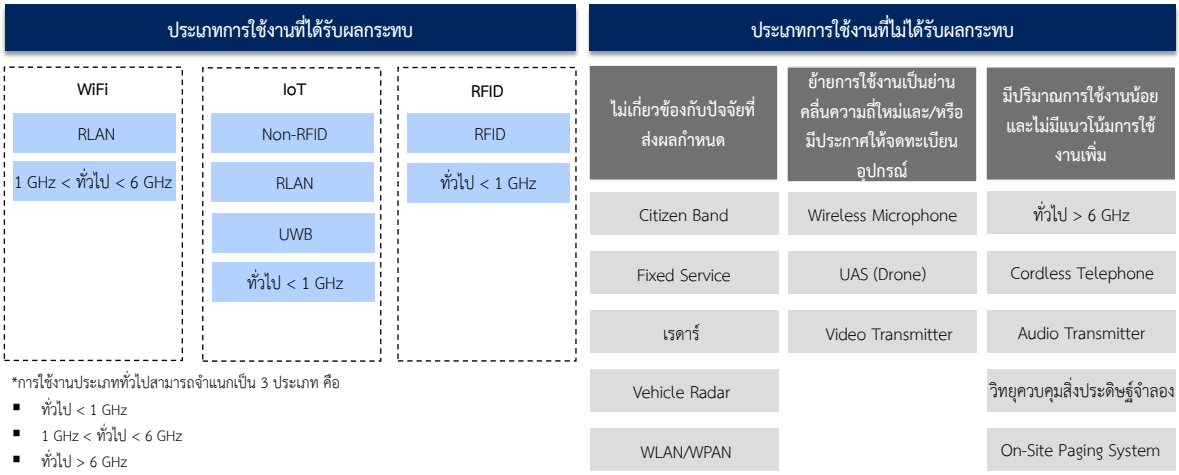
การปรับใช้เทคโนโลยีหลังโควิด-19

เพื่อลดการสัมผัส และหลีกเลี่ยงการพบปะผู้คนจำนวนมาก การขาดแคลนแรงงาน รวมถึงความต้องการในการรักษาผู้ป่วยอย่างทันท่วงทีและปลอดภัย จึงมีการปรับใช้เทคโนโลยีดังนี้

- **เทคโนโลยี 5G** การให้บริการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง การเชื่อมต่อในปริมาณมาก และการมีเสถียรภาพของการเชื่อมต่อสูง ซึ่งนำไปใช้ในเทคโนโลยีที่หลากหลาย
- **การใช้หุ่นยนต์รับส่งสิ่งของ** เช่น หุ่นยนต์บริการทางการแพทย์ ที่ทำหน้าที่รับส่งยาไปยังผู้ป่วยซึ่งควบคุมผ่านโครงข่าย 5G ร่วมกับอุปกรณ์ IoT
- **การชำระเงินแบบดิจิทัล** การชำระเงินผ่านระบบพร้อมเพย์ QR Code และการนำบัตรเครดิตหรือเดบิตเข้าใกล้เครื่องอ่านสัญญาณวิทยุ (RFID) สำหรับการชำระเงิน
- **การทำงานและการศึกษาทางไกล** การประชุมออนไลน์หรือการนำเสนองานออนไลน์ นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีจำลองภาพเสมือนจริง (VR) มาช่วยส่งเสริมการเรียนในภาคปฏิบัติ
- **การแพทย์อัจฉริยะ** เช่น เครื่องมือติดตามสุขภาพ และระบบโทรเวชกรรม
- **อากาศยานไร้คนขับ (Drone)** การขนส่งสิ่งของ เช่น ยา และทำการเกษตร เช่น การฉีดพ่นสารเคมี
- **ห่วงโซ่อุปทาน 4.0** การติดตามการผลิตแบบเรียลไทม์ คลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ การจัดการคลังสินค้าอัจฉริยะ
- **ความบันเทิงออนไลน์** เช่น คอนเสิร์ตถ่ายทอดสดออนไลน์ และการชมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง
- **ระบบการผลิตจากการพิมพ์ 3 มิติ** ช่วยส่งเสริมการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตเนื่องจากขึ้นรูปทรงได้หลากหลาย เช่น การพิมพ์หน้ากากอนามัย

ประเภทการใช้งาน 6 ประเภทจาก 19 ประเภทที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G การเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งสามารถจัดกลุ่มเป็นประเภทการใช้งาน Wi-Fi IoT และ RFID

ภาพรวมผลกระทบจาก 5G IoT และ Covid-19

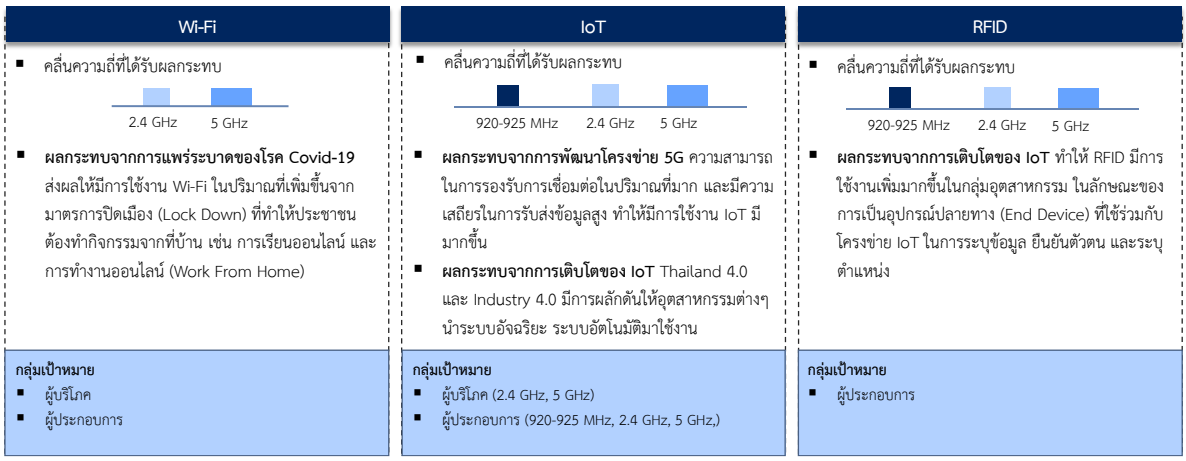


*การใช้งานประเภททั่วไปสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

- ทั่วไป < 1 GHz
- 1 GHz < ทั่วไป < 6 GHz
- ทั่วไป > 6 GHz

ประเภทการใช้งาน Wi-Fi ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดโควิด-19 ประเภทการใช้งาน IoT ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเติบโตของ IoT และประเภทการใช้งาน RFID ได้รับผลกระทบจากการเติบโตของ IoT

ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ



เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

กำหนดกลุ่มแบบสอบถามจากข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินมูลค่าขั้นสูง ประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ ผู้บริโภคครัวเรือน ผู้บริโภคองค์กร และผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์

การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม

การประเมินมูลค่า Unlicensed Band ด้วยมูลค่าขั้นสูง (Upper Bound)

มูลค่าความถี่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินมูลค่า Unlicensed Band ด้วยมูลค่าขั้นสูง ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- **(1) ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus)**
  - มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay)
- **(2) ส่วนเกินของผู้ให้บริการและผู้ขายสินค้า (Producer Surplus)**
  - มูลค่าทางธุรกิจ (Full Enterprise Value)
- **(3) ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ**

กลุ่มผู้บริโภค (Consumer)

กลุ่มผู้บริโภคประกอบไปด้วย 2 กลุ่มคือ
- ผู้บริโภคที่เป็นครัวเรือน (Household)
- ผู้บริโภคที่เป็นองค์กร (Enterprise)

กลุ่มผู้ให้บริการ (Producer)

กลุ่มผู้ให้บริการประกอบไปด้วย 2 กลุ่มคือ
- ผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Telco)
- ผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor)

ภาพรวมการสำรวจข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร และกลุ่มผู้ให้บริการ ประกอบไปด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสัมภาษณ์ และประเด็นคำถามหลักในแบบสอบถาม

ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

กลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน (Consumer User)	กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise User)	กลุ่มผู้ให้บริการ (Vendor and Telco)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ▪ จำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ **27 ล้าน ครัวเรือน** ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 400 คน** แทนครัวเรือนทั้งประเทศ (National Representative) ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามภาค** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิก ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ ▪ ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ▪ แนวโน้มการใช้งานในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทใน MAI และ SET **822 บริษัท** ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการที่ใช้บริการก่อน (Early Adopter) ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 120 – 130 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถาม **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้/กำไร ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย (CAPEX,OPEX) จำนวนอุปกรณ์ ▪ แนวโน้มการใช้งานและการลงทุนในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 5-10 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ**สุ่มตามสะดวก** (Convenience Sampling) **จำแนกตามประเภทการใช้งาน** **วิธีการสัมภาษณ์ :** การสัมภาษณ์เชิงลึกทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถามเชิงลึก **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ซึ่งใช้ Unlicensed Band ▪ ประโยชน์ รายได้/กำไร ที่ได้รับจากการให้บริการและขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับ Unlicensed Band ▪ แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

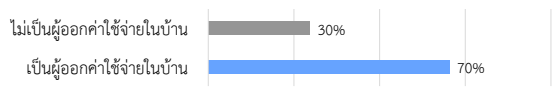
3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

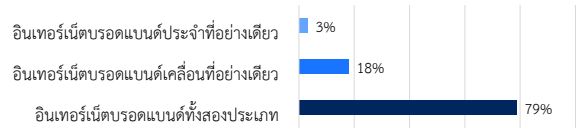
ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ใช้งานครัวเรือนส่วนมากใช้บริการทั้งอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ร้อยละ 79 โดยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีการใช้งานมากที่สุด คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่

ลักษณะของครัวเรือนที่ตอบแบบสอบถาม

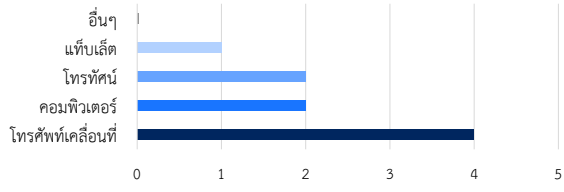
สัดส่วนผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคคลออกค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน



สัดส่วนประเภทการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถาม



จำนวนเฉลี่ยของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ของครัวเรือน



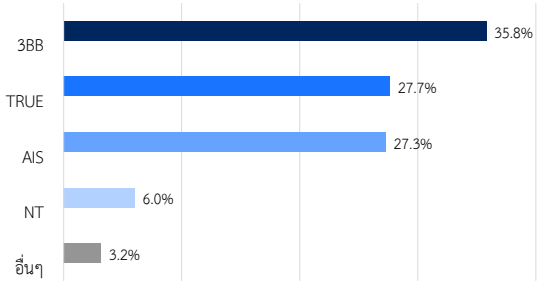
อันดับการใช้งานอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้ของครัวเรือน

หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิด

ผู้ให้บริการที่ครัวเรือนใช้งานมากที่สุดคือ 3BB คิดเป็นร้อยละ 36 โดยมีอัตราค่าบริการรายเดือนเฉลี่ย 600 บาท และความเร็วเฉลี่ยที่ได้คือ 600/300 Mbps และส่วนมากมี Wi-Fi Router เป็นอุปกรณ์ที่รวมอยู่ในแพ็คเกจ

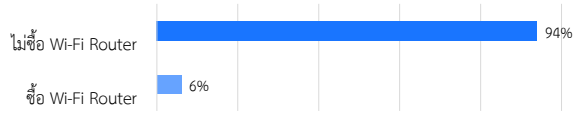
ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่

สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตของครัวเรือน



หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น ผู้ให้บริการเคเบิลรายย่อย และครัวเรือนที่ใช้บริการมากกว่า 1 ผู้ให้บริการ และครัวเรือนที่ไม่ระบุผู้ให้บริการ

การซื้อ Wi-Fi Router ของครัวเรือน

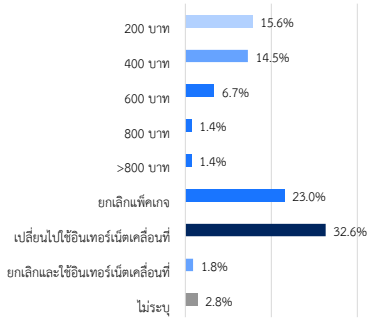


- อัตราค่าบริการรายเดือนเฉลี่ย **600 บาท**
- ความเร็วอินเทอร์เน็ตเฉลี่ย **ดาวน์โหลด: 600 Mbps อัพโหลด: 300 Mbps**

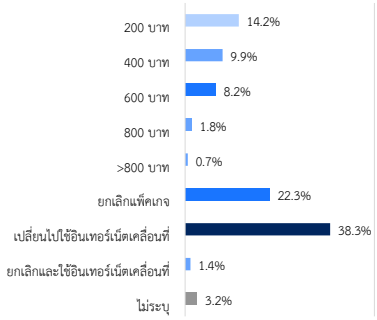
ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยอมเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่หรือยกเลิกแพ็คเกจ หากใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ตประจำที่เดิมและบริการเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้ และไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่ หากไม่สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้อีกต่อไป

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่

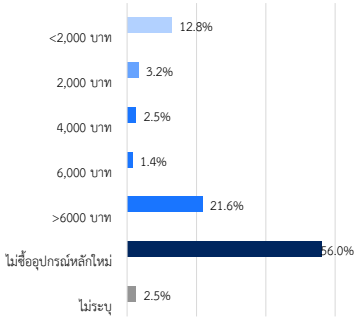
ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้



ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi ไม่ได้แต่ยังสามารถใช้งานครือข่าย LAN ได้



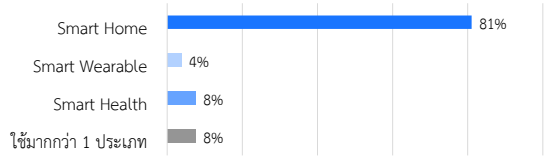
ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์



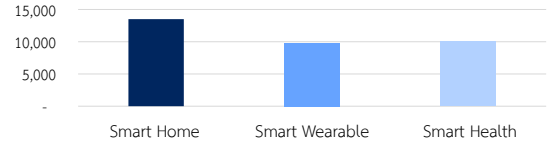
IoT ประเภท Smart Home มีการใช้มากที่สุด รองลงมาคือ Smart Wearable และ Smart Health โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9,800 - 13,500 บาท และเต็มใจจะจ่ายเพิ่มเฉลี่ย 800 - 12,000 บาท เพื่อให้ใช้งานอุปกรณ์ IoT ได้

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)

สัดส่วนการใช้อุปกรณ์ IoT ของครัวเรือน



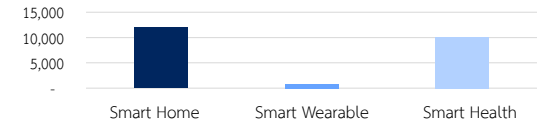
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของอุปกรณ์ IoT ในครัวเรือน



แนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ในอีก 1-2 ปีของครัวเรือน

น้อย	น้อยที่สุด
▪ Smart Home	▪ Smart Wearable ▪ Smart Health ▪ Smart Vehicle

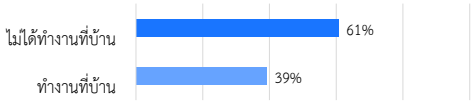
ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มหากอุปกรณ์ IoT ของครัวเรือนใช้งานไม่ได้



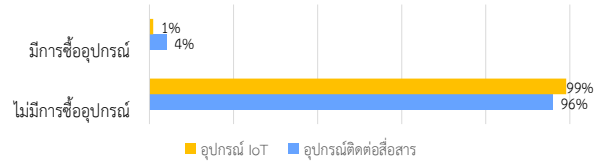
ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากไม่ได้ทำงานจากที่บ้าน และไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงไม่มีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT ใหม่หลังเกิดวิกฤต Covid-19

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

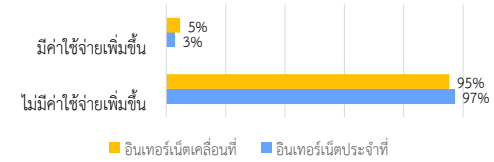
สัดส่วนการทำงานที่บ้านของผู้ตอบแบบสอบถาม



สัดส่วนการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT หลังเกิดวิกฤต Covid-19



สัดส่วนค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปหลังเกิดวิกฤต Covid-19



การเปลี่ยนแปลงความถี่การใช้งานเฉลี่ย ของประเภทการใช้งานหลังเกิดวิกฤต Covid-19

เพิ่มขึ้น ≤50%		ไม่เปลี่ยนแปลง
▪ การติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชั่น	▪ ทำงาน/เรียน	▪ การเงินและการลงทุน
▪ การติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ	▪ อ่านบทความ/ข่าว/E-Book	▪ การเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์
▪ เครือข่ายสังคมออนไลน์	▪ การซื้อขายสินค้า	▪ การประมวลผลคอมพิวเตอร์ผ่านระบบคลาวด์
▪ รับชมวิดีโอ	▪ ติดตามสุขภาพ	▪ การค้นหาตำแหน่งหรือเส้นทาง
▪ ฟังเพลง		

เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

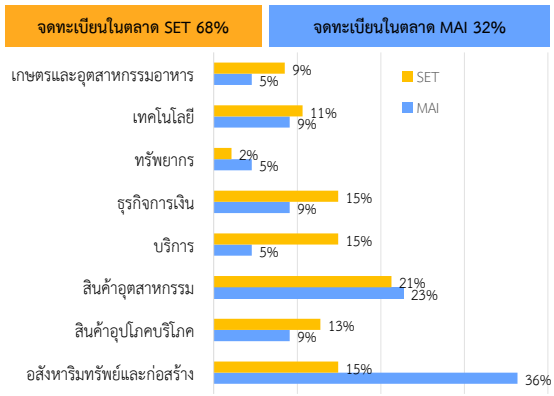
3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

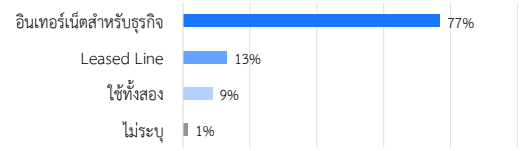
ผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในตลาด MAI หมวดอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง และตลาด SET หมวดสินค้าอุตสาหกรรมมากที่สุด โดยส่วนมากใช้งานอินเทอร์เน็ตในรูปแบบอินเทอร์เน็ตสำหรับธุรกิจ และใช้งานจากผู้ให้บริการ AIS มากที่สุด

ลักษณะองค์กรผู้ตอบแบบสอบถาม

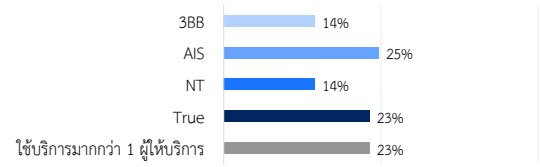
สัดส่วนการจดทะเบียนและประเภทธุรกิจขององค์กรตามอุตสาหกรรม



สัดส่วนรูปแบบการใช้งานอินเทอร์เน็ตขององค์กร



สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตประจำที่หลักขององค์กร

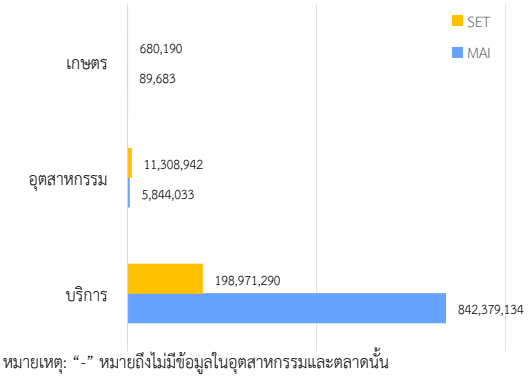


กลุ่มบริการในตลาด SET และ MAI มีการลงทุนแบบไร้สายสูงที่สุดเฉลี่ย 841 ลบ.และ 198 ลบ. ต่อปี และกลุ่มบริการในตลาด SET และกลุ่มอุตสาหกรรมในตลาด MAI มีการลงทุนในระบบสายสูงที่สุดเฉลี่ย 94 ลบ. และ 7 ลบ. ต่อปี

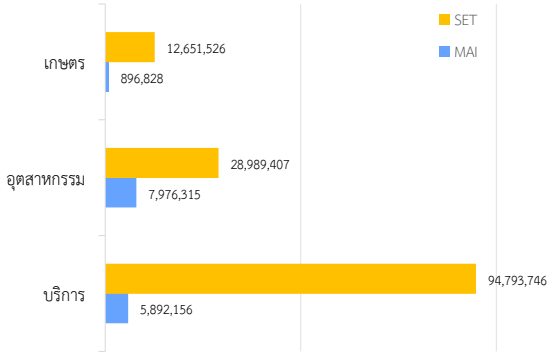
ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สาย

ค่าใช้จ่ายการลงทุนระบบภาคส่งเฉลี่ย (Transmitter)

CAPEX: Wireless หน่วย: บาทต่อปี



CAPEX: Wired หน่วย: บาทต่อปี

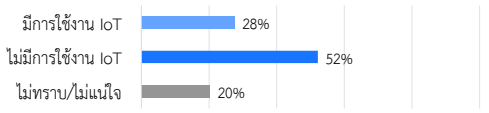


หมายเหตุ: “-” หมายถึงไม่มีข้อมูลในอุตสาหกรรมและตลาดนั้น

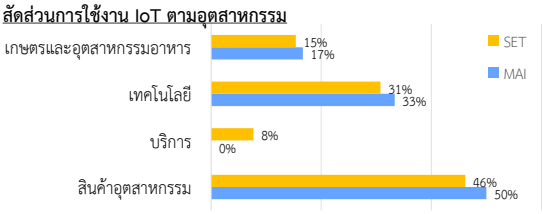
ผู้ตอบแบบสอบถามองค์กรร้อยละ 28 มีการใช้งาน IoT จำแนกเป็นการใช้งานประเภทหุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม ดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และใช้มากกว่า 1 ประเภท โดยกลุ่มที่มีการใช้งาน IoT มากที่สุดคือ สินค้าอุตสาหกรรม

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: IoT Solution

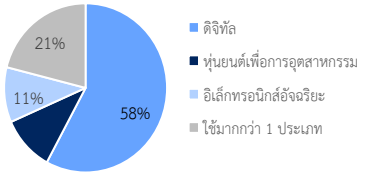
สัดส่วนการใช้งาน IoT ขององค์กร



สัดส่วนการใช้งาน IoT ตามอุตสาหกรรม



สัดส่วนประเภท IoT และค่าใช้จ่าย CAPEX และ OPEX เฉลี่ย



850,000 บาทต่อปี
CAPEX

111,000 บาทต่อปี
OPEX

หมายเหตุ: ดิจิทัล เช่น Data Analytic อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เช่น อุปกรณ์อัจฉริยะซึ่งเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และอื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิด โปรแกรมอัตโนมัติ

ความสำคัญของการใช้ IoT

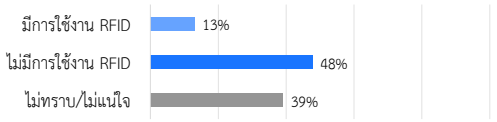
มาก
1. ลดต้นทุนบริหารจัดการ
2. ลดต้นทุนโครงข่าย
3. เพิ่มประสิทธิภาพงาน

ปานกลาง
1. เพิ่มรายได้
2. เพิ่มสินค้า/บริการใหม่
3. เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ
4. เพิ่มความพอใจของลูกค้า
5. ลดต้นทุนขาย

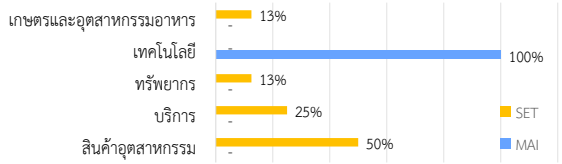
ผู้ตอบแบบสอบถามองค์กรร้อยละ 13 มีการใช้งาน RFID จำแนกเป็นการใช้งานประเภทดิจิทัล ยานยนต์สมัยใหม่ โดยกลุ่มที่มีการใช้งาน RFID มากที่สุดคือ เทคโนโลยีในตลาด MAI และสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด SET

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: RFID Solution

สัดส่วนการใช้งาน RFID ขององค์กร

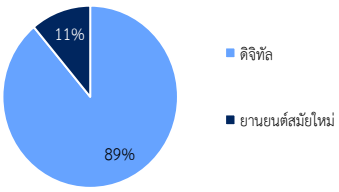


สัดส่วนการใช้งาน RFID ตามอุตสาหกรรม



หมายเหตุ: "-" หมายถึงไม่มีข้อมูลในอุตสาหกรรมและตลาดนั้น

สัดส่วนประเภท RFID และค่าใช้จ่าย CAPEX และ OPEX เฉลี่ย



103,000 บาทต่อปี
CAPEX

20,000 บาทต่อปี
OPEX

หมายเหตุ: ดิจิทัล เช่น Data Analytic การจัดการข้อมูล

ความสำคัญของการใช้ RFID

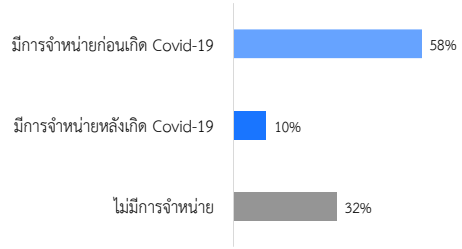
ปานกลาง
1. ลดต้นทุนบริหารจัดการ
2. ลดต้นทุนโครงข่าย
3. เพิ่มประสิทธิภาพงาน

น้อย
1. เพิ่มรายได้
2. เพิ่มสินค้า/บริการใหม่
3. เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ
4. เพิ่มความพอใจของลูกค้า
5. ลดต้นทุนขาย

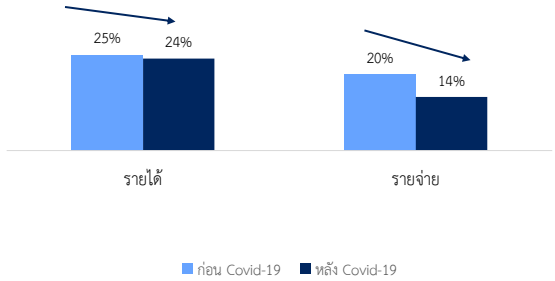
ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นองค์กรส่วนใหญ่มีการจัดจำหน่ายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ก่อนเกิด Covid-19 ร้อยละ 58 โดยรายจ่าย และรายได้ที่ได้จากการจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วง Covid-19 มีอัตราลดลง

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

สัดส่วนการจำหน่ายสินค้าหรือบริการขององค์กรผ่านช่องทางออนไลน์



สัดส่วนรายได้และรายจ่ายจากการจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์



เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีการจำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ Gateway Access Point Switch และ Router ซึ่งมีทรัพยากรทดแทนคือ Licensed Band เช่น Router ใส่ Sim Card โดยมีกำไรจากการขายสินค้าร้อยละ 5-10

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi

สินค้าและบริการที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

ประเภทไร้สาย

ประเภทสาย

Gateway	Access Point	Core Switch	Router Wi-Fi

ทรัพยากรทดแทนหากไม่ใช้ Unlicensed Band

Licensed Band 3G, 4G, 5G

- Router ใส่ Sim Card
- อุปกรณ์ Router รองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่นความถี่ Licensed Band

ผลประกอบการและประโยชน์

5-10% กำไรขั้นต้น	80% CAPEX	20% OPEX

- Core Switch จัดการระบบได้มีประสิทธิภาพ สามารถทำ Remote Control ได้
- Access Point จัดการอุปกรณ์ได้ดี

แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

Core Network/Aggregate Network/Transport Network 10% ต่อปี

Access Network 10% ต่อปี	IoT Solution 20-30% ต่อปี	RFID Solution 10% ต่อปี

ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

▼ รายได้ลดลง 20-50% ต่อปี ▼ กำไรลดลง 2-5% ต่อปี

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT มีการจำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ LoRaWAN Sensor และ Controller ซึ่งมีทรัพยากรทดแทนคือ Licensed Band เช่น 3G, 4G, 5G และ NB-IoT โดยมีกำไรจากการขายสินค้าร้อยละ 55

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT

สินค้าและบริการที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

ประเภทไร้สาย

ประเภทสาย

LoRaWAN	Sensor, Local Node	Edge Controller	Temperature Controller

ทรัพยากรทดแทนหากไม่ใช้ Unlicensed Band

Licensed Band 3G, 4G, 5G | NB-IoT

- ย่านความถี่ที่ต้องขออนุญาต (Licensed Band) เป็นระบบพื้นฐานเดิม
- อุปกรณ์ IoT รองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่นความถี่ดังกล่าว

ผลประกอบการและประโยชน์

55% กำไรขั้นต้น	60% CAPEX	15% OPEX

- ลดต้นทุนการทำกิจกรรม
- ง่ายต่อการใช้งานทั้งผู้ใช้และผู้ขาย

แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

1 IoT Solution CAPEX 45% OPEX: 35%	2 RFID Solution CAPEX 20% OPEX: 20%	3 Platform CAPEX 50% OPEX: 50%

ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

▲ รายได้เพิ่มขึ้น 6,220,000 บาทต่อปี ▼ กำไรลดลง 200,000 บาทต่อปี

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID จำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ NFC โดยไม่มีทรัพยากรทดแทนได้ และมีกำไรร้อยละ 20 ซึ่งผลกระทบจาก Covid-19 ทำให้รายได้ และกำไรลดลง ทั้งนี้ มีแนวโน้มลงทุนใน RFID Solution มากที่สุด

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID

เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

วิธีการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ประกอบไปด้วย 3 วิธีที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากต่างประเทศและข้อมูลการสำรวจในประเทศไทยโดยมูลค่าคลื่นความถี่ที่ประเมินได้จะนำมาเปรียบเทียบกัน

การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation)

1 วิธีประเมินมูลค่าโดยตรง (Direct Method)

- วิธีประเมินมูลค่าโดยตรง เป็น การนำมูลค่าของคลื่นความถี่ที่ถูกประเมินในต่างประเทศ (Unlicensed Band) โดยมูลค่าควรตรงหรือใกล้เคียงกับ Application ที่ต้องการ
- กระบวนการสำคัญคือการแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ให้เป็นมูลค่าคลื่นความถี่ของประเทศไทยโดยสัมพันธ์กับปัจจัยของประเทศไทย อาทิ จำนวนประชากร ขนาดเศรษฐกิจ และอำนาจซื้อ เป็นต้น
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำนวนข้อมูลสำหรับ Application นั้น

2 วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม (Indirect Method)

- วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม เป็น การนำราคาคลื่นความถี่ที่เคยประมูล (Licensed Band) โดยเฉพาะในต่างประเทศมาเปรียบเทียบกับมูลค่าของคลื่นความถี่ที่ถูกประเมินในต่างประเทศ (Unlicensed Band)
- กระบวนการสำคัญคือต้องกำหนดคลื่นความถี่ที่เคยประมูลในประเทศไทยที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นฐานในการคำนวณมูลค่าของคลื่นความถี่
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อประเมินราคาคลื่นความถี่ในต่างประเทศซึ่งเป็นย่านเดียวกันที่ประมูลในประเทศไทย

การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ

3 วิธีประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ

- การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ เป็น การสำรวจข้อมูลเพื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ทั้งจากผู้บริโภคและผู้ผลิต
- กระบวนการสำคัญคือหามูลค่าของประโยชน์ส่วนเกินที่ผู้บริโภคและผู้ผลิตได้รับจากการใช้งานคลื่นความถี่
- วิธีการนี้มีข้อดีที่สะท้อนการใช้งานคลื่นความถี่ของผู้บริโภคและผู้ผลิต รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจซึ่งต้องใช้เวลาในการดำเนินการพอสมควร

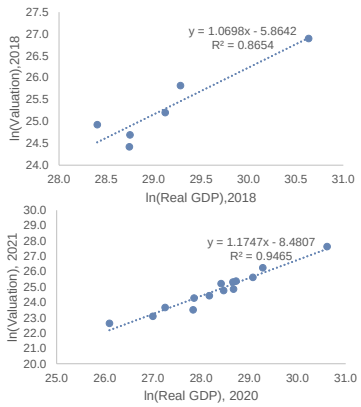
การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation) จะมุ่งเน้นไปที่การแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ในต่างประเทศให้เป็นมูลค่าคลื่นความถี่ของประเทศไทยโดยมูลค่าคลื่นความถี่สัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ของประเทศไทย

การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation)

1 วิธีประเมินมูลค่าโดยตรง (Direct Method)

- ประเทศที่มีข้อมูล Application ที่สนใจ
  - USA, UK, France, Germany, Japan, South Korea, Spain, Poland, Singapore, Australia, New Zealand, Brazil, Colombia, Mexico
  - USA เป็นประเทศเดียวที่มีครบทั้ง 3 Application ส่วนประเทศอื่น ๆ มีเฉพาะ Wi-Fi
- การเทียบเคียงจะใช้ 2 วิธีการย่อย
  - วิธีย่อยที่ 1.1 ใช้มูลค่าโดยตรงครบทั้ง 3 ประเภท มีข้อมูล 2006 ถึง 2020 ไม่ต่อเนื่องซึ่งมีข้อมูลเฉพาะ USA
  - วิธีย่อยที่ 1.2 ใช้มูลค่าที่สัมพันธ์กับขนาดเศรษฐกิจ เฉพาะ Wi-Fi มีข้อมูล 2018 ถึง 2025 ไม่ต่อเนื่อง
- ใช้มูลค่ามากที่สุดเมื่อมีมูลค่าในปีเดียวกัน (Composite Value)

แบบจำลองวิธีย่อยที่ 1.2



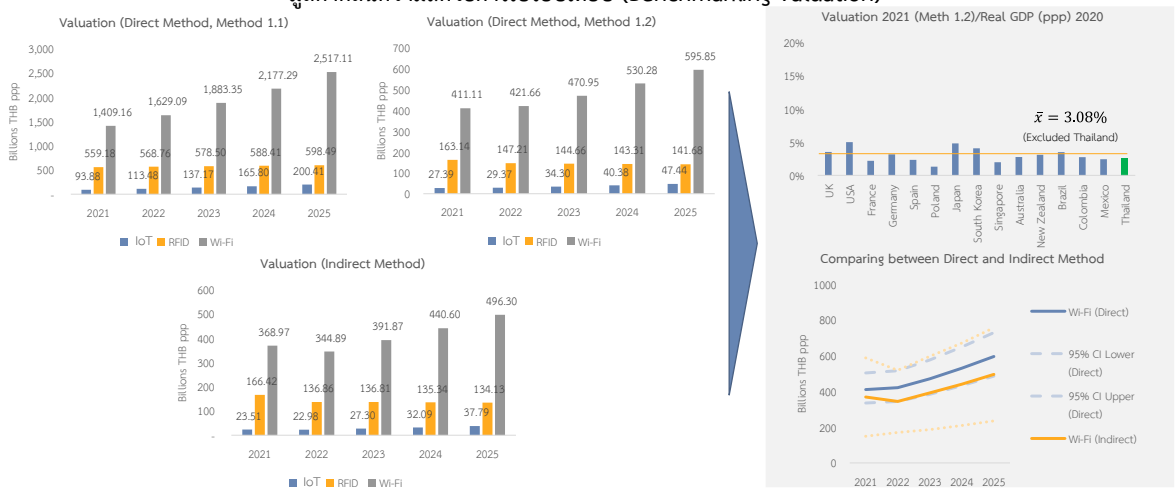
หมายเหตุ: Real GDP ใช้ข้อมูล 2020 ซึ่งเป็นข้อมูลล่าสุด

2 วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม (Indirect Method)

- ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่
  - Unlicensed Band: ใช้ข้อมูลเดียวกับวิธีประเมินมูลค่าโดยตรง (Direct Method)
  - Licensed Band: เก็บรวบรวมข้อมูลราคาคลื่นความถี่ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะการประมูล และปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม
- กระบวนการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่
  - ขั้นตอนที่ 1 ประเมินราคาคลื่นความถี่ในต่างประเทศย่านที่เคยประมูลในประเทศไทยเนื่องจากบางย่านไม่เคยประมูลมาก่อน
  - ขั้นตอนที่ 2 หาอัตราส่วนมูลค่าคลื่นความถี่ (Unlicensed Band) กับราคาคลื่นคลื่นความถี่ (Licensed Band) ในประเทศเหล่านั้น
  - ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากทราบราคาคลื่นคลื่นความถี่ (Licensed Band) ในประเทศไทยจึงแปลงเป็นมูลค่าคลื่นความถี่ (Unlicensed Band) ได้

ผลการคำนวณพบว่าวิธีย่อยที่ 1.2 มีความเหมาะสมมากกว่าวิธีย่อยที่ 1.1 โดยมีค่าไม่แตกต่างจากงานศึกษาในต่างประเทศ และเมื่อเปรียบเทียบทั้งวิธีที่ 1 (วิธีย่อยที่ 1.2) และวิธีที่ 2 พบว่ามูลค่าใกล้เคียงกัน

มูลค่าคลื่นความถี่ด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation)



มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ Wi-Fi คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตโดยเป็นประโยชน์ที่ผู้บริโภคและผู้ผลิตได้รับ นอกจากนี้มูลค่าที่ได้จะนำไปคำนวณเป็นผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	บริการ	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ตประจำที่
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	อุปกรณ์	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าราคาอุปกรณ์ที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนประชากรที่เข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนโครงข่ายไร้สาย* เพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	กำไรที่เพิ่มขึ้น** ถ้าต้นทุนที่ลงทุนระบบไร้สายเพิ่มขึ้น ณ ต้นทุนที่ลงทุนปัจจุบัน (ทั้งระบบสายและระบบไร้สาย)
ส่วนเกินผู้ผลิต	บริการ (Telco)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการให้บริการไร้สาย
ส่วนเกินผู้ผลิต	อุปกรณ์ (Vendor)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการขายอุปกรณ์	กำไรที่ได้จากอุปกรณ์ไร้สาย (นับเฉพาะที่ซื้อใหม่)
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:
* ระบบไร้สายจะคิดเฉพาะอุปกรณ์ Wi-Fi (Unlicensed Band)
** ในที่นี้กำไรที่เพิ่มคิดจากรายได้ที่เพิ่มขึ้นโดยสมมุติว่าต้นทุนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายไม่เปลี่ยนแปลง

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ IoT และ RFID คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตเช่นเดียวกับกรณีของ Wi-Fi

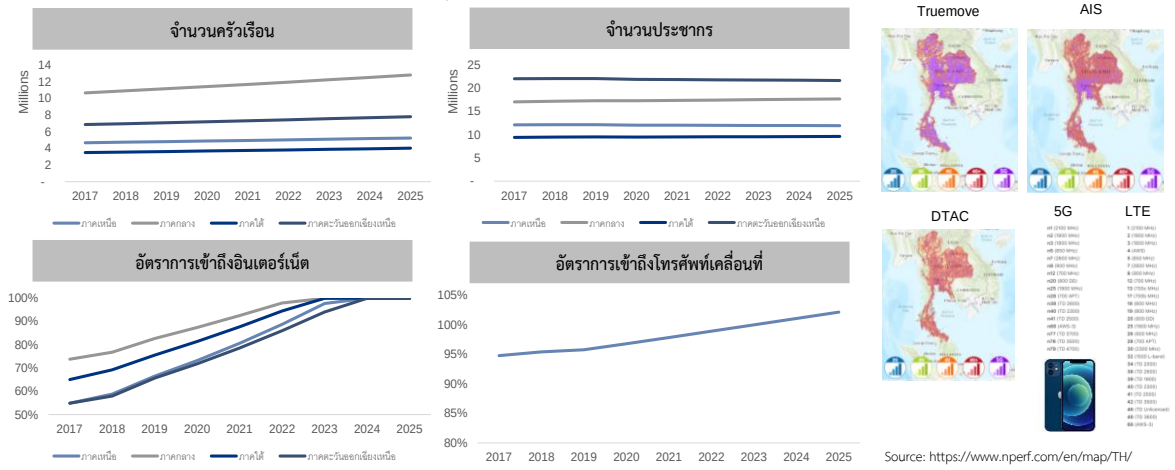
กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน (มีเฉพาะ IoT)	ครัวเรือน	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ IoT คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเอร์เน็ต
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	ต้นทุนที่ลงทุนสำหรับ IoT และ RFID แทนต้นทุนที่ลงทุนรูปแบบอื่น ๆ*
ส่วนเกินผู้ผลิต	ผู้ผลิต	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อจากการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการขายหรือให้บริการ**
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:
* หากผู้ประกอบการมีต้นทุนทางเลือกในการลงทุนอื่น ๆ แสดงว่าการลงทุนสำหรับ IoT และ RFID เป็นส่วนเกินผู้บริโภค จากแบบสำรวจผู้ประกอบการได้ถามความสำคัญของ IoT และ RFID จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ เพิ่มรายได้ เพิ่มสินค้า/บริการใหม่ เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ เพิ่มความพอใจของลูกค้า ลดต้นทุนขาย ลดต้นทุนบริหารจัดการ ลดต้นทุนโครงข่าย และเพิ่มประสิทธิภาพงาน พบว่าผู้ประกอบการให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อยทั้ง 8 ข้อแสดงว่าผู้ประกอบการอาจจะมองว่าการลงทุน IoT และ RFID เป็นทางเลือกมากกว่า
** อัตรากำไรประมาณการจากการสัมภาษณ์

ข้อมูลปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณคือข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างภูมิภาค ด้านโครงข่าย 5G คาดการณ์ว่าจะมาทดแทน 4G เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากใช้คลื่นย่านเดิมได้

ข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต



Source: สำนักงานสถิติแห่งชาติ และ GSMA (2020)

Source: https://www.nperf.com/en/map/TH/
https://www.apple.com/th/iphone/cellular/

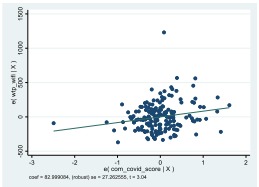
มูลค่าคลื่นความถี่ส่วนใหญ่มาจากส่วนเกินผู้บริโภคและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาเปรียบเทียบกับต่างประเทศพบว่ามีค่าสูงกว่าเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นเดียวกัน

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

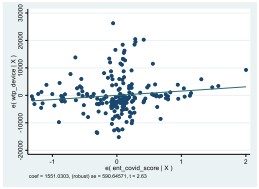
ปัจจัยด้านปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตประเภทต่าง ๆ ในช่วงโควิด-19 เป็นปัจจัยที่ส่งผลมูลค่าคลื่นความถี่โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับครัวเรือน นอกจากนี้กรณีของผู้ประกอบการจะพบว่าการลงทุนระบบไร้สายส่งผลต่อรายได้อีกด้วย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า Wi-Fi ของครัวเรือน

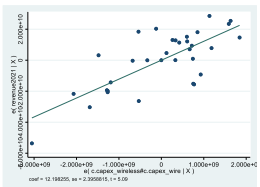


การใช้อินเทอร์เพื่อการสื่อสารช่วงโควิด-19 ต่อบริการอินเทอร์เน็ต Wi-Fi

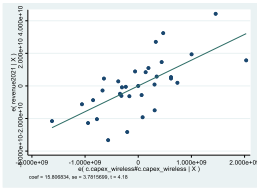


การใช้อินเทอร์เพื่อความบันเทิงช่วงโควิด-19 ต่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ Wi-Fi

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า Wi-Fi ของผู้ประกอบการ

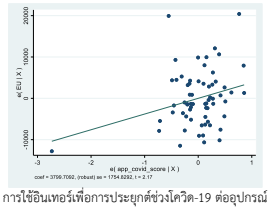


ต้นทุนเงินลงทุนระบบไร้สายที่ทดแทนระบบสายต่อรายได้



ต้นทุนเงินลงทุนระบบไร้สายต่อรายได้

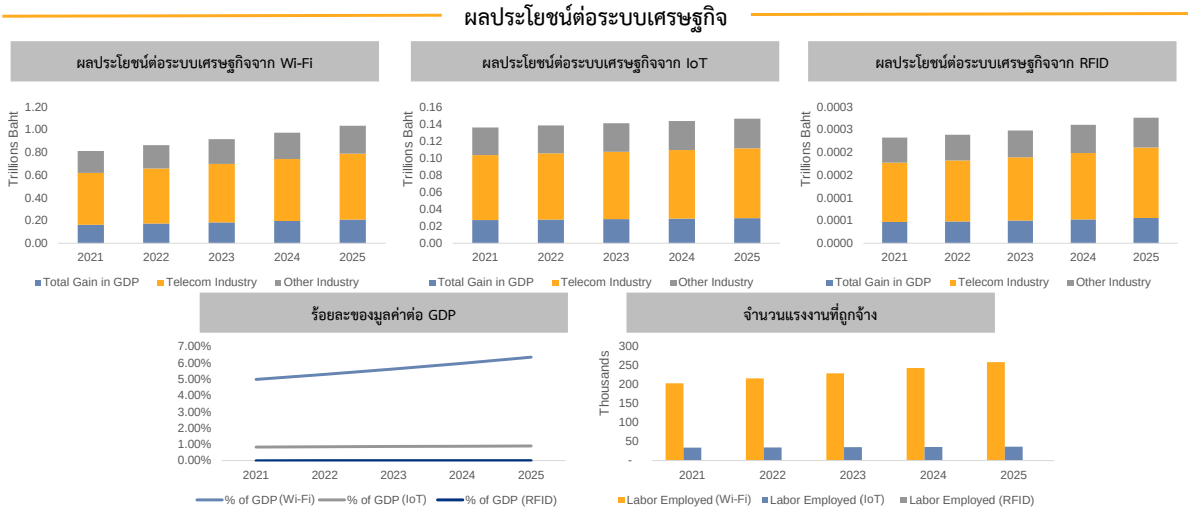
ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า IoT ของครัวเรือน



การใช้อินเทอร์เพื่อการประยุกต์ช่วงโควิด-19 ต่ออุปกรณ์ IoT (Smart Home)

หมายเหตุ: พิจารณาโดยควบคุมให้ปัจจัยอื่น ๆ เช่น คุณลักษณะครัวเรือน ไม่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาเปลี่ยนมูลค่าคลื่นความถี่เป็นมูลค่าที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจได้จะพบว่า Wi-Fi สร้างมูลค่าได้เกือบ 1 ล้านล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 5 ของ GDP ส่วนหนึ่งเป็นผลตอบแทนแรงงานคิดเป็นแรงงานได้ประมาณ 2 แสนคน



เนื้อหา

1 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

2 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

3 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

4 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

หัวข้อในการแสดงความคิดเห็นต่อการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band)

หัวข้อในการแสดงความคิดเห็น	
1	ความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และปัจจัยที่ส่งผลกระทบ
2	ความคิดเห็นต่อผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
3	ความคิดเห็นต่อหลักการและผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
4	ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ช่องทางการส่งความคิดเห็นต่อการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band)

ช่องทางการส่งความคิดเห็น

ท่านสามารถดาวน์โหลดเอกสารสำหรับแสดงความคิดเห็นได้ตาม QR Code ด้านล่าง และส่งความเห็นได้ตั้งแต่ **วันที่ 8 กันยายน 2564 จนถึงวันที่ 15 กันยายน 2564** ผ่านช่องทาง **Email: 60100129@kmitl.ac.th**

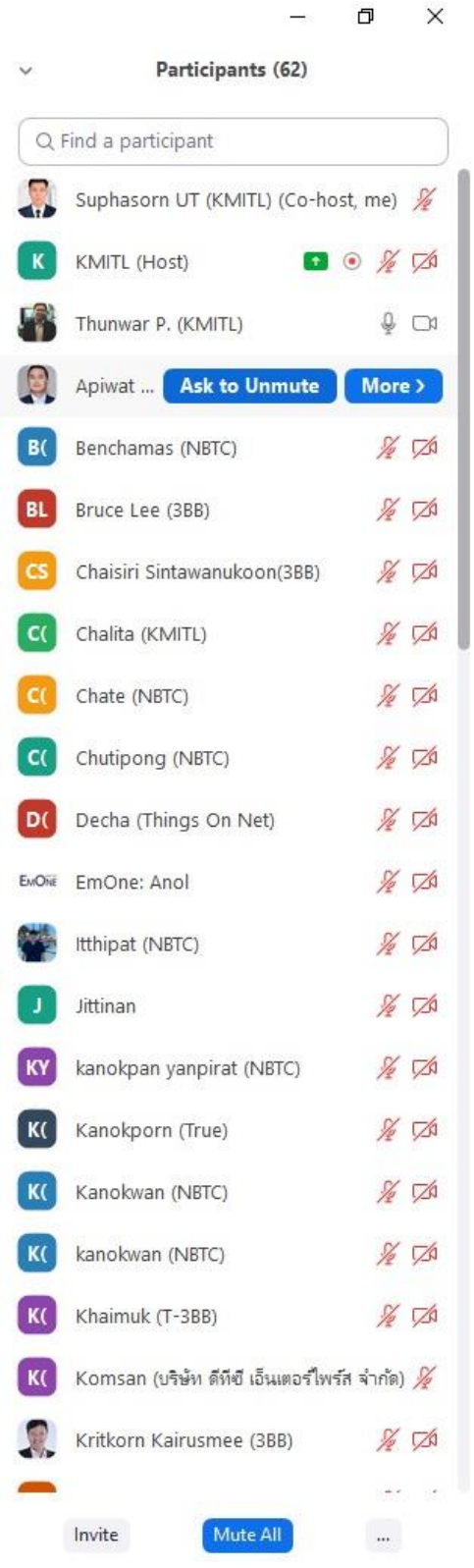
11.2 ภาคผนวก 2: รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม

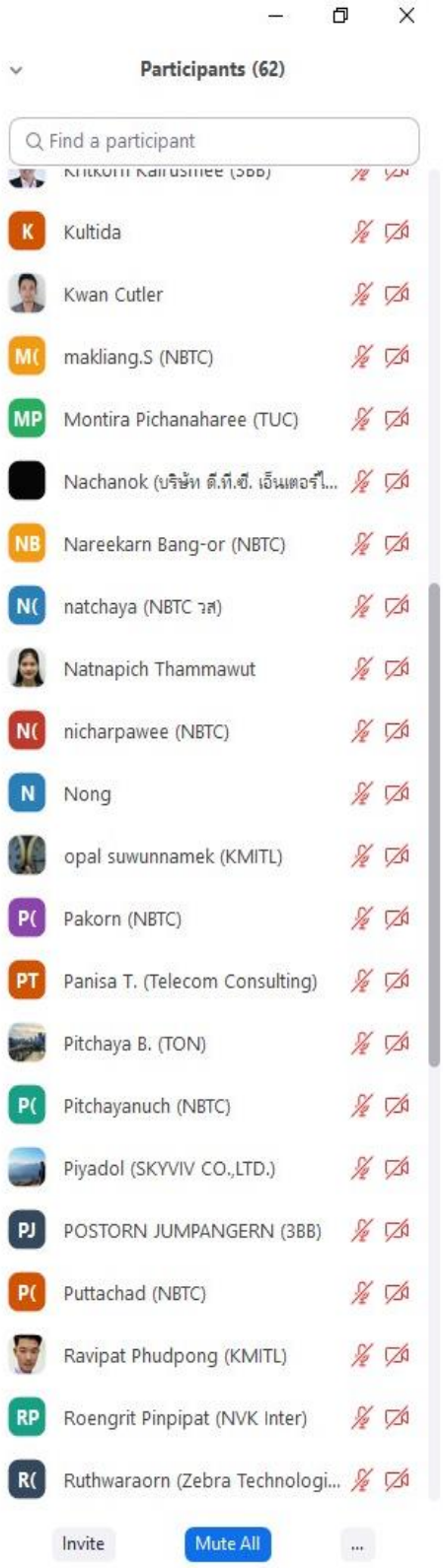
รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2564

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
อนล	ไพศาล	EmOne
จันทนี	ตันตสุรฤกษ์	บริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด(มหาชน)
Atip	Keeratipish	Dtac
พิรากร	เสริฐศรี	HR&GA
พิรากร	เสริฐศรี	HR&GA
ธนิศร์	พื้นชมภู	บริษัท คิวแมน คอนซัลติ้ง จำกัด
เรณู	ไชยฉัตร	บริษัทเอทูเน็ตเวิร์ค (ประเทศไทย) จำกัด
สุจิราพร	พร้อมมูล	Things on Net Co.,Ltd
PANIDA	BOONTiAM	SALES
ณัฏฐฉัตร	โศภิษฐกมล	บริษัท เป็นหนึ่งโฮลดิ้ง จำกัด
พุธชาด	แมนมนตรี	สำนักงาน กสทช.
วิณา	จ่างเจริญ	บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด
ศุภณัฐ	จุฑาเจริญวงศ์	สำนักงาน กสทช.
สุรเดช	อรุณสันติเดชา	บริษัท สตาร์ อาร์เอฟไอดี จำกัด
ฉัตรชัย	กองอรรถ	วท
ธนโชติ	จ่านงค์สังข์	วท
ปิยะดล	หิรัญจารุวงศ์	บริษัท สกาย วิไอวี จำกัด
ปกรณ์	วงศ์วิเศษนนท์	สำนักงาน กสทช.
เกวลิน	เนตรเกื้อกูล	สำนักงาน กสทช.
ธนิศร์	พื้นชมภู	บจก ไวด์มายด์ (ประเทศไทย)
ฐิติพันธ์	เก่งไพบูลย์	บริษัท ไบนารี่พลัส จำกัด
วันชัย	หนูเปีย	บริษัทอาร์เอฟไอดี
นรีกานต์	บางอ้อ	สำนักงาน กสทช.
รัชน์วราอร	ผลชอบจิรัตน์	Zebra Technologies (Thailand)
พัชริดา	ตรีศิลป์โสภณ	บริษัท ไวเซิร์ฟ เทคโนโลยีส์ จำกัด
กฤษ	โรจน์จิรานิธิ	บริษัโภคิน เอ็นจิเนียร์ริง แอนด์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด
วรวิทย์	มงคลอจลา	บริษัท บราวน์ อินเตอร์เนชั่นแนล ซิเคียวริตี้ เทคโนโลยี จำกัด
กฎชจร	เวทยานนท์	บ.แอเรียล คอมมิวนิเคชั่นส์ จำกัด
จิตติน้นท์	อภิญญานนท์	นส.
กริช	เจริญกัลป์	บริษัท ดี.ที.ซี.เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
คมสัน	สอนดี	บริษัท ดี.ที.ซี.เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
วีระศักดิ์	จีระเสมานนท์	ไม่ทราบ
เริงฤทธิ์	พินพิพัฒน์	N.V.K. Inter
Suthon	Keawkrajang	Secom Security
เบญจมาศ	เล่าอรุณ	นส.

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
ปาณิศา	ธรรมาธิวัฒน์	Telecom Consulting
Ratchuruethai	Thipphanet	Secom Security
ศุภสรณ์	อุดรพงศ์	สจล.
ปรีชา	ศรีทา	สมาร์ทซอฟเทคโนโลยี
ธมนวรรณ	มากระจัน	ปท.1
พสธร	จ่าปาเงิน	Triple T Broadband PCL
Bruce	Lee	Triple T Broadband
กฤตกร	ไชรัตน์	Triple Three Boradband
ศักดิ์ดา	มะเกลี้ยง	สำนักงาน กสทช. (นส)
ชนม์ณานันท์	เยี่ยมริมภ์	Telecom Consulting
พงษ์ศักดิ์	คล่องตะเคียน	อินแกรม ไมโคร
ณัฐภัสสร	พรหมผ่องแผ้ว	บริษัท ทริปเปิ้ลที บรอดแบนด์ จำกัด (มหาชน)
อิทธิพัทธ์	อัครสินยากร	สำนักงาน กสทช
พิชญนุช	ชลาชิวะ	ปท.1 สำนักงาน กสทช.
อัจฉริยะ	มาลา	toshiba tec (thailand) co.,ltd
ชุติพงศ์	กี่สุขพันธ์	สำนักงาน กสทช.
เชาวเนตร	บุญไชย	นท.
สกุณา	แซ่ซึ่ง	กสทช.(นท)
สุรพล	เวสสะโรจน์กิจ	Zebra Technologies (Thailand)
สรินทร์	อัศดรศักดิ์	นท.
Atip	Keeratipish	dtn
pongsak	Khlongtakhian	Ingram Micro (Thailand)
Siwaj	Rojanatemsak	Zebra Technologies (Thailand)
Kultida	Chatarupachewin	Zebra Technologies (Thailand)
กนกพรรณ	ญาณภิรัต	คท2
ณัฐชญา	มะกะระธัช	วส
ณิชาปรีณ์	กกก่าแหง	กสทช.
สุมนมาศ	ค่าทอง	สำนัก วส.
กนกวรรณ	ศรีชะยชนะ	นส.
คิวัจน์	โรจนเต็มศักดิ์	ซีบร้า เทคโนโลยีประเทศไทย
คิวัจน์	โรจนเต็มศักดิ์	ซีบร้า เทคโนโลยีประเทศไทย
คมสัน	ศรดี	บ.ดีทีซี เอ็นเตอร์ไพร์ส จำกัด
ณชนก	พันธุนรากุล	บริษัท ดี.ที.ซี. เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
สุมนมาศ	ค่าทอง	วส. สำนักงาน กสทช.
สุภพล	จรูญวณิชกุล	สำนักงาน กสทช.

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
รฐนนท์	ศรีบัวทอง	สำนักการอนุญาตวิทยุคมนาคม 2
วิภาดา	สัญญอาจ	คท.2
สิทธิพงษ์	พุ่มไสว	คท.2
พิชญนุช	ชลาชิวะ	สำนักงาน กสทช.


Participants (62)
Find a participant
Suphasorn UT (KMITL) (Co-host, me)
KMITL (Host)
Thunwar P. (KMITL)
Apiwat ...
Ask to Unmute
More
Benchamas (NBTC)
Bruce Lee (3BB)
Chaisiri Sintawanukoon(3BB)
Chalita (KMITL)
Chate (NBTC)
Chutipong (NBTC)
Decha (Things On Net)
EmOne: Anol
Itthipat (NBTC)
Jittinan
kanokpan yanpirat (NBTC)
Kanokporn (True)
Kanokwan (NBTC)
kanokwan (NBTC)
Khaimuk (T-3BB)
Komsan (บริษัท ดีทีซี เอ็นเตอร์ไพร์ส จำกัด)
Kritkorn Kairusmee (3BB)
Invite
Mute All


Participants (62)
Find a participant
Kultida
Kwan Cutler
makliang.S (NBTC)
Montira Pichanaharee (TUC)
Nachanok (บริษัท ดี.ที.ซี. เอ็นเตอร์ไ...
Nareekarn Bang-or (NBTC)
natchaya (NBTC วส)
Natnapich Thammawut
nicharpawee (NBTC)
Nong
opal suwunnamek (KMITL)
Pakorn (NBTC)
Panisa T. (Telecom Consulting)
Pitchaya B. (TON)
Pitchayanuch (NBTC)
Piyadol (SKYVIV CO.,LTD.)
POSTORN JUMPANGERN (3BB)
Puttachad (NBTC)
Ravipat Phudpong (KMITL)
Roengrit Pinpipat (NVK Inter)
Ruthwaraorn (Zebra Technologi...
Invite
Mute All

Participants (62)
Find a participant
Ruthwaraorn (Zebra Technologi...
Sarin (NBTC นท.)
Smitanun (NBTC)
Sujiraporn (Things on Net Co.,Lt...
sumonmas (NBTC)
supattra.k-NBTC
Suppapol (NBTC)
Suradeth (STAR RFID)
Surapol Vassarodkit (Zebra Tec...
sutin.g (NBTC)
Weena J. (TUC)
Wipada (NBTC)
กฎชจร เวทยานนท์ (บ.แอเรียล คอมมิว...
ดท. รฐนนท์ (NBTC)
ดท.2_สิทธิพงษ์ (NBTC)
เจริญ
ฉัตรชัย (NBTC วท.)
ธมนวรรณ (NBTC)
วท ธนโชติ (NBTC)
สกุณา แซ่ซึง (NBTC)
สุธน แก้วกระจ่าง (Secom Security)
Invite
Mute All
...

11.3 ภาคผนวก 3: เอกสารประกอบการประชุมเผยแพร่ผลงาน

เอกสารประกอบการประชุมเผยแพร่ผลงาน วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2564

กำหนดการประชุมเผยแพร่ผลงาน (Public Conference)

<u>เรื่อง การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป</u>

วันอังคารที่ ๕ ตุลาคม ๒๕๖๔ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๒.๐๐ น.

การประชุมออนไลน์ ผ่าน ZOOM

<u>shorturl.at/czCS3</u>

เวลา	กำหนดการ
๐๘.๓๐ – ๐๙.๐๐ น.	ลงทะเบียน
๐๙.๐๐ – ๐๙.๑๕ น.	ผู้แทนจากสำนักงาน กสทช. เปิดการประชุมและชี้แจงวัตถุประสงค์ของการประชุมเผยแพร่ผลงาน (Public Conference)
๐๙.๑๕ – ๑๐.๑๐ น.	ที่ปรึกษานำเสนอผลการศึกษา เรื่อง การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
๑๐.๐๐ – ๑๐.๑๕ น.	พักการประชุม
๑๐.๑๕ – ๑๑.๔๕ น.	แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นร่วมกับหน่วยงานรัฐ หน่วยงานเอกชน และบุคคลทั่วไป เกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานป็นการทั่วไป
๑๑.๔๕ – ๑๒.๐๐ น.	สรุปผลการประชุม

QR Code สำหรับการลงทะเบียนเข้าร่วมประชุมเผยแพร่ผลงาน

QR Code สำหรับการประชุมออนไลน์ผ่าน ZOOM

QR Code สำหรับดาวน์โหลดเอกสารการประชุม

หมายเหตุ : กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

โครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

การประชุมเผยแพร่ผลงานวันที่ 5 ต.ค. 2564

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

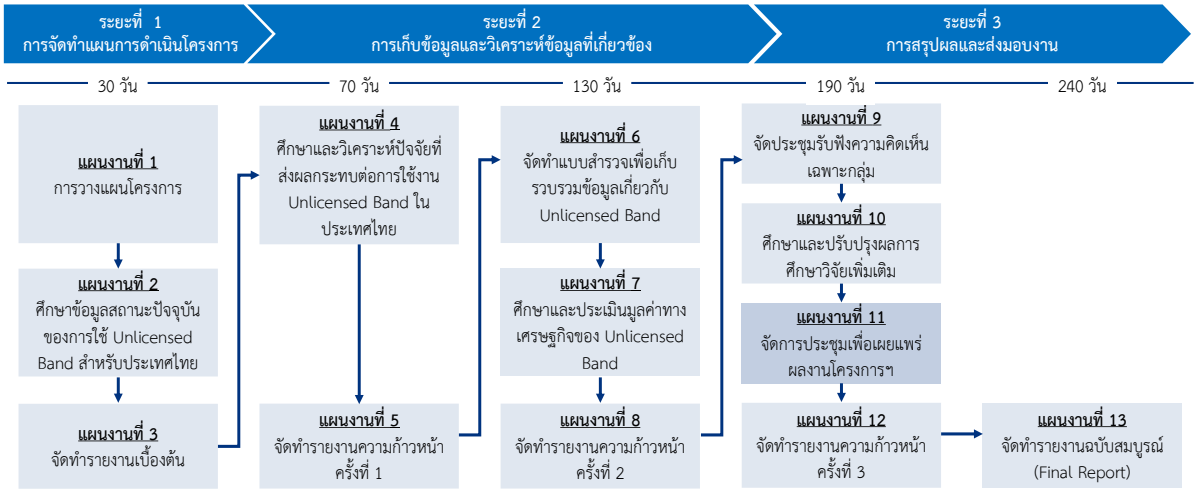
3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ภาพรวมและกรอบการดำเนินโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป แบ่งออกเป็น 3 ระยะ 13 แผนงาน (เม.ย. 2564 – ธ.ค. 2564)



คลื่นความถี่ Unlicensed Band ประกอบไปด้วย 40 คลื่นความถี่ แบ่งเป็น 19 ประเภทการใช้งาน โดยจะวิเคราะห์ผลกระทบที่ได้รับจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G การเติบโตของ IoT และการแพร่ระบาดของโรค Covid-19

ภาพรวมคลื่นความถี่ Unlicensed Band ประเภทการใช้งาน และปัจจัยผลกระทบที่กำหนด

คลื่นความถี่ Unlicensed Band และประเภทการใช้งาน

คลื่นความถี่	ประเภทการใช้งาน
น้อยกว่า 135 kHz	RFID
น้อยกว่า 315 kHz	ทั่วไป
13.553 - 13.567 MHz	ทั่วไป/RFID
25 - 470 MHz	On - Site Paging System
26.965 - 27.405 MHz	ทั่วไป
30 - 50 MHz	ทั่วไป
54 - 74 MHz	ทั่วไป
72 - 72.475 MHz	วิทยุควบคุมสิ่งประดิษฐ์จำลอง
78 - 79 MHz	CB
88 - 108 MHz	Wireless Microphone /Audio Transmitter
165 - 210 MHz	Wireless Microphone
245 - 247 MHz	CB
300 - 500 MHz	ทั่วไป
433.05 - 434.79 MHz	RFID/UAS
470 - 694 MHz	เครื่องส่งสัญญาณภาพหรือเครื่องส่งสัญญาณภาพและเสียง
694 - 703 MHz	Wireless Microphone
748 - 758 MHz	Wireless Microphone
803 - 806 MHz	Wireless Microphone
920 - 925 MHz	RFID/Non-RFID
1900 - 1906 MHz	Cordless telephone
2400 - 2500 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5150 - 5350 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5470 - 5725 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN
5725 - 5850 MHz	ทั่วไป/RFID/RLAN/UAS
5725 - 5875 MHz	เรดาร์
1.6 – 2.0 GHz	UWB
2.0 – 2.2 GHz	UWB
2.2 – 3.4 GHz	UWB
3.4 – 4.2 GHz	UWB
4.2 – 4.5 GHz	UWB
4.5 – 4.8 GHz	UWB
4.8 – 10.6 GHz	UWB
10.00 - 10.6 GHz	เรดาร์
22 – 24.05 GHz	Vehicle Radar
24.05 - 24.25 GHz	เรดาร์/ Vehicle Radar
24.25 – 26.65 GHz	Vehicle Radar
57 - 66 GHz	WLAN_WPAN/Fixed Service
76 - 77 GHz	Vehicle Radar
76 - 81 GHz	เรดาร์
77 - 81 GHz	Vehicle Radar

หมายเหตุ: UAS หมายถึง Unmanned Aerial Surveillance หรือโดรน (Drone)

ปัจจัยผลกระทบที่กำหนด

การพัฒนาโครงข่าย 5G

- eMBB
  - การรับส่งข้อมูลที่รวดเร็ว
- uRLLC
  - การเชื่อมต่อที่มีเสถียรภาพ
- mMTC
  - การรองรับการเชื่อมต่อปริมาณมาก

แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี IoT

Consumer	Enterprise
Smart Home	Smart City
Smart Wearable	Smart Factory
Smart Health	Smart Farm

การปรับใช้เทคโนโลยีหลังการแพร่ระบาดของโรค Covid-19

- หุ่นยนต์และโดรน
- ทำงานทางไกล
- Supply Chain 4.0
- การแพทย์อัจฉริยะ

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

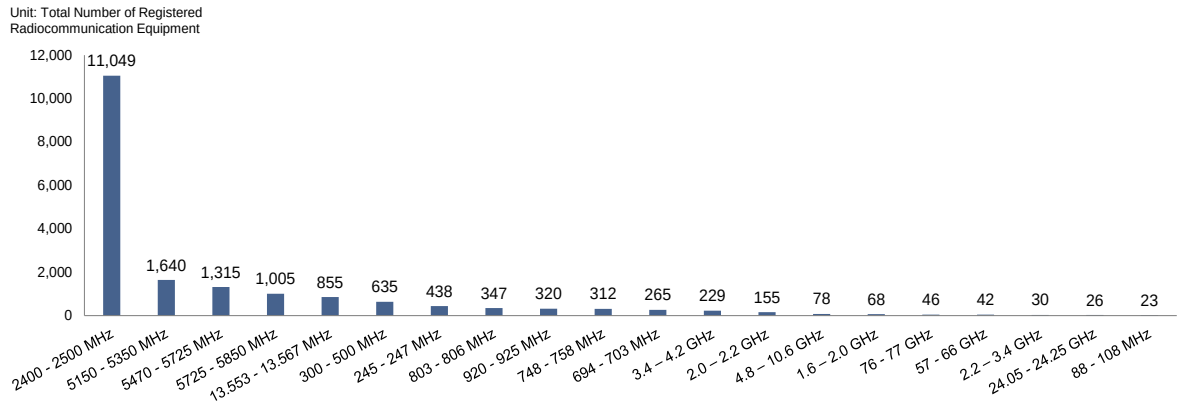
4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

คลื่นความถี่ Unlicensed Band ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่มากที่สุด โดยใช้สำหรับการใช้งานทั่วไป RFID RLAN และ UAS โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานสำหรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต WiFi

ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ Unlicensed Band โดยจำแนกตามย่านความถี่

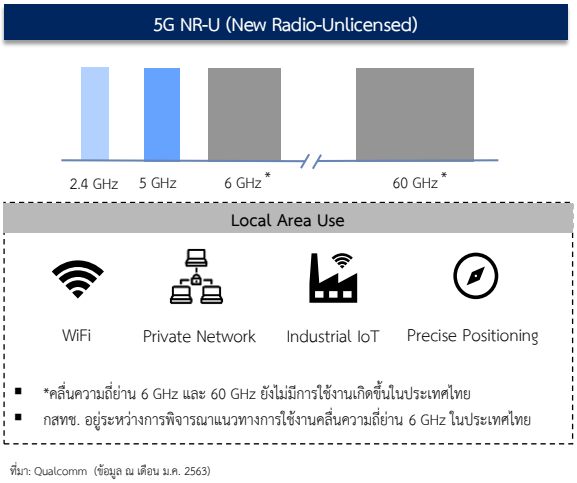
- คลื่นความถี่ Unlicensed Band **ที่มีจำนวนเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้มากที่สุด** จำนวน 20 อันดับแรก

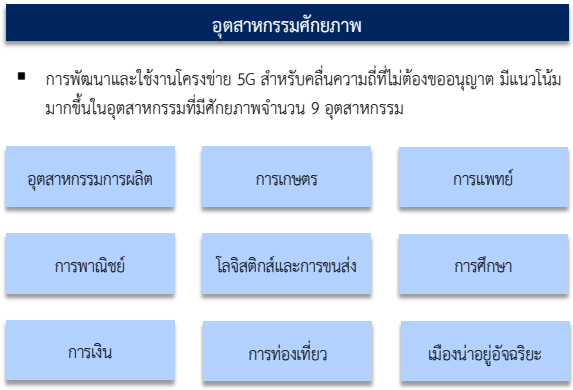


ที่มา: MoCheck ของสำนักงาน กสทช. (ข้อมูล ณ วันที่ 21 เม.ย. 2564)

การพัฒนาโครงข่าย 5G สำหรับความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาต (5G NR-U) ประกอบไปด้วยคลื่นย่าน 2.4 GHz 5 GHz 6 GHz และ 60 GHz ซึ่งเหมาะกับการใช้งานแบบ Local โดยมีแนวโน้มพัฒนาการใช้งานใน 9 อุตสาหกรรมศักยภาพ

การพัฒนาโครงข่าย 5G

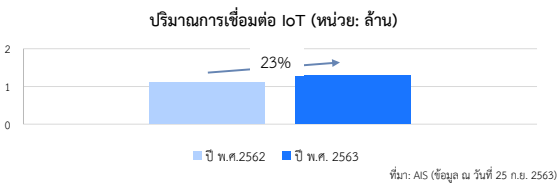




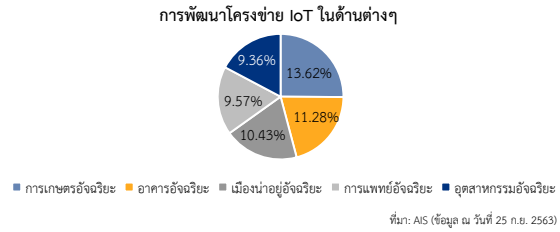
ที่มา: Qualcomm (ข้อมูล ณ เดือน ม.ค. 2563)

IoT มีการเติบโตเพิ่มขึ้น 23% จากปี 2019 เนื่องจากการผลักดันนโยบาย Thailand 4.0 และ Industry 4.0 ใน 4 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย คือ กลุ่มอาหารและการเกษตร สาธารณสุข เครื่องมืออัจฉริยะ และกลุ่มดิจิทัลและ IoT

การเติบโตของ IoT



ที่มา: AIS (ข้อมูล ณ วันที่ 25 ก.ย. 2563)



ที่มา: AIS (ข้อมูล ณ วันที่ 25 ก.ย. 2563)

ประเภทการใช้งานหลักของ IoT ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานย่านคลื่นทั่วไป คือ เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายบนคลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz 2.4 GHz และ 5 GHz ซึ่งประกอบไปด้วย Zigbee Sigfox LoRaWAN และ RFID

ประเภทการใช้งานหลัก

เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะใกล้		เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายระยะไกล	
Unlicensed Band		**Unlicensed Band**	
IoT ระยะสั้น เช่น Zigbee 2.4 GHz และ 5 GHz	ตัวอย่างการใช้งาน Zigbee: Zigbee Hub สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT และเซนเซอร์ต่างๆ ในพื้นที่ที่ต้องการใช้งานหลอดไฟอัจฉริยะ Zigbee	**LPWAN IoT เช่น Sigfox LoRaWAN** 920 -925 MHz	ตัวอย่างการใช้งาน Sigfox และ LoRaWAN: การแจ้งเตือนระบบในโรงงาน การบันทึกคลื่นหัวใจของผู้ป่วยผ่านอุปกรณ์ที่สวมใส่ได้ และการควบคุมอุณหภูมิของห้องแช่เย็น
RFID 2.4 GHz และ 5 GHz 920 -925 MHz	ตัวอย่างการใช้งาน RFID: การใช้งานในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และขนส่ง การระบุพิกัดและติดตาม	**Licensed Band**	
		Mobile IoT เช่น NB-IoT Licensed Band	ตัวอย่างการใช้งาน NB-IoT: อุปกรณ์สวมที่ข้อมือสำหรับการติดตามสุขภาพของผู้ป่วย ระบบมิเตอร์น้ำและไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบการวัดระดับมลพิษในอากาศ
		IoT ผ่านดาวเทียม	ตัวอย่างการใช้งาน IoT ผ่านดาวเทียม: ระบบติดตามรถขนส่งข้ามประเทศ ระบบติดตามและจัดการเรือขนส่งสินค้าข้ามทวีป

การลดการสัมผัส ความต้องการรักษาอย่างทันท่วงที การขาดแคลนแรงงาน ส่งผลให้การใช้ชีวิตวิถีใหม่หลังโควิด-19 ปรับใช้เทคโนโลยีให้เป็นระบบอัจฉริยะและอัตโนมัติขึ้น ซึ่งทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT 5G และ VR ใน 9 การใช้งาน

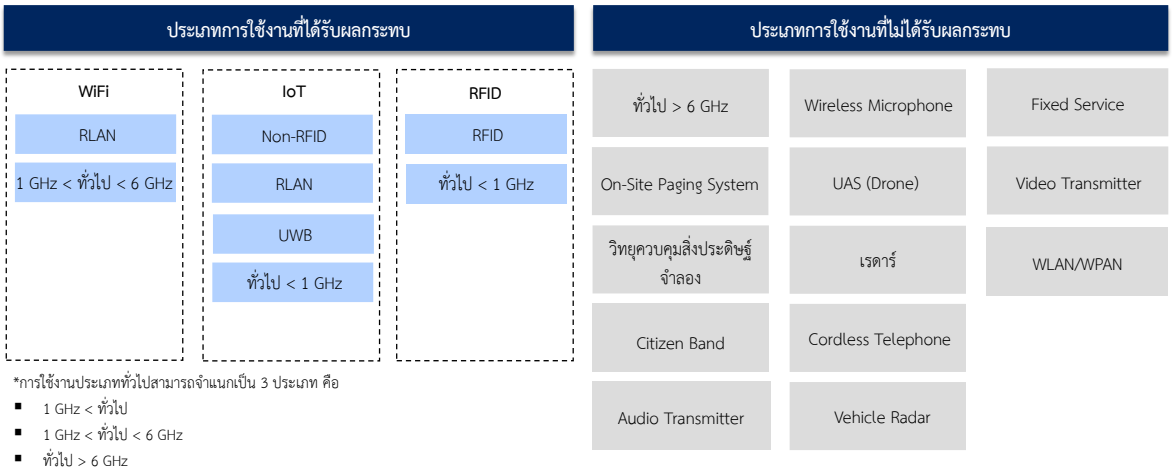
การปรับใช้เทคโนโลยีหลังโควิด-19

เพื่อลดการสัมผัส และหลีกเลี่ยงการพบปะผู้คนจำนวนมาก การขาดแคลนแรงงาน รวมถึงความต้องการในการรักษาผู้ป่วยอย่างทันท่วงทีและปลอดภัย จึงมีการปรับใช้เทคโนโลยีดังนี้

- **เทคโนโลยี 5G** การให้บริการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง การเชื่อมต่อในปริมาณมาก และการมีเสถียรภาพของการเชื่อมต่อสูง ซึ่งนำไปใช้ในเทคโนโลยีที่หลากหลาย
- **การใช้หุ่นยนต์รับส่งสิ่งของ** เช่น หุ่นยนต์บริการทางการแพทย์ ที่ทำหน้าที่รับส่งยาไปยังผู้ป่วยซึ่งควบคุมผ่านโครงข่าย 5G ร่วมกับอุปกรณ์ IoT
- **การชำระเงินแบบดิจิทัล** การชำระเงินผ่านระบบพร้อมเพย์ QR Code และการนำบัตรเครดิตหรือเดบิตเข้าใกล้เครื่องอ่านสัญญาณวิทยุ (RFID) สำหรับการชำระเงิน
- **การทำงานและการศึกษาทางไกล** การประชุมออนไลน์หรือการนำเสนองานออนไลน์ นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีจำลองภาพเสมือนจริง (VR) มาช่วยส่งเสริมการเรียนในภาคปฏิบัติ
- **การแพทย์อัจฉริยะ** เช่น เครื่องมือติดตามสุขภาพ และระบบโทรเวชกรรม
- **อากาศยานไร้คนขับ (Drone)** การขนส่งสิ่งของ เช่น ยา และทำการเกษตร เช่น การฉีดพ่นสารเคมี
- **ห่วงโซ่อุปทาน 4.0** การติดตามการผลิตแบบเรียลไทม์ คลังสินค้าควบคุมอุณหภูมิ การจัดการคลังสินค้าอัจฉริยะ
- **ความบันเทิงออนไลน์** เช่น คอนเสิร์ตถ่ายทอดสดออนไลน์ และการชมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง
- **ระบบการผลิตจากการพิมพ์ 3 มิติ** ช่วยส่งเสริมการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต เนื่องจากขึ้นรูปทรงได้หลากหลาย เช่น การพิมพ์หน้ากากอนามัย

มี 6 ประเภทการใช้งานจาก 19 ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยการพัฒนาโครงข่าย 5G การเติบโตของเทคโนโลยี IoT และการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ซึ่งสามารถจัดกลุ่มเป็นประเภทการใช้งาน Wi-Fi IoT และ RFID

ภาพรวมประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบจาก 5G IoT และ Covid-19

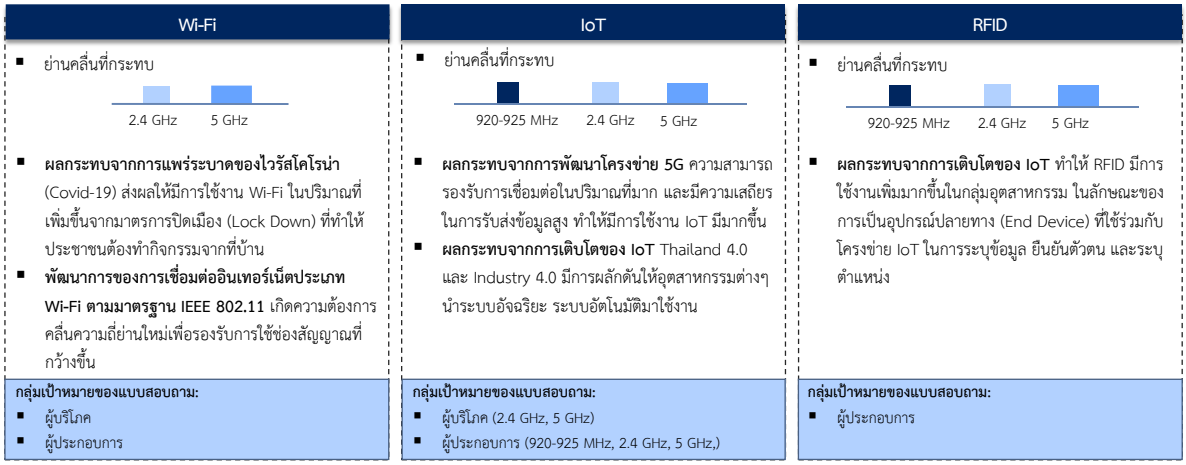


*การใช้งานประเภททั่วไปสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ

- 1 GHz < ทั่วไป
- 1 GHz < ทั่วไป < 6 GHz
- ทั่วไป > 6 GHz

ประเภทการใช้งาน Wi-Fi ได้รับผลกระทบจากการแพร่ระบาดโควิด-19 ประเภทการใช้งาน IoT ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาโครงข่าย 5G และการเติบโตของ IoT และประเภทการใช้งาน RFID ได้รับผลกระทบจากการเติบโตของ IoT

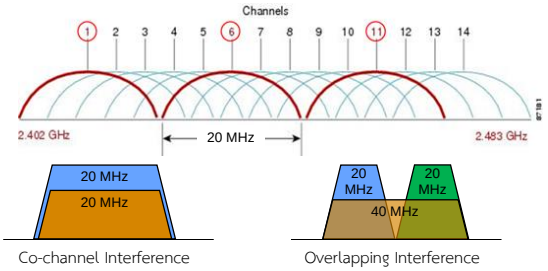
ประเภทการใช้งานที่ได้รับผลกระทบ



จำนวนผู้ใช้งาน Wi-Fi ที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi เพื่อเพิ่มความเร็ว ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่มากขึ้นและมีโอกาสเกิดการรบกวนการใช้งาน จึงเกิดความต้องการ Unlicensed Band มากขึ้น

การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi บนคลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz และ 5 GHz

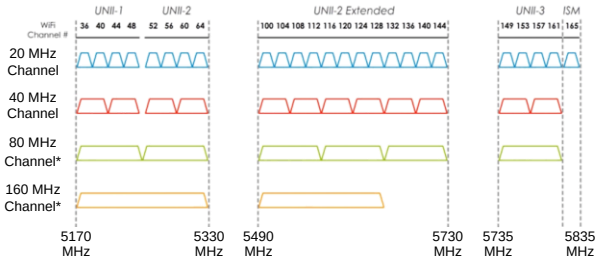
คลื่นความถี่ย่าน 2.4 GHz



- ช่องสัญญาณที่ 1 6 และ 11 มีแถบความกว้างที่ไม่ทับซ้อนกัน
- เมื่อจำนวนผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi เพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิด**การใช้งานในช่องสัญญาณที่ทับซ้อนกัน**และทำให้เกิด**การรบกวนการใช้งาน**ของผู้ใช้งานรายอื่น

ที่มา: Metageek (พ.ศ. 2559), TP Link (พ.ศ. 2562)

คลื่นความถี่ย่าน 5 GHz

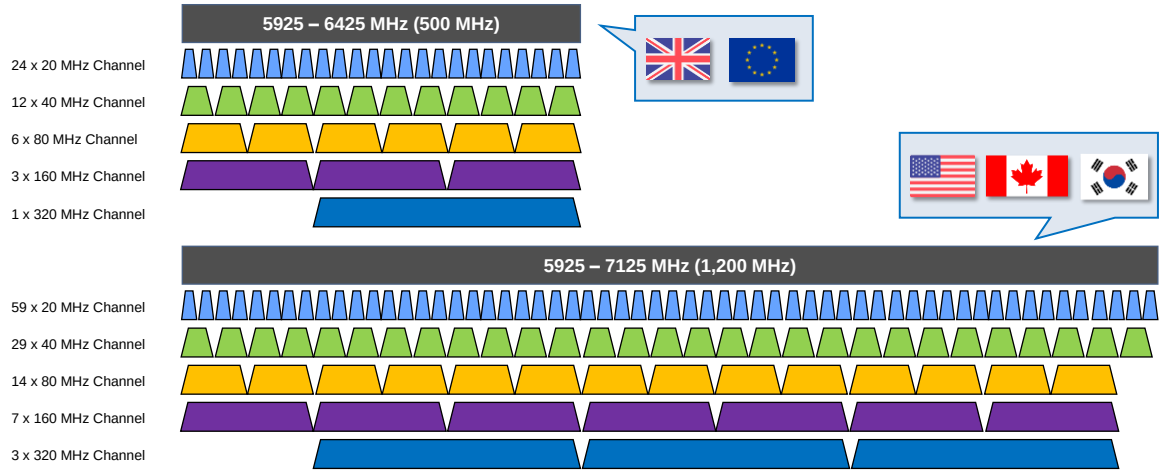


*802.11ac only

- คลื่นความถี่ย่าน 5 GHz สามารถรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi จากขนาด 20 MHz เป็นขนาด 40 MHz 80 MHz และ 160 MHz ทำให้เกิด**การใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่มากขึ้น** และมีโอกาสเกิด**การรบกวนการใช้งาน**ของผู้ใช้งานรายอื่นเพิ่มขึ้น
- การรวมช่องสัญญาณ Wi-Fi ขนาด 320 MHz ไม่สามารถทำได้บนคลื่นความถี่ย่าน 5 GHz

สหรัฐอเมริกา ประเทศแคนาดา ประเทศเกาหลีใต้ สหราชอาณาจักร และสหภาพยุโรปจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz จำนวน 500 MHz หรือ 1,200 MHz สำหรับรองรับการใช้งาน Wi-Fi 6E ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่

การใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประเภท Wi-Fi บนคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz



ที่มา: Wi-Fi Alliance (พ.ศ. 2563)

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

กำหนดกลุ่มแบบสอบถามจากข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินมูลค่าขั้นสูง ประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ ผู้บริโภคครัวเรือน ผู้บริโภคองค์กร และผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์

การกำหนดกลุ่มแบบสอบถาม

การประเมินมูลค่า Unlicensed Band ด้วยมูลค่าขั้นสูง (Upper Bound)

มูลค่าความถี่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินมูลค่า Unlicensed Band ด้วยมูลค่าขั้นสูง ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- **(1) ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus)**
  - มูลค่าความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay)
- **(2) ส่วนเกินของผู้ให้บริการและผู้ขายสินค้า (Producer Surplus)**
  - มูลค่าทางธุรกิจ (Full Enterprise Value)
- **(3) ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ**

กลุ่มผู้บริโภค (Consumer)

กลุ่มผู้บริโภคประกอบไปด้วย 2 กลุ่มคือ
- ผู้บริโภคที่เป็นครัวเรือน (Household)
- ผู้บริโภคที่เป็นองค์กร (Enterprise)

กลุ่มผู้ให้บริการ (Producer)

กลุ่มผู้ให้บริการประกอบไปด้วย 2 กลุ่มคือ
- ผู้ให้บริการที่เป็นผู้ประกอบการโทรคมนาคม (Telco)
- ผู้ให้บริการที่เป็นผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Vendor)

ภาพรวมการสำรวจข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร และกลุ่มผู้ให้บริการ ประกอบไปด้วย จำนวนกลุ่มตัวอย่าง วิธีการสัมภาษณ์ และประเด็นคำถามหลักในแบบสอบถาม

ภาพรวมการสำรวจข้อมูล

กลุ่มผู้ใช้งานครัวเรือน (Consumer User)	กลุ่มผู้ใช้งานองค์กร (Enterprise User)	กลุ่มผู้ให้บริการ (Vendor and Telco)
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ▪ จำนวนครัวเรือนทั้งประเทศ **27 ล้าน ครัวเรือน** ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 400 คน** แทนครัวเรือนทั้งประเทศ (National Representative) ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามภาค** **วิธีการสัมภาษณ์** : การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้ครัวเรือน จำนวนสมาชิก ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ ▪ ความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay: WTP) ▪ แนวโน้มการใช้งานในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทใน MAI และ SET **822 บริษัท** ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการที่ใช้บริการก่อน (Early Adopter) ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 120 – 130 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ **Stratified Sampling จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม** **วิธีการสัมภาษณ์** : การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถาม **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ คุณลักษณะของผู้ใช้งาน เช่น รายได้/กำไร ▪ ลักษณะของบริการที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น บริการที่ใช้ในปัจจุบัน ค่าใช้จ่าย (CAPEX,OPEX) จำนวนอุปกรณ์ ▪ แนวโน้มการใช้งานและการลงทุนในอนาคต	**จำนวนกลุ่มตัวอย่าง** ▪ บริษัทในฐานข้อมูล MoCheck ของสำนักงาน กสทช. ▪ **กลุ่มตัวอย่าง 5-10 บริษัท** ▪ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ**สุ่มตามสะดวก** (Convenience Sampling) **จำแนกตามประเภทการใช้งาน** **วิธีการสัมภาษณ์** : การสัมภาษณ์เชิงลึกทางโทรศัพท์และการตอบแบบสอบถามเชิงลึก **ประเด็นคำถามในแบบสอบถาม** ▪ ลักษณะของสินค้าและบริการที่ขายอยู่ซึ่งใช้ Unlicensed Band ▪ ประโยชน์ รายได้/กำไร ที่ได้รับจากการให้บริการและขายสินค้าที่เกี่ยวข้องกับ Unlicensed Band ▪ แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

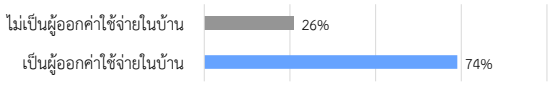
4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

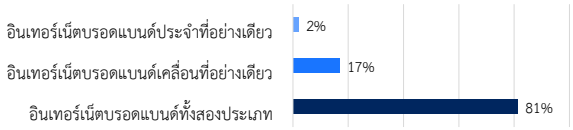
ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ใช้งานครัวเรือนส่วนมากใช้บริการทั้งอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ร้อยละ 81 โดยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่

การคัดกรอง

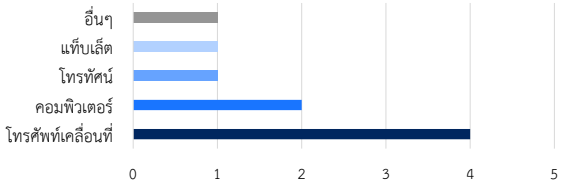
สัดส่วนผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคคลออกค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน



สัดส่วนประเภทการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถาม



จำนวนเฉลี่ยของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ของครัวเรือน



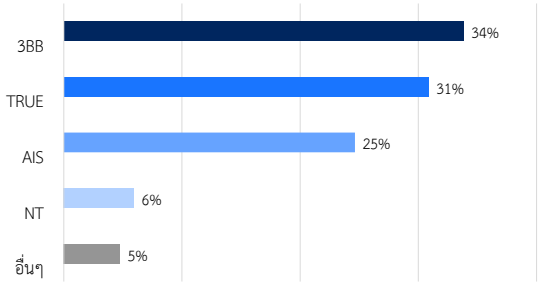
อันดับการใช้งานอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ของครัวเรือน

หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิด

ผู้ให้บริการที่ครัวเรือนใช้งานมากที่สุดคือ 3BB คิดเป็นร้อยละ 34 โดยมีอัตราค่าบริการรายเดือนเฉลี่ย 500 บาท และความเร็วเฉลี่ยที่ได้คือ 600/300 Mbps และส่วนมากมี Wi-Fi Router เป็นอุปกรณ์ที่รวมอยู่ในแพ็คเกจ

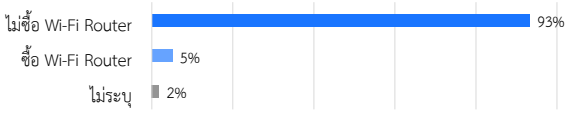
ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่

สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตของครัวเรือน



หมายเหตุ: อื่นๆ เช่น เคเบิลรายย่อย และครัวเรือนที่ใช้บริการมากกว่า 1 ผู้ให้บริการ และครัวเรือนที่ไม่ระบุผู้ให้บริการ

การซื้อ Wi-Fi Router ของครัวเรือน

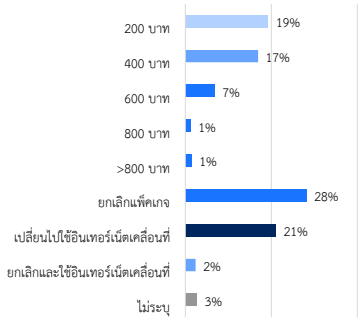


- อัตราค่าบริการรายเดือนเฉลี่ย **500 บาท**
- ความเร็วอินเทอร์เน็ตเฉลี่ย **ดาวน์โหลด: 600 Mbps อัพโหลด: 300 Mbps**

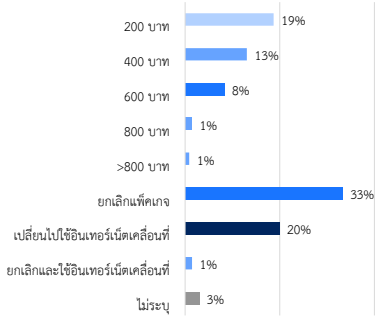
ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยอมยกเลิกแพ็คเกจหรือเปลี่ยนไปใช้อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่หากใช้แพ็คเกจอินเทอร์เน็ตประจำที่เดิมและบริการเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้ และไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่ หากไม่สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้อีกต่อไป

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่

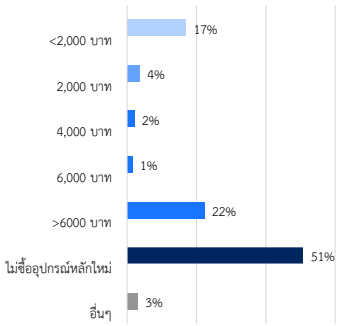
ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้



ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi ไม่ได้แต่ยังสามารถใช้งานครือข่าย LAN ได้



ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์

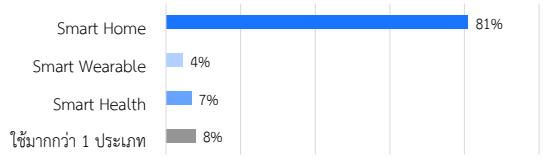


หมายเหตุ: อื่นๆ ประกอบด้วยไม่ระบุ และเลือกมากกว่า 1

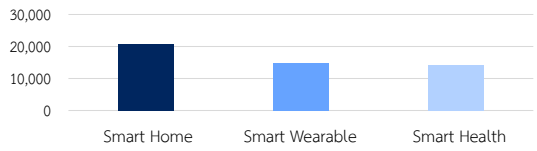
มีการใช้ IoT ประเภท Smart Home มากที่สุดรองลงมาคือใช้มากกว่า 1 ประเภท และ Smart Health โดยมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 14,000-21,000 บาท และเต็มใจจะจ่ายเพิ่มเฉลี่ย 800-12,700 บาท เพื่อให้ใช้งานอุปกรณ์ IoT ได้

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)

สัดส่วนการใช้อุปกรณ์ IoT ของครัวเรือน

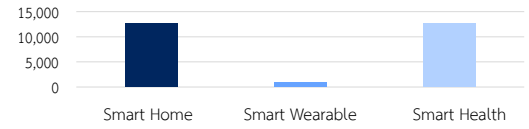


ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของอุปกรณ์ IoT ในครัวเรือน



แนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ในอีก 1-2 ปีของครัวเรือน

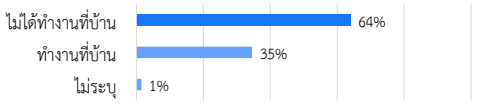
ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มหากอุปกรณ์ IoT ของครัวเรือนใช้งานไม่ได้



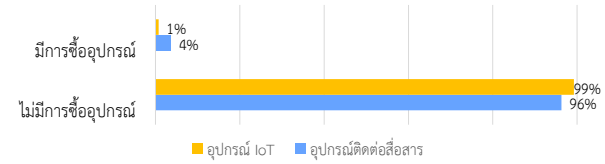
ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากไม่ได้ทำงานจากที่บ้าน และไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของอินเทอร์เน็ตประจำที่และอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงไม่มีการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT ใหม่หลังเกิดวิกฤต Covid-19

ลักษณะบริการที่ใช้ในปัจจุบัน (Service Attribute): ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

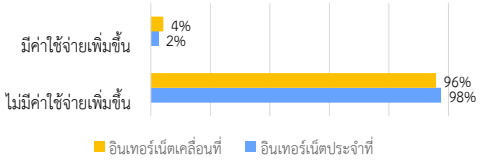
สัดส่วนการทำงานที่บ้านของผู้ตอบแบบสอบถาม



สัดส่วนการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT หลังเกิดวิกฤต Covid-19



สัดส่วนค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปหลังเกิดวิกฤต Covid-19



การเปลี่ยนแปลงความถี่การใช้งานเฉลี่ย ของประเภทการใช้งานหลังเกิดวิกฤต Covid-19

เพิ่มขึ้น ≤50%		ไม่เปลี่ยนแปลง
▪ การติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชั่น	▪ ทำงาน/เรียน	▪ การเงินและการลงทุน
▪ การติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ	▪ อ่านบทความ/ข่าว/E-Book	▪ การเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์
▪ เครือข่ายสังคมออนไลน์		▪ การประมวลผลคอมพิวเตอร์ผ่านคลาวด์
▪ รับชมวิดีโอ		▪ การค้นหาตำแหน่งหรือเส้นทาง
▪ ฟังเพลง		▪ การซื้อขายสินค้า
		▪ ติดตามสุขภาพ

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

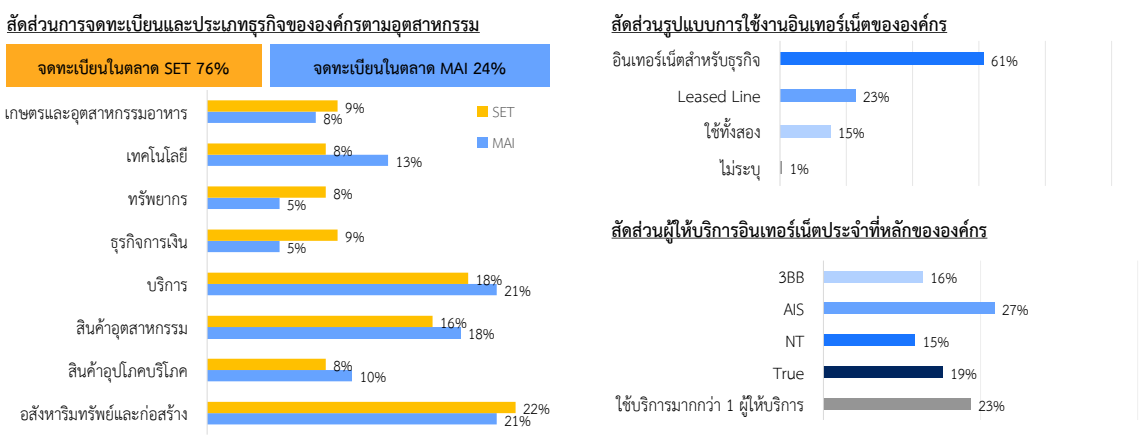
- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

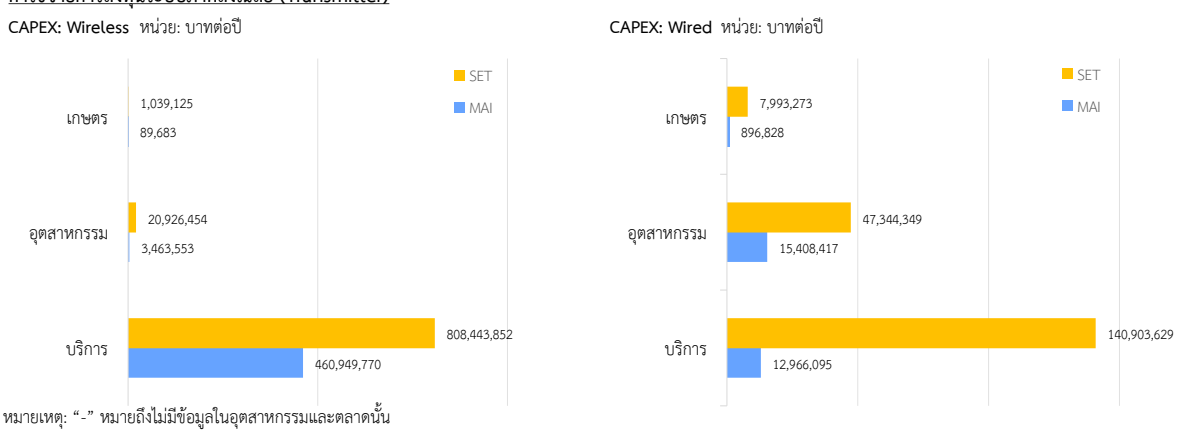
ผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในกลุ่มบริการในตลาด MAI และกลุ่มอสังหาริมทรัพย์และก่อสร้างทั้งในตลาด SET และ MAI มากที่สุด โดยส่วนมากใช้งานอินเทอร์เน็ตในรูปแบบอินเทอร์เน็ตสำหรับธุรกิจ และใช้งานจากผู้ให้บริการ AIS มากที่สุด

ลักษณะองค์กรผู้ตอบแบบสอบถาม



กลุ่มบริการในตลาด SET และ MAI มีการลงทุนแบบไร้สายสูงที่สุดเฉลี่ย 808 ลบ.และ 460 ลบ. ต่อปี และกลุ่มบริการในตลาด SET และกลุ่มอุตสาหกรรมในตลาด MAI มีการลงทุนในระบบสายสูงที่สุดเฉลี่ย 140 ลบ. และ 15 ลบ. ต่อปี

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์และเครือข่ายไร้สาย

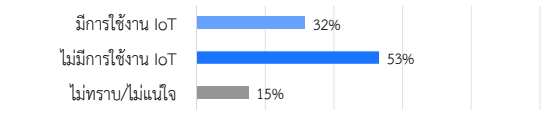


หมายเหตุ: “-” หมายถึงไม่มีข้อมูลในอุตสาหกรรมและตลาดนั้น

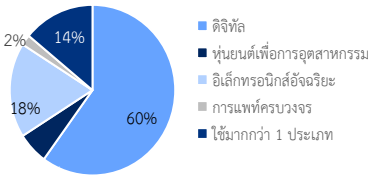
ผู้ตอบแบบสอบถามองค์กรร้อยละ 32 มีการใช้งาน IoT จำแนกเป็นการใช้งานประเภท หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม ดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ การแพทย์ และใช้มากกว่า 1 ประเภท โดยกลุ่มที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ เทคโนโลยี

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: IoT Solution

สัดส่วนการใช้งาน IoT ขององค์กร



สัดส่วนประเภท IoT และค่าใช้จ่าย CAPEX และ OPEX เฉลี่ย

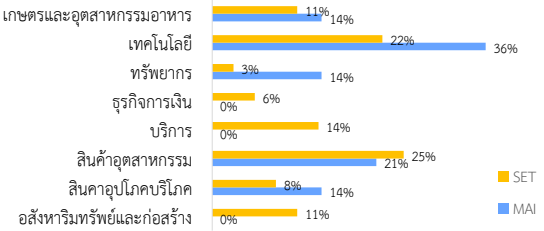


1,324,615 บาทต่อปี
CAPEX

74,588 บาทต่อปี
OPEX

หมายเหตุ: ดิจิทัล เช่น Data Analytic อิเล็คทรอนิกส์อัจฉริยะ เช่น อุปกรณ์อัจฉริยะซึ่งเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และอื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิด โปรแกรมอัตโนมัติ

สัดส่วนการใช้งาน IoT ตามอุตสาหกรรม



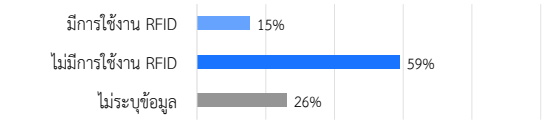
ความสำคัญของการใช้ IoT

มาก	ปานกลาง	
1.ลดต้นทุนบริหารจัดการ	1.เพิ่มรายได้	4.เพิ่มความพอใจของลูกค้า
2.ลดต้นทุนโครงข่าย	2.เพิ่มสินค้า/บริการใหม่	5.ลดต้นทุนขาย
3.เพิ่มประสิทธิภาพงาน	3.เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ	

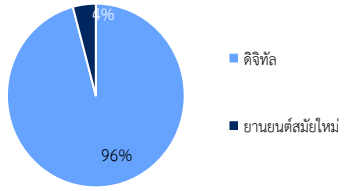
องค์กรร้อยละ 15 มีการใช้งาน RFID ประเภทดิจิทัล ยานยนต์สมัยใหม่ อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และใช้งานมากกว่า 1 ประเภท โดยกลุ่มที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ เทคโนโลยีในตลาด MAI บริการและสินค้าอุตสาหกรรมในตลาด SET

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: RFID Solution

สัดส่วนการใช้งาน RFID ขององค์กร



สัดส่วนประเภท RFID และค่าใช้จ่าย CAPEX และ OPEX เฉลี่ย

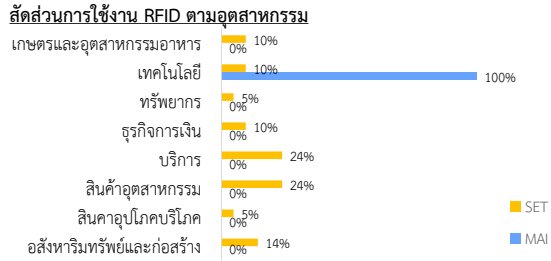


89,385 บาทต่อปี
CAPEX

32,583 บาทต่อปี
OPEX

หมายเหตุ: ดิจิทัล เช่น Data Analytic การจัดการข้อมูล

สัดส่วนการใช้งาน RFID ตามอุตสาหกรรม



ความสำคัญของการใช้ RFID

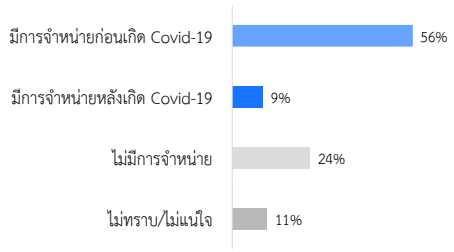
มาก	ปานกลาง		น้อย
1.ลดต้นทุนบริหารจัดการ	1.เพิ่มรายได้	4.เพิ่มความ	1.เพิ่มสินค้า/
2.เพิ่มประสิทธิภาพงาน	2.เพิ่มคุณภาพสินค้า/	พอใจของลูกค้า	บริการใหม่
	บริการ	5.ลดต้นทุนขาย	
	3.ลดต้นทุนโครงข่าย		

หมายเหตุ: "-" หมายถึงไม่มีข้อมูลในอุตสาหกรรมและตลาดนั้น

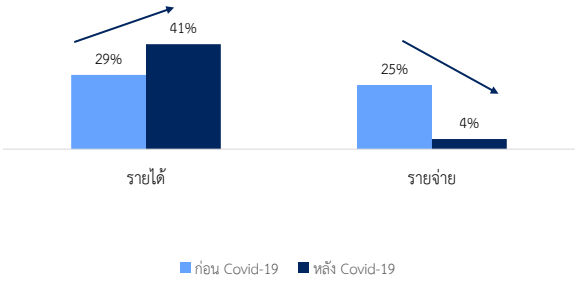
ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นองค์กรส่วนใหญ่มีการจัดจำหน่ายสินค้าผ่านช่องทางออนไลน์ก่อนเกิด Covid-19 ร้อยละ 56 โดยรายได้ที่ได้จากการจัดจำหน่ายผ่านช่องทางออนไลน์ในช่วง Covid-19 มีอัตราเพิ่มขึ้น และรายจ่ายมีอัตราลดลง

ลักษณะและบริการที่ใช้ในปัจจุบัน: ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

สัดส่วนการจำหน่ายสินค้าหรือบริการขององค์กรผ่านช่องทางออนไลน์



สัดส่วนรายได้และรายจ่ายจากการจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์



เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีการจำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ Gateway Access Point Switch และ Router ซึ่งมีทรัพยากรทดแทนคือ Licensed Band เช่น Router ใส่ Sim Card โดยมีกำไรจากการขายสินค้าร้อยละ 5-10

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi

สินค้าและบริการที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

ประเภทไร้สาย

ประเภทสาย

Gateway | Access Point | Core Switch | Router Wi-Fi

ทรัพยากรทดแทนหากไม่ใช้ Unlicensed Band

Licensed Band 3G, 4G, 5G

- Router ใส่ Sim Card
- อุปกรณ์ Router รองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่นความถี่ Licensed Band

ผลประกอบการและประโยชน์

5-10% กำไรขั้นต้น	80% CAPEX	20% OPEX

- Core Switch จัดการระบบได้มีประสิทธิภาพ สามารถทำ Remote Control ได้
- Access Point จัดการอุปกรณ์ได้ดี

แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

Core Network/Aggregate Network/Transport Network 10% ต่อปี

Access Network 10% ต่อปี	IoT Solution 20-30% ต่อปี	RFID Solution 10% ต่อปี

ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

▼ รายได้ลดลง 20-50% ต่อปี ▼ กำไรลดลง 2-5% ต่อปี

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT มีการจำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ LoRaWAN Sensor และ Controller ซึ่งมีทรัพยากรทดแทนคือ Licensed Band เช่น 3G, 4G, 5G และ NB-IoT โดยมีกำไรจากการขายสินค้าร้อยละ 55

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT

สินค้าและบริการที่จำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน

ประเภทไร้สาย

ประเภทสาย

LoRaWAN | Sensor, Local Node | Edge Controller | Temperature Controller

ทรัพยากรทดแทนหากไม่ใช้ Unlicensed Band

Licensed Band 3G, 4G, 5G | NB-IoT

- ย่านความถี่ที่ต้องขออนุญาต (Licensed Band) เป็นระบบพื้นฐานเดิม
- อุปกรณ์ IoT รองรับการเชื่อมต่อด้วยคลื่นความถี่ดังกล่าว

ผลประกอบการและประโยชน์

55% กำไรขั้นต้น	60% CAPEX	15% OPEX

- ลดต้นทุนการทำกิจกรรม
- ง่ายต่อการใช้งานทั้งผู้ใช้และผู้ขาย

แนวโน้มการลงทุนในอนาคต

1 IoT Solution CAPEX 45% OPEX: 35%	2 RFID Solution CAPEX 20% OPEX: 20%	3 Platform CAPEX 50% OPEX: 50%

ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

▲ รายได้เพิ่มขึ้น 6,220,000 บาทต่อปี ▼ กำไรลดลง 200,000 บาทต่อปี

ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID จำหน่ายสินค้าและบริการจากอุปกรณ์ NFC โดยไม่มีทรัพยากรทดแทนได้ และมีกำไรร้อยละ 20 ซึ่งผลกระทบจาก Covid-19 ทำให้รายได้ และกำไรลดลง ทั้งนี้ มีแนวโน้มลงทุนใน RFID Solution มากที่สุด

ผลสำรวจผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

วิธีการประเมินมูลค่าคลื่นความถี่ประกอบไปด้วย 3 วิธีที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากต่างประเทศและข้อมูลการสำรวจในประเทศไทยโดยมูลค่าคลื่นความถี่ที่ประเมินได้จะนำมาเปรียบเทียบกัน

การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation)

การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ

1 วิธีประเมินมูลค่าโดยตรง (Direct Method)

- วิธีประเมินมูลค่าโดยตรง เป็น การนำมูลค่าของคลื่นความถี่ที่ถูกประเมินในต่างประเทศ (Unlicensed Band) โดยมูลค่าควรตรงหรือใกล้เคียงกับ Application ที่ต้องการ
- กระบวนการสำคัญคือการแปลงมูลค่าคลื่นความถี่ให้เป็นมูลค่าคลื่นความถี่ของประเทศไทยโดยสัมพันธ์กับปัจจัยของประเทศไทย อาทิ จำนวนประชากร ขนาดเศรษฐกิจ และอำนาจซื้อ เป็นต้น
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำนวนข้อมูลสำหรับ Application นั้น

2 วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม (Indirect Method)

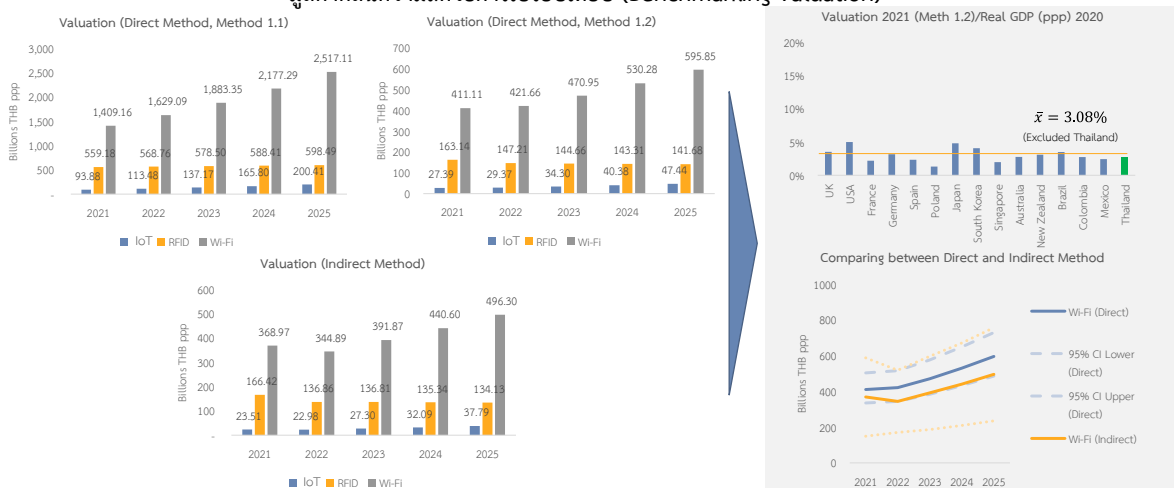
- วิธีประเมินมูลค่าโดยอ้อม เป็น การนำราคาคลื่นความถี่ที่เคยประมูล (Licensed Band) โดยเฉพาะในต่างประเทศมาเปรียบเทียบกับมูลค่าของคลื่นความถี่ที่ถูกประเมินในต่างประเทศ (Unlicensed Band)
- กระบวนการสำคัญคือต้องกำหนดคลื่นความถี่ที่เคยประมูลในประเทศไทยที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นฐานในการคำนวณมูลค่าของคลื่นความถี่
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อประเมินราคาคลื่นความถี่ในต่างประเทศซึ่งเป็นย่านเดียวกันที่ประมูลในประเทศไทย

3 วิธีประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ

- การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ เป็น การสำรวจข้อมูลเพื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ทั้งจากผู้บริโภคและผู้ผลิต
- กระบวนการสำคัญคือหามูลค่าของประโยชน์ส่วนเกินที่ผู้บริโภคและผู้ผลิตได้รับจากการใช้งานคลื่นความถี่
- วิธีการนี้มีข้อดีที่สะท้อนการใช้งานคลื่นความถี่ของผู้บริโภคและผู้ผลิต รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่
- ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจซึ่งต้องใช้เวลาในการดำเนินการพอสมควร

ผลการคำนวณพบว่าวิธีย่อยที่ 1.2 มีความเหมาะสมมากกว่าวิธีย่อยที่ 1.1 โดยมีค่าไม่แตกต่างจากงานศึกษาในต่างประเทศ และเมื่อเปรียบเทียบทั้งวิธีที่ 1 (วิธีย่อยที่ 1.2) และวิธีที่ 2 พบว่ามูลค่าใกล้เคียงกัน

มูลค่าคลื่นความถี่ด้วยการเปรียบเทียบ (Benchmarking Valuation)



มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ Wi-Fi คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตโดยเป็นประโยชน์ที่ผู้บริโภคและผู้ผลิตได้รับ นอกจากนี้มูลค่าที่ได้จะนำไปคำนวณเป็นผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ

กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	บริการ	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ตประจำที่
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน	อุปกรณ์	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าราคาอุปกรณ์ที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ Wi-Fi คูณจำนวนประชากรที่เข้าถึงอุปกรณ์เคลื่อนที่
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนโครงข่ายไร้สาย* เพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	กำไรที่เพิ่มขึ้น** ถ้าต้นทุนที่ลงทุนระบบไร้สายเพิ่มขึ้น ณ ต้นทุนที่ลงทุนปัจจุบัน (ทั้งระบบสายและระบบไร้สาย)
ส่วนเกินผู้ผลิต	บริการ (Telco)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการให้บริการไร้สาย
ส่วนเกินผู้ผลิต	อุปกรณ์ (Vendor)	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อการขายอุปกรณ์	กำไรที่ได้จากอุปกรณ์ไร้สาย (นับเฉพาะที่ซื้อใหม่)
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:
* ระบบไร้สายจะคิดเฉพาะอุปกรณ์ Wi-Fi (Unlicensed Band)
** ในที่นี้กำไรที่เพิ่มคิดจากรายได้ที่เพิ่มขึ้นโดยสมมุติว่าต้นทุนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายไม่เปลี่ยนแปลง

มูลค่าคลื่นความถี่สำหรับ IoT และ RFID คำนวณจากมูลค่าทางเศรษฐกิจซึ่งมาจากส่วนเกินผู้บริโภคและส่วนเกินของผู้ผลิตเช่นเดียวกับกรณีของ Wi-Fi

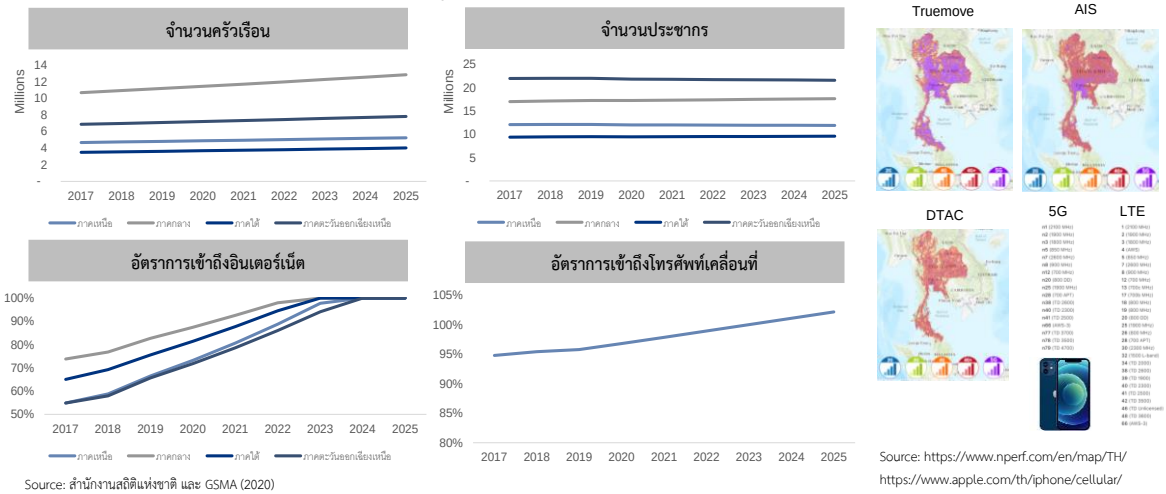
กระบวนการคำนวณมูลค่าคลื่นความถี่สำหรับผู้ใช้บริการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID

ประเภทมูลค่าทางเศรษฐกิจ	แหล่งที่มา	องค์ประกอบของมูลค่าทางเศรษฐกิจ	วิธีการคำนวณ
ส่วนเกินผู้บริโภคครัวเรือน (มีเฉพาะ IoT)	ครัวเรือน	ความเต็มใจที่จะจ่ายเกินกว่าค่าบริการที่จ่ายไป	ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มขึ้นสำหรับ IoT คูณจำนวนครัวเรือนที่เข้าถึงอินเอร์เน็ต
ส่วนเกินผู้บริโภค	ผู้ประกอบการ	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อขายสินค้าหรือให้บริการอื่น ๆ	ต้นทุนที่ลงทุนสำหรับ IoT และ RFID แทนต้นทุนที่ลงทุนรูปแบบอื่น ๆ*
ส่วนเกินผู้ผลิต	ผู้ผลิต	กำไรส่วนเกินที่ได้จากต้นทุนที่ลงทุนเพื่อจากการให้บริการ	กำไรที่ได้จากการขายหรือให้บริการ**
ผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ	สินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	ประโยชน์ต่อมูลค่าสินค้าหรือบริการและสินค้าหรือบริการที่เกี่ยวข้อง	แบบจำลองตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต

หมายเหตุ:
* หากผู้ประกอบการมีต้นทุนทางเลือกในการลงทุนอื่น ๆ แสดงว่าการลงทุนสำหรับ IoT และ RFID เป็นส่วนเกินผู้บริโภค จากแบบสำรวจผู้ประกอบการได้ถามความสำคัญของ IoT และ RFID จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ เพิ่มรายได้ เพิ่มสินค้า/บริการใหม่ เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ เพิ่มความพอใจของลูกค้า ลดต้นทุนขาย ลดต้นทุนบริหารจัดการ ลดต้นทุนโครงข่าย และเพิ่มประสิทธิภาพงาน พบว่าผู้ประกอบการให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อยทั้ง 8 ข้อแสดงว่าผู้ประกอบการอาจจะมองว่าการลงทุน IoT และ RFID เป็นทางเลือกมากกว่า
** อัตรากำไรประมาณการจากการสัมภาษณ์

ข้อมูลปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ใช้ในการคำนวณคือข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตโดยพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างภูมิภาค ด้านโครงข่าย 5G คาดการณ์ว่าจะมาทดแทน 4G เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากใช้คลื่นย่านเดิมได้

ข้อมูลประชากรและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต



Source: สำนักงานสถิติแห่งชาติ และ GSMA (2020)

Source: https://www.nperf.com/en/map/TH/
https://www.apple.com/th/iphone/cellular/

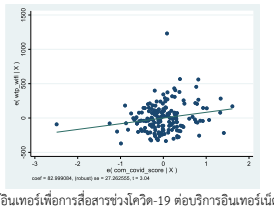
มูลค่าคลื่นความถี่ส่วนใหญ่มาจากส่วนเกินผู้บริโภคและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาเปรียบเทียบกับต่างประเทศพบว่ามีค่าสูงกว่าเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นเดียวกัน

มูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปสำหรับการประยุกต์ใช้ Wi-Fi

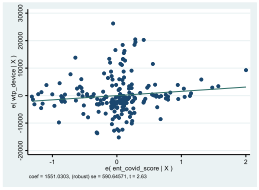
ปัจจัยด้านปริมาณการใช้อินเทอร์เน็ตประเภทต่าง ๆ ในช่วงโควิด-19 เป็นปัจจัยที่ส่งผลมูลค่าคลื่นความถี่โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับครัวเรือน นอกจากนี้กรณีของผู้ประกอบการจะพบว่าการลงทุนระบบไร้สายส่งผลต่อรายได้อีกด้วย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อมูลค่าคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า Wi-Fi ของครัวเรือน

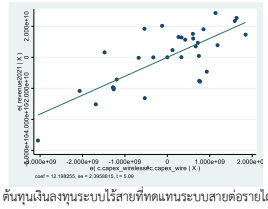


การใช้อินเทอร์เพื่อการสื่อสารช่วงโควิด-19 ต่อบริการอินเทอร์เน็ต Wi-Fi

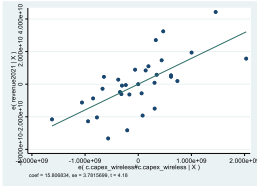


การใช้อินเทอร์เพื่อความบันเทิงช่วงโควิด-19 ต่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ Wi-Fi

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า Wi-Fi ของผู้ประกอบการ

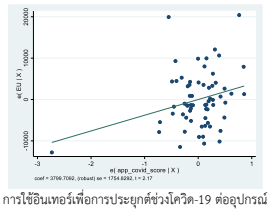


ต้นทุนเงินลงทุนระบบไร้สายที่ทดแทนระบบสายต่อรายได้



ต้นทุนเงินลงทุนระบบไร้สายต่อรายได้

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อมูลค่า IoT ของครัวเรือน



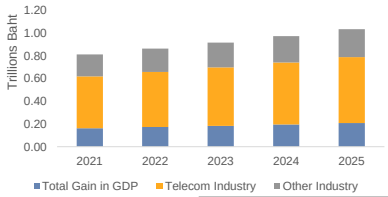
การใช้อินเทอร์เพื่อการประยุกต์ช่วงโควิด-19 ต่ออุปกรณ์ IoT (Smart Home)

หมายเหตุ: พิจารณาโดยควบคุมให้ปัจจัยอื่น ๆ เช่น คุณลักษณะครัวเรือน ไม่แตกต่างกัน

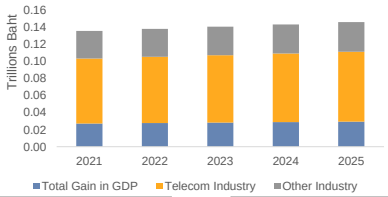
เมื่อพิจารณาเปลี่ยนมูลค่าคลื่นความถี่เป็นมูลค่าที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจได้จะพบว่า Wi-Fi สร้างมูลค่าได้เกือบ 1 ล้านล้านบาทคิดเป็นร้อยละ 5 ของ GDP ส่วนหนึ่งเป็นผลตอบแทนแรงงานคิดเป็นแรงงานได้ประมาณ 2 แสนคน

ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

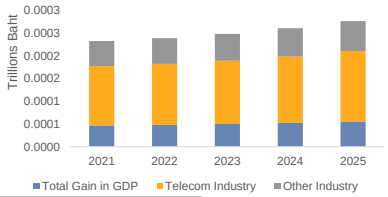
ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจจาก Wi-Fi



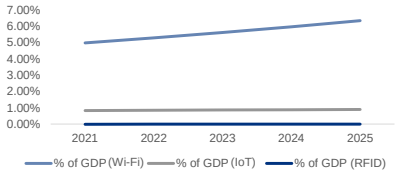
ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจจาก IoT



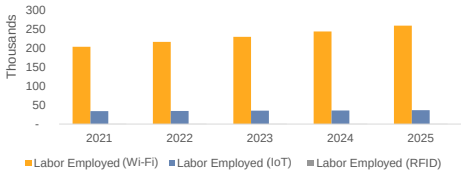
ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจจาก RFID



ร้อยละของมูลค่าต่อ GDP



จำนวนแรงงานที่ถูกจ้าง



มูลค่าคลื่นความถี่ที่ประเมินได้จำแนกตามการประยุกต์ใช้พบว่ามีมูลค่าใกล้เคียงกัน มูลค่าคลื่นสำหรับ Wi-Fi มีค่าสูงสุด ตามด้วย IoT และ RFID นอกจากนี้ยังพบว่ามูลค่าคลื่นความถี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

มูลค่าคลื่นความถี่

การประเมินมูลค่าด้วยการเปรียบเทียบ

การประยุกต์ใช้	วิธีการประเมินมูลค่าโดยตรง		วิธีการประเมินมูลค่าโดยอ้อม	
	มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)
Wi-Fi	485.97	9.72%	408.53	7.69%
IoT	35.78	14.72%	28.73	12.60%
RFID	148.00	-3.47%	141.91	-5.25%

การประเมินมูลค่าจากข้อมูลการสำรวจ

แหล่งที่มา	มูลค่าคลื่นความถี่ (พันล้านบาทต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)			อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR ต่อปีเฉลี่ย 5 ปี)		
	Wi-Fi	IoT	RFID	Wi-Fi	IoT	RFID
รวมทั้งหมด	**516.21**	**79.11**	**0.14**	**6.22%**	**1.85%**	**5.33%**
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (บริการ)	61.04	77.26	-	4.99%	1.91%	-
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทครัวเรือน (อุปกรณ์)	247.58		-	1.38%		-
ส่วนเกินผู้บริโภคประเภทผู้ประกอบการ	6.36	0.98	0.07	11.91%	0.00%	3.39%
ส่วนเกินผู้ผลิต (บริการ)	201.24	0.86	0.07	12.78%	-0.86%	3.93%
ส่วนเกินผู้ผลิต (อุปกรณ์)	199.99			12.78%		

ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจโดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ Wi-Fi อยู่ที่ประมาณ 1 ล้านล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 6 ของ GDP นอกจากนี้ผลประโยชน์บางส่วนสร้างงานกว่า 2 แสนตำแหน่ง รวมไปถึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ

แหล่งที่มา	ผลประโยชน์ต่อระบบเศรษฐกิจ (เฉลี่ย 5 ปี)			อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (CAGR เฉลี่ย 5 ปี)		
	Wi-Fi	IoT	RFID	Wi-Fi	IoT	RFID
ผลประโยชน์รวมที่มีต่อ GDP (ล้านบาทต่อปี)	184,915	28,337	51	6.22%	1.85%	4.48%
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (ล้านบาทต่อปี)	516,211	79,106	141	6.22%	1.85%	4.30%
ผลประโยชน์รวมที่มีต่ออุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง (Backward Linkage) สำหรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ (ล้านบาทต่อปี)	218,353	33,461	60	6.22%	1.85%	4.66%
ร้อยละของ GDP	5.64%	0.86%	0.0016%	6.26%	2.04%	18.92%
จำนวนการจ้างงาน (คนต่อปี)	230,214	35,279	63	6.22%	1.85%	4.44%

เนื้อหา

1 วัตถุประสงค์การดำเนินโครงการ

2 การใช้งาน Unlicensed Band ในประเทศไทย

3 การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

- ผลสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน
- ผลสำรวจผู้ใช้งานองค์กร
- ผลสำรวจผู้ประกอบการโทรคมนาคมและผู้จำหน่ายอุปกรณ์

4 การศึกษาและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

5 แลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป

หัวข้อในการแสดงความคิดเห็นต่อการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed Band)

	หัวข้อในการแสดงความคิดเห็น
1	ความคิดเห็นต่อผลการวิเคราะห์ประเภทการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป และปัจจัยที่ส่งผลกระทบ
2	ความคิดเห็นต่อผลการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
3	ความคิดเห็นต่อหลักการและผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป
4	ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

11.4 ภาคผนวก 4: รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมเผยแพร่ผลงาน

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเผยแพร่ผลงาน วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2564

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
ปาณิศา	ธรรมาธิวัฒน์	Telecom Consulting
ANOL	PAISAL	EMONE
ธนิศร์	พื้นชมภู	บจก คิวแมน คอนซัลติ้ง
วิวัฒน์วงศ์	วิจิครวาทการ	SKYVIV COMPANY LTD.
วีณา	จ่างเจริญ	บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล
กนกพร	คุณชัยเจริญกุล	บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล
สรกฤช	มูลมงคล	ALT Telecom Public Company
thitiphan	kengphaibool	binaryplus
ประกอบ	บำรุงรักษ์	EMC
กนกวรรณ	อุดมกิจโกศล	IT
พงษ์ศิริ	สนน้อย	มติชน
นฤดล	เตมะ	บริษัท เชียงใหม่ริมดอย จำกัด
ณัฐนันท์	อนันตกิจไพบูลย์	บุคคลทั่วไป
พงศรากร	ปาแก้ว	Telecom Consulting
กวินภพ	ตั้งปียธำรง	Telecom Consulting
ชญานิศ	ติรเศรษฐภักดี	Telecom Consulting
ศุภฤกษ์	กิติพงษ์วัฒนา	-
ชนากานต์	โอภาสสิริสุนทร	Telecom Consulting
สุภนาถ	ทรงธรรมากุล	Telecom Consulting
วิไลลักษณ์	คำแจ่ม	NIDA
รังสรรค์	พงษ์สิทธิ์	กทม.
เพียงพิณ	พยุงผล	Telecom Consulting
อุดม	สกุลณรงค์กิจ	ผู้ประกอบการอพาร์ตเมน
ภิญญาพัชญ์	หาญยุทธ	บุคคลทั่วไป
ณัฐธยาน์	สินโสมนัส	บุคคลทั่วไป
พิชญาภา	โอภาสสิริสุนทร	บุคคลทั่วไป
สุนี	คำแจ่ม	บุคคลทั่วไป
สนภัส	บุญสุยา	บุคคลทั่วไป
ระนาด	สิทธิประสงค์	บุคคลทั่วไป
จิดาภา	จันทร์รัศมีวิไล	บริษัทเอกชน
ธนาภรณ์	ธนูธรรมมานนท์	บุคคลทั่วไป
พีระพงศ์	สุวรรณวงศ์	บริษัท พาเนลพลัส จำกัด
ธนากร	มาลาวัลย์	บุคคลทั่วไป
สมปรารถนา	ตั้งพูลเจริญ	บมจ. ทีมคอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง
บุญธรรม	ราชรักษ์	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ณัฐชญา	มะกะระธัช	กสทช
ปกรณ์	วงศ์วิเศษนนท์	สำนักงาน กสทช.
ปรีชา	ศรีทา	ห้างหุ้นส่วน สมาร์ทซอฟ
ณิชาปวีณ์	กกกำแหง	วส.
จินต์พัชรา	วงศ์จินต์ศุจี	สถาบัสถาสถาบันเทคโนโลยีพระ
อรอินน์	สติภา	สจล
สดุดี	ภู่สันติสัมพันธ์	สจล.

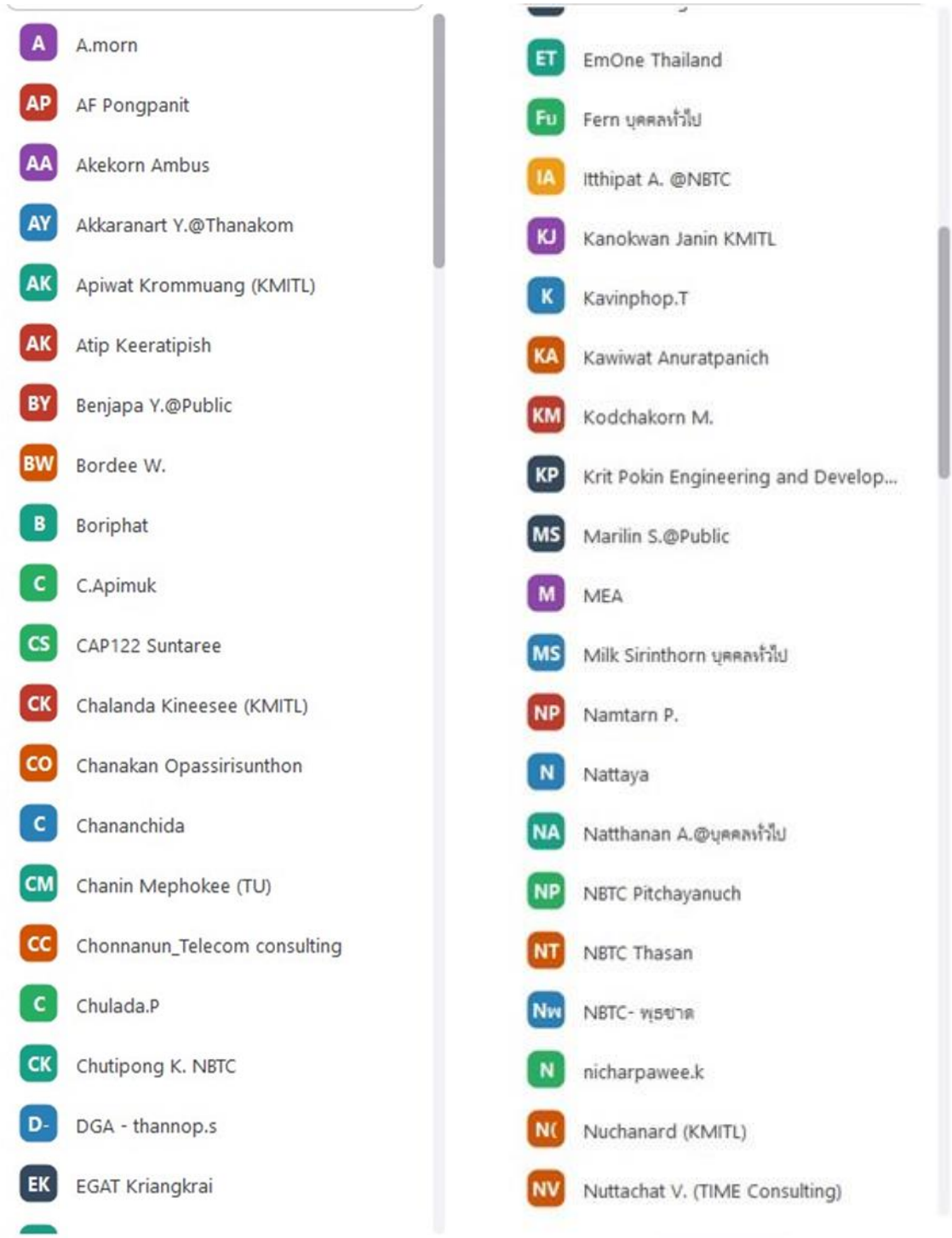
ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
ณัฐนนท์	พลคชา	Kmitl
ชนินาถ	วัฒนพานิช	บุคคลทั่วไป
ศุภสรณ์	อุตรพงศ์	สจล.
ชุติพงศ์	กี่สุขพันธ์	สำนักงาน กสทช. (นท.)
พิชญนุช	ชลาชีวะ	สำนักงาน กสทช.
อิทธิพัทธ์	อัครสินยากร	สำนักงาน กสทช.
กรีฑา	ตรีโภคา	บริษัทจัมโบ้ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
Paisansin	Ninoopakun	Turnkey communication
ณัฐวุฒิ	ทาสุวรรณ	บริษัท กรุงเทพธนาคม จำกัด
อัครนาฏ	ยั่งยืน	บริษัท กรุงเทพธนาคม จำกัด
ปาริชาต	อัศวเมฆี	บจก.ซิสลิงค์ เทคโนโลยี
ทศรรห์	เขียวแก้ว	กสทช. (นส.)
สุพจน์	เธียรวุฒิ	สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล
สายชล	สิทธิประสงค์	บุคคลทั่วไป
จุราพร	ดำยศ	บุคคลทั่วไป
วนิดา	นาคะเสถียร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ฐิติพร	เจริญสุข	บุคคลทั่วไป
ณัฐสินี	นาคีทรัพย์ถาวร	สจล
ทิพอาภา	ผาสุข	บุคคลทั่วไป
สุพรรณิษา	ลาวงษ์	สจล
ปาริณ	ตันติรัตนานนท์	บุคคลทั่วไป
พิชญุตม์	กาหลง	-
นฤภณ	จันภักษานนท์	-
อภิสิทธิ์	อับดุลรอฮิม	IT
ทัศน์วรรณ	เหล่าเจริญเกียรติ	สำนักงาน กสทช.
วราภรณ์	ดิสรเตติวัฒน์	-
ศิริพร	หงส์ชัชวาล	สำนักงาน กสทช.
Punnama	Jirasatienampai	Telecom Consulting
นุชนาถ	ฤทัยสุจริตกุล	บุคคลทั่วไป
ปริชมน	พรหมศริน	บุคคลทั่วไป
อรฉัตร	อ่อนสำอาง	สจล
กนกวรรณ	จันทร์อินทร์	สจล
กชกร	แสงทอง	สจล.
จิราภรณ์	แสงทอง	ไม่สังกัด
หทัยภัทร	บำรุงพงษ์	-
ไกรตะวัน	โคตรสงคราม	-
วริสรา	ภาคบุบผา	สถาบัน
อรณิชา	ม่วงไทย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเหล้า
สุภาวดี	เสาพรมเจริญ	ราชภัฏบุรีรัมย์
วรรณภา	จันภักษานนท์	สจล.
คณิสร	คำประไพ	Kmitl

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
กอบแก้ว	ค่าประไพ	Kmitl
ยุทธพงศ์	บุญสร้าง	-
ชัชฎา	จันภักษานนท์	ด่านชั่งน้ำหนัก
วิภาดา	สัญญอาจ	คท.2 สำนักงาน กสทช.
กวีวัธน์	อนุรัตน์พานิช	สำนักงาน กสทช. (ปท.1)
ปัญจะ	คล้ายโพธิ์ทอง	คอมม์เอ็กซ์เพรส(ประเทศไทย)
วิภาวี	ประยูรพรหม	สจล
กนกวรรณ	ศรีคชา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ศุภโชค	ผะอบเหล็ก	สจล.
ประภาศิริ	ศรีภิรมย์	เอเอฟเคเค
วสัญ	สัญญากิจ	เอ.เอฟ.เคเค
ปัญจะ	คล้ายโพธิ์ทอง	สมาคมไทยไอโอที
ธรรมนูญ	หารยุทธ	บริษัท เทคโนเมดิคัล จำกัด
ประดิษฐ์	สุรรัตน์	-
เนวิน	กาหลง	-
มงคล กล้ารอด	กล้ารอด	สำนักงาน กสทช. เขต 24
สุวิชา พิมพากุล	พิมพากุล	สำนักงาน กสทช. เขต 24
ธนาวัฒน์	ไกยราช	สำนักงาน กสน. อำเภอเมือง
ปฏิภาณ	ดาราศรีทอง	รัฐ
ชัยศิริ	ศรีภิรมย์	เอกชน
อภิรตา	แสงศิริ	สจล.
ธนาวัฒน์	ไกยราช	กศน.หนองคาย
เอกพันธ์	คันธี	หมู่11 อำเภอสระใคร
รักษิณา	สุรินทร์	สถาบัน
ศิรินทร	สอาด	-
Atip	Keeratipish	dtac TriNet
พงศ์พณิช	สุขการค้า	บริษัท อีซี่เน็ตไทยแลนด์ จำกัด
พงศ์พณิช	สุขการค้า	บริษัท อีซี่เน็ต ไทยแลนด์จำกัด
พิเชษฐ	ร่วมสมัคร	บ.ฟิวเจอร์ศิริไลซ์เทคโนโลยี
พิชิต	แก้วมาคุณ	บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด
ประสงค์	ธัมมะปาละ	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณ
วีรสิทธิ์	โพธิปักขิย์	การไฟฟ้านครหลวง
วัฒนชัย	ธรรมวิไลวัฒน์	การไฟฟ้านครหลวง
ศุภเชษฐ์	เนียมโสภา	การไฟฟ้านครหลวง
ถนัดกิจ	เศวตนันทิกุล	การไฟฟ้านครหลวง
รฐนนท์	ศรีบัวทอง	คท.
ณัฐพัชร์	จัตุพรหงษ์ทอง	กรมเจ้าท่า
วรินทร	ผ่องแผ้ว	-
พัชนี	สิงห์พะเนาว์	อบต.หินโงม
ดวงใจ	นิศกุล	อบต.หินโงม
ปริญญา	ศุภลักษณ์	โพธิสมภรณ์
ณัฐยา	วงศ์วิเศษ	สำนักงาน กสทช.
อมรรัตน์	ตั้งขันติธรรม	ลูกทุ่งเน็ตเวิร์ก
นิติกาญจน์	ธรรมนิตยศักดิ์	ลูกทุ่งเน็ตเวิร์ก
บริพัตร	พัฒนาพลกรสกุล	สำนักงาน กสทช.
สิทธิพงษ์	พุ่มไสว	คท.2
เมทวิน	สนคุณาวงศ์	บริษัท เอเชียน มารีน เซอร์วิสส์
วัชรา	พันธศักดิ์	กุลิโกะ
วรัญชิต	ทองสะอาด	3bb
เอกธิดา	เม่นแย้ม	MBK
ณัฐพล	บัวนิล	3BB
ภูมิกิติ	พิทักษ์ผลิน	KMITL
นิเวศ	ยอดมิ่ง	สำนักงาน กสทช.
กฤษ	โรจน์จิรานิธิ	บจก.โภคิน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ดี
สรียา	อุมา	พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
อนงค์นารถ	เหลี่ยมฤดี	กศน.อำเภอเมืองจันทบุรี
ภีรพัฒน์	ใจบุศย์	กศน.อำเภอเมืองจันทบุรี
ญาณิกา	เตือนราษฎร์	บุคคลทั่วไป
วรรณทิวา	หมั่นในธรรม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
ภัสรา	ปีตยานนท์	บุคคลทั่วไป
เบญจาภา	ยอดธง	บุคคลทั่วไป
มาริสิน	สันติวิฑูรวงศ์	บุคคลทั่วไป
วิไลวรรณ	ทิพงษ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วัชราภรณ์	เอื้อนฤมลสุข	บุคคลทั่วไป
ธมนวรรณ	จำปาดะ	บุคคลทั่วไป
ศิริลักษณ์	กำแหงพล	-
สุทิน	แกล้วกล้า	สำนักงาน กสทช. คท๒
ยุวดี	องค์โฆษิต	สำนักงาน กสทช.
สมชาย	อ่อนสว่าง	การไฟฟ้านครหลวง
เกวลิน	เนตรเกื้อกูล	คท.1
ภรณ์ณิญา	ประจักษ์จิตร	บุคคลทั่วไป
อรัชมน	พิเชฐวรกุล	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ธนัชชา	ทรัพย์สินอำนวย	บุคคลทั่วไป
ปานรดา	บังคมเนตร	บุคคลทั่วไป
ชินนปภา	คุณรักษ์	บุคคลทั่วไป
เกรียงไกร	ผาสุริย์วงษ์	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศ
กาจบัณฑิต	บัณฑิตสกุลพร	-
ณัชชา	ภูมิวัฒนะ	บุคคลทั่วไป
ทิพสุดา	โชติชื่น	สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล
พงศภัค	ธารีรัตนาวิบูลย์	EasyNet Thailand
นลินธรณ์	กล้าเกียรติณรงค์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
สุรีย์นิภา	จินดารัตน์	นักศึกษาปริญญาตรี
นนทพัทธ์	โอริด	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ปกรณ์	ชูดวง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พิชชาพร	นิฤมล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนกฤต	ประดิษฐพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
สัจจพร	บุญมะณี	สถาบันพรจอมเกล้าเจเาคุณ
เพลินพิชญา	วิลาด	KMITL
ปัณทราภรณ์	สนธิ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
อนงค์นาฏ	เพชรทอง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วลัยพรรณ	เอกสมบูรณ์สิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
บุษกร	พรหมอินทร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ภูมินทร์	สีเสียด	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
บงกชมาศ	เจนกุลประสูตร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ศุภวิชญ์	ชริงสุข	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
นันทิชา	พละมี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
สุวิมล	ศรีสันเทียะ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนัชชา	สันป่าเงิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ฐนิชา	อินทร์เปลี่ยน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ณัฏฐริยา	พิมุ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ภรณ์สุดา	เฉลียววงศ์เจริญ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ณปภา	จันสุริยศิริรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
อัธญาภรณ์	ยมจินดา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนกาญจน์	ทรงศิริ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วชิรญาณ์	นุกูลวรรณ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ณัฐธิดา	ชุ่มผ่อง	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ณิชชารีย์	อนันตพันธ์	บุคคลทั่วไป
ชนรดา	กาญจนนราวดี	บุคคลทั่วไป
สิริลักษณา	สิธิวรพรรณ	บุคคลทั่วไป
ชนม์ณานันท์	เยี่ยมรัมภ์	Telecom consulting
พรหม	ใจศรี	-
ธัญญาวีร์	โตวิเศษ	-
วริศรา	อาสน์สถิตย์	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศ
พรสวรรค์	แก้วเงิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ชิระ	ฉัตรปวีณ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เบญจวรรณ	ชาตกุล	กศน.อำเภอแหลมสิงห์
พาฝัน	ฤทธิชัยอภิชน	บุคคลทั่วไป
ธนัชพัชญ์	ดียิ่ง	กศน.อำเภอแหลมสิงห์

ชื่อ	นามสกุล	หน่วยงาน
วิชชุตา	ไทยตระกูล	วท.
ศิริกานต์	เย็นจิตร	สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ศศิธร	ลิ้มตระกูล	กศน.อำเภอแหลมสิงห์
อรรถสิทธิ์	วงศ์ธนศักดิ์ชัย	การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
จริยาวดี	ศรีโสภา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
รจวรรณ	ไชยวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
กมลพร	กิจกุศล	บุคคลทั่วไป
พัชวรรณ	บุญเลิศ	บุคคลทั่วไป
นนทิยา	สุขสมพืช	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
อารยะ	ธรรมวรางกูร	Petro-Instruments Corp., Ltd.
ณิชารีย์	อินทร์บุญช่วย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ประภัสสร	ปานทอง	Telecom Consulting
นิศารัตน์	นาคศรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เชต	เขมะคงคานนท์	สำนักงาน กสทช.
นนธิชา	เกตุศิริ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
สิริณยา	นามวงษ์	สจล
กวีวัธน์	อนุรัตน์พานิช	สำนักงาน กสทช. (ปท.1)
อมรรัตน์	ตั้งขันติธรรม	บจก.ลูกทุ่งเน็ตเวิร์ก
Panida	Wongprasit	Telecom Consulting
กวีวัธน์	อนุรัตน์พานิช	สำนักงาน กสทช.
จิตริน	เพ็งแจ่ม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธีรวัฒน	นิลขำ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ศุภกิจ	ปรางริน	ลาดกระบัง
ณัฐเดช	มหาสุรเดช	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พัชรณัฏฐ	พัชรนิธิภัทร์	บุคคลทั่วไป

ตัวอย่างผู้เข้าร่วมประชุมเผยแพร่ผลงานออนไลน์



11.5 ภาคผนวก 5: ข้อมูลการสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน ผู้ใช้งานองค์กร และผู้ให้บริการโทรคมนาคมและผู้จัดจำหน่ายอุปกณ์

ข้อมูลการสำรวจผู้ใช้งานครัวเรือน

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	145	36.0
หญิง	257	63.0
ไม่ระบุ	3	1.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-1: สัดส่วนเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
18 - 25 ปี	102	25.0
26 - 30 ปี	53	13.0
31 - 35 ปี	46	11.0
36 - 40 ปี	75	19.0
41 - 45 ปี	45	11.0
46 - 50 ปี	43	11.0
51 - 55 ปี	14	3.0
56 - 60 ปี	13	3.0
มากกว่า 60 ปี	9	2.0
ไม่ระบุ	5	1.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-2: สัดส่วนอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายได้ต่อครัวเรือน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 10,000	14	3.0
10,001 - 20,000	85	21.0
20,001 - 30,000	68	17.0
30,001 - 40,000	65	16.0
40,001 - 50,000	75	19.0
50,001 - 60,000	41	10.0
60,001 - 75,000	11	3.0
75,001 - 90,000	10	2.0
มากกว่า 90,000	36	9.0

รายได้ต่อครัวเรือน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-3: สัดส่วนรายได้ต่อครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประเภทอาชีพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	160	40.0
เอกชน/รับจ้าง	139	34.0
เจ้าของกิจการ	50	12.0
ว่างงาน	43	11.0
อื่น ๆ	10	2.0
ไม่ระบุ	3	1.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-4: สัดส่วนอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในบ้าน	106	26.0
เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในบ้าน	299	74.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-5: สัดส่วนผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นบุคคลออกค่าใช้จ่ายภายในครัวเรือน

ประเภทการใช้งานอินเทอร์เน็ต	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่อย่างเดียว	8	2.0
อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่อย่างเดียว	68	17.0
อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ทั้งสองประเภท	329	81.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-6: สัดส่วนประเภทการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถาม

อุปกรณ์ที่เชื่อต่ออินเทอร์เน็ต	จำนวน (เครื่อง)	ร้อยละ	อันดับการใช้
โทรศัพท์มือถือ	4	44.0	1
แท็บเล็ต	1	11.0	2
คอมพิวเตอร์	2	22.0	3
โทรทัศน์	1	11.0	4
อื่น ๆ	1	11.0	5
รวม	9	100.0	

ตารางที่ 11-7: จำนวนเฉลี่ยของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ของครัวเรือน

ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต	จำนวน (คน)	ร้อยละ
AIS	83	25.0
TRUE	104	31.0
NT	20	6.0
3BB	114	34.0
อื่น ๆ	5	1.0
ใช้มากกว่า 1 บริการ	5	1.0
ไม่ระบุ	6	2.0
รวม	337	100.0

ตารางที่ 11-8: สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตของครัวเรือน

การซื้อ Wi-Fi Router	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ซื้อ	314	93.0
ซื้อ	17	5.0
ไม่ระบุ	6	2.0
รวม	337	100.0

ตารางที่ 11-9: การซื้อ Wi-Fi Router ของครัวเรือน

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่ม 200 บาท	65	19.0
จ่ายเพิ่ม 400 บาท	57	17.0
จ่ายเพิ่ม 600 บาท	23	7.0
จ่ายเพิ่ม 800 บาท	4	1.0
จ่ายเพิ่ม 1,000 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,200 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,400 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,600 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,800 บาท	-	-
จ่ายเพิ่ม 2,000 บาท	1	-
ใช้อินเทอร์เน็ตมือถืออย่างเดียว	71	21.0
ยกเลิกอินเทอร์เน็ตบ้าน	95	28.0
เลือกมากกว่า 1 ข้อ	8	2.0
ไม่ระบุ	9	3.0
รวม	337	100.0

ตารางที่ 11-10: ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้อินเทอร์เน็ตประจำที่แพ็คเกจปัจจุบันไม่ได้

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้ Wi-Fi ไม่ได้ (แต่ยังต่อ LAN ได้)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
จ่ายเพิ่ม 200 บาท	63	19.0
จ่ายเพิ่ม 400 บาท	44	13.0
จ่ายเพิ่ม 600 บาท	28	8.0
จ่ายเพิ่ม 800 บาท	5	1.0
จ่ายเพิ่ม 1,000 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,200 บาท	-	-
จ่ายเพิ่ม 1,400 บาท	-	-
จ่ายเพิ่ม 1,600 บาท	1	-
จ่ายเพิ่ม 1,800 บาท	-	-
จ่ายเพิ่ม 2,000 บาท	1	-
ใช้อินเทอร์เน็ตมือถืออย่างเดียว	67	20.0
ยกเลิกอินเทอร์เน็ตบ้าน	112	33.0
เลือกมากกว่า 1 ข้อ	5	1.0
ไม่ระบุ	10	3.0
รวม	337	100.0

ตารางที่ 11-11: ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่อใช้ Wi-Fi ไม่ได้ (แต่ยังต่อ LAN ได้)

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 2,000 บาท	57	17.0
จ่ายเพิ่ม 2,000 บาท	12	4.0
จ่ายเพิ่ม 4,000 บาท	7	2.0
จ่ายเพิ่ม 6,000 บาท	5	1.0
จ่ายเพิ่ม 8,000 บาท	3	1.0
จ่ายเพิ่ม 10,000 บาท	30	9.0
จ่ายเพิ่ม 20,000 บาท	20	6.0
จ่ายเพิ่ม 30,000 บาท	20	6.0
จ่ายเพิ่ม 40,000 บาท	2	1.0
จ่ายเพิ่ม 50,000 บาท	-	-
มากกว่า 50,000 บาท	-	-
ไม่ซื้ออุปกรณ์หลักใหม่	171	51.0
เลือกมากกว่า 1 ข้อ	2	
ไม่ระบุ	8	2.0
รวม	337	100.0

ตารางที่ 11-12: ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์หลักเชื่อมต่อ Wi-Fi ไม่ได้และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์

ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
AIS	169	43.0
TRUE	119	30.0
DTAC	90	23.0
อื่น ๆ	2	1.0
ใช้มากกว่า 1 เครือข่าย	5	1.0
ไม่ระบุ	12	3.0
รวม	397	100.0

ตารางที่ 11-13: สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ของผู้ตอบแบบสอบถาม

บริการอินเทอร์เน็ตที่ได้รับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่จำกัด	236	86.0
จำกัด	161	8.0
รวม	397	100.0

ตารางที่ 11-14: บริการอินเทอร์เน็ตที่ได้รับของผู้ตอบแบบสอบถาม

รูปแบบการชำระค่าบริการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เติมเงิน	49	12.0
รายเดือน	339	86.0
ไม่ระบุ	9	2.0
รวม	397	100.0

ตารางที่ 11-15: รูปแบบการชำระค่าบริการของผู้ตอบแบบสอบถาม

การซื้อบริการเสริม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีการซื้อบริการเสริม	375	94.0
มีการซื้อบริการเสริม	6	2.0
ไม่ระบุ	16	4.0
รวม	397	100.0

ตารางที่ 11-16: การซื้อบริการเสริมของผู้ตอบแบบสอบถาม

การใช้ IoT ของครัวเรือน	จำนวน (เครื่อง)	ร้อยละ
Smart Home	72	18.0
Smart Wearable	4	1.0
Smart Health	6	1.0
Smart Vehicle	-	-
อื่น ๆ	-	-

การใช้ IoT ของครัวเรือน	จำนวน (เครื่อง)	ร้อยละ
ใช้มากกว่า 1 อุปกรณ์	7	2.0
ไม่ระบุ	316	78.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-17: สัดส่วนการใช้ IoT ของครัวเรือน

ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของอุปกรณ์ IoT ของครัวเรือน	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
Smart Home	20,780	42.0
Smart Wearable	14,834	30.0
Smart Health	14,075	28.0
Smart Vehicle	-	-
อื่นๆ	-	-
รวม	49,689	100.0

ตารางที่ 11-18: ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยของอุปกรณ์ IoT ของครัวเรือน

แนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ใน 1-2 ปี ของครัวเรือน	ระดับความสำคัญ			ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	
Smart Home	1.62	1.04	น้อยที่สุด	1
Smart Wearable	1.46	0.88	น้อยที่สุด	2
Smart Health	1.45	0.89	น้อยที่สุด	3
Smart Vehicle	1.42	0.81	น้อยที่สุด	4
อื่นๆ	1.42	0.81	น้อยที่สุด	4
รวม	1.49	0.86	น้อยที่สุด	

ตารางที่ 11-19: แนวโน้มการซื้ออุปกรณ์ IoT ใน 1-2 ปี ของครัวเรือน

ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์ IoT ใช้งานไม่ได้	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
Smart Home	12,583	48.0
Smart Wearable	800	3.0
Smart Health	12,607	49.0
Smart Vehicle	-	-
อื่นๆ	-	-
รวม	25,990	100.0

ตารางที่ 11-20: ความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มเมื่ออุปกรณ์ IoT ใช้งานไม่ได้

การทำงานที่บ้าน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ได้ทำงานที่บ้าน	259	64.0
ทำงานที่บ้าน	140	35.0

การทำงานที่บ้าน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่ระบุ	6	1.0
รวม	405	100.0

ตารางที่ 11-21: สัดส่วนการทำงานที่บ้านของผู้ตอบแบบสอบถาม

การซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT หลังเกิดวิกฤต Covid-19	อุปกรณ์ IoT		อุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีการซื้ออุปกรณ์	3	1.0	15	4.0
ไม่มีการซื้ออุปกรณ์	402	99.0	390	96.0
รวม	405	100.0	405	100.0

ตารางที่ 11-22: สัดส่วนการซื้ออุปกรณ์ติดต่อสื่อสารและอุปกรณ์ IoT หลังเกิดวิกฤต Covid-1

ค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปหลังเกิดวิกฤต Covid-19	อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่		อินเทอร์เน็ตประจำที่	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	388	96.0	395	98.0
มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	17	4.0	10	2.0
รวม	405	100.0	405	100.0

ตารางที่ 11-23: สัดส่วนค่าใช้จ่ายที่เปลี่ยนแปลงไปหลังเกิดวิกฤต Covid-19

เพิ่มขึ้นมากกว่า 50%	ไม่เปลี่ยนแปลง
ติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันข้อความ เช่น LINE, Facebook Messenger	การซื้อขายสินค้า
ติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ	การเงินและการลงทุน
เครือข่ายสังคมออนไลน์	ติดตามสุขภาพ
รับชมวิดีโอ	การเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์
ฟังเพลง	การประมวลผลคอมพิวเตอร์ผ่านระบบคลาวด์ เช่น Google Sheet, Adobe Online
ทำงาน/เรียนหนังสือ เช่น สืบค้นข้อมูล	การค้นหาตำแหน่งหรือเส้นทาง
อ่านบทความ/ข่าว/หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book)	

ตารางที่ 11-24: การเปลี่ยนแปลงความถี่การใช้งานเฉลี่ย ของประเภทการใช้งานหลังเกิดวิกฤต Covid-19

ข้อมูลการสำรวจผู้ใช้งานองค์กร

ประเภทธุรกิจ	จำนวน (ธุรกิจ)	ร้อยละ
SET	120	75.9
MAI	38	24.1
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-25: สัดส่วนการจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	11	9.0	3	8.0
สินค้าอุปโภคบริโภค	10	8.0	4	11.0
ธุรกิจการเงิน	10	8.0	2	5.0
สินค้าอุตสาหกรรม	19	16.0	7	18.0
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	27	23.0	8	21.0
ทรัพยากร	9	8.0	3	8.0
บริการ	24	20.0	6	16.0
เทคโนโลยี	10	8.0	5	13.0
รวม	120	100.0	38	100.0

ตารางที่ 11-26: สัดส่วนประเภทธุรกิจขององค์กรจำแนกตามอุตสาหกรรม

รูปแบบอินเทอร์เน็ตประจำที่	จำนวน	ร้อยละ
อินเทอร์เน็ตบรอดแบรนด์สำหรับธุรกิจ	96	60.8
Leased Line	37	23.4
ใช้ทั้ง 2 รูปแบบ	24	15.2
ไม่ระบุ	1	0.6
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-27: สัดส่วนรูปแบบการใช้งานอินเทอร์เน็ตขององค์กร

อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ (Corporate Broadband)	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทสายทองแดง	5	4.3
ประเภทสายใยแก้วนำแสง	108	93.9
ใช้มากกว่า 1 ประเภท	2	1.7
รวม	115	100.0

ตารางที่ 11-28: สัดส่วนการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์สำหรับธุรกิจ (Corporate Broadband)

ประเภทสาย Leased Line	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทสายทองแดง	1	2.2
ประเภทสายเคเบิล	2	4.3
ประเภทสายใยแก้วนำแสง	40	87.0
ใช้มากกว่า 1 ประเภท	1	2.2
ประเภทอื่น ๆ	2	4.3
รวม	46	100.0

ตารางที่ 11-29: สัดส่วนการใช้งานอินเทอร์เน็ตประเภทสาย Leased Line

ใช้อินเทอร์เน็ตทั้ง 2 ประเภท	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทสายทองแดง	1	4.2
ประเภทสายเคเบิล	1	4.2
ประเภทสายใยแก้วนำแสง	19	79.2
ใช้มากกว่า 1 ประเภท	3	12.5
รวม	24	100.0

ตารางที่ 11-30: สัดส่วนการใช้งานอินเทอร์เน็ตทั้ง 2 ประเภท

ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต	จำนวน	ร้อยละ
AIS	43	27.2
True	30	19.0
NT	23	14.6
3BB	25	15.8
ใช้มากกว่า 1 ผู้ให้บริการ	37	23.4
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-31: สัดส่วนผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตประจำที่หลักขององค์กร

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	317,631	9.0	1,183,854	9.5
ทรัพยากร	611,566	17.0	290,179	2.3
เทคโนโลยี	232,569	7.0	224,028	1.8
ธุรกิจการเงิน	197,564	6.0	85,000	0.7
บริการ	391,519	11.0	21,000	0.2
สินค้าอุตสาหกรรม	75,882	2.0	252,564	2.0
สินค้าอุปโภคบริโภค	1,411,049	40.0	205,311	1.7
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	331,789	9.0	10,138,600	81.8
รวม	3,569,568	100.0	12,400,537	100.0

ตารางที่ 11-32: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาคส่ง (Wireless Router)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	209,641	14.0	212,772	12.8
ทรัพยากร	135,735	9.0	257,515	15.5
เทคโนโลยี	183,754	12.0	179,984	10.8
ธุรกิจการเงิน	162,213	10.0	45,000	2.7
บริการ	245,000	16.0	70,839	4.3
สินค้าอุตสาหกรรม	234,475	15.0	266,979	16.1

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
สินค้าอุปโภคบริโภค	203,487	13.0	189,529	11.4
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	174,679	11.0	440,000	26.5
รวม	1,548,982	100.0	1,662,618	100.0

ตารางที่ 11-33: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาคส่ง (Wired Router)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	-	-	-	-
ทรัพยากร	100,000	29.0	-	-
เทคโนโลยี	-	-	-	-
ธุรกิจการเงิน	-	-	-	-
บริการ	200,000	59.0	-	-
สินค้าอุตสาหกรรม	10,000	3.0	-	-
สินค้าอุปโภคบริโภค	30,000	9.0	-	-
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	-	-	200,000	100.0
รวม	340,000	100.0	200,000	100.0

ตารางที่ 11-34: สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาคส่ง (Wireless Solution)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	13,182	0.3	50,000	1.8
ทรัพยากร	75,000	1.9	20,000	0.7
เทคโนโลยี	-	-	-	0.0
ธุรกิจการเงิน	-	-	10,000	0.4
บริการ	3,650,000	92.6	3,068	0.1
สินค้าอุตสาหกรรม	130,000	3.3	195,000	7.0
สินค้าอุปโภคบริโภค	10,000	0.3	10,000	0.4
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	63,864	1.6	2,500,000	89.7
รวม	3,942,045	100.0	2,788,068	100.0

ตารางที่ 11-35: สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาคส่ง (Wired Solution)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	1,051,955	10.0	570,000	10.1
ทรัพยากร	1,510,933	15.0	1,289,925	22.8

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เทคโนโลยี	931,098	9.0	1,179,844	20.9
ธุรกิจการเงิน	1,459,183	14.0	85,000	1.5
บริการ	1,301,851	13.0	590,119	10.4
สินค้าอุตสาหกรรม	1,322,868	13.0	500,000	8.9
สินค้าอุปโภคบริโภค	1,349,038	13.0	1,084,905	19.2
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	1,443,716	14.0	349,592	6.2
รวม	10,370,643	100.0	5,649,384	100.0

ตารางที่ 11-36: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาครับ (คอมพิวเตอร์ระบบสาย)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	1,528,295	7.0	410,000	7.4
ทรัพยากร	1,545,485	7.0	324,374	5.9
เทคโนโลยี	407,273	2.0	208,214	3.8
ธุรกิจการเงิน	13,075,000	60.0	-	0.0
บริการ	3,180,833	15.0	1,460,435	26.3
สินค้าอุตสาหกรรม	1,229,096	6.0	1,966,667	35.5
สินค้าอุปโภคบริโภค	405,000	2.0	100,000	1.8
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	286,416	1.0	1,075,000	19.4
รวม	21,657,399	100.0	5,544,690	100.0

ตารางที่ 11-37: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาครับ (คอมพิวเตอร์ระบบไร้สาย)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	36,000	5.0	-	-
ทรัพยากร	36,000	5.0	20,000	13.0
เทคโนโลยี	100,000	15.0	-	-
ธุรกิจการเงิน	100,000	15.0	20,000	13.0
บริการ	-	-	-	-
สินค้าอุตสาหกรรม	266,667	40.0	100,000	67.0
สินค้าอุปโภคบริโภค	30,000	5.0	-	-
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	90,000	14.0	10,000	7.0
รวม	658,667	100.0	150,000	100.0

ตารางที่ 11-38: สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาครับ (คอมพิวเตอร์ระบบสาย)

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	-	-	-	-
ทรัพยากร	-	-	20,000	17.0
เทคโนโลยี	-	-	-	-
ธุรกิจการเงิน	93,333	25.0	75,000	65.0
บริการ	-	-	-	-
สินค้าอุตสาหกรรม	100,000	27.0	-	-
สินค้าอุปโภคบริโภค	150,000	41.0	20,000	17.0
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	23,333	6.0	-	-
รวม	366,667	100.0	115,000	100.0

ตารางที่ 11-39: สัดส่วนค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบของการลงทุนระบบอินเทอร์เน็ตภาครับ (คอมพิวเตอร์ไร้ระบบสาย)

การใช้งาน Internet of Thing Solution	จำนวน	ร้อยละ
ใช้	50	31.6
ไม่ใช้	84	53.2
ไม่ทราบหรือไม่แน่ใจ	24	15.2
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-40: สัดส่วนการใช้งาน Internet of Things (IoT) Solution ขององค์กร

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	4	11.0	2	14.0
สินค้าอุปโภคบริโภค	3	8.0	2	14.0
ธุรกิจการเงิน	2	6.0	-	0.0
สินค้าอุตสาหกรรม	9	25.0	3	21.0
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	4	11.0	-	0.0
ทรัพยากร	1	3.0	2	14.0
บริการ	5	14.0	-	0.0
เทคโนโลยี	8	22.0	5	36.0
รวม	36	100.0	14	100.0

ตารางที่ 11-41: สัดส่วนการใช้งาน Internet of Things (IoT) Solution จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม

ประเภท Internet of Thing Solution	จำนวน	ร้อยละ
อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ	9	18.0
หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม	3	6.0
ดิจิทัล	30	60.0

ประเภท Internet of Thing Solution	จำนวน	ร้อยละ
การแพทย์ครบวงจร	1	2.0
ใช้มากกว่า 1 ประเภท	7	14.0
รวม	50	100.0

ตารางที่ 11-42: สัดส่วนประเภท Internet of Things (IoT) Solution ขององค์กร

ต้นทุนการวางระบบ และค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ	จำนวน	ร้อยละ
ต้นทุนการวางระบบ (Capex)	1,324,615.38	94.7
ค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ (Opex)	74,588	0.1
รวม	1,399,203.62	100.0

ตารางที่ 11-43: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบและค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ Internet of Things (IoT) Solution ขององค์กร

ความสำคัญของการใช้ IoT Solution สำหรับผู้ประกอบการ	ระดับความสำคัญ			ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	
เพิ่มรายได้	2.78	0.89	ปานกลาง	7
เพิ่มสินค้า/บริการใหม่	2.78	0.85	ปานกลาง	7
เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ	3.08	1.14	ปานกลาง	4
เพิ่มความพอใจของลูกค้า	2.86	0.94	ปานกลาง	6
ลดต้นทุนขาย	2.92	1.01	ปานกลาง	5
ลดต้นทุนการบริหารจัดการ	3.41	1.2	มาก	3
ลดต้นทุนโครงข่าย	3.54	1.3	มาก	2
เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	3.68	1.3	มาก	1
รวม	3.13	1.00	ปานกลาง	

ตารางที่ 11-44: สัดส่วนความสำคัญของการใช้งาน Internet of Things (IoT) Solution

การใช้งาน Radio-frequency Identification (RFID)	จำนวน	ร้อยละ
ใช้	24	15.0
ไม่ใช้	93	59.0
ไม่ทราบหรือไม่แน่ใจ	41	26.0
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-45: สัดส่วนการใช้งาน Radio-frequency Identification (RFID) Solution ขององค์กร

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
เกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร	2	9.5	-	-
สินค้าอุปโภคบริโภค	1	4.8	-	-

ประเภทธุรกิจ	SET		MAI	
	จำนวน (บาท)	ร้อยละ	จำนวน (บาท)	ร้อยละ
ธุรกิจการเงิน	2	9.5	-	-
สินค้าอุตสาหกรรม	5	23.8	-	-
อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง	3	14.3	-	-
ทรัพยากร	1	4.8	-	-
บริการ	5	23.8	-	-
เทคโนโลยี	2	9.5	3	100.0
รวม	21	100.0	3	100.0

ตารางที่ 11-46: สัดส่วนการใช้งาน Radio-frequency Identification (RFID) Solution จำแนกตามประเภทอุตสาหกรรม

ประเภท Radio-frequency Identification (RFID)	จำนวน	ร้อยละ
ยานยนต์สมัยใหม่	1	4.0
ดิจิทัล	23	96.0
รวม	24	100.0

ตารางที่ 11-47: สัดส่วนประเภท Radio-frequency Identification (RFID) Solution ขององค์กร

ต้นทุนการวางระบบ และค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ	จำนวน	ร้อยละ
ต้นทุนการวางระบบ (Capex)	89,384.62	73
ค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ (Opex)	32,583.33	27
รวม	121,967.95	100.0

ตารางที่ 11-48: สัดส่วนต้นทุนการวางระบบและค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบ RFID Solution ขององค์กร

ความสำคัญของการใช้ RFID Solution สำหรับผู้ประกอบการ	ระดับความสำคัญ			ลำดับ
	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล	
เพิ่มรายได้	2.61	0.99	ปานกลาง	5
เพิ่มสินค้า/บริการใหม่	2.57	0.90	น้อย	6
เพิ่มคุณภาพสินค้า/บริการ	2.74	1.01	ปานกลาง	4
เพิ่มความพอใจของลูกค้า	2.78	1.13	ปานกลาง	3
ลดต้นทุนขาย	2.74	1.01	ปานกลาง	4
ลดต้นทุนการบริหารจัดการ	3.35	1.40	มาก	1
ลดต้นทุนโครงข่าย	3.04	1.22	ปานกลาง	2
เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	3.35	1.43	มาก	1
รวม	2.9	1.06	ปานกลาง	

ตารางที่ 11-49: สัดส่วนความสำคัญของการใช้งาน Radio-frequency Identification (RFID) Solution

การจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านออนไลน์	จำนวน	ร้อยละ
มีการจัดจำหน่ายตั้งแต่ช่วงก่อนเกิดวิกฤต Covid-19	88	55.7
มีการจัดจำหน่ายตั้งแต่ช่วงหลังเกิดวิกฤต Covid-19	15	9.5
ไม่มีการจัดจำหน่ายทั้งช่วงก่อนและหลังเกิดวิกฤต Covid-19	38	24.1
ไม่ทราบหรือไม่แน่ใจ	17	10.8
รวม	158	100.0

ตารางที่ 11-50: สัดส่วนการจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการขององค์กรผ่านช่องทางออนไลน์

รายได้สำหรับการจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์	อัตราการเพิ่มขึ้น (ลดลง)	ร้อยละ
ก่อนเกิดวิกฤต Covid-19	29.0	42.0
หลังเกิดวิกฤต Covid-19	41.0	58.0
รวม	70.0	100.0

ตารางที่ 11-51: สัดส่วนรายได้สำหรับการจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์

รายจ่ายสำหรับการจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์	อัตราการเพิ่มขึ้น (ลดลง)	ร้อยละ
ก่อนเกิดวิกฤต Covid-19	25.0	86.0
หลังเกิดวิกฤต Covid-19	4.0	14.0
รวม	29.0	100.0

ตารางที่ 11-52: สัดส่วนรายจ่ายสำหรับการจัดจำหน่ายสินค้าหรือบริการผ่านช่องทางออนไลน์

ข้อมูลการสำรวจผู้ใช้งานผู้ให้บริการโทรคมนานคม และผู้จำหน่ายอุปกรณ์

<u>ส่วนที่ 1 ลักษณะสินค้าและบริการที่ขายอยู่ในปัจจุบัน และผลประกอบการ</u>

1. สินค้าหรือบริการในปัจจุบันซึ่งใช้ **<u>คลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาต (Unlicensed Band)</u>** เป็นทรัพยากร

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีการจำหน่ายสินค้าหรือบริการอุปกรณ์ประเภทโครงข่ายแกน (Core Network) โครงข่ายรวมสัญญาณ (Aggregate Network) โครงข่ายสื่อสัญญาณ (Transport Network) และ โครงข่ายส่วนเข้าถึง (Access Network) โดยมีการจำหน่ายสินค้าหรือบริการทั้งประเภทสายและไร้สาย เช่น อุปกรณ์ LAN Switch Security Gateway Core Switching รวมไปถึง Router Wi-Fi และ Access Point ทั้งนี้ ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi บางส่วน มีการจำหน่ายสินค้าหรือบริการประเภท IoT และ RFID ร่วมด้วย เช่น อุปกรณ์เซ็นเซอร์ และ RFID Reader

สำหรับผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ IoT มีการจำหน่ายสินค้าหรือบริการทั้งแบบสายและไร้สาย เช่น LoRaWAN เซ็นเซอร์ Edge Controller Local Node และตู้แช่วัคซีนควบคุมอุณหภูมิผ่านอุปกรณ์ IoT ทั้งนี้ ประเภทของสินค้าหรือบริการ IoT ที่จำหน่ายส่วนมากขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งานว่าอยากได้ประเภทของอุปกรณ์ IoT แบบใด

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID มีการจำหน่ายสินค้าหรือบริการสำหรับอุปกรณ์ประเภทไร้สายเพียงอย่างเดียวคือ อุปกรณ์ NFC (Near Field Communication)

2. หากหน่วยงานของท่าน**ไม่ใช้** Unlicensed Band เป็นทรัพยากรในการให้บริการและขายสินค้าข้างต้น หน่วยงานของท่านมีทรัพยากรทางเลือกอื่นหรือไม่ เช่น ปรับไปใช้ระบบไร้สายซึ่งใช้คลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาติ (Licensed Band) ในการให้บริการและขายสินค้า หรือปรับไปใช้ระบบสาย พร้อมทั้ง**บอกเหตุผลประกอบ**

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีคลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตเป็นทรัพยากรทดแทน เนื่องจากสินค้าหรือบริการที่จำหน่ายสามารถรองรับการทำงานด้วยคลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตได้ อย่างไรก็ตาม ทรัพยากรทดแทนในรูปแบบอื่นๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้สินค้าและบริการ

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT มีคลื่นความถี่ที่ต้องขออนุญาตเป็นทรัพยากรทดแทน เนื่องจากเป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานเดิมที่มีอยู่แล้วและอุปกรณ์ IoT ส่วนมากสามารถเชื่อมต่อคลื่นความถี่ดังกล่าวได้ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ IoT ประเภท NB-IoT เป็นอุปกรณ์ทดแทนอีกด้วย

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID ไม่มีทรัพยากรอื่นมาทดแทนสำหรับการจำหน่ายสินค้าหรือบริการอุปกรณ์ NFC เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานบนย่านคลื่นความถี่ที่ไม่ต้องขออนุญาตในช่วง 920-925 MHz เท่านั้น

3. ผลประกอบการและประโยชน์ที่หน่วยงานของท่านได้รับจากการใช้งาน**ระบบไร้สายที่ใช้ Unlicensed Band** สำหรับให้บริการและขายสินค้าข้างต้น เช่น การประหยัดต้นทุนการลงทุนจากการใช้ระบบสายหรือระบบไร้สายที่ใช้ Licensed Band การเพิ่มกำไรจากบริการใหม่ การลดภาระการใช้ Mobile Network

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi บางส่วนได้รับประโยชน์จากอุปกรณ์ Wi-Fi คือ สามารถช่วยจัดการระบบในโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถควบคุมการทำงานของโครงข่ายทางไกลได้ โดยผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีรายได้จากสินค้าหรือบริการ 500-700 ล้านบาทต่อปี และมีกำไรขั้นต้นจากสินค้าหรือบริการร้อยละ 5-10 ต่อปี ทั้งนี้ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีสัดส่วนการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 80 ต่อปี และ OPEX ร้อยละ 20 ต่อปี และบางส่วนไม่สามารถจำแนกสัดส่วนการลงทุนได้เนื่องจากเป็นการลงทุนในรูปแบบซื้อมาและขายไป

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT ได้รับประโยชน์จากอุปกรณ์ IoT คือ ช่วยลดต้นทุนในการทำกิจกรรมในธุรกิจ การติดตั้งและใช้งานมีความง่ายต่อผู้จำหน่าย ผู้ซื้อสินค้า และผู้ใช้บริการ เนื่องจากไม่ต้องเดินสายเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้ โดยบางส่วนมีรายได้จากสินค้าหรือบริการ 1-2 ล้านบาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นกำไรขั้นต้นได้ร้อยละ 10-20 ต่อปี ทั้งนี้มีสัดส่วนการลงทุนจำแนกเป็นประเภท CAPEX ร้อยละ 80 ต่อปีและ OPEX ร้อยละ 10-20 ต่อปี ในขณะที่บางส่วนไม่ทราบรายได้ อย่างไรก็ตามมีกำไรขั้นต้นร้อยละ 100 และมีสัดส่วนการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 30-40 ต่อปี และ OPEX ร้อยละ 10 ต่อปี โดยเน้นการลงทุนในสินค้าที่มีคุณภาพมากเพื่อลดต้นทุนการดูและรักษาในภายหลัง

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID มีรายได้จากสินค้าหรือบริการ RFID น้อยกว่า 500,000 บาทต่อปี และมีกำไรขั้นต้นจากสินค้าหรือบริการร้อยละ 20 ต่อปี โดยจำแนกเป็นสัดส่วนการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 50-100 และ OPEX ร้อยละน้อยกว่า 50 ต่อปี

4. เรียงลำดับแนวโน้มของสินค้าหรือบริการในอนาคตที่หน่วยงานของท่านวางแผนจะลงทุนในอีก 5 ปี

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi มีแนวโน้มการลงทุนใน 4 ประเภทสินค้าหรือบริการดังนี้ 1) Core Network/Aggregate Network/Transport Network ร้อยละ 10 ต่อปี 2) Access Network ร้อยละ 10 ต่อปี 3) IoT Solution ร้อยละ 20-30 ต่อปี 4) RFID Solution ร้อยละ 10 ต่อปี อย่างไรก็ตามมีผู้จำหน่ายอุปกรณ์บางส่วนยังไม่มีแนวโน้มการลงทุนในอนาคต

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT บางส่วนมีแนวโน้มการลงทุนในอุปกรณ์ IoT มากขึ้น 2-3 ล้านบาทต่อปี ซึ่งจำแนกเป็นการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 60 ต่อปีและประเภท OPEX ร้อยละ 40 ต่อปี และบางส่วนมีแนวโน้มการลงทุนใน 3 ประเภทการใช้งานคือ 1) IoT Solution จำแนกเป็นประเภท CAPEX ร้อยละ 30 ต่อปีและ OPEX ร้อยละ 30 ต่อปี 2) RFID Solution จำแนกเป็นประเท CAPEX ร้อยละ 20 ต่อปีและ OPEX ร้อยละ 20 ต่อปี และ 3) อื่นๆ ประกอบด้วย การลงทุนประเภท Platform สำหรับการจัดการพลังงาน และการเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งจำแนกเป็นประเภท CAPEX ร้อยละ 50 ต่อปีและ OPEX ร้อยละ 50 ต่อปี

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID มีแนวโน้มการลงทุนในประเภทการใช้งาน RIFD Solution เพียงอย่างเดียว โดยจะลงทุนเฉลี่ยในอีก 5 ปีข้างหน้า 5.5 ล้านบาทต่อปี ซึ่งจำแนกเป็นสัดส่วนการลงทุนประเภท CAPEX ร้อยละ 90 ต่อปีและ OPEX ร้อยละ 10 ต่อปี

ส่วนที่ 2 ผลกระทบจากวิกฤต Covid-19

1. **หลัง**เกิดวิกฤต Covid-19 ทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้หรือกำไรเพิ่มขึ้นในบริการหรือสินค้าในข้างต้นหรือไม่

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ Wi-Fi หลังเกิดวิกฤติ Covid-19 ทำให้มีรายได้ลดลงร้อยละ 20-50 ต่อปี และมีกำไรลดลงร้อยละ 2-5 ต่อปี จากกำไรขั้นต้น

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ IoT บางส่วนมีรายได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 22 ต่อปี ในขณะที่มีกำไรลดลงร้อยละ 50 ต่อปี และบางส่วนมีรายได้เพิ่มขึ้น 10 ล้านบาทต่อปี อย่างไรก็ตาม ในช่วงวิกฤติ Covid-19 ส่งผลให้อุปกรณ์ ชิป IC ขาดตลาด ทำให้รายได้และกำไรของผู้จำหน่ายอุปกรณ์มีความไม่แน่นอน

สำหรับผู้จำหน่ายอุปกรณ์ RFID มีรายได้และกำไรจากสินค้าหรือบริการลดลงหลังเกิดวิกฤติ Covid-19 โดยลดลงร้อยละ 10-30 ต่อปี และร้อยละ 10-15 ต่อปี ตามลำดับ