โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว

(เลขที่สัญญา B64-1-(2)-002)

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

เสนอ

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ สำนักงาน กสทช.

โดย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันที่ 21 พฤศจิกายน 2566

(แก้ไขตามมติคณะกรรมการ)

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 6
1.1 หลักการและเหตุผล 6
1.2 วัตถุประสงค์ 7
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 7
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 8
1.5 บุคลากรโครงการ 8
1.5.1 บุคลากรหลัก 8
1.5.2 บุคลากรสนับสนุน 8
บทที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 การวิเคราะห์กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band 9
2.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของต่างประเทศ 9
2.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย 26
2.1.3 การวิเคราะห์และการกำหนดแนวทางการพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band 44
2.2 การวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี 50
2.2.1 บทนำ 50
2.2.2 การใช้งาน C-band สำหรับกิจการ 5G 57
2.2.3 การใช้งาน C-band สำหรับกิจการดาวเทียม 60
2.2.4 การใช้คลื่นความถี่ในอนาคต 64
2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ 66
2.3.1 เป้าประสงค์ 66
2.3.2 การทบทวนวรรณกรรม 67
2.3.3 มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-Band 78
2.4 การวิเคราะห์เชิงสังคม 90
2.4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงสังคมในภาพรวม 90
2.4.2 แนวทางการจัดเก็บข้อมูลเชิงสังคม 91
2.4.3 สรุปประเด็นสำคัญในเชิงสังคม 119
2.5 การวิเคราะห์เชิงสิ่งแวดล้อม 122
2.5.1 ความสำคัญของเทคโนโลยี 5G กับสิ่งแวดล้อม 122
2.5.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) กับงานด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G 125
2.5.3 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในภาคอุตสาหกรรม 137
2.5.4 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) ในภาคการคมนาคมขนส่ง 140
2.5.5 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในภาครถยนต์ไร้คนขับ 142
2.5.6 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) ในภาคการเกษตร 145

บทที่ 3 การวิเคราะห์นโยบายต่างประเทศและประเทศไทย 149
3.1 การวิเคราะห์นโยบายแต่ละประเทศที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band 149
3.1.1 นโยบายของประเทศไทย 149
3.1.2 นโยบายของสาธารณรัฐอินโดนีเซีย 151
3.1.3 นโยบายของสหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล 152
3.1.4 นโยบายของสาธารณรัฐประชาชนจีน 155
3.1.5 นโยบายของประเทศญี่ปุ่น 157
3.1.6 นโยบายของสาธารณรัฐฝรั่งเศส 158
3.2 สรุปการนำบทเรียนมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย 162
บทที่ 4 การสรุปผลจากข้อมูลผู้มีส่วนได้ส่วนเสียใช้ประโยชน์คลื่น C-Band 165
4.1 ข้อมูลการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์คลื่น C-Band 165
1. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทหารอากาศ กองทัพอากาศ 166
2. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) 168
3. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย 170
4. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด 171
5. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข 172
6. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักบริการคอมพิวเตอร์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 174
7. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สถาบันพัฒนาศักยภาพด้านดิจิทัล เพื่อ EEC มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา 176
8. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด 177
9. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTAC) 178
10. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สดช. 180
11. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.) 181
12. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด 183
13. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด (มหาชน) 184

14. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ 186
15. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) 189
16. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA) 191
17. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมการสื่อสารทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย 192
18. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ 193
19. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กองตำรวจสื่อสาร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ 195
20. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) 195
21. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด 197
22. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC) 200
23. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท แอดวานซ์ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN) 201
24. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) 203
4.2 รายงานการประชุมเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) ภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว 205
4.3 รายงานการประชุมรับฟังความคิดเห็นสาธารณะภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว 219
บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนานโยบายสาธารณะ ในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ย่าน C-band 250
5.1 บทนำ 250
5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยจากข้อมูลจากการสำรวจ ข้อมูลแวดล้อม และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก 250
5.2.1 สรุปการสำรวจผู้ใช้ประโยชน์ในคลื่นความถี่ C-band 250
5.2.2 ปัจจัยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ 252
5.2.3 ปัจจัยด้านความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมและผู้ใช้งาน 254
5.2.4 ปัจจัยด้านความต้องการแถบความถี่ในการใช้งาน 259
5.2.5 ปัจจัยด้านการส่งเสริมหรือนโยบายจากภาครัฐ 262
5.3 การวิเคราะห์คลื่นความถี่ย่าน Extended C-band (3.3-3.7 GHz) 262
5.4 การวิเคราะห์คลื่นความถี่ย่าน Standard C-band (3.7-4.2 GHz) 264
5.5 รูปแบบของนโยบายสาธารณะที่เป็นไปได้ 265
5.5.1 แบบที่ 1 Best Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ย่าน C-band 267

5.5.2 แบบที่ 2 Worst Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ C-band....268
5.5.3 แบบที่ 3 Best Case และปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมย่านความถี่ C-band....269
5.6 สรุปทางเลือกรูปแบบของนโยบายสาธารณะที่เป็นไปได้....272
บรรณานุกรม....275
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) และ การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ (Public Hearing) 278
ก.1 การประชุมเฉพาะกลุ่ม ณ โรงแรมโนโวเทล (ประตูน้ำ) วันที่ 27 มิถุนายน 2566....278
ก.2 การรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ ณ โรงแรม Grand Fortune พระราม 9 ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2566....284
ภาคผนวก ข กระบวนการสุ่มตรวจของ Nelson....297
ภาคผนวก ค. การสำรวจปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ C-band....299
ค.1 กลุ่มผู้ใช้กล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม....299
ค.2 กลุ่มผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม....305
ค.3 กลุ่มผู้ใช้บริการการสื่อสารภาครัฐและเอกชน....306
ค.4 กลุ่มผู้ประกอบการดาวเทียม....306
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในภาคอุตสาหกรรม....308
1) การใช้ในอุตสาหกรรมการแพทย์ (SMART Medicine)....308
2) การใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม (SMART Manufactory)....313
3) การใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร (SMART Agriculture)....320
4) การใช้ในภาคการศึกษา (SMART Education)....325
5) การใช้ในชีวิตประจำวัน (SMART Living)....331
6) การใช้งานภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Smart Transportation and Smart Traffic Planning)....333

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) มีหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียงวิทยุโทรทัศน์ และกิจการคมนาคม ในการกำหนดการจัดสรรคลื่นความถี่ระหว่างคลื่นความถี่ที่ใช้ในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม และกิจการวิทยุคมนาคม ตลอดจนพิจารณาอนุญาตและกำกับดูแลการใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคมและกิจการวิทยุคมนาคม และกำหนดหลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน ทั้งในกิจการประเภทเดียวกันและระหว่างกิจการแต่ละประเภท

คลื่นความถี่ย่าน C-Band มีการใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed Satellite Service – FSS) มาเป็นระยะเวลานาน โดยคลื่นความถี่ย่าน 3.4 – 4.2 GHz ถูกกำหนดให้ใช้สำหรับการสื่อสารในทิศทางจากอวกาศสู่โลก (Downlink) ในขณะที่คลื่นความถี่ย่าน 5.925 – 6.725 GHz ถูกกำหนดให้ใช้สำหรับการสื่อสารในทิศทางจากโลกสู่อวกาศ (Uplink) เมื่อเกิดพัฒนาการและเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี คลื่นความถี่ย่าน 3.4 – 4.2 GHz (Downlink C-Band) ได้กลายเป็นคลื่นความถี่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และเป็นที่ต้องการสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) เนื่องจากเป็นย่านความถี่ Mid band ของเทคโนโลยี 5G ซึ่งมีคุณสมบัติในการสร้างความ ครอบคลุมโครงข่าย (Coverage) และมี Bandwidthจำนวนมาก ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลความเร็วสูง อันเป็นลักษณะพื้นฐานของเทคโนโลยี 5G โดย Third Generation Partnership Project (3GPP) ได้กำหนดแผนความถี่ (Band plan) ในย่านดังกล่าว ได้แก่ n77(3.3 – 4.2 GHz) และ n78 (3.3 – 3.8 GHz) สำหรับประเทศไทย กสทช. ได้กำหนดนโยบายเบื้องต้นของคลื่นความถี่ย่าน 3.4 – 3.7 GHz ในแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) ให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับ กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างศึกษาการใช้งานร่วมกันดังกล่าว

ในขณะเดียวกันคลื่นความถี่ย่าน 5.925 – 6.725 GHz (Uplink C-Band) ได้รับความสนใจจากกลุ่มบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์รายใหญ่ในระดับนานาชาติ ซึ่งเลือกพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานเป็นการทั่วไป หรือไม่ต้องผ่านการได้รับอนุญาต (unlicensed spectrum) เช่น WiFi 6E หรือ 5G NR-U ในคลื่นความถี่ย่านนี้ และองค์กรการกำกับดูแลในหลายประเทศ ได้แก่ คณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสารแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Federal Communications Commission – FCC) และคณะกรรมการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์แห่งสหภาพยุโรป (Electronic Communications Committee – ECC) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ให้ใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีกลุ่ม Unlicensed และกิจการที่มีการใช้งานอยู่แล้ว เช่น กิจการประจำที่ และกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม เพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่และให้การใช้คลื่นความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เพื่อให้การกำหนดนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รอบคอบ โปร่งใส สอดคล้องต่อการพัฒนาของเทคโนโลยี และให้สามารถเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศไทยตามนโยบายประเทศไทย 4.0 โดยประเมินถึงผลกระทบด้านแนวโน้มเทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์และสังคมอย่างรอบด้าน สำนักงาน กสทช. จึงเห็นควรจัดให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว (กรอบเวลา 10 ปี ขึ้นไป) เพื่อใช้ประกอบและสนับสนุนการกำหนดนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ของ กสทช. และทำให้เกิดความชัดเจนต่อแนวทางการดำเนินกิจการของอุตสาหกรรมทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ผู้ได้รับผลกระทบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว โดยมีการคำนึงถึงผลกระทบด้านแนวโน้มเทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์และสังคมอย่างรอบด้าน
2. เพื่อสร้างกลไกการมีส่วนร่วมของภาคส่วนที่เกี่ยวข้องต่อการกำหนดนโยบายด้านการบริหารคลื่นความถี่ของประเทศเพื่อประโยชน์สาธารณะอย่างแท้จริง

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. ศึกษาสำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลสถานะการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่งรวมถึงการสำรวจประเมินปริมาณของผู้ใช้งานและผู้ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ในรูปแบบต่าง ๆ โดยละเอียด เพื่อให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ และประเมินผลกระทบในด้านต่าง ๆ จากทางเลือกหรือข้อเสนอแนะทางด้านนโยบายได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ
2. จัดทำรายงานผลการศึกษาเบื้องต้น (Inception Report) จากผลการศึกษาในข้อ 1
3. ศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยหรือแนวทางการกำกับดูแลเกี่ยวกับการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของต่างประเทศ อย่างน้อย 3 ประเทศ ที่มีลักษณะการใช้คลื่นความถี่ย่านนี้ใกล้เคียงกับประเทศไทย ทั้งนี้ ต้องมีประเทศสมาชิกอาเซียนอย่างน้อย 1 ประเทศด้วย
4. จัดทำข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว โดยอาจจัดทำเป็นทางเลือก (Policy Options) ซึ่งในแต่ละทางเลือกให้วิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย รวมถึงประเมินผลกระทบทั้งในด้านแนวโน้มเทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ และสังคมอย่างรอบด้าน และจัดให้มีการรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) โดยมีผู้เข้าร่วมอย่างน้อย 50 คน (หรือจัดให้มีช่องทางการสื่อสารออนไลน์ ในกรณีที่รัฐบาลยังดำเนินมาตรการเพื่อควบคุมและลดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19))
5. จัดทำรายงานผลการศึกษาฉบับกลาง (Interim Report) จากผลการศึกษาในข้อ 3 และ 4 และผลที่ได้จากการรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group)
6. ปรับปรุงข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว จากผลการรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) และจัดให้มีการรับ

ฟังความคิดเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและบุคคลทั่วไปต่อข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะดังกล่าว โดยมีผู้เข้าร่วมอย่างน้อย 100 คน (หรือจัดให้มีช่องทางการสื่อสารออนไลน์ ในกรณีที่รัฐบาลยังดำเนินมาตรการเพื่อควบคุมและลดการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)) และจัดทำรายงานสรุปผลการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะด้วย

7. จัดทำรายงานผลการศึกษาฉบับสมบูรณ์ (Final Report) โดยปรับปรุงแก้ไขจากรายงานผลการศึกษาฉบับกลางและผลการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและบุคคลทั่วไป

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีรายงานผลการศึกษาสถานะการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทยในปัจจุบันจากการสำรวจ ศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลตามข้อ 1
2. มีบทวิเคราะห์ ข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว ซึ่งได้ประเมินผลกระทบด้านแนวโน้มเทคโนโลยีเศรษฐศาสตร์และสังคมแล้ว
3. มีรายงานสรุปผลการรับฟังความเห็นสาธารณะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อข้อเสนอแนะทางด้านนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว

1.5 บุคลากรโครงการ

1.5.1 บุคลากรหลัก

1. ผศ. ศิริวัฒน์ พูนวศิน	หัวหน้าโครงการ
2. รศ.ดร. มงคล รักษาพัชรวงศ์	ที่ปรึกษาฯ ด้านระบบสื่อสาร
3. ผศ.ดร.ศุภฤกษ์ สุขสมาน	ที่ปรึกษาฯ ด้านนโยบายสาธารณะ
4. ผศ.ดร.ธงชัย ศรีวรรธนะ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการเงิน
5. ดร.นณริฏ พิศลยบุตร	ผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์
6. นายสืบศักดิ์ สืบภักดี	ผู้เชี่ยวชาญด้านโทรคมนาคม
7. นายสัณห์ อุทยารัตน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านโทรคมนาคม
8. ผศ.ดร.พรเทพ อนุสสรนิติสาร	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

1.5.2 บุคลากรสนับสนุน

1. นายเอกพล หิรัณยเอกภาพ	ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านโทรคมนาคม
2. นายลูกา เนตรเนรมิตร	ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านโทรคมนาคม
3. นางสาวพรรษา บุนนาค	นักวิจัยด้านนโยบายสาธารณะ
4. นายศยาม เกษะโกมล	ผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญด้านเศรษฐศาสตร์ การเงิน
5. ดร.อรัชมน พิเชฐวรกุล	นักวิจัยด้านกฎหมาย
6. นาวาอากาศเอกศรัณย์ ทัพภะสุต	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ
7. นางสาวอภิญญา แก้วมา	เลขานุการโครงการ

บทที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band

จากปริมาณความต้องการคลื่นความถี่ที่มีเพิ่มมากขึ้นเพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G จะเห็นได้ว่าคลื่นความถี่ที่ใช้สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งเทคโนโลยี 2G 3G และ 4G ในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการดังกล่าว ส่งผลให้คลื่นความถี่สำหรับ 5G จะมีทั้งย่านความถี่ที่ใช้สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเดิม และย่านความถี่ใหม่เพิ่มเติม ดังนั้น จึงจำต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเอาคลื่นย่าน C-Band มาใช้ประโยชน์เพิ่มเติม สำหรับย่านความถี่ C - band (3300 - 4200 MHz และ 4400 - 5000 MHz) ได้มีบางประเทศนำมาเริ่มทดลองใช้สำหรับ 5G โดยย่านความถี่ 3400 - 3600 MHz มีการระบุเป็นย่านความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในข้อบังคับวิทยุของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตามการนำคลื่นความถี่มาใช้งานในทางปฏิบัติจะต้องพิจารณาการใช้คลื่นความถี่ร่วมกันกับกิจการอื่นด้วย จึงจำเป็นต้องศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยคณะผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาในส่วนกฎหมายและนโยบายออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

(1) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของต่างประเทศ

(2) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย

(3) การวิเคราะห์และการกำหนดแนวทางการพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band

2.1.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของต่างประเทศ

ในส่วนนี้คณะผู้วิจัยจะนำเสนอข้อกฎหมายหรือข้อเท็จจริงจากการใช้กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของกฎหมายประเทศต่าง ๆ ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศฝรั่งเศส และประเทศบราซิล ที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายโทรคมนาคมและวิทยุคมนาคมต่าง ๆ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G รวมไปถึงมาตรการทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการศึกษาหลักเกณฑ์และเงื่อนไขทางกฎหมายต่าง ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

1) สาธารณรัฐประชาชนจีน

ในการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมมีกฎหมายหลัก 2 ฉบับที่ใช้ประกอบกัน คือ Telecommunications Regulations of the People's Republic of China 2000 และ Telecommunications Regulations of the People's Republic of China 2015 โดยได้มีการกำหนดประเภทการให้บริการโทรคมนาคมดังนี้[1]

[1] http://www.zhonglun.com/Content/2017/08-16/1841302098.html

ตารางที่ 1 การกำหนดประเภทการให้บริการโทรคมนาคม

ประเภท	จำแนกบริการ
บริการโทรคมนาคมขั้นพื้นฐาน (Basic Telecommunications Service) ประเภทที่ 1	Fixed-Line Communications Services Cellular Mobile Communications Services Satellite Communications Services Category 1 Data Communications Services Category 1 IP Telephone Services
บริการโทรคมนาคมขั้นพื้นฐาน (Basic Telecommunications Service) ประเภทที่ 2	Trucking/Trunk Communications Services Wireless Paging Services Satellite Communications Services Category 2 Data Communications Services Category 2 Domestic Communications Facilities Services Network Hosting Service
บริการโทรคมนาคมเสริม (Value-added Telecommunications Service) ประเภทที่ 1	Internet Data Centre Service Content Delivery or Distribution Networks Services Domestic Internet Protocol Virtual Private Network Services Internet Access Services
บริการโทรคมนาคมเสริม (Value-added Telecommunications Service) ประเภทที่ 1	Domestic Multi-Party Communications Services Storage And Forwarding Services Call Centre Services Information Services Code And Protocol Translation Services

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นภาคีสมาชิกขององค์การการค้าโลก (WTO) ที่ตกลงให้ความยินยอมให้ต่างชาติเข้ามาลงทุนด้านกิจการโทรคมนาคมหุ้นของต่างชาติที่ลงทุนจดทะเบียนตั้งบริษัทในจีนต้องไม่เกินร้อยละ 49 ทั้งนี้ เงื่อนไขการออกใบอนุญาตมีเรื่องการกำหนดสัดส่วนการถือหุ้นของหน่วยงานรัฐด้วย เนื่องจากแต่เดิมดำเนินการโดยรัฐเป็นเจ้าของก่อนที่จะเข้าร่วมในข้อตกลงการค้าบริการขององค์การการค้าโลก เช่น เงื่อนไขที่กำหนดให้ผู้ประกอบการโทรคมนาคมที่มีรัฐเป็นเจ้าของเดิม และให้บริการโทรคมนาคมพื้นฐานกำหนดให้รัฐถือสัดส่วนการลงทุนได้ไม่เกินร้อยละ 51 เป็นต้น และในส่วนของการประกอบกิจการโทรคมนาคมโดยชาวต่างชาติ ต้องดำเนินการประกอบกับข้อกฎหมาย Provisions on the Administration[2] ที่กำหนดเงื่อนไขการลงทุนและการให้บริการโทรคมนาคมพื้นฐาน (Basic Telecommunications Services) กับการบริการโทรคมนาคมเสริม (Value-added Telecommunication Services) แตกต่างกัน ซึ่งโดยการให้บริการ

[2] ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ดำเนินการตามข้อตกลง ขององค์การการค้าโลก ด้านการค้าบริการด้านโทรคมนาคม โดยกำหนดให้มีการออกกฎหมายภายในประเทศเป็นการเฉพาะ ที่อนุญาตให้ต่างชาติเข้ามาลงทุนใน กิจการโทรคมนาคม เรียกว่า Provisions on Administration of Foreign-investment Telecommunications Enterprises ซึ่งมีผลบังคับใช้ในวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2002

โทรคมนาคมพื้นฐาน เป็นตลาดที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงภายในประเทศ และเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นจึงได้มีเงื่อนไขการเข้ามาลงทุนที่เข้มงวด และอนุญาตให้ต่างชาติเข้ามาลงทุนด้วยจำนวนการลงทุนที่น้อยกว่าการลงทุนในบริการโทรคมนาคมเสริม

ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน มีกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Industry and Information Technology (MIIT)) เป็นหน่วยงานที่มีอำนาจในการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมความรับผิดชอบหลักของ MIIT ในส่วนที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมประกอบด้วย

- กำหนดแผน นโยบาย กฎหมาย ข้อบังคับ และเกณฑ์ทางเทคนิคสำหรับอุตสาหกรรมสารสนเทศและโทรคมนาคม
- การจัดการข้อมูลสาธารณะเครือข่ายโทรคมนาคม และอินเทอร์เน็ต
- กำกับดูแลตลาดโทรคมนาคมและบริการข้อมูล
- ประสานงานกับส่วนราชการอื่นในการกำหนดนโยบายและมาตรฐานค่าบริการโทรคมนาคม
- จัดสรรและบริหารทรัพยากรคลื่นความถี่วิทยุ
- ดูแลความปลอดภัยของเครือข่ายโทรคมนาคม

ปัจจุบัน 5G เป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์หลักของชาติ เพื่อเป็นเป็นมหาอำนาจทางเทคโนโลยี โดยในแผนการ “Made in China 2025” ได้ระบุว่า 5G ถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะเป็นผู้นำด้านเทคโนโลยีไร้สายแห่งอนาคตในระดับโลก[3] ทั้งนี้ ยังได้ออกมาตรการต่าง ๆ ขึ้นมาสนับสนุนยุทธศาสตร์ดังนี้ ในเดือนธันวาคม 2018 MIIT ได้ออกมาตรการประสานงานความขัดแย้งสำหรับสถานีฐานและสถานีวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ 5G เช่น สถานีดาวเทียมในคลื่นความถี่ 3,000 - 5,000 MHz เพื่อประสานงานสถานี 5G และสถานีวิทยุอื่น ๆ ในคลื่นความถี่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน มาตรการนี้มีผลบังคับใช้ในวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2019

ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2019 MIIT ได้ออกแผนส่งเสริม 5G-Plus Industrial Internet 512 Program ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อสร้างแพลตฟอร์มบริการสาธารณะทางอุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อกับ 5G ห้าแพลตฟอร์ม ครอบคลุม 10 ภาคส่วนสำคัญ และสร้างบริบทการใช้งานเชิงอุตสาหกรรมทั่วไปอย่างน้อย 20 บริบท

ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2020 MIIT ได้ออกหนังสือเวียนว่าด้วยการเร่งรัดการพัฒนา 5G โดยเปิดตัว 18 มาตรการใน 5 ด้าน รวมถึงการเร่งสร้างและปรับใช้เครือข่าย 5G โดยมีเมืองใหญ่ของจีน เช่น ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ เซินเจิ้น และหางโจว ที่กำหนดกลยุทธ์และแผนงานในท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G[4]

เมื่อวันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2561 กระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาธารณรัฐประชาชนจีน ได้ออกใบอนุญาตให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ให้ผู้ประกอบการเครือข่ายสัญญาณใหญ่

---

[3] Institute for security and development policy, June 2018, https://isdp.eu/cont/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf, https://www.uschamber.com/assets/archived/images/final_made_in_china_2025_report_full.pdf

[4] https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/china

จำนวน 3 รายได้แก่ บริษัท ไชน่า เทเลคอม (China Telecom) จำกัด และบริษัท ไชน่า ยูนิคอม (China Unicom) จำกัด โดยได้รับการจัดสรรคลื่นสัญญาณ 3.5 GHz ในขณะที่บริษัทไชน่าโมบาย (China Mobile) จำกัด ได้รับคลื่นสัญญาณ 2.6 GHz และ 4.8 GHz ทั้งนี้ มีการระบุว่าการจัดสรรคลื่นความถี่ให้แก่บริษัททั้ง 3 ดังกล่าว ซึ่งเป็นวิสาหกิจของรัฐได้เป็นไปอย่างเป็นธรรม การออกใบอนุญาตดังกล่าวในครั้งนี้ได้เกิดขึ้นก่อนกำหนดที่เคยประกาศว่า รัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนจะออกใบอนุญาตให้แก่ผู้ประกอบการในปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) ตามนโยบายรัฐบาลที่ต้องการผลักดันเทคโนโลยีการสื่อสารยุคใหม่ ซึ่งจะช่วยให้สาธารณรัฐประชาชนจีนก้าวสู่ผู้นำมาตรฐาน 5G อันเป็นการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้เชิงพาณิชย์ให้เกิดขึ้นได้จริงโดยเร็วที่สุด[5]

สำหรับการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกันบริษัท China Telecom ผู้ให้บริการรายใหญ่อันดับสอง และบริษัท China Unicom ผู้ให้บริการรายใหญ่อันดับสาม ลงนามใน “ข้อตกลงกรอบการสร้างและแบ่งปันเครือข่าย 5G ร่วมกัน” (Framework Agreement on Co-building and Co-sharing 5G Networks) เมื่อวันที่ 9 กันยายน ค.ศ. 2019 ผู้ให้บริการทั้งสองจะสร้างและใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกันสำหรับเครือข่ายการเข้าถึงวิทยุ 5G (RAN) ในเมืองใหญ่ ได้แก่ ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ เซินเจิ้น และกวางโจว อย่างไรก็ตามเครือข่ายหลัก 5G จะสร้างแยกกันตามข้อตกลงดังกล่าวมีแผนที่จะแบ่งงานระหว่างทั้งสองรายในเมืองที่จะใช้เครือข่ายร่วมกัน โดยแต่ละพื้นที่จะแบ่งตามจำนวนสถานีฐาน 4G อย่างคร่าว ๆ ทั้งนี้ ผู้ดำเนินการแต่ละรายจะต้องรับผิดชอบในการลงทุน บำรุงรักษา และดำเนินการสถานีฐานที่สร้างขึ้น ในส่วนของใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในขณะนี้ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่ชัดสำหรับการอนุญาตให้คู่แข่งเข้าถึงเครือข่าย 5G ใหม่ และในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2563 แผนกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของ MIIT ได้ออกร่างแนวทางการสร้างกรอบมาตรฐานความปลอดภัยของข้อมูลในภาคโทรคมนาคมและอินเทอร์เน็ต (draft Guide to the Building of the Framework of Data Security Standards in the Telecommunications and Internet Sectors) ซึ่งร่างดังกล่าวได้เสนอกรอบเบื้องต้นของมาตรฐานความปลอดภัยของข้อมูลในภาคโทรคมนาคมและอินเทอร์เน็ตภายในปี 2564 ควบคู่ไปกับมาตรฐานเฉพาะสำหรับเทคโนโลยี 5G[6]

2) ประเทศอินโดนีเซีย

อินโดนีเซียเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรของโลก เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย และระหว่างทวีปเอเชียและทวีปออสเตรเลีย[7] ด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ดังกล่าว ความก้าวหน้าทางอวกาศและเทคโนโลยีโทรคมนาคม จึงมีความสำคัญที่ช่วยเชื่อมต่อการสื่อสารของคนจาก

[5] สำนักกรรมาธิการ 1 สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, รายงานเรื่อง เทคโนโลยี 5G ของคณะกรรมาธิการการสื่อสารโทรคมนาคมและดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมสภาผู้แทนราษฎร, 2564, หน้า 51

[6] https://cms.law/en/int /expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/china

[7] Asean-info.com, “อินโดนีเซีย – การเมืองและการปกครอง”, https://www.aseaninfo.com/asean_members/indonesia_politics.html, สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2566, Embassy of Indonesia Washington, DC.,“Facts & Figures”, https://www.embassyofindonesia.org/basic-facts/, accessed 1 January 2023.

พื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศให้เป็นหนึ่งเดียว และสามารถใช้ประโยชน์จากตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ดังกล่าวเพื่อพัฒนาศักยภาพของประเทศในด้านต่าง ๆ ได้

กฎหมายหลักเกี่ยวกับการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในประเทศอินโดนีเซียนั้นคือ รัฐบัญญัติหมายเลข 36 แห่ง ปี ค.ศ. 1999 ว่าด้วยกิจการโทรคมนาคม และที่แก้ไขเพิ่มเติม (Indonesia Law No. 36 of 1999 on Telecommunications as Amended)[8] โดยกิจการโทรคมนาคมในประเทศอินโดนีเซียเป็นกิจการเสรี ตั้งแต่ต้น พ.ศ. 2564 นักลงทุนจากต่างประเทศสามารถถือหุ้นในการกิจการโทรคมนาคมได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นผลจากออกกฎของประธานาธิบดีหมายเลข 10 แห่งปี ค.ศ. 2021 (Government Regulation Number 46 of 2021 On Post, Telecommunication and Broadcasting) ("GR 46/2021") ("Omnibus Law")[9] เพื่อส่งเสริมการลงทุนจากต่างประเทศ และเศรษฐกิจดิจิทัล กิจการโทรคมนาคมในประเทศอินโดนีเซีย แบ่งออกเป็นสามประเภทหลัก ได้แก่[10]

1. กิจการโครงข่ายโทรคมนาคม ได้แก่ กิจการโครงข่ายประจำที่ ประกอบด้วย โครงข่ายประจำที่แบบท้องถิ่น แบบทางไกลภายในประเทศ แบบระหว่างประเทศ และโครงข่ายประจำที่ระบบปิด และกิจการโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ ประกอบด้วยโครงข่ายแบบเคลื่อนที่ภาคพื้นดิน (Mobile Terrestrial Networks) โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบรวงผึ้ง (Mobile Cellular Networks) โครงข่ายเคลื่อนที่ดาวเทียม (Mobile Satellite Networks)

2. กิจการบริการโทรคมนาคม ได้แก่ บริการโทรศัพท์พื้นฐานบริการเพิ่มมูลค่า (Value-added Telephone Services) บริการสื่อประสม (Multimedia) บริการอินเทอร์เน็ต บริการโทรทัศน์อินเทอร์เน็ต (IPTV) เป็นต้น

3. กิจการโทรคมนาคมพิเศษ เช่น สำหรับการใช้งานส่วนบุคคล เพื่อความมั่นคงและป้องกันประเทศ สำหรับการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่นั้นมีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- รัฐบัญญัติหมายเลข 36 แห่ง ปี ค.ศ. 1999 ว่าด้วยกิจการโทรคมนาคม และที่แก้ไขเพิ่มเติม (Indonesia Law No. 36 of 1999 on Telecommunications as Amended) มาตรา 33 ที่กำหนดให้ผู้ประกอบธุรกิจที่ประสงค์จะใช้คลื่นความถี่จะต้องของรับใบอนุญาตจากรัฐบาลก่อน โดยการใช้คลื่นความถี่จะต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดและไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกัน.
- ข้อบังคับหมายเลข 53 แห่งปี ค.ศ. 2000 ว่าด้วยการใช้คลื่นความถี่และวงโคจรดาวเทียมและที่แก้ไขเพิ่มเติม[11] (government Regulation No. 53 of 2000 on the Use of Radio Frequency Spectrum and Satellite ended) ("GR 53/2000") โดยหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการกำกับดูแล

[8] ICLG, The International Comparative Legal Guide to: Telecoms, Media & Internet Laws & Regulations 2018, 11th Edition, p. 102

[9] https://www.aseanbriefing.com/news/new-provisions-for-indonesias-postal-telecommunications-and-broadcasting-sectors/

[10] สำนักกิจการดาวเทียมสื่อสารสำนักงานกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, รายงานฉบับสมบูรณ์ เล่มที่ 1 โครงการศึกษาทิศทาง รูปแบบการให้บริการดาวเทียมในอนาคต และแนวทางในการกำกับดูแลการให้บริการดาวเทียมในประเทศไทย,พฤษภาคม พ.ศ. 2565,หน้า 270

[11] แก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎของประธานาธิบดีหมายเลข 10 แห่งปี 2021 (government Regulation Number 46 of 2021 On Post, Telecommunication And Broadcasting) ("GR 46/2021") ("Omnibus Law")

การใช้คลื่นความถี่ คือ กรมทรัพยากรและอุปกรณ์สื่อสารและไปรษณีย์ (Directorate General of Resources and Devices of Informatic and Postal) ซึ่งอยู่ภายใต้กระทรวงการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MOCI)[12] ซึ่งการแก้ไขเพิ่มเติม GR 53/2000 ในปี พ.ศ. 2564 นี้เป็นไปเพื่อให้ใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สามารถใช้ร่วมกันกับผู้ประกอบกิจการรายอื่นได้บนหลักการที่ว่าจะต้องใช้คลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกันของสัญญาณที่เป็นอันตราย การใช้คลื่นความถี่ร่วมกันสามารถทำได้โดยใช้คลื่นความถี่ในเวลา ภูมิภาค หรือเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ ผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโครงข่ายโทรคมนาคมอาจร่วมมือกับผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโครงข่ายโทรคมนาคมรายอื่นในการใช้คลื่นความถี่เพื่อนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้งานด้วยก็ได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้สามารถบริหารต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ ขยายพื้นที่การให้บริการ ส่งผลให้ค่าบริการมีราคาที่ต่ำลง หรือเพื่อตอบสนองต่อผลประโยชน์ของประเทศ การใช้คลื่นความถี่ร่วมกันนั้นจะต้องได้รับการอนุมัติจากรัฐมนตรีกระทรวงการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MOCI) และใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ยังสามารถโอนให้แก่กันได้ หากได้รับการอนุมัติจากรัฐมนตรีกระทรวงการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MOCI) ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน GR 46/2021

- กฎกระทรวงการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MOCI) หมายเลข 13 ค.ศ. 2018 เรื่องตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งประเทศอินโดนีเซีย (Regulation of the Minister of Communication and Informatics No. 13 of 2018 on Indonesian Radio Frequency Spectrum Allocation Table) ซึ่งกำหนดแนวทางการใช้งานคลื่นความถี่ให้เป็นไปตามแนวทางที่สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) กำหนดไว้

โดยทั่วไปแล้วกระบวนการในการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ข้างต้นนั้น จะใช้วิธีคัดเลือก การประกวดราคาหรือมาก่อนได้ก่อน อย่างไรก็ดี กระบวนการในการให้ใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่นั้น จะดำเนินการหลังจากการออกใบอนุญาตประกอบกิจการโทรคมนาคมที่เกี่ยวข้องแล้ว โดยส่วนมากแล้วจะใช้วิธีการคัดเลือกสำหรับกรณีการนำคลื่นความถี่ไปใช้ในกิจการเพื่อความมั่นคงและป้องกันประเทศ ส่วนการให้ใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับวัตถุประสงค์อื่นมักจะดำเนินการ ผ่านวิธีการประกวดราคาตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดเป็นคราว ๆ ไป ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่แล้วจะไม่จำเป็นต้องขอใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับสถานีวิทยุคมนาคม ซึ่งใช้คลื่นความถี่ที่ได้รับอนุญาตแยกต่างหากอีกฉบับ โดยใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่มีอายุสูงสุด 10 ปี และสามารถขอต่ออายุได้อีกหนึ่งครั้งโดยต่ออายุได้อีกไม่เกิน 10 ปี โดยเป็นอำนาจของรัฐมนตรีกระทรวงการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการพิจารณาโดยต้องคำนึงถึงแผนการใช้งานคลื่นความถี่ในอนาคต หากใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สิ้นสุดแล้วผู้รับใบอนุญาตจะต้องขอรับใบอนุญาต

[12] https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/2-618-9438?transitiont ype=Default&cont extData=(sc.Default)&firstPage=true

ดังกล่าวอีกครั้ง โดยผู้รับใบอนุญาตอยู่ก่อนจะมีสิทธิได้รับการพิจารณาให้ได้รับใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ก่อนผู้อื่น[13]

นอกจากนี้อินโดนีเซียมีนโยบายส่งเสริมการลงทุนจากต่างประเทศเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจภายในประเทศ โดยได้ออกกฎหมายส่งเสริมการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Foreign Direct investment) โดย Presidential Regulation No. 10 of 2021[14] หรือที่เรียกกันว่า Positive investment List เพื่อกำหนดประเภทของธุรกิจที่เปิดให้ชาวต่างชาติเข้ามาลงทุนได้[15] โดยมีสาระสำคัญ คือกำหนดธุรกิจ 4 ประเภท ได้แก่ ภาคธุรกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง (Priority) ภาคธุรกิจที่กำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Specific Requirements or Limitations) ภาคธุรกิจที่ต้องร่วมลงทุนกับกิจการขนาดเล็ก (Compulsory Partnership) และภาคธุรกิจที่ไม่เปิดให้ชาวต่างชาติ (Not Open to Foreign investment) จากการแบ่งประเภทดังกล่าว กิจการโทรคมนาคมอยู่ในกลุ่มภาคธุรกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยได้เปิดช่องให้ชาวต่างชาติสามารถเข้ามาลงทุนในกิจการโทรคมนาคมได้สูงสุดในอัตราส่วนร้อยละ 100 ภายใต้เงื่อนไขของมูลค่าการลงทุนขั้นต่ำคือ หนึ่งหมื่นล้านอินโดนีเซียรูเปีย (IDR 10 Billion) โดยจะได้รับสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ส่วนลดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคล อัตราภาษี ณ ที่จ่ายต่ำกว่าปกติ รวมทั้งการได้รับความช่วยเหลือด้านโครงสร้างพื้นฐานการได้รับความสะดวกในการขอรับใบอนุญาต (License) เป็นต้น[16]

องค์กรที่กำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมของประเทศอินโดนีเซีย คือ สำนักงานกำกับกิจการโทรคมนาคมแห่งอินโดนีเซีย (Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia: BRTI) ก่อตั้งโดย Ministerial of Communication Decree Number 31/2003 และเริ่มทำหน้าที่ใน ค.ศ. 2004 มีหน้าที่เกี่ยวการกำกับดูแลกิจการเครือข่ายโทรคมนาคมของประเทศและผู้ให้บริการมีความโปร่งใส เป็นอิสระ และเกิดความเป็นธรรม[17]

3) ประเทศญี่ปุ่น

การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้เชิงพาณิชย์มีความสำคัญเป็นอย่างสูงสำหรับรัฐบาลญี่ปุ่น ซึ่งมีกระทรวงกิจการภายในและการสื่อสาร (Ministry of Internal Affairs and Communications - MIAC) เป็นหน่วยงาน

---

[13] สำนักกิจการดาวเทียมสื่อสารสำนักงานกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, รายงานฉบับสมบูรณ์ เล่มที่ 1 โครงการศึกษาทิศทาง รูปแบบการให้บริการดาวเทียมในอนาคต และแนวทางในการกำกับดูแลการให้บริการดาวเทียมในประเทศไทย,พฤษภาคม พ.ศ. 2565,หน้า 272

[14] https://investment policy.unctad.org/investment-policy-monitor/measures/Indonesia-releasing-positive-list-of-investment

[15] กฎหมายดังกล่าวนำมาใช้แทน Presidential Regulation No. 44 of 2016 และ Presidential Regulation No. 76of 2007 หรือที่เรียกกันว่า Negative investment List ซึ่งเป็นการกำหนดข้อจำกัดแก่ของการลงทุนจากชาวต่างชาติ

[16] https://hsfnotes.com/indonesia/2021/03/05/foreign-investment)-in-technology-media-and-telecommunications-liberalised-in-indonesia/

[17] Chanuka Wattegama, Juni Soehardjo, Nilusha Kapugama, “Telecom Regulatory and Policy Environment in Indonesia Results and Analysis of the 2008 TRE Survey”, https://lirneasia.net/wpcontent uploads/2009/07/TRE_Indonesia_2009Mar18.pdf, accessed 3 January 2023

หลักในการดำเนินงานเกี่ยวกับ 5G โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวกับกิจการโทรคมนาคม และกิจการโทรทัศน์ในประเทศญี่ปุ่นแบ่งประเภทได้ ดังนี้[18]

ตารางที่ 2 กฎหมายที่เกี่ยวกับกิจการโทรคมนาคม และกิจการโทรทัศน์ในประเทศญี่ปุ่น

	Wire	Wireless
Basic law	Cable Telecommunications Law	Radio Law
Telecommunications	- Telecommunications Business Law (TBL) - Law concerning Nippon Telegraph and Telephone Corporation (Nihon Denshin Denwa KK :InT) and others	
Broadcasting	Broadcast Law	

กฎหมาย Telecommunications Business Law (TBL) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ดำเนินการกิจการโทรคมนาคมเป็นไปอย่างเหมาะสมและสมเหตุสมผล และส่งเสริมการแข่งขันที่เป็นธรรมของกิจการโทรคมนาคม และเป็นหลักประกันว่าการให้บริการโทรคมนาคมจะเป็นไปอย่างราบรื่นและปกป้องผลประโยชน์ของผู้ใช้บริการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาโทรคมนาคมที่ดี อำนวยความสะดวกแก่ประชาชน และส่งเสริมสวัสดิภาพของประชาชน ดังนั้น TBL จึงเป็นกฎหมายที่เกี่ยวกับการให้ใบอนุญาตผู้ให้บริการที่ประสงค์จะดำเนินธุรกิจโทรคมนาคมโดยได้รับการอนุมัติจาก MIAC (มาตรา 9) กำกับดูแลการให้บริการอย่างทั่วถึง (Universal service) (มาตรา 7) และกำกับดูแลกรณีที่ผู้ให้บริการติดตั้งอุปกรณ์โทรคมนาคม โดยมีข้อยกเว้นบางประการในกรณีที่ผู้ให้บริการโทรคมนาคมรายใดก็ตามที่ทำการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกโทรคมนาคมสำหรับการใช้งานโดยธุรกิจโทรคมนาคมบางประเภท (ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 41 ของ TBL) ต้องส่งหนังสือแจ้งไปยัง MIAC เกี่ยวกับการปฏิบัติตามกฎทางเทคนิค การบริหาร และการแต่งตั้งหัวหน้าวิศวกรโทรคมนาคม

กฎหมาย Broadcast Law เป็นกฎหมายที่กำหนดหลักการทั่วไปในการควบคุมการออกอากาศทางด้านเนื้อหาของกิจการแพร่ภาพกิจการกระจายเสียง รวมถึงโทรทัศน์ภาคพื้นดิน โทรทัศน์ผ่านดาวเทียม และ ผู้ออกอากาศเคเบิลโทรทัศน์ ซึ่งจะต้องไม่ทำลายความสงบสุขของประชาชนและต้องวางตัวเป็นกลางทางการเมือง (มาตรา 4) อีกทั้งผู้ออกอากาศจำเป็นต้องสร้างมาตรฐานสำหรับรายการโทรทัศน์ของตนและผลิตรายการที่ตอบสนองมาตรฐาน (มาตรา 5) และภายใต้กฎหมายดังกล่าว การแพร่ภาพใด ๆ โดยบุคคลหรือนิติบุคคลจำเป็นต้องได้รับการอนุญาตจาก MIAC ด้วย

กฎหมาย Radio Law เป็นกฎหมายที่ควบคุมการใช้คลื่นความถี่วิทยุ และจัดสรรการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อาจนำไปใช้กับทั้งการสื่อสารโทรคมนาคม การกระจายเสียงวิทยุ และกิจการโทรทัศน์ได้ โดยการใช้คลื่นความถี่วิทยุนี้บุคคลหรือนิติบุคคลใด ๆ ที่วางแผนจะติดตั้งสถานีวิทยุจะต้องได้รับใบอนุญาตจาก MIAC ยกเว้นในกรณีที่เกี่ยวข้องกับสถานีวิทยุเฉพาะกิจบางสถานี โดยในการขอรับใบอนุญาตสถานีวิทยุ ผู้สมัครจะต้องส่งใบสมัครถึง MIAC และกรอกแบบฟอร์มใบสมัครมาตรฐานที่มีข้อมูล เช่น วัตถุประสงค์ของสถานีวิทยุ ที่ตั้งของ

[18] ICLG, The International Comparative Legal Guide to: Telecoms, Media & Internet Laws & Regulations 2018, 11th Edition, p. 118

สถานที่ ชนิด และความถี่ของคลื่นวิทยุที่จะใช้ การพิจารณาของ MIAC จะคำนึงถึงพื้นฐานทางการเงินที่เพียงพอในการดำเนินงานตามแผนธุรกิจและเป็นไปตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย โดยในปี ค.ศ. 2019 กฎหมาย Radio Law ได้รับการแก้ไขเพื่อรวมข้อกำหนดสำหรับการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่ 5G ทั้งนี้ การแก้ไขดังกล่าวยังอนุญาตให้ใช้ WI-FI รุ่นทดลองและบริการอื่น ๆ เช่น ลำโพงอัจฉริยะหรือแว่น AR ได้นานสูงสุด 180 วัน โดยที่ไม่มีอุปกรณ์วิทยุที่เกี่ยวข้องตรงตามมาตรฐานญี่ปุ่นได้ตราบใดที่ผู้ให้บริการเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เทียบเท่า พร้อมทั้งยังมีการแก้ไขกฎระเบียบอื่นเพื่อกำหนดมาตรฐานเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านโทรคมนาคมและกฎการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่ที่แก้ไขสำหรับ Local 5G อีกด้วย

ในเดือนเมษายนปี ค.ศ. 2019 MIAC ได้กำหนดคลื่นความถี่ในย่านความถี่ 3.7 GHz 4.5 GHz และ 28 GHz ผ่านการประกวดคุณสมบัติให้กับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่สี่รายในญี่ปุ่น ดังนี้[19]

- INT Docomo: 3.6-3.7 GHz 4.5-4.6 GHz และ 27.4-27.8 GHz
- KDDI: 3.7-3.8 GHz 4.0-4.1 GHz และ 27.8-28.2 GHz
- Softbank: 3.9-4.0 GHz และ 29.1-29.5 GHz
- Rakuten: 3.8-3.9 GHz และ 27.0-27.4 GHz

ต่อมาในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2019 เพื่อให้แน่ใจว่ามีการแข่งขันที่เป็นธรรม MIAC ได้ออกคำขอให้ผู้ให้บริการมือถือเปิดเครือข่าย 5G ให้กับผู้ให้บริการโครงข่ายเคลื่อนที่แบบเสมือน (MVNO) เพื่อเปิดตัวบริการ 5G ของตนเอง โดยผู้ให้บริการมือถือจะให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับบริการ 5G แก่ MVNO ทันที (เช่น เวลาเปิดเครือข่าย พื้นที่ให้บริการ ความเร็วโทรคมนาคม ค่าธรรมเนียมการเชื่อมต่อ จุดเชื่อมต่อ รายละเอียดเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อ ฯลฯ) รวมถึงการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวก การทดสอบเครือข่าย หรือการดำเนินการอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับ MVNO ด้วย

ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2020 MIAC ได้เผยแพร่ “แผนปฏิบัติการการปรับโครงสร้างความถี่ (การปรับปรุงครั้งที่สองประจำปีงบประมาณ ค.ศ. 2020” (Frequency Reorganization Action Plan (FY2020 Second Revision)) และระบุว่าการศึกษาการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม การแปลงคลื่นความถี่ที่มีอยู่เป็น 5G และการศึกษาการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติมสำหรับ Local 5G เป็นการดำเนินการหลักที่เกี่ยวข้องกับ 5G ต่อมาได้มีการแก้ไขกฎหมาย Radio Law ในปี ค.ศ. 2020 เพื่อกำหนดให้ Dynamic Spectrum Sharing System (DSSS) ได้รับการพัฒนาให้เป็นระบบสำหรับการแบ่งปันคลื่นความถี่ตามตำแหน่งและเวลาที่ยืดหยุ่นได้

ในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2020 MIAC ได้เผยแพร่ “มาตรการรักษาความปลอดภัยที่ครอบคลุม IoT/5G ปี 2020” (IoT/5G Security Comprehensive Measures 2020) โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาของ Cyber Security Task Force เอกสารนี้แนะนำข้อกำหนด เพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยทางไซเบอร์ของเทคโนโลยี 5G เช่น การสร้างระบบและวิธีการตรวจสอบช่องโหว่ การกำหนดกรอบสำหรับการแบ่งปันข้อมูลช่องโหว่ 5G

[19] https://5gobservatory.eu/japan-assigns-5g-spectrum-to-four-operators/

และข้อมูลภัยคุกคาม และการจัดทำและดำเนินการตามมาตรการเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมมาตรการรักษาความปลอดภัย 5G[20]

4) ประเทศฝรั่งเศส

กฎหมายหลักที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรคลื่นความถี่ ได้แก่ ประมวลกฎหมายไปรษณีย์และการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ (Code des postes et des communications électroniques: CPCE) และยังมีกฎหมายในรูปแบบกฎ ระเบียบ และความคิดเห็นของหน่วยงานกำกับดูแลใช้ประกอบกันด้วย[21] ประเทศ

---

[20] https://cms.law/en/int /expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/japan

[21] 1. La décision n° 2019-1386 de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse en date du 21 novembre 2019 proposant au ministre chargé des communications électroniques les modalités et les conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

2. L'arrêté du 30 décembre 2019 relatif aux modalités et aux conditions d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,5 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un système mobile terrestre

3. L'avis n° 2019-1851 de l'Arcep en date du 17 décembre 2019 sur le projet de décret modifiant le décret n° 2007-1532 du 24 octobre 2007 modifié et sur le projet d'arrêté permettant le lancement de la procédure d'attribution de la bande 3,4 - 3,8 GHz en métropole

4. Les précisions à destination des personnes envisageant de postuler à l'appel à candidatures lancé le 31 décembre 2019 pour l'utilisation de fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

5. La décision n° 2020-0329 de l'Arcep en date du 31 mars 2020 relative au compte rendu de l'instruction des dossiers de candidatures reçues et au résultat de la phase d'attribution des blocs de 50 MHz dans le cadre de la procédure d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

6. La décision n° 2020-1160 de l'Arcep en date du 20 octobre 2020 relative au compte rendu et au résultat de la procédure d'attribution d'autorisations d'utilisation de fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

7. La décision n° 2020-1254 de l'Arcep en date du 12 novembre 2020 autorisant la société Bouygues Telecom à utiliser des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

8. La décision n° 2020-1255 de l'Arcep en date du 12 novembre 2020 autorisant la société Free Mobile à utiliser des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

9. La décision n° 2020-1256 de l'Arcep en date du 12 novembre 2020 autorisant la société Orange à utiliser des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

10. La décision n° 2020-1257 de l'Arcep en date du 12 novembre 2020 autorisant la société SFR à utiliser des fréquences dans la bande 3,4 - 3,8 GHz en France métropolitaine pour établir et exploiter un réseau radioélectrique mobile ouvert au public

ฝรั่งเศสมีหน่วยงานกำกับดูแลด้านการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ไปรษณีย์ และการกระจายข่าวสาร (Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse: ARCEP) ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่เป็นอิสระทำหน้าที่ในการกำกับดูแล

ประเทศฝรั่งเศสได้มีการกำหนดให้นำ 2 ย่านคลื่นความถี่มาใช้กับเทคโนโลยี 5G ได้แก่ ย่านความถี่ C-Band (3.4 GHz – 3.8 GHz) และ 26 GHz[22] ซึ่งมีการดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน C-Band ก่อนเนื่องจากเป็นย่านคลื่นความถี่หลักสำหรับเทคโนโลยี 5G ดังนี้[23]

ตารางที่ 3 การดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน C-Band

การดำเนินการจัดสรรคลื่นความถี่ 3.4 - 3.8 GHz	สังเขปรายละเอียด
การรับสมัคร (8 สัปดาห์)	1. ARCEP เปิดรับสมัคร 2. ผู้สมัครยื่นเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น เอกสารทางด้านเทคนิค ทางการค้า ทางการเงิน และภาระผูกพันต่าง ๆ 3. ARCEP เผยแพร่รายชื่อผู้สมัครเพื่อขอรับการจัดสรรคลื่นความถี่
การพิจารณาคุณสมบัติของผู้สมัคร (ประมาณ 3 สัปดาห์)	1. ARCEP ตรวจสอบเอกสารของผู้สมัคร (โดยเฉพาะการตรวจสอบความสามารถด้านเทคนิคและการเงินของผู้สมัครเพื่อให้เป็นไปตามข้อผูกพันที่กำหนด) 2. ARCEP เผยแพร่รายชื่อผู้ผ่านการคัดเลือกที่สามารถให้เข้าร่วมในการประมูลได้
การเตรียมการสำหรับดำเนินการ (ประมาณ 3 สัปดาห์)	ARCEP เตรียมขั้นตอนการประมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งแจ้งให้ผู้ได้รับการคัดเลือกทราบ
ขั้นตอนการประมูล	ผู้สมัครที่มีคุณสมบัติเข้าร่วมการประมูลจะเข้าร่วมการประมูลจากน้อยไปมากหลายรอบเพื่อกำหนดปริมาณความถี่ที่แต่ละรายการจะได้รับ ซึ่งการประมูลอาจใช้เวลาหลายวัน เมื่อสิ้นสุดการประมูล ARCEP จะเผยแพร่จำนวนความถี่ที่ที่ได้รับ
การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ (ประมาณ 3 สัปดาห์)	ARCEP จะรับรอง และออกใบอนุญาตให้ผู้ชนะใช้ความถี่ในย่านความถี่ 3.4-3.8 GHz

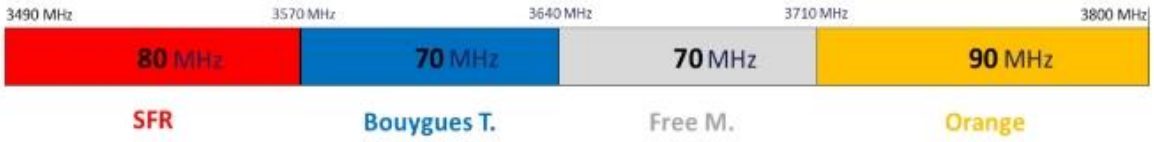
11. Le décret n° 2019-1592 du 31 décembre 2019 (Journal officiel du 1er janvier 2020)

12. La décision n° 2019-0862 de l'Arcep en date du 2 juillet 2019, homologuée par un arrêté du ministre en charge des communications électroniques en date du 24 juillet 2019 (Journal Officiel du 1er août 2019)

[22] ARCEP, 5G : Une feuille de route ambitieuse pour la France, 16 juiller 2018, p. 10

[23] https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/la-5g/attribution-des-frequences-en-metropole.html

ในปี ค.ศ. 2020 ARCEP ได้มีการเตรียมการเพื่อจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3.4-3.8 GHz มีการประมูลเป็น 2 รอบ รอบแรกจัดขึ้นตั้งแต่วันที่ 29 กันยายน ถึง 1 ตุลาคม ค.ศ. 2020 ทำให้สามารถกำหนดปริมาณความถี่ที่ผู้ชนะแต่ละบริษัทได้ จากนั้นการประมูลรอบสอง คือ การประมูล "ตำแหน่ง" ซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 20 ตุลาคม ค.ศ. 2020 เพื่อกำหนด ตำแหน่งความถี่ของผู้ชนะแต่ละบริษัท และในวันที่ 12 พฤศจิกายน ค.ศ. 2020 ARCEP ได้มีการออกใบอนุญาตให้แต่ละบริษัท ซึ่งได้แก่ Bouygues Telecom Free Mobile Orange และ SFR



รูปที่ 1 การเตรียมการเพื่อจัดสรรคลื่นความถี่ประเทศฝรั่งเศส

ตารางที่ 4 การออกใบอนุญาตให้แต่ละบริษัท

ชื่อบริษัท	Bouygues Telecom	Free Mobile	Orange	SFR	รวม
คลื่นความถี่	3570-3640 MHz	3640-3710 MHz	37103800 MHz	3490-3570 MHz	-
ปริมาณ	70 MHz	70 MHz	90 MHz	80 MHz	310 MHz
จำนวนเงิน	602,000,000 Euro	605,096,245 Euro	854,000,000 Euro	728,000,000 Euro	2,789,096,245 Euro

ทั้งนี้ ผู้ประกอบการทั้ง 4 จะมีภาระผูกพันสำหรับการใช้งาน 5G ในย่านความถี่ 3.4 - 3.8 GHz ดังนี้[24]

- มีข้อกำหนดเฉพาะที่กำหนดให้ต้องมีแผนที่จะกำหนดการเปิดใช้ 5G อย่างน้อยสองเมืองต่อผู้ให้บริการหนึ่งรายก่อนสิ้นปี ค.ศ. 2020 จากนั้นจึงกำหนดแนวทางเพื่อรองรับการปรับใช้อุปกรณ์ในย่านความถี่ 3.4 - 3.8 GHz ในปีต่อ ๆ ไป คือ 3,000 แห่งในปี ค.ศ. 2022 / 8,000 แห่งในปี ค.ศ. 2024 / 10,500 แห่งในปี ค.ศ. 2025 และท้ายที่สุดจะต้องจัดให้มีบริการ 5G ซึ่งสามารถอาศัยความถี่ในย่านความถี่ 3.4 - 3.8 GHz หรือย่านความถี่อื่นได้ นอกจากนี้ ARCEP ยังวางแผนกลไกการทำงานร่วมกันเพื่อให้แน่ใจว่าพื้นที่นอกเมืองจะได้รับประโยชน์จากการปรับใช้เหล่านี้ด้วย โดยกำหนดให้ร้อยละ 25 ของพื้นที่ที่มีประชากรเบาบาง
- เพื่อรองรับการใช้งานที่เพิ่มขึ้น ARCEP ยังวางแผนว่าอย่างน้อย 75% ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2022 แบนด์วิธต้องมีความเร็วอย่างน้อย 240 Mbit/s และจะค่อย ๆ ขยายไปทั้งหมดจนถึงปี ค.ศ. 2030

[24] ARCEP, Modalités et conditions d'attribution des fréquences dans la « bande cœur » de la 5G (3,4 – 3,8 GHz) Septembre 2020, p. 5-6

- ความครอบคลุมของถนนสายหลักในปี ค.ศ. 2025 จะต้องครอบคลุมแกนประเภทมอเตอร์เวย์ (16,642 กม.) จากนั้นในปี ค.ศ. 2027 จะต้องครอบคลุมถนนสายหลัก (54,913 กม.) ข้อผูกพันเหล่านี้กำหนดความเร็วอย่างน้อย 100 Mbit/s
- ARCEP กำหนดให้ผู้ให้บริการเปิดใช้งานฟังก์ชันที่เป็นนวัตกรรมใหม่ของ 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ 5G สู่การใช้งานเชิงนวัตกรรมในหลายภาคส่วนของเศรษฐกิจ เช่น อุตสาหกรรม (การผลิตที่มีความแม่นยำสูง การตรวจสอบลอจิสติกส์ของวัตถุจำนวนมาก การเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์) สุขภาพ ยานยนต์ หรือสื่อ (360° 3D virtual reality) โดยการแบ่งส่วนความจุสำหรับบริการที่แตกต่างภายในปี ค.ศ. 2023 เป็นอย่างช้า
- ARCEP ได้จัดเตรียมข้อผูกมัดในการทำให้เครือข่ายมือถือเข้ากันได้กับ IPv6

5) ประเทศบราซิล

ประเทศบราซิลมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรคมนาคม อินเทอร์เน็ต และภาคส่วนที่เกี่ยวกับการเผยแพร่ภาพและเสียง รวมถึงกฎระเบียบว่าด้วยภัยออนไลน์ ระเบียบสื่อสังคมออนไลน์ หรือปัญญาประดิษฐ์ ที่สำคัญดังต่อไปนี้[25]

1. กฎหมายหมายเลข 4117/1962 - ประมวลกฎหมายโทรคมนาคมบราซิล
2. กฎหมายเลขที่ 8078/1990 - ประมวลกฎหมายคุ้มครองผู้บริโภค (CDC)
3. กฎหมายเลขที่ 9472/1997 - กฎหมายโทรคมนาคมทั่วไป (LGT)
4. กฎหมายเลขที่ 12529/2011 - กฎหมายต่อต้านการผูกขาด
5. กฎหมายเลขที่ 12965/2014 - กฎหมายอินเทอร์เน็ต
6. กฎหมายเลขที่ 13709/2018 - กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลทั่วไป (LGPD)
7. กฤษฎีกาเลขที่ 52795/1963 - ระเบียบการบริการกระจายเสียง
8. กฤษฎีกาเลขที่ 52795/2506 – ระเบียบบริการกระจายเสียง
9. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 73/1998 – การกำกับดูแลบริการโทรคมนาคม
10. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 344/2012 – การใช้ระเบียบการลงโทษทางปกครอง
11. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 477/2007 (PMS Regulation) – การกำกับดูแลการให้บริการมือถือส่วนบุคคล
12. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 581/2012 (SeAC Regulation) – การกำกับดูแลการให้บริการเข้าถึงแบบมีเงื่อนไข (บริการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิก)
13. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 614/2013 (MCS Regulation) – การกำกับดูแลการให้บริการการสื่อสารมัลติมีเดีย

[25] https://iclg.com/practice-areas/telecoms-media-and-internet-laws-and-regulations/brazil

14. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 632/2014 – ระเบียบทั่วไปว่าด้วยสิทธิของผู้บริโภคสำหรับบริการโทรคมนาคม

15. ข้อบังคับสำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิลเลขที่ 740/2020 – การกำกับดูแลความปลอดภัยทางไซเบอร์ที่ใช้กับภาคโทรคมนาคม

หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมและจัดสรรคลื่นความถี่ ได้แก่ สำนักงานโทรคมนาคมแห่งชาติบราซิล (National Telecommunications Agency of Brazil: Anatel) สำหรับการกำกับดูแลนั้นในอดีตการให้ใบอนุญาตกับบริษัทเอกชนนั้น จะอยู่ในรูปแบบสัมปทานภายใต้ข้อผูกพันของบริการที่เป็นสากลและจำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าบริการโทรคมนาคมจะมีความต่อเนื่อง ปัจจุบัน Anatel ได้ค่อย ๆ ลดความซับซ้อนของการจัดประเภทและกรอบการออกใบอนุญาตในช่วงหลายปีที่ผ่านมา จากที่มีบริการด้านการสื่อสารมากกว่า 60 ประเภท ปัจจุบันมีประเภทบริการขนาดใหญ่ 4 ประเภทในบราซิล ได้แก่ บริการโทรศัพท์พื้นฐาน (Serviço Telefônico Fixo Comutado:STFC) บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Serviço Móvel Pessoal:SMP) บริการมัลติมีเดีย (Serviços de Comunicação Multimídia:SCMs) และบริการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิก (Serviço de Acesso Condicionado:SeAC) ดังนี้

Classification	Service type	Regime	Licence	Legal instrument
STFC (Serviço Telefônico Fixo Comutado)[1]	Fixed telephony (local, national or international)	Public or private	Concession or authorisation	Law No. 9 472 Law No. 13 879
SMP (Serviço Móvel Pessoal)[2]	Mobile telephony	Private	Authorisation	Anatel's Resolution No. 477
SCM (Serviço de Comunicação Multimídia)	Fixed broadband and leased lines	Private	Authorisation	Anatel's Resolution No. 614
SeAC (Serviço de Acesso Condicionado)[3]	Pay TV (by cable, satellite or radio)	Private	Authorisation	Law No. 12 485 and Anatel's Resolution No. 581

รูปที่ 2 ประเภทการบริการโทรคมนาคมประเทศบราซิล

(ที่มา: https://www.oecd-ilibrary.org)

ปัจจุบัน ใบอนุญาตสำหรับบริการสื่อสาร 4 ประเภท (โทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์เคลื่อนที่บริการมัลติมีเดีย และโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิก) จะดำเนินการผ่านรูปแบบการออกใบอนุญาต ซึ่งภายใต้รูปแบบนี้จะไม่มีการจำกัดจำนวนผู้ให้บริการ โดยมีข้อจำกัดทางเทคนิคเพียงอย่างเดียวคือ ความพร้อมใช้งานของคลื่นความถี่ ซึ่งมักจะถูกกำหนดผ่านการประมูล การอนุญาตจาก Anatel อยู่ภายใต้กฎบางประการ สำหรับบริการที่มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกันบริษัท จะต้องจัดตั้งขึ้นอย่างถูกกฎหมายในบราซิล และพิสูจน์ความสามารถด้านเทคนิคและการเงิน ในอดีตกระบวนการนี้ยุ่งยากและใช้เวลานานประมาณหกเดือน แต่ปัจจุบัน Anatel ได้ยกเลิกข้อกำหนดหลายข้อซึ่งรวมถึงการลดกรอบเวลาเหลือประมาณสามสัปดาห์ ซึ่งคำขออนุญาตส่วนใหญ่

มักจะได้รับอนุญาต นอกจากนี้ ในปี ค.ศ. 2018 Anatel ได้ลดค่าธรรมเนียมการให้สิทธิ์จาก 9,000 เรียลบราซิลเป็น 400 เรียลบราซิล (จาก 2,466 ดอลลาร์สหรัฐเป็น 110 ดอลลาร์สหรัฐ) อีกด้วย[26]

สำหรับการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่นั้น ในกรณีที่มีบุคคลมากกว่าหนึ่งรายที่สนใจในย่านคลื่นความถี่ที่กำหนด บุคคลดังกล่าวจะได้รับคลื่นความถี่นั้นผ่านรูปแบบการประมูลตาม attribution plan ที่เผยแพร่โดย Anatel การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่จะมีอายุสูงสุด 20 ปี โดยสามารถต่ออายุได้เพียงครั้งเดียว โดยชำระเงินเพิ่มเติม (เช่น ทุกสองปีคิดเป็น 2% ของรายได้ภายในพื้นที่อนุญาต) และหลังจากการต่ออายุครั้งแรกต้องคืนคลื่นความถี่และประมูลใหม่ (ก่อนเดือนตุลาคม ค.ศ. 2019) อย่างไรก็ตามด้วยการอนุมัติของกฎหมายฉบับที่ 13879 ในเดือนตุลาคม ค.ศ. 2019 การอนุญาตคลื่นความถี่สามารถต่ออายุได้อย่างไม่มีกำหนด กฎหมายฉบับใหม่นี้อาจส่งผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อการแข่งขันในตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ (ปัจจุบันยังไม่ชัดเจนว่าการต่ออายุการอนุญาตคลื่นความถี่แบบต่อเนื่องจะใช้กับใบอนุญาตคลื่นความถี่ที่มีอยู่ซึ่งจะหมดอายุในปีต่อ ๆ ไปหรือไม่)

สำหรับการลงทุนจากต่างประเทศในภาคโทรคมนาคมนั้น ผู้ให้บริการโทรคมนาคมต้องอยู่ภายใต้กฎหมายของบราซิลหรือควบคุมโดยบริษัทของบราซิล อย่างไรก็ตามบริษัทนี้สามารถควบคุมโดยบริษัทต่างชาติหรือบุคคลธรรมดาได้[27] กล่าวอีกนัยหนึ่งหน่วยงานต่างประเทศไม่สามารถควบคุมบริษัทที่ถือสัมปทานการอนุญาต และการอนุญาตให้ใช้ประโยชน์จากบริการโทรคมนาคมได้โดยตรง แต่สามารถควบคุมได้โดยทางอ้อม ในภาคการแพร่ภาพกระจายเสียงตามกฎหมายรัฐธรรมนูญ บริษัทหรือบุคคลต่างชาติไม่สามารถถือหุ้นเกิน 30% ของทุนจดทะเบียนทั้งหมดของบริษัท[28]

การใช้งานเชิงพาณิชย์ของเครือข่าย 5G ในบราซิลมีแนวโน้มที่จะเริ่มขึ้นหลังปี พ.ศ. 2564 เมื่อการประมูลเกิดขึ้นแถบความถี่ย่าน 2.3 GHz 3.5 GHz 26 GHz (mmWave) และส่วนที่เหลือของคลื่นความถี่ 700 MHz ได้รับเลือกให้เป็นย่านความถี่บุกเบิกสำหรับ 5G ในบราซิล ในเดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2020 Anatel ได้อนุมัติข้อเสนอสำหรับการออกแบบการประมูล 5G และส่งไปยังการปรึกษาหารือสาธารณะตั้งแต่วันที่ 17 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2020 ถึง 17 เมษายน ค.ศ. 2020 การประมูลครั้งนี้เป็นประวัติการณ์ เนื่องจากจะเป็นการประมูลคลื่นความถี่ที่ใหญ่ที่สุดที่ Anatel เคยทำมา และเป็นการประมูลแบบหลายคลื่นความถี่ (เช่น 700 MHz 2.3 GHz 3.5 GHz และ 26 GHz) อย่างไรก็ตามข้อเสนอนี้รวมถึงการเพิ่มย่านความถี่

---

[26] Anatel (2010), "Resolução No. 548, de 8 de novembro de 2010 (Regulament o para Avaliação da Eficiência de Uso do Espectro de Radiofrequências)", [Resolution No. 548 of 8 November 2010 (Regulation on the Evaluation on the Efficient Use of Radiofrequency Spectrum)], Agência Nacional de Telecomunicações, Brasilia, https://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2010/47-resolucao-548.

[27] Teleco (2018), *Licitações de Frequências de Celular*, [Auctions for Mobile Spectrum], webpage, http://www.teleco.com.br/licitacoes.asp.

[28] TeleGeography (2012), "Big four secure frequencies in Brazil's 4G auction, but 450MHz band fails to excite", Tele Geography, Comms Update, 13 June, https://www.commsupdate.com/articles/2012/06/13/big-four-secure-frequencies-in-brazils-4g-auction-but-450mhz-band-fails-to-excite/

3.5 GHz จาก 300 MHz เป็น 400 MHz ซึ่งจะนำไปสู่การประมูลเพิ่มเติมอีก 100 MHz ในอนาคต โดยมีรูปแบบการออกแบบการประมูลดังนี้

Frequency band	Block design by rounds	Coverage obligations
700 MHz	**1st round**	
	1 national block of 10 MHz paired (10+10 MHz)	Extending mobile coverage in localities without 4G and highways
	2nd round	
	2 national blocks of 5 MHz paired (5+5 MHz)	Extending mobile coverage in localities without 4G and highways
3.5 GHz	**1st round**	
	1 regional block of 60 MHz exclusive for small ISPs	Extending mobile coverage in municipalities up to 30 000 inhabitants, preferably without 4G (Note: Coverage obligations can be discounted from reserve price [up to 90%])
	2nd round	
	2 national blocks of 100 MHz and 1 national block of 80 MHz	Extending backhaul in municipalities without backhaul
	3rd round	
	1 regional block of 60 MHz (with restrictions to those operators who acquire national blocks in the band)	Extending backhaul in municipalities without backhaul
2.3 GHz	**1st (and only) round**	
	Regional block of 50 MHz and regional block of 40 MHz	Extending coverage in localities without 4G
26 GHz	**1st round**	
	5 national blocks and 3 regional blocks of 400 MHz	No coverage obligations
	2nd round	
	Up to 10 national blocks and 6 regional blocks of 200 MHz that were not sold in the previous round	No coverage obligations

รูปที่ 3 รูปแบบการออกแบบการประมูล[29]

จากการออกแบบการประมูล 5G ดังกล่าวส่งผลให้ส่วนหนึ่งของย่านความถี่ 3.5 GHz ในบราซิลนั้นถูกครอบครองโดยผู้ให้บริการโทรทัศน์ดาวเทียม (เฉพาะเครื่องรับโทรทัศน์, TVRO) ซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนได้ หลังจากการเลื่อนออกไปหลายครั้ง Anatel ได้จัดการประมูล 5G ไปเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน ค.ศ. 2021 ซึ่งเป็นข้อเสนอคลื่นความถี่ที่ใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ของหน่วยงาน โดยมีการประมูลย่านความถี่ 700 MHz 2.3 GHz 3.5 GHz และ 26 GHz มีผู้ให้บริการรายใหญ่ 3 รายในบราซิล (Vivo/Telefônica Claro และ TIM) ที่ได้ช่องระดับประเทศจากย่านความถี่ 3.5 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ใช้มากที่สุดสำหรับ 5G ทั่วโลก โดยมีข้อผูกพันตามสัญญาการประมูลที่ระบุไว้ในประกาศการประมูลเพื่อกำหนดให้ผู้ชนะการประมูลปฏิบัติตามสัญญาและกำหนดการแต่ละฉบับ ดังนี้[30]

1. ต้องมีการติดตั้ง 5G ในเมืองหลวง 26 แห่งและเขตปกครองกลาง
2. ต้องมีการใช้งาน 5G ในเขตเทศบาลทั้งหมดที่มีประชากรมากกว่า 30,000 คน
3. ต้องมีการติดตั้ง 4G บนทางหลวงส่วนกลางทั้งหมดของประเทศ
4. ต้องมีการใช้งาน 4G ในเขตเทศบาลทั้งหมดที่มีผู้อยู่อาศัยมากกว่า 600 คน
5. การโอนย้ายบริการดาวเทียมที่ทำงานในแบนด์วิธ C ไปยังแบนด์วิธ Ku (ความถี่สูงกว่า 10 GHz)

[29] Anatel aprova consulta pública para implementar o 5G, https://www.anatel.gov.br/institucional/component /content /article/171-manchete/2491-anatel-aprova-consulta-publica-para-licitar-faixas-de-frequencias-para-o-5g.

[30] https://www.lickslegal.com/news/5g-in-brazil-next-steps-after-the-bid

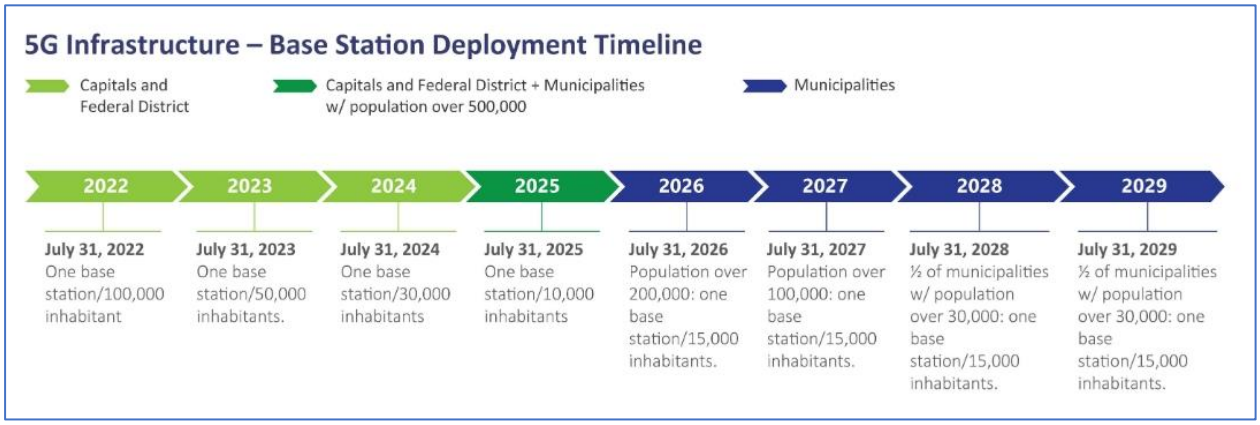
6. ต้องมีการเปิดใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสำหรับโรงเรียนของรัฐ
7. ต้องมีการออกแบบและพัฒนาโครงการป่าอเมซอนแบบบูรณาการและยั่งยืน (PAIS)
8. ต้องมีการออกแบบและพัฒนาเครือข่ายส่วนตัวที่ปลอดภัยสำหรับการใช้งานพิเศษโดยรัฐบาลกลาง

ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางแสดงผลผู้ชนะการประมูล และเงื่อนไขที่ผู้ชนะการประมูลจะต้องปฏิบัติตามสัญญาและกำหนดการแต่ละฉบับ ดังนี้

BAND	700 MHz	2.3 GHz	3.5 GHz	26 GHz
Winner	Winity	Claro, Tim, Vivo, Brisanet and Algar	**National slots** Claro Vivo and Tim **Regional slots** Brisanet, Consortium 5G Sul, Cloud2u and Algar	**National slots** Claro, Vivo and Tim **Regional slots** Algar, Fylink, Neko and Tim
Obligations	3 + 4	4	1 + 2 + 5 + 7 + 8	6

รูปที่ 4 เงื่อนไขที่ผู้ชนะการประมูลจะต้องปฏิบัติตาม

การใช้งาน 5G จำเป็นต้องมีการขยายโครงสร้างสถานีฐานในเขตเทศบาล ซึ่งถือเป็นหนึ่งในความท้าทายที่สำคัญสำหรับ Anatel เนื่องจากกฎระเบียบในบราซิล Anatel จะควบคุมมาตรฐานและกฎเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการสื่อสารโทรคมนาคม แต่การปรับใช้โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ใบอนุญาตก่อสร้างและการติดตั้งต้องเป็นไปตามกฎหมายเทศบาลซึ่งจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการต่อไป โดยมีแผนการดำเนินการ ดังนี้



รูปที่ 5 แผนการดำเนินการในการเปลี่ยนถ่ายคลื่นความถี่ (ที่มา: lickslegal)

สำหรับปัญหาย่านความถี่ 3.5 GHz (C-band) ในบราซิลที่ถูกครอบครองโดยผู้ให้บริการโทรทัศน์ดาวเทียมซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนระหว่าง TV receive-only (TVRO) ที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในย่านความถี่ 3625–4200 MHz กับย่านความถี่ 3400–3600 MHz ที่ถูกใช้งานกับระบบโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ที่อยู่ย่านความถี่ติดกันนั้นได้ จึงจำเป็นต้องแก้ปัญหาด้วยหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (LNB)

แต่จนถึงปัจจุบันยังไม่มีแผนการเรื่องนี้อย่างเป็นรูปธรรมแต่อย่างใด[31] เนื่องจาก LNB จำนวนมากที่ขายในบราซิลไม่มีตัวกรอง C-band แต่อย่างใด อย่างไรก็ตามได้มีข้อเสนอแนะให้ใช้ LNBF รุ่นใหม่ที่จะให้ความปลอดภัยทางเทคนิคมากขึ้นและลดผลกระทบต่อสังคมไปพร้อมกันด้วย โดยเสนอให้ Anatel จัดให้มีขั้นตอนการประกวดราคาเพื่อให้เกิดกระบวนการทางกฎหมายที่ชัดเจนยิ่งขึ้น[32]

2.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเดินหน้าเข้าสู่ยุคที่เศรษฐกิจและสังคมขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล ซึ่งการขับเคลื่อนดังกล่าวส่งผลให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมบนเทคโนโลยี 5G ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งกลไกที่สำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งในมิติด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคม รวมถึงเกื้อหนุนให้เกิดการต่อยอดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัลในอนาคต อันส่งผลให้ประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศต่อไป ดังนั้นการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างเป็นรูปธรรม ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการกำหนดและปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยี 5G ตลอดจนบริการใหม่ที่เกิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ทั้งในภาคโทรคมนาคม และภาคอุตสาหกรรมอื่นประกอบกันเพื่อเอื้อให้เกิดการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ได้อย่างมีประสิทธิภาพและแพร่หลายมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมกฎหมายและกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ตลอดจนกฎหมายทีเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย
2. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน
3. กฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับอุปกรณ์ในระบบนิเวศ 5G
4. กฎหมายเกี่ยวกับการรองรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G และ
5. กฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัยทางไซเบอร์และความเป็นส่วนตัวจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G

1) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย

กฎหมายที่สนับสนุนกรอบแนวคิดการพัฒนาประเทศตามยุทธศาสตร์ชาติในองค์รวมซึ่งมีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ใน 4 มิติ ได้แก่ มิติโครงสร้างพื้นฐาน

[31] GSMA, 5G and the 3.3-3.8 GHz Range in Latin America, November 2020, p. 26.

[32] https://www.bnamericas.com/en/analysis/5g-in-brazil-the-costs-no-one-is-willing-to-foot

มิติเศรษฐกิจ มิติสังคม และมิติระบบนิเวศ รวมถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดทิศทางการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศไทยสู่การเป็นเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม อันได้แก่

ก. พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560

พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าว เป็นกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นส่วนรวม และลดความซ้ำซ้อนในการดำเนินงานและส่งเสริมกิจกรรมในด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศทั้งของภาครัฐและภาคเอกชน โดยมีหมวดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หมวดการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และหมวดกองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมสำหรับส่งเสริม สนับสนุน และให้ความช่วยเหลือ การดำเนินการพัฒนาดิจิทัลต่าง ๆ

ทั้งนี้ พระราชบัญญัติฉบับนี้มีความเกี่ยวข้องกับนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย คือ 1. นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (มาตรา 6)[33] กำหนดให้นโยบายและแผนการพัฒนาดิจิทัลควรมีเป้าหมายและทิศทางไปในแนวทางใด และ 2. แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G (มาตรา 26)[34] ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำเงินกองทุน

---

33 พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 มาตรา 6 กำหนดว่า “นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมมีเป้าหมายและแนวทางอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

(1) การดำเนินการและการพัฒนาให้การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยวิธีการอย่างหนึ่งอย่างใดที่ทำให้สามารถใช้ร่วมกันหรือเชื่อมโยงกันได้หรือวิธีอื่นใดที่เป็นการประหยัดทรัพยากรของชาติและเกิดความสะดวกต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้จ่ายงบประมาณประจำปี

(2) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีดิจิทัลที่เป็นการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมซึ่งต้องครอบคลุมโครงข่ายการติดต่อสื่อสาร แพร่เสียง แพร่ภาพในทุกรูปแบบไม่ว่าจะอยู่ในภาคพื้นดินพื้นน้ำ ในอากาศ หรืออวกาศ และเป้าหมายในการใช้คลื่นความถี่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม และประโยชน์ของประชาชน

(3) การส่งเสริมและสนับสนุนให้มีระบบการให้บริการหรือแอพพลิเคชั่นสำหรับประยุกต์ใช้งานด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

(4) การส่งเสริมให้เกิดมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ในการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลให้สอดคล้องกันเพื่อให้การทำงานระหว่างระบบสามารถทำงานเชื่อมโยงกันได้อย่างมีความมั่นคงปลอดภัย อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน รวมตลอดทั้งทำให้ระบบหรือการให้บริการมีความน่าเชื่อถือ และแนวทางการส่งเสริมให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลในการทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์และพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และมีหลักประกันการเข้าถึงและใช้ประโยชน์ของประชาชนอย่างเท่าเทียม ทั่วถึง และเป็นธรรม โดยไม่เลือกปฏิบัติ

(5) การส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาให้เกิดอุตสาหกรรมและนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีดิจิทัลการพัฒนาให้เกิดการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสร้างหรือเผยแพร่เนื้อหาผ่านทางสื่อที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและความมั่นคงของประเทศ

(6) การส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตและพัฒนากำลังคน ให้เกิดความพร้อมและความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล และส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานของรัฐและเอกชน ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งสร้างความตระหนักและรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศอื่นส่งเสริมและสนับสนุนให้ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงบริการที่จำเป็นต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน

(7) การพัฒนาคลังข้อมูลและฐานข้อมูลดิจิทัล การบริหารจัดการความรู้ รวมทั้งการส่งเสริมเพื่อให้มีระบบที่เป็นศูนย์แห่งการเรียนรู้และให้บริการข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัย ซึ่งเอื้อต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่เหมาะกับยุคสมัย”

34 พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 มาตรา 26 กำหนดว่า “เงินของกองทุน ให้ใช้จ่ายเพื่อกิจการดังต่อไปนี้

(1) ส่งเสริม สนับสนุน หรือให้ความช่วยเหลือหน่วยงานของรัฐและเอกชนหรือบุคคลทั่วไปในการดำเนินการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ทั้งนี้ การส่งเสริม สนับสนุน หรือให้ความช่วยเหลือดังกล่าวต้องมีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ต่อการให้บริการสาธารณะและไม่เป็นการแสวงหากำไรโดยไม่เป็นการทำลายการแข่งขันอันพึงมีตามปกติวิสัยของกิจการภาคเอกชน

(2) ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนหรือบุคคลทั่วไปในเรื่องที่เกี่ยวกับการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

ไปใช้จ่ายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม โดยเงินกองทุนดังกล่าวมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริม สนับสนุน หรือให้ความช่วยเหลือแก่ภาครัฐหรือเอกชน ในการดำเนินการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงมีจุดประสงค์เพื่ออุดหนุนการวิจัยและพัฒนาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

ข. <u>แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2562-2566)[35]</u>

เป็นแผนแม่บทที่กำหนดทิศทางในการกำกับดูแลการประกอบกิจการโทรคมนาคมของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ในระยะ 5 ปี เพื่อรองรับกับสภาพแวดล้อมระบบนิเวศดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยมุ่งเน้นไปที่การจัดสรรทรัพยากรโทรคมนาคมให้เพียงพอ การสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานที่ครอบคลุมการส่งเสริมความมีประสิทธิภาพของกลไกตลาด การวางรากฐานการกำกับดูแลที่ มีประสิทธิภาพ และการสร้างความเข้มแข็งให้กับผู้บริโภค สู่สังคมดิจิทัลเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน โดยมีแนวคิดการพัฒนาในช่วงแผนแม่บท คือ สนับสนุนการเชื่อมโยงนโยบายเทคโนโลยีอันเป็นกลไกสำคัญเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมระบบนิเวศดิจิทัล ซึ่งคาดการณ์ว่าเทคโนโลยี 5G และ Internet of Things (IoT) จะมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยเพิ่มโอกาส ลดต้นทุน และเพิ่มมูลค่าในนวัตกรรมใหม่ให้แก่ภาคธุรกิจและผู้บริโภค แต่ในขณะเดียวกันก็อาจปรับเปลี่ยนรูปแบบธุรกิจ โครงสร้างตลาด และรูปแบบวิถีชีวิต นำไปสู่การปรับเปลี่ยนบริบทการกำกับดูแลให้เหมาะสมเพื่อรองรับกับบริบทใหม่ที่จะเกิดขึ้น ดังนั้น กสทช. จึงมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมการจัดสรรคลื่นความถี่ที่รองรับต่อการใช้งานให้เพียงพอ ส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมที่มีประสิทธิภาพสูงและครอบคลุม โดยมีนโยบายสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลให้ประสบความสำเร็จ ดังนี้

- นโยบายด้านการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ ซึ่งรวมถึงการเรียกคืนคลื่นความถี่เพื่อนำมาจัดสรรใหม่ (spectrum refarming) เพื่อรองรับการให้บริการใหม่ที่จะส่งผลให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม
- นโยบายการส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม โดยการสนับสนุนให้มีการเปิดโครงข่าย (open access) ให้ผู้ให้บริการรายอื่นสามารถใช้โครงข่าย เพื่อให้มีการใช้งานโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพ และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้บริการมีทางเลือกในการใช้บริการ รวมถึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการรายอื่นเข้ามา แข่งขันเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังมุ่งเน้นในเรื่องของการพัฒนาโครงข่ายให้เข้าถึงผู้ใช้บริการ (last mile) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโครงข่ายโทรคมนาคมที่มีส่วนสำคัญในการให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงอีกด้วย อย่างไรก็ตามยังมีอุปสรรคเรื่องต้นทุนการลงทุนที่สูง

---

(3) จัดสรรเป็นเงินอุดหนุนแก่สำนักงานในการดำเนินงานตามอำนาจหน้าที่นอกเหนือจากที่ได้รับจากงบประมาณแผ่นดิน

(4) จัดสรรเป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลตามที่คณะกรรมการบริหารกองทุนเห็นสมควร

(5) เป็นค่าใช้จ่ายในการบริหารกองทุน

(6) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตามหลักเกณฑ์ที่คณะกรรมการกำหนด”

[35] ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2562 - 2566), ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 135 ตอนพิเศษ 284 ง วันที่ 12 พฤศจิกายน 2561

และอาจไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนอยู่ จึงเป็นประเด็นท้าทายที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องในระยะต่อไป

- นโยบายการคุ้มครองผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม และการให้บริการเพื่อประโยชน์สังคมและสาธารณะ ซึ่งมีการมุ่งเน้นและให้ความสำคัญในการส่งเสริมสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศตามแนวทางประชารัฐ การเปิดกว้างรับฟังความคิดเห็นจากประชาชน การปรึกษาหารือและวางแผนร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียนและคุ้มครองผู้บริโภค และยังมุ่งเน้นการสร้างความเชื่อมั่นและคุ้มครองความปลอดภัยให้กับประชาชนในการใช้บริการโทรคมนาคม การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและความเป็นส่วนตัว ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์
- นโยบายการกำกับดูแลแบบประสานความร่วมมือ (collaborative regulation) คือการพัฒนาเครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้การประสานความร่วมมือระหว่างภาคส่วนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ประชาชนโดยการกำกับดูแลแบบองค์รวมที่มองภาพรวมการพัฒนาที่ครอบคลุมปัจจัยทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การวางแผนที่สอดคล้องกัน เพื่อให้มีการเข้าถึงบริการดิจิทัลครอบคลุมในทุกพื้นที่และในทุกระดับ

ค. <u>แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2564)[36]</u>

เป็นแผนแม่บทที่กำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรและกำกับดูแลการบริหารจัดการคลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพ เพียงพอต่อความต้องการ ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และสอดคล้องกับสากล ซึ่งในแผนแม่บทดังกล่าวได้มีการปรับปรุงภาคผนวกและตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติของแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) เพื่อให้สอดคล้องกับบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562 และข้อบังคับวิทยุ ฉบับ ค.ศ. 2020 (Radio Regulations Edition of 2020) ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ รวมทั้งสอดรับกับนโยบายการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและอนาคตของประเทศ

โดยในภาคผนวก ก. ได้มีการกำหนดคลื่นความถี่ 3.4-3.7 GHz ซึ่งเป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ในย่าน C-band ไว้ โดยได้มีการกำหนดเชิงอรรถของประเทศไทยไว้ว่า “กสทช. จะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คลื่นความถี่ย่าน 3.4-3.7 GHz ทั้งนี้ ยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ”

[36] ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2564), ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 138 ตอนพิเศษ 149 ง วันที่ 5 กรกฎาคม 2564

อย่างไรก็ตาม ในตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ พ.ศ. 2564 ได้มีการกำหนดว่า คลื่นความถี่ย่าน 3.4-3.7 GHz นั้นให้ใช้กับกิจการประจำที่ กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (อวกาศสู่โลก) กิจการเคลื่อนที่ยกเว้นกิจการเคลื่อนที่ทางการบิน ซึ่งหากจะนำคลื่นความถี่ดังกล่าวมาใช้กับ land mobile จำเป็นต้องกำหนดตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติให้สอดคล้อง หรือแก้ไขตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติใหม่

ง. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์ในการเผยแพร่กิจการโทรทัศน์ที่ให้บริการเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2555 และประกาศ เรื่อง แนวปฏิบัติตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์การเผยแพร่กิจการโทรทัศน์ที่ให้บริการเป็นการทั่วไป

ประกาศและแนวปฏิบัติฉบับดังกล่าวมีสาระสำคัญ คือ ต้องการให้ประชาชนสามารถรับชมบริการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ซึ่งเป็นบริการที่ใช้ทรัพยากรของชาติได้อย่างเท่าเทียมและทั่วถึง ไม่ว่าจะใช้เทคโนโลยีใดหรือช่องทางใดในการรับชมโทรทัศน์ก็ตามโดยเรียกโทรทัศน์ประเภทดังกล่าวว่า “บริการโทรทัศน์ที่เป็นการทั่วไป” ตามหลัก “Must carry”[37] โดยมีสาระสำคัญดังนี้ คือ

- การกำหนดให้บริการโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ที่ผู้ใช้บริการสามารถรับชมได้เป็นการทั่วไป โดยไม่กำหนดเงื่อนไขในการได้รับบริการทั้งหมด (Terrestrial and Free-to-air Television) เป็นบริการโทรทัศน์ที่เป็นการทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นบริการโทรทัศน์ประเภทบริการสาธารณะ หรือบริการโทรทัศน์ประเภทกิจการทางธุรกิจ
- กำหนดหน้าที่ให้ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ที่ให้บริการแก่ผู้ให้บริการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิก หรือผู้ให้บริการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิกที่มีโครงข่ายเป็นของตนเองมีหน้าที่ต้องให้สมาชิกได้รับบริการโทรทัศน์ที่เป็นการทั่วไปได้โดยตรงอย่างต่อเนื่อง และไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทำซ้ำ ดัดแปลง ผังรายการ หรือเนื้อหารายการ
- กำหนดหน้าที่ให้ผู้ประกอบกิจการโทรทัศน์ที่เป็นการทั่วไปจะต้องไม่มีการปิดกั้นเนื้อหาและจะต้องให้บริการทั้งในระบบภาคพื้นดินและระบบดาวเทียมด้วย

[37] Must carry คือ แนวคิดในการกำหนดหน้าที่ต้องนำพาบริการโทรทัศน์บางรายการไปเผยแพร่ในโทรทัศน์ที่รับชมผ่านระบบโครงข่ายต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องยืนยันว่าประชาชนทุกคนจะต้องไม่เสียสิทธิในการรับชมและสามารถเข้าถึงบริการโทรทัศน์ช่องที่มีความสำคัญ หรือช่องที่เป็นบริการสาธารณะไม่ว่าจะเลือกรับชมโทรทัศน์ผ่านโครงข่ายใดก็ตาม โดยผู้ประกอบกิจการโทรทัศน์ระบบโครงข่ายต่าง ๆ จะต้องนำพาบริการโทรทัศน์ช่องที่กำหนดไปเผยแพร่ออกอากาศในระบบของตนเอง และในบางกรณีอาจจะต้องรับภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการเผยแพร่บริการโทรทัศน์ที่กำหนดนั้นด้วย Nico van Eijk and Bart van der Sloot, "Must-carry Regulation: a Must or a Burden?," 2012-5 IRIS plus, p. 7 (2012)

จ. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการเรียกคืนคลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า หรือนำมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ายิ่งขึ้น พ.ศ. 2561

ประกาศฉบับดังกล่าว กำหนดให้ กสทช. สามารถพิจารณาเรียกคืนคลื่นความถี่จากผู้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อนำมาจัดสรรใหม่ ในกรณีดังต่อไปนี้ คือ 1. คลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ 2. คลื่นความถี่ที่ใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า และ 3. คลื่นความถี่ที่นำมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ายิ่งขึ้น โดยให้คำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

- หากเป็นกรณีคลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ให้พิจารณาจากข้อมูลการตรวจสอบและติดตามการใช้คลื่นความถี่
- หากกรณีคลื่นความถี่ที่ใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า หรือกรณีนำมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ายิ่งขึ้นพิจารณาจาก 1. ความสอดคล้องกับแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติ แผนความถี่วิทยุ และข้อบังคับวิทยุของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ 2. ข้อมูลการตรวจสอบและติดตามการใช้คลื่นความถี่ และ 3. ความมีประสิทธิภาพและความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ด้านเทคนิคเศรษฐกิจและสังคม

สำหรับการทดแทน ชดใช้ หรือจ่ายค่าตอบแทนสำหรับผู้ที่ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่ กสทช. จะพิจารณากำหนดวิธีการและเงื่อนไขโดยคำนึงถึงสิทธิของผู้ที่ได้รับผลกระทบเป็นรายกรณี อย่างไรก็ตาม กสทช. อาจกำหนดเงื่อนไขในการชดใช้หรือจ่ายค่าตอบแทนในส่วนของผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยพิจารณารวมกับของผู้ที่ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่ ทั้งนี้ ผู้ที่ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่มีหน้าที่นำส่งเงินชดใช้หรือจ่ายค่าตอบแทนตามจำนวนเงินที่ กสทช. กำหนด รวมทั้งดอกผลของเงินดังกล่าว ให้แก่ผู้ที่ได้รับผลกระทบภายในสิบห้าวันนับถัดจากวันที่ผู้ที่ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่ได้รับเงินชดใช้หรือจ่ายค่าตอบแทนจากสำนักงาน กสทช.

ฉ. พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562

พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าวมีขึ้นเพื่อแก้ไขเพิ่มเติมพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 ในเรื่องดังต่อไปนี้

- กำหนดให้ กสทช. เป็นองค์กรรับผิดชอบและกำกับการดำเนินการคลื่นความถี่และสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียม
- บัญญัติเกี่ยวกับการเริ่มกระบวนการสรรหากรรมการ กสทช. และการเริ่มกระบวนการสรรหา รวมทั้งวาระการดำรงตำแหน่งของกรรมการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน ตลอดจนกระบวนการจัดทำงบประมาณรายจ่ายประจำปีของสำนักงาน กสทช. ให้มีความชัดเจนมากขึ้น
- ปรับปรุงการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เสียใหม่เพื่อให้การใช้คลื่นความถี่เกิดประโยชน์สูงสุดเนื่องจากเทคโนโลยีการสื่อสารโดยใช้คลื่นความถี่ได้พัฒนาขึ้น และ

- กำหนดให้มีเลขหมายโทรศัพท์ฉุกเฉินแห่งชาติ เพื่อให้การรับแจ้งเหตุฉุกเฉินมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากที่กล่าวมาข้างต้น มีการปรับปรุงแก้ไขการใช้คลื่นความถี่ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G คือ มีการปรับแก้ให้ผู้ประกอบการสามารถใช้คลื่นความถี่ร่วมกันได้ (มาตรา 41 วรรค 4) [38]

และให้ผู้ประกอบการสามารถโอนใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ได้ (มาตรา 44/3)[39] เพียงแต่ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงาน กสทช. ก่อน

ช. <u>ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 9 /2565 เรื่อง มาตรการส่งเสริมการลงทุนอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ</u>

คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนได้กำหนดเงื่อนไขสำหรับโครงการที่ได้รับส่งเสริมการลงทุนตามประกาศฉบับนี้ โดยได้กำหนดบัญชีประเภทกิจการที่ให้ส่งเสริมการลงทุนทั้งสิ้น 10 หมวด ซึ่งกิจการประเภทอุตสาหกรรมดิจิทัล ก็ถือว่าเป็นประเภทกิจการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนด้วย (หมวดที่ 8) อันได้แก่ 1. กิจการพัฒนาซอฟต์แวร์แพลตฟอร์มเพื่อให้บริการดิจิทัล หรือ ดิจิทัลคอนเทนต์ 2. กิจการโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล 3. กิจการสนับสนุนระบบนิเวศด้านดิจิทัล 4. กิจการเมืองอัจฉริยะ ทั้งนี้สิทธิและประโยชน์สำหรับโครงการที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน ที่ 8/2565 เรื่อง นโยบายและหลักเกณฑ์การส่งเสริมการลงทุน เว้นแต่ที่มีการกำหนดไว้เป็นการเฉพาะในบัญชีท้ายประกาศนี้

ซ. <u>คณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ</u>

เมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2563 พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ลงนามคำสั่งสำนักนายกรัฐมนตรีที่ 133/2563 เรื่องแต่งตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ โดยมีสาระสำคัญ คือ เพื่อให้การบริหารจัดการการขับเคลื่อน 5G ทั้งระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดการบูรณาการและเป็นเอกภาพตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขันที่เหมาะสมและทัดเทียมกับนานา

---

[38] พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562 มาตรา 41 วรรค 4 กำหนดว่า "...คลื่นความถี่ที่ กสทช. อนุญาตให้ผู้รับใบอนุญาตใช้ตามวรรคหนึ่ง กสทช. อาจอนุญาตให้บุคคลอื่นร่วมใช้ประโยชน์ในย่านความถี่หรือช่องความถี่จากคลื่นความถี่ที่ได้อนุญาตไว้แล้วนั้นได้แต่การอนุญาตนั้นจะต้องไม่เป็นการรบกวนการใช้ประโยชน์ของผู้ได้รับใบอนุญาต โดย กสทช. จะต้องประกาศเงื่อนไขดังกล่าวให้ทราบเป็นการทั่วไปในการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่นั้นด้วย ทั้งนี้ หลัก เกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไข และค่าธรรมเนียมในการขออนุญาตและการอนุญาตให้บุคคลอื่นร่วมใช้ประโยชน์ในย่านความถี่หรือช่องความถี่ ให้เป็นไปตาม ที่ กสทช. ประกาศกำหนด..."

[39] พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562 มาตรา 44/3 กำหนดว่า "ใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เป็นสิทธิเฉพาะตัวจะโอนแก่กันมิได้เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจาก กสทช. และเสียค่าธรรมเนียมการโอน ทั้งนี้ หลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไขและอัตราค่าธรรมเนียมในการโอนใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ ให้เป็นไปตามที่ กส ทช. ประกาศ กำหนด เมื่อ กสทช. อนุญาตให้มีการโอนใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ตามวรรคหนึ่งแล้วให้ใบอนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ หรือกิจการโทรคมนาคมที่ใช้คลื่นความถี่นั้นของผู้โอนสิ้นสุดลง และให้ กสทช. ออกใบอนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ หรือกิจการโทรคมนาคม แล้วแต่กรณี ให้แก่ผู้รับโอนตามลักษณะ ประเภท และขอบเขตของใบอนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ หรือกิจการโทรคมนาคมของผู้โอนดังกล่าว"

ประเทศ และสร้างบรรยากาศที่ดีในการลงทุนให้กับประเทศไทย รวมถึงส่งเสริมและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในสาขาต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดของรัฐและประชาชนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับเป้าหมายของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ประกอบกับอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 11 (6) แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ.2534 จึงเห็นควรแต่งตั้งคณะกรรมกรขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. พล.อ.ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี เป็นประธานกรรมการ
2. พล.อ.ประวิตร วงษ์สุวรรณ นายสมคิด จาตุศรีพิทักษ์ และนายวิษณุ เครืองาม เป็นรองประธานกรรมการ
3. รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลัง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพาณิชย์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม เลขาธิการคณะกรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เลขาธิการคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก เลขาธิการสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ผู้ว่าการธนาคารแห่งประเทศไทย ประธานกรรมการหอการค้าไทย และสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย ประธานกรรมการสมาคมธนาคารไทย ประธานสภาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งประเทศไทย ประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และผู้ทรงคุณวุฒิที่ประธานกรรมการแต่งตั้งจำนวน 5 คน เป็นกรรมการ
4. ปลัดกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เป็นกรรมการและเลขานุการ
5. รองเลขาธิการคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ สายงานกิจการโทรคมนาคม เลขาธิการคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติมีอำนาจหน้าที่ คือ

1. กำหนดทิศทางการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ 5G ของประเทศไทยในส่วนของการต่อยอดการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G ภายหลังจากที่ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมได้มีการประมูลคลื่นความถี่และมีการลงทุนขยายโครงข่ายในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องได้มีการเตรียมความพร้อมรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G ดังกล่าว ทั้งนี้ ในการกำหนดทิศทางและนโยบายดังกล่าวจะไม่เป็นการเกี่ยวข้องกับการประมูลคลื่นความถี่ของคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
2. สนับสนุนการเรียกคืนคลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่าหรือนำมาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ายิ่งขึ้นเพื่อนำคลื่นความถี่ไปพัฒนาให้มีการใช้งานเทคโนโลยี 5G หรือรองรับเทคโนโลยีใหม่ที่

เกิดขึ้นในอนาคตตลอดจนเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาข้อพิพาทระหว่างหน่วยงานที่ถูกเรียกคืนคลื่นความถี่

3. แต่งตั้งคณะอนุกรรมการคณะทำงานและคณะที่ปรึกษาเพื่อช่วยเหลือการปฏิบัติหน้าที่ของคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติหรือตามที่ได้รับมอบหมาย
4. ดำเนินการอื่นใดตามที่นายกรัฐมนตรีหรือคณะรัฐมนตรีมอบหมาย

สำหรับการดำเนินงานของคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติได้มีการกำหนดแผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 1 ขึ้นโดยคำนึงถึงทิศทางและยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามนโยบายและแผนระดับชาติ และมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นกรอบแนวทางปฏิบัติในการกระตุ้นให้ประเทศไทยสามารถใช้เทคโนโลยี 5G ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ซึ่งทางสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.) ในฐานะฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ ได้ดำเนินการนำแผนปฏิบัติการฯ ดังกล่าว เข้าระบบติดตามและประเมินผลแห่งชาติ (eMENSCR) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งถือเป็นการประกาศใช้แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทยระยะที่ 1 ของสำนักงานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ประกอบการวางแผนดำเนินงาน/พัฒนาโครงการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องอาทิ[40]

- ภาพรวม/สถานการณ์ของประเทศไทยต่อการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G
- ความท้าทายของการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G และประเด็นการพัฒนาหลักของประเทศไทย
- ยุทธศาสตร์ ตัวชี้วัด และความสอดคล้องของแผนปฏิบัติการฯ ต่อนโยบายและแผนระดับประเทศ
- กลไกการขับเคลื่อนแผนปฏิบัติฯ ของประเทศไทยสู่ความสำเร็จ

อีกทั้งยังได้มีการเห็นชอบการดำเนินการโครงการนำร่องในการต่อยอดการใช้ประโยชน์ 5G ของประเทศไทยในระยะสั้นด้านการส่งเสริมเกษตรดิจิทัล และการส่งเสริมโรงพยาบาลอัจฉริยะ และได้มีการเห็นชอบมาตรการส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคอุตสาหกรรมเพื่อมุ่งสู่การปฏิบัติ เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยได้อย่างทั่วถึง เท่าเทียมและเต็มประสิทธิภาพ

รวมทั้งสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (สศด.) ได้ร่วมกับ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) จำกัด จัดตั้งศูนย์ Thailand 5G Ecosystem Innovation Center (5G EIC) ณ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (อาคารลาดพร้าวฮิลล์) ซึ่งเป็นพื้นที่กำกับดูแลเป็นการเฉพาะ (Regulatory Sandbox) เพื่อเป็นพื้นที่ทดลองทดสอบเทคโนโลยี 5G (5G Testbed) สำหรับการเชื่อมต่อ (Connectivity) การใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกัน (Spectrum Sharing) รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการพัฒนานวัตกรรมบริการทางเทคโนโลยี 5G (5G Application and Services) สำหรับการคิดค้น ทดลอง ทดสอบและพัฒนานวัตกรรมใหม่ สร้างโอกาสให้ผู้ประกอบการวิสาหกิจเริ่มต้น (Startup) วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ตลอดจน

[40] แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 1 (ที่มา: https://www.onde.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว /ข่าวทั้งหมด/1483/TH-TH)

สถาบันการศึกษามีพื้นที่ในการพัฒนาองค์ความรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาเครือข่ายพันธมิตรและระบบนิเวศสำหรับเทคโนโลยี 5G (5G Network and Ecosystem) ทั้งในและต่างประเทศ เป็นการยกระดับขีดความสามารถทางดิจิทัลให้กับบุคลากรในประเทศ เพื่อเตรียมความพร้อมในการรองรับการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G และการเปลี่ยนผ่านเชิงดิจิทัลเพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ ผ่านกลไกการสร้างระบบนิเวศทางเทคโนโลยี 5G เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมดิจิทัลของประเทศไทยได้อย่างคุ้มค่าและสร้างสรรค์[41]

ปัจจุบันได้มีการจัดทำ (ร่าง) แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2566 – 2570) และ (ร่าง) แนวทางการบริหารจัดการการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ขึ้น โดยได้มีเลขาธิการคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นประธานการประชุมระดมสมองและหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ และเอกชน เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะต่อ (ร่าง) แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2566 – 2570) และ (ร่าง) แนวทางการบริหารจัดการการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ภายใต้การดำเนินโครงการกระตุ้นระบบนิเวศ 5G ให้เกิดประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เชิงพาณิชย์ โดย (ร่าง) แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ระยะที่ 2 ประกอบด้วย 4 ยุทธศาสตร์ ดังนี้

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 ส่งเสริมการพัฒนาโครงข่าย 5G ประสิทธิภาพสูง
- ยุทธศาสตร์ที่ 2 ขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลผ่านเทคโนโลยี 5G
- ยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างสังคมคุณภาพด้วยเทคโนโลยี 5G
- ยุทธศาสตร์ที่ 4 พัฒนาระบบนิเวศให้พร้อมต่อการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G

โดยที่ประชุมได้ให้ความคิดเห็นต่อ (ร่าง) แผนดังกล่าวอย่างกว้างขวาง ทั้งประเด็นของการกำหนดตัวชี้วัด แนวทางการขับเคลื่อน รวมถึงการกำหนดโครงการสำคัญเพื่อให้ (ร่าง) แผนปฏิบัติการฯ มีความครบถ้วน สมบูรณ์ เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยและนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง โดยการประชุมดังกล่าวสามารถสรุปประเด็นสำคัญที่ได้ ดังนี้

1. ด้านแนวทางการดำเนินงาน นอกจากกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ และหน่วยงานผู้รับผิดชอบที่ชัดเจนแล้ว ควรมีการระบุถึงกลุ่มผู้ที่ได้รับผลประโยชน์อย่างชัดเจน
2. ด้านการทำงานร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน ควรมีการผลักดันให้เกิดการบูรณาการร่วมกันด้านข้อมูล และมีการพูดคุยบทบาท ความรับผิดชอบระหว่างหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น เพื่อผลักดันโครงการสำคัญให้เกิดขึ้นจริงตามวัตถุประสงค์
3. ด้านเป้าหมายและตัวชี้วัด ควรทบทวนความเหมาะสม และความสอดคล้องของเป้าหมาย และตัวชี้วัดเพิ่มเติม เนื่องจากในบางโครงการตัวชี้วัดสามารถเพิ่มความท้าทายให้มากยิ่งขึ้นได้

[41] รายงานผลการจัดตั้งศูนย์ Thailand 5G Ecosystem Innovation Center (5G EIC) (ที่มา: https://www.ryt9.com/s/cabt/3183767)

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ เช่น ควรจัดทำภาพประเด็นปัญหา และอุปสรรคของแต่ละภาคอุตสาหกรรมให้ชัดเจน การสนับสนุนการใช้งาน 5G ไม่ควรเน้นการสนับสนุนอุปกรณ์ แต่ควรคำนึงถึงการเบิกสิทธิ์ การออกกฎระเบียบที่ชัดเจน และการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น[42]

2) กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน

กฎระเบียบหรือมาตรการส่งเสริมการใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สาย โดยครอบคลุมถึงการใช้เสาระดับ Micro/Pole Site สำหรับติดตั้งอุปกรณ์โทรคมนาคมร่วมกันเพื่อให้เกิดการขยายโครงข่าย 5G ที่มีคุณภาพและครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ได้แก่

ก. <u>ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สาย พ.ศ. 2562</u>

ประกาศฉบับดังกล่าวกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการกำกับดูแลการใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สายในสภาพการณ์ปัจจุบัน โดยกำหนดให้ผู้รับใบอนุญาตมีหน้าที่ให้ผู้รับใบอนุญาตรายอื่นใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สายตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในประกาศนี้ ทั้งนี้ โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สายที่ต้องมีการใช้ร่วมกัน คือ[43]

- เสาซึ่งใช้ในการติดตั้งสายอากาศ (Tower/Mast)
- พื้นที่ตั้งสถานีฐาน
- อาคาร สิ่งปลูกสร้าง ตู้คอนเทนเนอร์สำหรับติดตั้งอุปกรณ์สถานีฐาน รวมทั้งเครื่องอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟ ระบบปรับอากาศ ระบบรักษาความปลอดภัย และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ
- สายนำสัญญาณ (feeder cables) สำหรับสถานีฐานที่ตั้งภายในอาคาร และสถานีฐานที่ตั้งภายนอกอาคาร
- อุปกรณ์สายอากาศ (antenna) สำหรับสถานีฐานที่ตั้งภายในอาคาร และสถานีฐานที่ตั้งภายนอกอาคาร
- อุปกรณ์สื่อสัญญาณเชื่อมโยงระหว่างสถานีฐานกับอุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน เช่น Radio Node Controller (RNC) และ Base Station Controller (BSC) เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นระบบสาย ระบบคลื่นความถี่ ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าอื่น ระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน

---

[42] การประชุมระดมสมองและหารือประกอบการจัดทำ (ร่าง) แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2566 – 2570) และ (ร่าง) แนวทางการบริหารจัดการการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G (ที่มา: https://www.onde.go.th/view/1/รายละเอียดข่าว/ข่าวสดช./1774/TH-TH)

[43] ภาคผนวกแนบท้ายประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การใช้โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกันสำหรับโครงข่ายโทรคมนาคมไร้สาย

ข. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการใช้สิทธิในการปัก หรือตั้งเสา หรือเดินสาย วางท่อ หรือติดตั้งอุปกรณ์ประกอบใดในการให้บริการโทรคมนาคม พ.ศ. 2560

ประกาศฉบับดังกล่าวมีการส่งเสริมการลงทุนและการใช้งานโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมร่วมกัน ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาผลกระทบด้านทัศนียภาพภาพได้ โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณต่าง ๆ (ข้อ 11) ได้แก่

- พื้นที่เขตที่มีกฎหมายกำหนดไว้เพื่อสงวนและคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น เขตอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตสงวนเพื่อการท่องเที่ยว เขตโบราณสถาน เขตป่าไม้ เป็นต้น
- พื้นที่ใดบนสะพาน ในอุโมงค์ หรือบนทางเท้า รวมถึงการใช้พื้นที่ในการสร้างโครงข่ายใต้ดิน
- พื้นที่ตามกฎหมายว่าด้วยการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
- พื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นหรือแออัด

3) กฎหมายเกี่ยวกับมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับอุปกรณ์ในระบบนิเวศ 5G

กฎหมายเกี่ยวกับอุปกรณ์ระบบนิเวศ 5G อันประกอบไปด้วยสถานีฐาน (Base station) และเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่าย (User equipment) โดยกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ เทคโนโลยี 5G ตามมาตรฐาน European Standards เพื่อรองรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่กำลังจะมาในอนาคตอันใกล้ ซึ่งมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับอุปกรณ์ในระบบนิเวศน์ 5G ที่มีความครอบคลุมใน 3 ด้าน ดังต่อไปนี้ 1. ข้อกำหนดทางเทคนิคด้านคลื่นความถี่ (Radio Frequency Requirement) ของอุปกรณ์ในระบบนิเวศน์ 5G เป็นไปตามมาตรฐานใน Release 15 ของ 3GPP ช่วงคลื่น 450 MHz – 6 GHz และ 24.25GHz – 52.6 GHz ซึ่งคลอบคลุมคลื่นความถี่ที่จะนำมาใช้กับเทคโนโลยี 5G ในประเทศไทย 2. ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า (Electrical Safety Requirements) ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ระดับสากล (IEC) อย่างใดอย่างหนึ่ง และข้อกำหนดด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม (Radiation Exposure Requirements) เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของสำนักงาน กสทช. สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่ในย่าน 9 kHz – 300 GHz ซึ่งในปัจจุบันประกอบไปด้วยประกาศ และร่างประกาศ และ 3. ร่างประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ดังนี้

ก. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมสถานีฐานกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล International Mobile Telecommunications (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT-2020 พ.ศ. 2563

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ระบุลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคม กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT-2020 ประเภทเครื่องวิทยุคมนาคมสถานีฐาน (Base Station) โดยมีย่านความถี่วิทยุใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมสถานีฐาน กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลI (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT-2020 ต้องเป็นไปตามแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล หรือตามที่ กสทช. กำหนด (มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ กสทช. มท. 1037 – 2563)

ข. ร่างประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่ายกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล International Mobile Telecommunications (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT 2020

ร่างมาตรฐานทางเทคนิคนี้ระบุลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคม กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล International Mobile Telecommunications (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT-2020 ประเภทเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่าย (User Equipment) โดยมีย่านความถี่วิทยุใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมลูกข่าย กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล International Mobile Telecommunications (IMT) ซึ่งใช้เทคโนโลยี IMT-2020 เป็นไปตามแผนความถี่วิทยุกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล หรือตามที่ กสทช. กำหนด

ค. ร่างประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band

ร่างประกาศฉบับดังกล่าวเป็นการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกี่ยวกับกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้า ตลอดจนให้ประชาชนสามารถใช้อุปกรณ์รับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีมาตรฐานทางเทคนิค เพื่อป้องกันการรบกวนการใช้งานคลื่นความถี่และมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

- การผลิต ทำหรือนำเข้าหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band จะต้องมีมาตรฐานทางเทคนิคตามที่กำหนดในประกาศนี้

- การผลิต ทำ นำเข้าหรือค้าหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ซึ่งเป็นเครื่องวิทยุคมนาคม จะต้องได้รับใบอนุญาตให้ทำ นำเข้าหรือค้า ซึ่งเครื่องวิทยุคมนาคมจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยวิทยุคมนาคม แล้วแต่กรณี
- ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตตามข้อ 1 ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานผู้ออกใบอนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยวิทยุคมนาคมอยู่ในวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ
- ให้บรรดาผู้ประกอบการที่มีหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO)

ในย่านความถี่ C-Band ซึ่งมีมาตรฐานทางเทคนิคไม่สอดคล้องตามประกาศนี้ ไว้เพื่อจำหน่ายหรือเพื่อการค้าอยู่ในวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ ให้สามารถจำหน่ายหรือขายหัวรับสัญญาณโทรทัศน์นั้นได้ต่อไปจนกว่าจะหมด หรือจนกว่าจะเลิกกิจการ อีกทั้งยังกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ไว้ในแนบท้ายประกาศเลขที่ กสทช. มส. 2002-2563 อีกด้วย

4) กฎหมายเกี่ยวกับการรองรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G

กฎหมายที่เอื้อต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้ 5G อันจะส่งผลให้เกิดการให้บริการใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

ก. <u>ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนเลขหมายโทรคมนาคม พ.ศ. 2563</u>

ในส่วนของเลขหมายการใช้งานสำหรับเทคโนโลยี 5G คือ เลขหมายเดิมที่ใช้ในเทคโนโลยี 4G รวมกับเลขหมายใหม่ที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากจากการใช้งานอุปกรณ์ IoT โดยในปัจจุบันประเทศไทยได้จัดทำแผนเลขหมายใหม่ที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ITU E.164 ที่กำหนดจำนวนหลักของเลขหมายไว้ไม่เกิน 15 หลัก ในแผนเลขหมายฉบับนี้ใต้กำหนดให้หมายเลขอุปกรณ์ IoT ขึ้นต้นตัวเลข 067 หลัก โดยมีรูปแบบการเขียนสองรูปแบบสองรูปตามโครงข่ายการใช้งาน คือ รูปแบบที่ 1 อุปกรณ์ IoT ที่ใช้บนโครงข่ายที่เชื่อมต่อกับผู้ให้บริการรายอื่น (Public Network) มีจำนวนหลักเลขหมาย 10 หลัก ทำให้สามารถรองรับอุปกรณ์ IoT ได้ 9 ล้านเลขหมาย และรูปแบบที่ 2 อุปกรณ์ IoT ที่ใช้ภายในโครงข่ายของตนเอง (Private Network) มีจำนวนหลักเลขหมาย 14 หลัก ทำให้สามารถรองรับอุปกรณ์ IoT ได้ 1 หมื่นล้านเลขหมาย ทำให้การให้บริการระบบ IoT รองรับได้ทั้งหมด 10,009 ล้านเลขหมาย ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานแบบ Massive IoT ในยุคเทคโนโลยี 5G

ข. <u>ประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์</u>

พิจารณาเฉพาะประเด็นความรับผิดทางละเมิดในความเสียหายอันอาจเกิดขึ้น ซึ่งได้แก่ มาตรา 420 ซึ่งถือเป็นความรับผิดทางละเมิดจากการกระทำโดยประมาทเลินเล่อแบบดั้งเดิม ซึ่งอาจจำแนกองค์ประกอบได้

ดังต่อไปนี้ คือ 1. ผู้ใดกระทำโดยจงใจหรือประมาทเลินเล่อ 2. กระทำต่อผู้อื่นโดยผิดกฎหมาย 3. เป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับความเสียหาย และ 4. ผลที่เกิดขึ้นสัมพันธ์โดยตรงกับการกระทำ ประกอบกับภาระในการนำสืบว่าประมาทเลินเล่อหรือไม่นั้น เป็นหน้าที่ของผู้กล่าวอ้าง (ตามหลักผู้ใดกล่าวอ้าง ผู้นั้นนำสืบ) และมาตรา 437 ว่าด้วยเรื่องของหลักความรับผิดแบบเคร่งครัด (Strict liability) ที่กำหนดให้ผู้ครอบครองหรือควบคุมยานพาหนะได้รับการสันนิษฐานว่าจะต้องรับผิดกรณีที่ยานพาหนะนั้นก่อให้เกิดความเสียหายกับบุคคลอื่น ผู้ครอบครองหรือผู้ควบคุมยานพาหนะที่อยู่ภายใต้มาตรานี้ จะต้องเป็นผู้ทำการควบคุมยานพาหนะหรือเดินเครื่องจักรในทางข้อเท็จจริง ขณะเกิดเหตุแห่งความเสียหาย ซึ่งมาตรา 437 นี้เป็นเพียงการกำหนดภาระการพิสูจน์ให้กับผู้ครอบครองหรือผู้ควบคุมยานพาหนะเท่านั้น มิได้หมายความว่า เมื่อเกิดอุบัติเหตุผู้ครอบครองหรือผู้ควบคุมจะรับผิดไปก่อนในทุกกรณี (คำพิพากษาฎีกาที่ 3437/2537 และคำพิพากษาศาลฎีกาที่ 2659/2524)

ค. <u>พระราชบัญญัติความรับผิดต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย พ.ศ. 2551</u>

พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าวกำหนดให้ผู้ประกอบการจะต้องรับผิดในกรณีที่สินค้าที่ตนผลิตหรือนำเข้ามีความชำรุดบกพร่องก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้บริโภคหรือผู้ใช้งานซึ่ง นิยามของ “ผู้ประกอบการ” ตามกฎหมายฉบับนี้หมายถึง 1. ผู้ผลิตหรือผู้ว่าจ้างให้ผลิต 2. ผู้นำเข้า 3. ผู้ขายสินค้า (กรณีที่ไม่สามารถระบุตัวผู้ผลิต ผู้ว่าจ้างให้ผลิต หรือผู้นำเข้าได้) 4. ผู้ซึ่งใช้ชื่อ ชื่อทางการค้า เครื่องหมายการค้าเครื่องหมาย ข้อความหรือแสดงด้วยวิธีใด ๆ อันมีลักษณะที่จะทำให้เกิดความเข้าใจได้ว่าเป็นผู้ผลิตผู้ว่าจ้างให้ผลิต หรือผู้นำเข้า ยิ่งไปกว่านั้น กฎหมายฉบับดังกล่าว ยังกำหนดให้ผู้ประกอบการทุกคนต้องร่วมกันรับผิดต่อผู้เสียหายในความเสียหายที่เกิดจากสินค้าที่ไม่ปลอดภัย (มาตรา 5) ดังนั้น ผู้ใช้งานหรือผู้บริโภคที่ได้ความเสียหายจากการใช้งานสินค้าที่มีความชำรุดบกพร่อง ก็สามารถใช้สิทธิเรียกร้องค่าเสียหายจากผู้ประกอบการรายหนึ่งรายใดก็ได้ โดยผู้ใช้งานหรือผู้บริโภคพิสูจน์เพียงว่าตนได้ใช้งานหรือเก็บรักษาสินค้านั้นอย่างปกติธรรมดาแล้ว หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าภายใต้พระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้ ผู้ใช้งานหรือผู้บริโภคไม่จำเป็นต้องพิสูจน์ว่าผู้ประกอบการรายนั้นจงใจหรือประมาทเลินเล่อจนเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายตามกฎหมายละเมิดแบบดั้งเดิม ในทางกลับกันผู้ประกอบการจะมีภาระการพิสูจน์ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นมิได้เป็นผลโดยตรงมาจากสินค้า ซึ่งหากพิสูจน์ไม่ได้ ผู้ประกอบการก็จะต้องรับผิด จึงกล่าวได้ว่า พระราชบัญญัติฯ ฉบับนี้ เป็นการนำหลักความรับผิดโดยเคร่งครัดมาใช้ โดยกำหนดภาระการพิสูจน์เป็นของผู้ประกอบการแทนผู้ใช้หรือผู้บริโภคที่กล่าวอ้างว่าได้รับความเสียหายจากสินค้า

ง. <u>ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558</u>

ประกาศฉบับดังกล่าวกำหนดประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกไว้โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1. ประเภทที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเล่นเป็นงานอดิเรก เพื่อความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬา และ 2. ประเภทที่ใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกจาก (1) ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 25 กิโลกรัม เช่น เพื่อการรายงาน

เหตุการณ์หรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน) หรือ เพื่อการถ่ายภาพ การถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน์ หรือ เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน โดยอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก ทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวต้องได้รับอนุญาตให้บังคับ หรือปล่อยอากาศยานตามเงื่อนไขก่อนทำการบิน และระหว่างทำการบินจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมก่อน

จ. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อการพัฒนาและทดสอบนวัตกรรมในพื้นที่กำกับดูแลเป็นการเฉพาะ (Regulatory Sandbox) พ.ศ. 2562

ประกาศฉบับดังกล่าวเป็นกฎหมายที่เปิดช่องให้เกิดการทดลองทดสอบเทคโนโลยีและบริการต่าง ๆ สำหรับภาคโทรคมนาคมในสถานะเริ่มต้น โดยมีพื้นที่ที่ถูกจัดตั้งเป็น Sandbox ได้อย่างเป็นทางการแล้วเพียง 2 แห่ง ได้แก่ พื้นที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา อีกทั้งยังไม่มีการประกาศอย่างเป็นทางการถึงรายชื่อผู้วิจัยและจำนวนการพัฒนาเทคโนโลยีในพื้นที่ Sandbox ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

จากกฎระเบียบเรื่อง Regulatory Sandbox ได้กำหนดประเภทพื้นที่ที่สามารถจัดตั้งเป็นพื้นที่ Sandbox ได้ใน 5 พื้นที่ ได้แก่ 1. เขตพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) 2. สถาบันอุดมศึกษา 3. หน่วยงานของรัฐ 4. นิคมอุตสาหกรรม และ 5. อุทยานวิทยาศาสตร์ เพื่อป้องกันไม่ให้พื้นที่ Sandbox เกิดการกระจุกตัวอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง

การใช้คลื่นความถี่ในพื้นที่กำกับดูแลเป็นการเฉพาะ เป็นการใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน (shared use) โดยไม่ได้รับสิทธิการคุ้มครองการรบกวน (ข้อ 22) หากการใช้งานคลื่นความถี่ของผู้ได้รับอนุญาตก่อให้เกิดการรบกวนระดับรุนแรง ต่อการใช้งานคลื่นความถี่ของผู้ได้รับจัดสรรคลื่นความถี่ที่ได้รับสิทธิการคุ้มครองการรบกวนในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ผู้ได้รับอนุญาตต้องระงับการใช้คลื่นความถี่ที่ก่อให้เกิดการรบกวนในบริเวณนั้นโดยทันที (ข้อ 23)

สำหรับผู้ที่ประสงค์จะใช้คลื่นความถี่เพื่อพัฒนาและทดสอบนวัตกรรมในพื้นที่ Sandbox ให้ดำเนินการขอรับอนุญาตจากสำนักงาน กสทช. โดยสำนักงาน กสทช. จะพิจารณาอนุญาตตามความสอดคล้องระหว่างแผนการดำเนินการของผู้ยื่นคำขอ และแนวทางการอนุญาตในพื้นที่ Sandbox ที่ผู้ยื่นคำขอมีความประสงค์จะเข้าดำเนินการพัฒนาและทดสอบนวัตกรรมประกอบการตัดสินใจ ทั้งนี้ผู้ที่ยื่นคำขออนุญาตใช้คลื่นความถี่เพื่อพัฒนาและทดสอบนวัตกรรมในพื้นที่ Sandbox มีหน้าที่ชำระค่าธรรมเนียม ในการพิจารณาคำขอเป็นจำนวน 5,000 บาท ต่อหนึ่งคำขอโดยไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่มซึ่งไม่สามารถเรียกคืนได้ (ข้อ 30)

เมื่อได้รับอนุญาตแล้ว ผู้พัฒนาและทดสอบนวัตกรรมสามารถใช้คลื่นความถี่ได้เป็นระยะเวลา 360 วัน และสามารถขอขยายระยะเวลาการอนุญาตได้ครั้งละ 180 วัน โดยการขอขยายระยะเวลาจะต้องดำเนินการยื่นคำขอล่วงหน้าอย่างน้อย 45 วัน ก่อนสิ้นสุดการอนุญาต ทั้งนี้ รวมแล้วต้องไม่เกิน 720 วัน และต้องไม่เกินอายุของพื้นที่ Sandbox

ฉ. ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการใช้สิทธิในการปัก หรือตั้งเสา หรือเดินสาย วางท่อ หรือติดตั้งอุปกรณ์ประกอบใดในการให้บริการโทรคมนาคม พ.ศ. 2560

ประกาศฉบับดังกล่าวกำหนดให้ผู้รับใบอนุญาตที่มีเหตุและความจำเป็นต้องใช้สิทธิในการปักหรือตั้งเสา หรือเดินสาย วางท่อหรือติดตั้งอุปกรณ์ประกอบใด จะต้องยื่นขอใช้สิทธิดังกล่าว โดยจัดทำแผนผังตำแหน่งการติดตั้ง ลักษณะทิศทาง และแนวเขตในการปักหรือตั้งเสา เดินสาย วางท่อ และติดตั้งอุปกรณ์ประกอบใดในการดำเนินการให้บริการโทรคมนาคมเสนอต่อคณะกรรมการเพื่อให้ความเห็นชอบก่อนดำเนินการ (ข้อ 5) โดยผู้ขออนุญาตจะใช้ประโยชน์จากสิทธิที่ได้เพื่อการอื่นนอกเหนือจากที่ได้รับอนุญาตมิได้ (ข้อ 3)

สำหรับกรณีการป้องกันปัญหาทรรศนะอุจาดนั้น ประกาศฉบับดังกล่าวระบุรายละเอียดให้ผู้ประกอบการโทรคมนาคมส่งเอกสารที่วิเคราะห์ถึงผลกระทบด้านทัศนียภาพในบริเวณพื้นที่รอบ ๆ สำหรับการใช้สิทธิในการปักหรือตั้งเสา หรือการติดตั้งอุปกรณ์ใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรคมนาคม โดยต้องมีการวิเคราะห์ผลกระทบในด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสุขอนามัย ด้านทัศนียภาพ และด้านความมั่นคงของรัฐประกอบด้วย

5) กฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัยทางไซเบอร์และความเป็นส่วนตัว

กฎหมายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัยทางไซเบอร์และความเป็นส่วนตัวจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ได้แก่

ก. พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้การเก็บรวบรวม ใช้ หรือ เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลทำได้โดยง่าย สะดวก รวดเร็ว และก่อให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจโดยรวม พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าวจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลจากการล่วงละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัวของข้อมูลส่วนบุคคลที่สร้างความเดือดร้อนรำคาญหรือความเสียหายให้แก่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล รวมทั้งสร้างมาตรฐานการรักษาข้อมูลส่วนบุคคลให้ปลอดภัย และนำไปใช้ให้ถูกวัตถุประสงค์ตามคำยินยอมที่เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล โดยมีขอบเขตการใช้บังคับกับกรณีที่ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคลหรือผู้ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคลอยู่ในประเทศไทย และใช้บังคับกรณีที่ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคลหรือผู้ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคลอยู่นอกประเทศไทยหากมีกิจกรรม คือ 1. เสนอขายสินค้าหรือบริการให้เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลที่อยู่ในประเทศไทย และ 2. เฝ้าติดตามเจ้าของข้อมูลส่วนบุคคลที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

ทั้งนี้ พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าว ไม่ใช่บังคับกับกรณีดังต่อไปนี้ คือ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อประโยชน์ส่วนตนหรือเพื่อกิจกรรมในครอบครัว 2. การดำเนินการของหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่ในการรักษาความมั่นคงของรัฐ 3. การใช้หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลที่ทำการเก็บรวบรวมไว้เฉพาะเพื่อกิจการสื่อมวลชน งานศิลปกรรม หรืองานวรรณกรรม 4. การเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลตามหน้าที่และอำนาจของสภาผู้แทนราษฎร วุฒิสภา รัฐสภา หรือคณะกรรมาธิการ 5. การพิจารณาพิพากษาคดีของศาล

และการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ในกระบวนการพิจารณาคดี 6. การดำเนินการกับข้อมูลของบริษัทข้อมูลเครดิตและสมาชิกตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบธุรกิจข้อมูลเครดิต

บุคคลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนบุคคล คือ 1. เจ้าของข้อมูลส่วนบุคคล (Data Subject) 2. ผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล (Data Controller) 3. ผู้ประมวลผลข้อมูลส่วนบุคคล (Data Processor) และ 4. เจ้าหน้าที่คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data Protection Officer :DPO) โดยการเก็บรวบรวม ใช้ หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลได้โดยชอบด้วยกฎหมาย ต้องดำเนินการตามหลักการใดหลักการหนึ่งที่กฎหมายกำหนดไว้ ดังต่อไปนี้ ได้แก่

(1) Consent คือ หลักความยินยอมในการเก็บรวบรวม ใช้หรือเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล
(2) Scientific or Historical Research หลักการจัดทำเอกสารประวัติศาสตร์ จดหมายเหตุ การศึกษาวิจัย สถิติ
(3) Vital Interest หลักการป้องกันหรือระงับอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย หรือสุขภาพของบุคคล
(4) Contract หลักความจำเป็นเพื่อการปฏิบัติตามสัญญา
(5) Public Task หลักความจำเป็นเพื่อการปฏิบัติหน้าที่ในการดำเนินภารกิจเพื่อประโยชน์สาธารณะ
(6) Legitimate Interest หลักความจำเป็นเพื่อประโยชน์โดยชอบด้วยกฎหมายของผู้ควบคุมข้อมูลส่วนบุคคล หรือของบุคคลหรือนิติบุคคลอื่น

ข. <u>พระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ พ.ศ. 2562</u>

พระราชบัญญัติฉบับดังกล่าว มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบาย มาตรการ แนวทางการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์จากการให้บริการหรือการประยุกต์ใช้ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต โครงข่ายโทรคมนาคม หรือการให้บริการโดยปกติของดาวเทียมมีความเสี่ยงในการก่อให้เกิดภัยคุกคามทางไซเบอร์อันอาจกระทบต่อความมั่นคงของรัฐ และความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ สำหรับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศ ดังนั้นเพื่อการป้องกัน รับมือ และลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามทางไซเบอร์ มิให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของรัฐ และความสงบเรียบร้อยภายในประเทศ จึงกำหนดให้สำนักงานคณะกรรมการการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติ (สกมช.) เป็นหน่วยงานรับผิดชอบงานตามพระราชบัญญัติ และประสานการปฏิบัติงานร่วมกันทั้งภาครัฐและเอกชน ไม่ว่าในสถานการณ์ทั่วไปหรือสถานการณ์ที่เป็นภัยต่อความมั่นคงอย่างร้ายแรง โดยระดับภัยคุกคามถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- ภัยคุกคามระดับไม่ร้ายแรง คือเหตุการณ์ที่เป็นภัยคุกคามมีผลทำให้ระบบเครือข่าย หรือคอมพิวเตอร์ทำให้ช้าลง
- ภัยคุกคามระดับร้ายแรง คือภัยคุกคามที่โจมตีระบบคอมพิวเตอร์โดยกระทบต่อความมั่นคงของรัฐทั้งด้านความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ การป้องกันประเทศ เศรษฐกิจ ความปลอดภัยสาธารณะ

- ภัยคุกคามระดับวิกฤติ คือภัยคุมคามที่มีลักษณะการโจมตีระบบคอมพิวเตอร์ที่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อโครงสร้างพื้นฐานของระบบสารสนเทศภายในประเทศเป็นบริเวณกว้าง และการโจมตีที่เป็นการก่ออาชญากรรมทางไซเบอร์

ทั้งนี้ รายละเอียดของลักษณะภัยคุกคามทางไซเบอร์ มาตรการป้องกัน รับมือ ประเมิน ปราบปราม และระงับภัยคุกคามทางไซเบอร์แต่ละระดับ ให้คณะกรรมการเป็นผู้ประกาศกำหนด

2.1.3 การวิเคราะห์และการกำหนดแนวทางการพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band

เทคโนโลยี 5G ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในหลากหลายอุตสาหกรรม ดังนั้นกฎหมายและกฎระเบียบจึงมีความจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยี 5G ตลอดจนบริการใหม่ ๆ ที่เกิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ทั้งในภาคโทรคมนาคม และภาคอุตสาหกรรมอื่น

ปัจจุบันประเทศไทยมีความพร้อมเรื่องกฎหมายและกฎระเบียบที่เอื้อให้ภาคส่วนต่าง ๆ เกิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามควรมีการปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบในบางประเด็นเพิ่มเติม เพื่อเอื้อให้เกิดการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ได้อย่างมีประสิทธิภาพและแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากคลื่นความถี่ย่าน C-band นั้นเป็นคลื่นความถี่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และเป็นที่ต้องการสำหรับอุตสาหกรรมโทรคมนาคมในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) เนื่องจากมีคุณสมบัติในการสร้างความครอบคลุมโครงข่าย (Coverage) และมี Bandwidth จำนวนมาก ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลความเร็วสูง อันเป็นลักษณะพื้นฐานของเทคโนโลยี 5G ซึ่งเดิม กสทช. ได้กำหนดนโยบายเบื้องต้นของคลื่นความถี่ย่าน 3.4 – 3.7 GHz ในแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) ให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จะแล้วเสร็จ ส่งผลให้ในปัจจุบันการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเอาคลื่นย่าน C-Band มาปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้บริการในรูปแบบเดิมที่มีผู้ที่ใช้บริการอยู่แล้ว (การใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ) มาเป็นการใช้บริการแบบใหม่ กล่าวคือ ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G (การในประโยชน์เชิงเศรษฐกิจ) จะต้องมีการจัดสรรในเรื่องคลื่นความถี่ในช่วง C-band ให้ชัดเจน โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องและผู้ใช้บริการผ่าน Broadband ไปพร้อมกันด้วย

ภายใต้โครงการวิจัยฯ นี้ได้ทำการกำหนดแนวทางการพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ออกเป็น 3 ระยะที่สำคัญดังนี้

ระยะที่ 1: ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของคลื่นความถี่ 3.5 GHz พร้อมกำหนดหลักเกณฑ์ในการช่วยเหลือประชาชนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Television Receiver Only:TVRO) และทำการศึกษาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการนำคลื่นความถี่ไปใช้งานร่วมกัน

เพื่อให้การดำเนินการทางด้านนโยบายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุม จึงจำเป็นจะต้องประเมินและตรวจสอบความพร้อมสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz ของประชาชนที่รับชมโทรทัศน์

ผ่านดาวเทียม (Television Receiver Only:TVRO) ที่อาจจะได้รับผลกระทบ โดยจากการรวบรวมข้อมูล (ตามภาคผนวก ค.)

โดยกำหนดหลักเกณฑ์ช่วยเหลือประชาชนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) ตลอดจนทำการศึกษาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการนำคลื่นความถี่ไปใช้งานร่วมกัน เพื่อป้องกันการรบกวนกันของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ดังต่อไปนี้

1.การกำหนดหลักเกณฑ์ช่วยเหลือประชาชนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) เนื่องจากคลื่นความถี่ 3.5 GHz ที่จะถูกนำมาจัดสรรเพื่อใช้งาน 5G นั้นยังมีการใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมอยู่ ซึ่งหากนำมาจัดสรรเพื่อใช้งาน 5G จำเป็นต้องมีการจัดการในหลายส่วน เช่น จำเป็นจะต้องเปลี่ยนจานรับสัญญาณหรือไม่ และ ใครจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย จึงจำเป็นที่จะต้องหารือกันถึงนโยบายดังกล่าว ซึ่งโครงการวิจัยฯ ได้เสนอแนวทางการเยียวยาชดเชยเพื่อช่วยเหลือประชาชนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม กล่าวคือ สำนักงาน กสทช. สามารถใช้เงินจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.) ได้ โดย

แนวทางที่ 1 กสทช. ใช้จ่ายเงิน กทปส. เพื่อเป็นทุนในการส่งเสริมหรือสนับสนุนให้สถานศึกษาอาชีวศึกษารัฐบาล (ซึ่งเป็นสถานศึกษาตามกฎหมายว่าด้วยการศึกษาแห่งชาติ) ในประเทศไทยที่มีการเปิดการเรียนการสอนในสาขาอิเล็กทรอนิกส์หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยให้อาชีวศึกษารัฐบาลจัดทำโครงการที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ LNB ให้กับผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในจังหวัดที่อาชีวศึกษารัฐบาลนั้นตั้งอยู่ เป็นการสนับสนุนโครงการหรือกิจกรรมประเภทที่ 1 ตามประกาศคณะกรรมการบริหารกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการใช้จ่ายเงิน กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ พ.ศ. 2560 (ข้อที่ 5) เนื่องจากเป็นโครงการหรือกิจกรรมที่เกิดจากผู้มีสิทธิขอรับการส่งเสริมและสนับสนุน เงินจากกองทุนตามวัตถุประสงค์ของกองทุนตามมาตรา 52 (1) อันเป็นการดำเนินการให้ประชาชนได้รับบริการด้านกิจการโทรทัศน์ ตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 หรือ

แนวทางที่ 2 คือ กสทช. ใช้จ่ายเงิน กทปส. เพื่อเป็นการให้ทุนตามนโยบายของ กสทช. ที่กฎหมายประกาศกำหนดไว้ว่าเป็นอำนาจหน้าที่ของ กสทช. โดยกำหนดให้ กสทช. ประกาศกำหนดโครงการหรือการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามมาตรา 52 (1) อันเป็นการดำเนินการให้ประชาชนได้รับบริการด้านกิจการโทรทัศน์ ตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 คือ โครงการที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ LNB ให้กับผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในจังหวัดที่อาชีวศึกษารัฐบาลนั้นตั้งอยู่ โดยเป็นการสนับสนุนโครงการหรือกิจกรรมประเภทที่ 3

จะเห็นได้ว่าแนวทางที่โครงการวิจัยเสนอนั้นเป็นไป เพื่อต้องการเยียวยาประชาชนที่ได้รับผลกระทบ และในขณะเดียวกันก็เป็นการส่งเสริมให้อาชีวศึกษารัฐบาลในทุกจังหวัดได้มีการพัฒนาศักยภาพการเรียนการสอน โดยเป็นการมุ่งเน้นให้มีการนำไปปฏิบัติจริงในการลงพื้นที่ อันจะส่งผลให้ประชาชนได้รับการเยียวยาอย่างตรงจุด และสถานศึกษาเองก็สามารถต่อยอดความรู้ได้พร้อมกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบประเด็นดังกล่าวกับประเทศบราซิลจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีคุณลักษณะและแนวนโยบายในการปรับปรุงคลื่นความถี่ใกล้เคียงกับประเทศบราซิล เนื่องจากมีปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งประเทศไทยและบราซิลมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz ในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ค่อนข้างหนาแน่น และทั้งสองประเทศมีแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ชัดเจนสามารถนำมาจัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลเช่นเดียวกัน จากการศึกษาเปรียบเทียบพบว่าประเทศบราซิลได้มีนโยบาย Analogue Switch Off (ASO) ซึ่งรัฐบาลอุดหนุนภาคประชาชนโดยการแจกกล่องโทรทัศน์ดิจิทัล (Set Top Box: STBs) ให้กับผู้ที่มีรายได้น้อย ทำให้อัตราการใช้งาน TVRO ในบราซิลลดลง

2. การศึกษาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการนำคลื่นความถี่ไปใช้งานร่วมกัน เนื่องจากการติดตั้งเสาสัญญาณให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 5G บนคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz และการนำคลื่นความถี่ 3.5 GHz ที่จะถูกนำมาจัดสรรเพื่อใช้งาน 5G ในอนาคตนั้น ส่งผลกระทบไปรบกวนผู้ที่ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่ง กสทช. ได้มีการออกร่างประกาศ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ย่าน C-Band

ร่างประกาศฉบับดังกล่าวเป็นการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกี่ยวกับกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมในปัจจุบันที่มีความเจริญก้าวหน้า ตลอดจนให้ประชาชนสามารถใช้อุปกรณ์รับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีมาตรฐานทางเทคนิค เพื่อป้องกันการรบกวนการใช้งานคลื่นความถี่และมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นในอนาคต อย่างไรก็ตาม การกำหนดมาตรฐานฯ ดังกล่าวจะทำให้แก้ปัญหาในอนาคตที่จะนำคลื่น 3.5 GHz มาประมูลได้เช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบประเด็นดังกล่าวกับประเทศบราซิลจะเห็นได้ว่าในขณะที่ประเทศไทยมีการจัดทำร่างประกาศมาตรฐานทางเทคนิคฯ ขึ้น บราซิลได้มีการกำหนดให้มีระยะแถบความถี่ป้องกันอยู่ที่ 25 MHz และมีการกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของ LNBF เพิ่มเติม ตลอดจนยังได้มีการกำหนดทางเลือกทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการนำคลื่นความถี่ไปใช้งานร่วมกัน หรือกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz ไว้ 3 ทางเลือกดังนี้[44]

[44] ประถมพงศ์ ศรีนวล, ปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHzของประเทศบราซิล, วารสาร กสทช ปี 2022, หน้า 293

ทางเลือกที่ 1 คือ การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่านเหนือกว่า 3.8 GHz โดยกำหนดระยะแถบความถี่ป้องกันที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้ หากกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล มีการใช้งานเพิ่มขึ้นและมีการใช้งานในคลื่นความถี่ 3700-3800 MHz ให้นำระบบตัวกรองสัญญาณ (Filter) เข้ามาใช้

ทางเลือกที่ 2 คือ การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่าน Ku-Band ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนผ่านย่านความถี่ ซึ่งกรณีนี้ แม้ว่า TVRO จะถูกย้ายออกจากย่านความถี่ C-band แต่กิจการ FSS ซึ่งเป็นกิจการเดิมยังคงมีการใช้งานอยู่

ทางเลือกที่ 3 คือ การให้ TVRO ยังคงใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่ย่าน 3625 MHz เดิมและพิจารณาการรบกวนกันของคลื่นความถี่เป็นรายกรณี เนื่องจาก TVRO เป็นกิจการที่ถูกใช้ในพื้นที่ชนบท ทั้งนี้ กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ถูกใช้งานในคลื่นความถี่เดียวกันมีพื้นที่การใช้งานอยู่ในตัวเมือง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้งานของทั้งสองกิจการแม้ว่าจะใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่เดียวกันแต่เป็นการใช้งานต่างพื้นที่ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้น้อยที่จะเกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์รบกวนกันของคลื่นความถี่ให้นำหลักการใช้งานตัวกรองสัญญาณเข้ามาปรับใช้เป็นรายกรณีเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป

ซึ่ง Anatel ได้ทำการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของแต่ละทางเลือกควบคู่ไปพร้อมกัน ส่งผลให้ได้ข้อสรุปว่า ทางเลือกที่ 1 มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่า ประเทศไทยจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมที่รอบด้าน คำนึงถึงผู้ได้รับผลกระทบ และจะต้องให้ระยะเวลาแก่ผู้ได้รับผลกระทบในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์อันเกี่ยวกับกิจการ TVRO ดังจะเห็นได้จาก Anatel ใช้ระยะเวลากว่า 3 ปี ในการศึกษาทางเลือกที่เหมาะสม ผลกระทบ และแนวทางการแก้ไขปัญหาการรบกวน ตลอดจนกำหนดเงื่อนไขการใช้งานภายหลังการประมูลที่ทำให้ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ทั้ง 2 กิจการใช้งานร่วมกันในย่านความถี่เดียวกันได้

ระยะที่ 2: การส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยี 5G อย่างเต็มประสิทธิภาพตลอดจนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างครอบคลุมและยั่งยืนในภาคส่วนดิจิทัล

เป็นระยะเวลาที่ต้องการให้ประเทศไทยมีโครงข่าย 5G ที่เพียงพอต่อการใช้งานรวมถึงเพิ่มโอกาสการให้ประชาชนสามารถเข้าถึงโครงข่าย 5G เพื่อลดอุปสรรคในการเข้าถึงบริการสาธารณะ โดยประเทศไทยจำเป็นต้องมีปริมาณคลื่นความถี่ที่มีเพียงพอในทุกย่านคลื่นความถี่ เหมาะสมกับสภาพตลาด สภาพการแข่งขันและจำนวนผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G รวมทั้งประเทศไทยต้องมีการลงทุนโครงข่าย 5G อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ร่วมกันอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อลดต้นทุนการลงทุนโครงข่าย 5G โดยมีแนวทางกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) กำหนดพื้นที่เป้าหมายการขยายโครงข่ายและอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อให้นักลงทุนมั่นใจและเพิ่มโอกาสการเข้ามาลงทุน ตลอดจนกำหนดความต้องการเชิงเทคนิคของโครงข่าย 5G ในแต่ละพื้นที่และอุตสาหกรรมเป้าหมาย เพื่อให้ภาคเอกชนสามารถวางแผนการออกแบบโครงข่ายให้ตรงตามพื้นที่และอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริม ตลอดจนปรับแก้กฎหมายและกฎระเบียบที่เป็นอุปสรรคต่อการขยายโครงข่ายสายใยแก้วนำแสง เพื่อส่งเสริมให้เกิดการให้บริการ 5G อย่างมีคุณภาพ

2) กำหนดแนวทาง และปรับปรุงกฎระเบียบเพื่อสนับสนุนการจัดสรรคลื่นความถี่และการบริหารคลื่นความถี่ให้เพียงพอต่อการให้บริการและใช้งาน

3) ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการทุกระดับเกิดการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมหลักและอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ โดยในระยะเริ่มต้น มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการขนส่ง ภาคการเงิน ภาคการท่องเที่ยว และภาคการค้าส่งและค้าปลีก และระยะต่อไปคือ ผลักดันให้ผู้ประกอบการในภาคบริการ โดยเฉพาะผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มแก่ภาคบริการได้

4) ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการติดตั้งโครงข่ายในพื้นที่ชนบท เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม โดยการออกกฎเกณฑ์ กฎระเบียบ หรือเงื่อนไข เพื่อสนับสนุนการติดตั้งโครงข่ายในพื้นที่ชนบท

5) พัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างครอบคลุมและยั่งยืนในภาคส่วนดิจิทัล โดยเริ่มจากความสามารถและความรู้ในด้านนั้น และก้าวไปสู่ความเป็นผู้นำในยุคดิจิทัล

จากที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจุบันประเทศไทยมีนโยบาย แผน กฎหมาย กฎระเบียบ และมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐแล้ว โดยได้มีการจัดทำแผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ประกอบกับได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติแล้ว สำหรับผลักดันให้เกิดการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในภาคเศรษฐกิจและสังคมอย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามในส่วนของมาตรการสนับสนุนจากภาครัฐ และพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างครอบคลุมและยั่งยืนในภาคส่วนดิจิทัล ประเทศไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมการลงทุนในเทคโนโลยี 5G และการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์อย่างชัดเจน ซึ่งมาตรการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G จะช่วยกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการลงทุนและประยุกต์ใช้ เร่งให้เกิดการปรับใช้เทคโนโลยี 5G ในทุกภาคส่วนได้เร็วขึ้น

ระยะที่ 3: การกำกับดูแลเศรษฐกิจดิจิทัล การบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานของรัฐ และการแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำในการใช้เทคโนโลยี

เมื่อประเทศไทยมีโครงข่าย 5G ที่เพียงพอต่อการใช้งานรวมถึงเพิ่มโอกาสการให้ประชาชนสามารถเข้าถึงโครงข่าย 5G ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ประเทศไทยจะเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งจะเป็นยุคเศรษฐกิจใหม่ที่มีความท้าทายรอบด้าน ดังนั้นการส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลให้เจริญก้าวหน้านับเป็นยุทธศาสตร์สำคัญที่ทุก ๆ ประเทศ รวมทั้งไทยจำเป็นต้องปรับใช้ เพื่อทำให้สถานะการพัฒนาและความสามารถในการแข่งขันด้านดิจิทัลของไทยมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยต้องมีการส่งเสริมรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์และส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจดิจิทัลของไทยไปพร้อมกัน รวมทั้งส่งเสริมการนำดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศ โดยรัฐบาลต้องมีนโยบายชัดเจนในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยไปสู่เศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแซ่งขัน (Competitiveness) และให้ทุกภาคส่วนเติบโตไปด้วยกัน (Inclusive Growth) ดังนี้

1) ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้โครงสร้างพื้นฐาน/บริการร่วมกัน

2) สนับสนุนให้เกิดการบูรณาการร่วมกันเพื่อปรับปรุงกระบวนการขออนุญาต กฎเกณฑ์ และเงื่อนไข รวมถึงอำนวยความสะดวกให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการเข้าใช้สิ่งอำนวยความสะดวก การติดตั้ง Small Cell และกฎเกณฑ์ทางกฎหมายและความร่วมมือกับภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการป้องกันทรรศนะอุจาด เป็นต้น

3) ส่งเสริมให้มีการให้บริการโครงข่าย 5G ที่เหมาะสมต่อการสร้างนวัตกรรมใหม่ เพื่อกระตุ้นความต้องการในการประยุกต์ใช้งาน และลดการผูกขาดในตลาด

4) ส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนและลดความเหลื่อมล้ำจากการเข้าถึงบริการสาธารณะในทุกภาคส่วน โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคการศึกษา ภาคสาธารณสุข และภาคเมืองอัจฉริยะ

เนื่องจากความท้าทายที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาทางเทคโนโลยีในยุคดิจิทัล คือ ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (Digital divide) หรือความแตกต่างด้านโอกาสระหว่างผู้ที่สามารถและไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งทำให้ประชาชนที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโลกดิจิทัลในการหาข้อมูล เพิ่มความรู้ สร้างโอกาสทางธุรกิจในการทำงาน และการเข้าถึงบริการของรัฐได้

ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างรายได้และการจ้างงานที่ย่ำแย่ อย่างไรก็ตาม ประเทศกำลังพัฒนาอย่างไทยมีโอกาสในการก้าวกระโดดแบบกบ (leap frog) นั่นคือการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้โดยที่ไม่จำเป็นต้องเดินซ้ำตามเส้นทางการพัฒนาของประเทศพัฒนาแล้วที่มีเทคโนโลยีสูงกว่า ซึ่งกระบวนการก้าวกระโดดแบบกบมีให้เห็นอยู่ทั่วไป เช่น ผู้คนในหลายประเทศในแอฟริกาสามารถใช้โทรศัพท์มือถือในการติดต่อสื่อสารเข้าถึงข้อมูล และทำธุรกรรมต่าง ๆ บนโลกออนไลน์ได้ทันที โดยไม่เคยใช้โทรศัพท์แบบสายมาก่อน หรือการที่ประเทศกำลังพัฒนานำเอาเทคโนโลยีด้านพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ เพื่อทดแทนการพึ่งพาพลังงานจากน้ำมัน เพื่อก้าวข้ามการก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมจากน้ำมันได้ เป็นต้น

ในบริบทของเศรษฐกิจดิจิทัล สามารถถูกนำมาใช้เพื่อให้ประเทศกำลังพัฒนาอย่างไทยก้าวกระโดดแบบกบได้ และช่วยลดปัญหาความเหลื่อมล้ำสำหรับคนหมู่มากที่ก่อนหน้านี้อาจจะยังไม่มีโอกาสแม้แต่จะเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ เช่น เทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถนำมาใช้ส่งเสริมการเข้าถึงทางการเงินให้กับกลุ่มคนที่ไม่มีบัญชีธนาคารหรือที่ไม่มีบัตรประจำตัวประชาชนได้ โดยการโอนเงินสวัสดิการจากรัฐเข้ากระเป๋าเงินดิจิทัล (digital wallet) ของประชาชนโดยตรงผ่านบล็อกเชน และประชาชนสามารถใช้ข้อมูลทางชีวมิติ (biometric) ได้แก่ ลายนิ้วมือ ใบหน้าหรือม่านตา เพื่อพิสูจน์ตัวเองเพื่อใช้เงินสวัสดิการได้ทันที โดยไทยสามารถนำระบบนี้มาใช้พัฒนาระบบการให้และเบิกจ่ายเงินในโครงการสวัสดิการแห่งรัฐได้ ซึ่งจะช่วยลดการทุจริตและส่งเสริมการเข้าถึงความช่วยเหลือทางสวัสดิการแห่งรัฐของบุคคลด้อยโอกาสได้มากขึ้น เป็นต้น

แม้ว่าประเทศไทยได้เริ่มมีการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ที่เกิดจากความร่วมมือจากภาครัฐ ภาคเอกชน หรือสถาบันการศึกษา แต่ความร่วมมือในการดำเนินการเหล่านี้ยังเป็นความร่วมมือแบบครั้งต่อครั้ง ประเทศไทยยังไม่มีเครือข่ายความร่วมมือที่ช่วยยกระดับการดำเนินการของแต่ละภาคส่วนใน

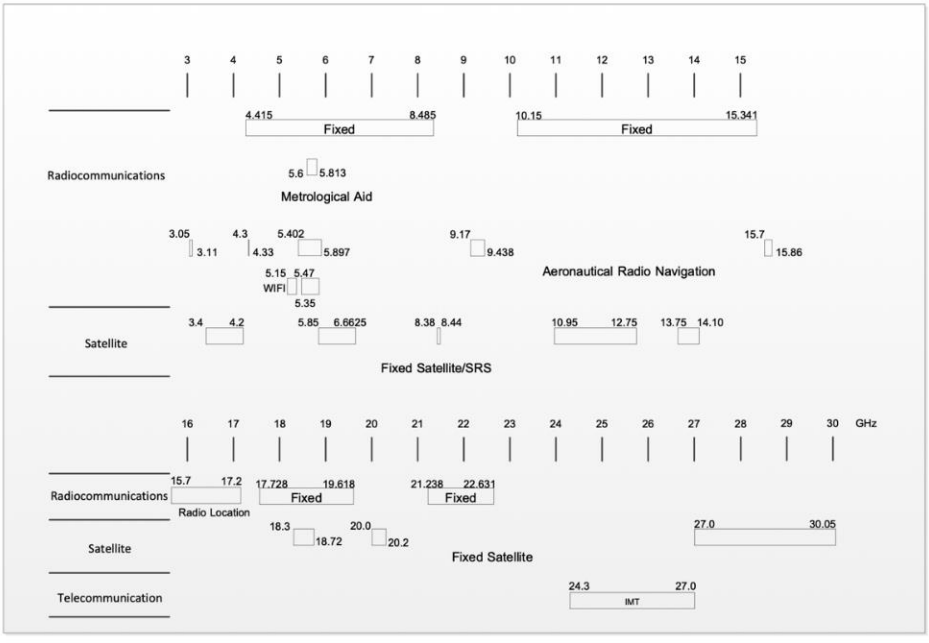
ระยะยาว ซึ่งการพัฒนาความร่วมมือแบบครั้งต่อครั้งให้เกิดเป็นความร่วมมือแบบหุ้นส่วนนั้น จะก่อให้เกิดการพัฒนาและใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ได้อย่างยั่งยืนและต่อเนื่องได้

2.2 การวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี

2.2.1 บทนำ

ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2564) พบว่า ย่านความถี่ SHF เป็นย่านความถี่ที่มีความยาวคลื่นสั้นเรียกว่า “คลื่นความถี่ไมโครเวฟ” กิจการที่ใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่ กิจการวิทยุคมนาคม กิจการประจำที่ กิจการเคลื่อนที่ กิจการทางการบิน และกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียม ผู้ใช้งานหลักประกอบด้วย หน่วยงานของรัฐและหน่วยงานด้านความมั่นคง ผู้ใช้งานอื่นๆ ได้แก่ ผู้ประกอบกิจการโทรทัศน์ ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคม ลักษณะการใช้งาน คือ ใช้ในการสื่อสารระหว่างจุดต่อจุด เรดาร์ การสื่อสารผ่านดาวเทียม ทำให้สามารถใช้คลื่นความถี่ซ้ำได้ในพื้นที่ต่างกัน จึงไม่ประสบปัญหาความขาดแคลน

ในปัจจุบัน มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่บางช่วงในย่าน SHF เพื่อใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลสำหรับสนับสนุนเทคโนโลยี 5G เพราะมีความเหมาะสมทางเทคนิค คลื่นความถี่ย่านต่ำกว่า 6 GHz สามารถใช้งานได้ในพื้นที่กว้างและรองรับการส่งข้อมูลจำนวนมากในระดับ 100 Mbps ได้ ส่วนคลื่นความถี่ในย่านสูงกว่า 6GHz จะนำมาใช้รองรับการสื่อสารข้อมูลความเร็วสูงมาก เนื่องจากมีความกว้างแถบความถี่จำนวนมาก



รูปที่ 6 การบริหารคลื่นความถี่ SHF ตามประกาศ กสทช.

ซึ่งย่านความถี่ภายใต้การวิจัยในครั้งนี้อยู่ในช่วง C-band หรือ 3.4 GHz - 4.2 GHz เป็นคลื่นภายใต้การใช้งานของกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดย กสทช. ในการประชุม ครั้งที่ 19/2563 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ได้มีมติให้ยุติการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3.4 GHz – 3.7 GHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ตั้งแต่วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป และจะจัดทำหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่

และแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ทั้งนี้คลื่นย่านดังกล่าวยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการ ประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ

1) การใช้ประโยชน์คลื่น C-band ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม

คลื่นความถี่ย่าน C-band ภายใต้การใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ Standard C-band (3.7 - 4.2 GHz) และ Extended C-band (3.4 - 3.7 GHz) โดยคลื่นในย่านนี้ ประเทศในแถบเส้นศูนย์สูตร หรือประเทศแถบแอฟริกา เอเชีย และอเมริกาใต้ มักจะใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความทนทานต่อความสูญเสียในกรณีเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้มากกว่าคลื่นในแถบความถี่อื่น ๆ อีกทั้งยังมีสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างกว่า ดังนั้นจึงนิยมใช้ประโยชน์ (Coalition) ดังนี้

- Broadcasting เนื่องจากคุณภาพของการกระจายสัญญาณที่ดี จึงนิยมที่จะใช้ในรูปแบบของการกระจายสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ในหลายประเทศแถบเส้นศูนย์สูตร อาทิ ไนจีเรีย บราซิล หรือประเทศไทย เป็นต้น
- Tele-medicine ใช้ในการให้บริการไปยังพื้นที่ห่างไกลในชนบท เพื่อให้สามารถเข้าถึงการให้บริการด้านสาธารณสุข
- Oil and Gas เป็นกิจการแท่นขุดเจาะน้ำมันที่จำเป็นจะต้องใช้ในการปฏิบัติการและรับส่งข้อมูลระหว่างแท่นขุดเจาะกับสำนักงานใหญ่ หรือที่จะเรียกว่า VSAT (Very Small Aperture Terminal) โดยส่วนใหญ่จะเป็นกิจการด้านพลังงานเป็นผู้ใช้งาน
- ATM network ซึ่งจะให้บริการในการเป็นโครงข่ายเพื่อให้ตอบสนองต่อ Service Level agreement (SLA) ของธนาคาร โดยข้อมูลเบื้องต้นพบว่าในประเทศอินโดนีเซีย มีการใช้งาน C-band กว่า 75,000 สถานี ให้บริการกดเงินสดกว่า 400 ล้านเหรียญสหรัฐต่อวัน
- การให้บริการภาครัฐ ซึ่งเป็นการเข้าถึงบริการภาครัฐผ่านดาวเทียม รวมถึงการให้บริการในสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งจำเป็นจะต้องเป็นโครงข่ายสำรองในกรณีเกิดภัยพิบัติ
- การให้บริการประมง เรือเดินสมุทร เป็นกิจการที่จำเป็นจะต้องใช้ในการติดต่อสื่อสารและถือเป็นการสื่อสารหลักสำหรับการใช้ดาวเทียม
- การเป็นโครงข่ายสำหรับการสื่อสารในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ โดยจะเข้ามาเติมเต็มโครงข่ายในกรณีที่สายสื่อสารไปไม่ถึง ในพื้นที่ห่างไกล หรือพื้นที่เกาะ โดยในประเทศอินโดนีเซียจะมีผู้ใช้บริการมือถือกว่า 6-15 ล้านคนใช้งานโครงข่ายดังกล่าว

กล่าวโดยสรุปคลื่นความถี่ C-band (Albuquerque, 2007) ใช้สำหรับการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมที่ให้บริการที่หลากหลาย เช่น การเรียนรู้ทางไกล การแพทย์ทางไกล บริการการเข้าถึงแบบสากล บริการ backhaul (โทรศัพท์หรืออินเทอร์เน็ต) การเชื่อมโยงข้อมูลของภาคเอกชน (VSAT) เช่น ธุรกรรมธนาคารหรือเครือข่ายองค์กร การจำหน่ายรายการโทรทัศน์ ลิงค์ Feeder บริการเคลื่อนที่

ผ่านดาวเทียม (บริการถ่ายทอดสัญญาณข้ามประเทศ) และลิงค์ฉุกเฉิน รวมถึงบริการกู้คืนความเสียหายและการติดตามอุตุนิยมวิทยา โดยบริการเหล่านี้ต้องการความน่าเชื่อถือสูงและความครอบคลุมทางภูมิศาสตร์ที่กว้างซึ่งสามารถส่งได้ในคลื่นความถี่ในย่าน C-band เท่านั้น

2) การใช้งานคลื่นในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ 5G

เทคโนโลยีการสื่อสารเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 ซึ่งนับเป็นเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารที่มีการปรับปรุงมาเป็นรุ่นที่ 5 โดยคาดว่าเทคโนโลยี 5G จะสามารถช่วยลดข้อจำกัดของการสื่อสารผ่านเครือข่ายสัญญาณโทรศัพท์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การทำให้สามารถเชื่อมต่อและสามารถโต้ตอบได้อย่างรวดเร็วและเสถียรมากขึ้น เป็นกุญแจสำคัญที่สามารถช่วยพัฒนาและยกระดับให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่อง สามารถใช้งานและปรับปรุงพัฒนาได้อย่างมีศักยภาพผ่านการสื่อสารที่ไร้สาย ซึ่งจะสามารถจำแนกคุณสมบัติและแนวทางการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางด้านการใช้งาน 5G

ชนิดของบริการ	รายละเอียด	คุณสมบัติ	ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
ด้านการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง (Enhanced mobile broadband: eMBB)	การใช้งานในลักษณะที่ต้องการการส่งข้อมูลความเร็วสูง (มากกว่า 10 Gbps)	เหมาะกับการใช้งานในการจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่และสามารถใช้งานได้หลากหลายอุปกรณ์ รองรับการประมวลผลข้อมูลที่มีความมีการเปลี่ยนแปลงสูง	บริการแบบไร้สาย, บริการบรอดแบรนด์ภายในอาคาร เทคโนโลยี AR เทคโนโลยี VR การรับชมวิดีโอความละเอียดสูงระดับ 4K และการเล่นเกมออนไลน์ที่ต้องมีการตอบสนองทันที เป็นต้น
ด้านการตอบสนองแบบเวลาจริง (Ultra-reliable low latency communication: uRLLC)	การใช้งานที่ต้องการความสามารถในการส่งข้อมูลที่มีความเสถียรมากและมีความหน่วงเวลาต่ำ	เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการตอบสนองแบบเวลาจริง และต้องการ ความแม่นยำสูง	รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดรนและหุ่นยนต์ ระบบทางการแพทย์ การผ่าตัดทางไกล ระบบเมืองอัจฉริยะระบบโรงงานอุตสาหกรรมอัจฉริยะเทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับปฏิบัติการทางภัยพิบัติ
ด้านความปลอดภัย	มีคุณสมบัติด้านความปลอดภัย สร้างความน่าเชื่อถือและมีความพร้อมสำหรับการใช้งานสูง	สามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรองรับการประยุกต์ใช้ในรูปแบบที่หลากหลายอุปกรณ์ ลดการสูญเสียของข้อมูล	
ด้านการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในโครงข่ายจำนวนมาก (Massive machine type communications: mMTC)	การใช้งานที่มีเชื่อมต่อของอุปกรณ์จำนวนมากในพื้นที่เดียวกัน และมีสื่อสารกันด้วยอัตราข้อมูลต่ำ	เหมาะกับการใช้งานในอุปกรณ์จำนวนมาก และสามารถรองรับการใช้งานปริมาณข้อมูลจำนวนมาก	ระบบติดตามอุปกรณ์และการแจ้งเตือน ระบบเมืองอัจฉริยะ ระบบฟาร์มอัจฉริยะ ระบบ IoT การขนส่งอัจริยะระบบสมาร์ทกริด อุปกรณ์อัจฉริยะต่าง ๆ (Vehicle to Everything: V2X)

ชนิดของบริการ	รายละเอียด	คุณสมบัติ	ตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
ด้านการใช้งานในพื้นที่ห่างไกล (Fixed Wireless Assess: FWA)	การใช้งานที่สามารถทดแทน Fiber หรือการสื่อสารผ่านสายได้	เหมาะกับพื้นที่ห่างไกล ที่การเดินสาย Fiber เข้าไม่ถึง	ใช้สำหรับระบบการศึกษาในพื้นที่ห่างไกล การแพทย์ระยะไกล หรือการให้บริการสาธารณะในชนบท

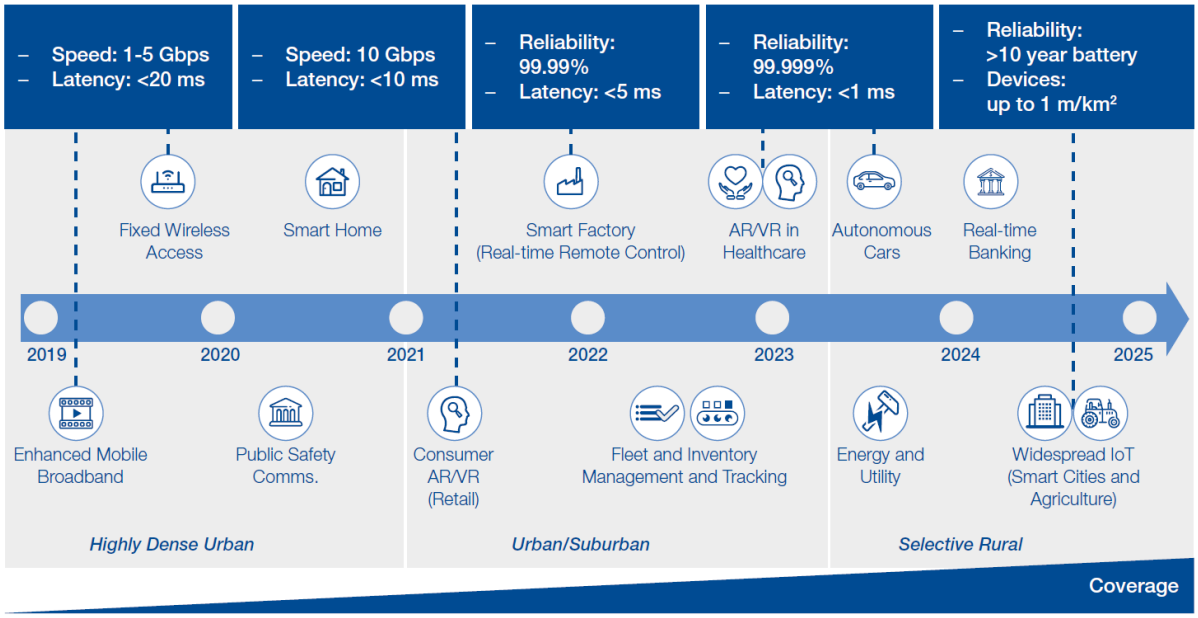
3) ความเกี่ยวข้องของเทคโนโลยี 5G กับภาคอุตสาหกรรม

ปัจจุบันเทคโนโลยี 5G ทำให้ผู้ให้บริการสามารถให้บริการรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลายบนโครงสร้างพร้อมกันได้ และทำให้เกิดการพึ่งพากันของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ก่อให้เกิดเป็นวัฏจักรของเทคโนโลยี 5G โดยได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงถึงความสำคัญของแต่ละภาคส่วนในการดำเนินการด้วยกระบวนการตัดสินใจร่วมกันและส่งผลให้เกิดเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมภายใต้การดำเนินงานผ่านเทคโนโลยี 5G แบ่งออกเป็น 6 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1) **คลื่นความถี่ (Spectrum)** เป็นส่วนที่ทำให้เทคโนโลยีสามารถขับเคลื่อนได้บนโครงสร้างพื้นฐานหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งคาดว่าในอนาคตจากการพัฒนาทางเทคโนโลยี จะสามารถทำให้ 5G ประยุกต์ใช้ได้ในรูปแบบของคลื่นความถี่ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น อาทิ การใช้งานบนคลื่นความถี่หลัก ผสานกับการใช้ในอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีทางเลือกอื่นร่วมด้วย
2) **โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)** ได้แก่ สถานีฐาน (Base stations) อุปกรณ์โมบายล์แบ็กฮอลล์ (Mobile backhaul) Edge Computing หรือโครงสร้างพื้นฐานอื่น ๆ ตลอดจนอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งจะเป็นส่วนที่สามารถสนับสนุนองค์ประกอบของเครือข่าย 5G ได้แก่ การครอบคลุมของสัญญาณ (Coverage) ช่วงความกว้างของแถบคลื่น (Bandwidth) ความหน่วงในการรับ-ส่งข้อมูล (Latency) และการเชื่อมต่อการสื่อสารแบบไร้สายที่มีความน่าเชื่อถือสูง (Reliability) ทำงานให้เกิดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3) **ความปลอดภัย (Security)** จากการออกแบบของเทคโนโลยี 5G ที่ได้นำใช้สถาปัตยกรรมโครงข่ายต้นทางถึงปลายทาง (End-to-end Network) ด้วยการป้องกันทั้งระบบโครงสร้างพื้นฐาน ตลอดจนอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับสารในการเข้ารหัสทั้งระบบ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในแก่ผู้รับบริการในการเลือกใช้เทคโนโลยีในอุตสาหกรรม
4) **อุปกรณ์ (Devices)** จากข้อมูลของ Gartner พบว่าจำนวนอุปกรณ์ที่รองรับ 5G (เซนเซอร์ สมาร์ทโฟน) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 2.5 หมื่นล้าน ภายในปี 2564 จาก 14.2 พันล้าน ในปี 2562 ทำให้เกิดการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ต้องมีการพัฒนาอุปกรณ์ให้สามารถรองรับประสิทธิภาพ การทำงานที่มากขึ้นและต้องมีฟอร์มแฟกเตอร์ (Form Factor) ที่หลากหลายเพื่อรองรับกรณีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจที่เพิ่มยิ่งขึ้น
5) **การให้บริการ (Services)** เทคโนโลยี 5G จะสามารถสร้างโอกาสสำหรับผู้ให้บริการไม่ว่าจะรายเล็กหรือรายใหญ่ ให้เกิดการแข่งขันและปรับปรุงประสิทธิภาพร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้าด้วยกับการบริการในด้านต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องจะต้องคำนึงถึงการสร้างระบบนิเวศของการนำใช้งาน 5G เพื่อปรับเปลี่ยนให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นได้

6) **ผลกระทบ (Impact)** สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

- ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ อาทิ อัตราการจ้างงาน ผลิตผลทางเศรษฐกิจ กำไร และการลงทุน เป็นต้น
- ผลกระทบทางด้านสังคม อาทิ ด้านสุขภาพ ด้านการศึกษา ด้านการดำรงชีวิต คุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ ความหลากหลายทางชีวภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น



รูปที่ 7 การเติบโตของใช้งานในแต่ละอุตสาหกรรมผ่านเทคโนโลยี 5G ที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง [45]

4) ผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G

จากการคาดการณ์ทางด้านการดำเนินการนำใช้เทคโนโลยี 5G ในแต่ละอุตสาหกรรมของสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum, 2020) จะพบว่าภาคธุรกิจการขนส่งและการผลิตจะมีสัดส่วนการใช้งานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65 ของทั้งหมด ดังแสดงได้ในตารางที่ 6

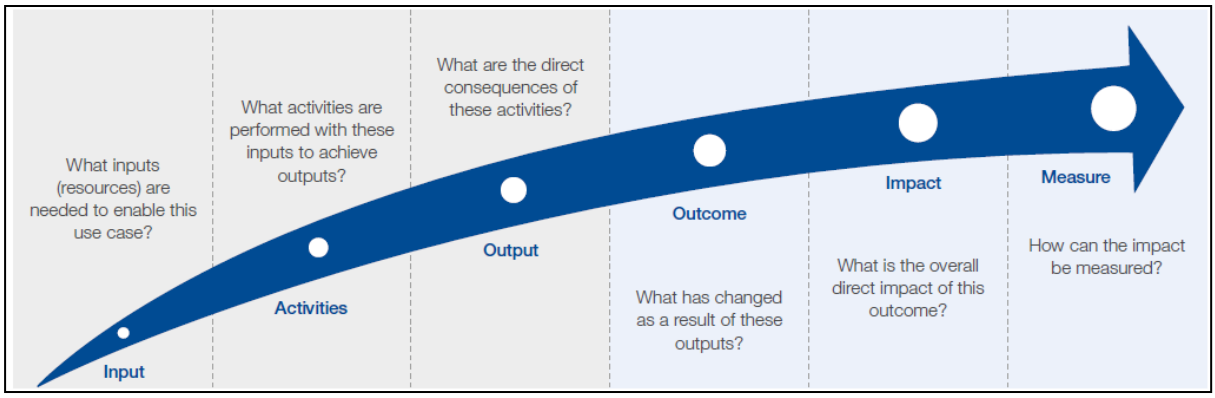
ตารางที่ 6 แสดงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเทคโนโลยี 5G

Primary industry sector (10)	Secondary industry sector (10)	Technology specialty area (11)
Manufacturing	Machinery and equipment	Internet of things
Transportation	Automotive	Mixed reality
Public services	Logistics	Autonomous driving
Health and social work	Railways	Drones
Agriculture	Education	Robotics

[45] AR = augmented reality; VR = virtual reality; IoT = internet of things.

Source: PwC Strategy& and World Economic Forum, “5G for the Fourth Industrial Revolution”, 2019.

Primary industry sector (10)	Secondary industry sector (10)	Technology specialty area (11)
Energy	Info and communications	Advanced communication systems
Logistics	Semiconductors	Artificial intelligence
Media and entertainment	Urban infrastructure	Cloud
Mining and quarrying	Consumer goods	Digital twin
Professional services	Sports	Gamification
ไม่มี	ไม่มี	Simulation/imaging



รูปที่ 8 แนวทางการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ด้วย impact pathways

เมื่อพิจารณาทางด้านศักยภาพการใช้งานของเทคโนโลยี 5G โดยเปรียบเทียบด้วยแบบจำลอง impact pathways กับอุตสาหกรรมที่มีการประยุกต์ใช้ทั้งหมด จะสามารถจำแนกแนวทางการดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีออกได้เป็น 3 ห้วงเวลาที่สำคัญ ได้แก่ การดำเนินการในรูปแบบปัจจุบัน การดำเนินการระยะสั้น และการดำเนินการระยะยาว (World Economic Forum, 2020) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางแสดงแนวทางการพัฒนาของเทคโนโลยี 5G

การดำเนินการปัจจุบัน	การดำเนินการระยะสั้น (1-3 ปี)	การดำเนินการระยะยาว (3 ปีขึ้นไป)
Speed: 1-5 Gbps | Latency: <20 ms	Reliability: 99.99% | Latency: <5 ms	Reliability: 99.999% | Latency: <1 ms

ทั้งนี้ เมื่อมีแบ่งการประโยชน์จากการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในแต่ละระยะของการจะก่อให้เกิดการแบ่งการใช้ประโยชน์ทางด้านการพัฒนาเป็น 3 มิติหลัก ได้แก่

มิติที่ 1 การพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม

จากการศึกษาของสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum) ได้วิเคราะห์ว่าเทคโนโลยี 5G จะสามารถนำไปสู่ความก้าวหน้าทางอุตสาหกรรม คือ

1) สามารถมีกระบวนการตรวจสอบข้อบกพร่องหรืออุปสรรคที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ผ่านระบบแบบจำลองสถานการณ์อัจฉริยะ โดยคาดว่าในด้านอุตสาหกรรมการผลิตที่มีการนำใช้เทคโนโลยี 5G จะมีก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจากการใช้งานกระบวนการตรวจสอบที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยใช้งานระบบการจำลองสถานการณ์ผ่าน 5G ที่สามารถติดตามและวิเคราะห์ผลการผลิตได้อย่างทันท่วงที ซึ่งจะสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญและลดปริมาณความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิต

2) การเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยจากการสำรวจการนำใช้เทคโนโลยี 5G ภายในอุตสาหกรรม พบว่าเทคโนโลยี 5G จะสามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่สถานที่ปฏิบัติงานจากการทำงานร่วมกันของแบบจำลองสถานการณ์และอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดที่ติดตั้งภายในพื้นที่การทำงาน อีกทั้งยังสามารถเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงานจากกระบวนการทำงานทดแทนการใช้แรงงาน ยกตัวอย่าง การจำลองภาพการสำรวจภายในพื้นที่ต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน หรือการจำลองภาพถ่ายการปฏิบัติการกู้ภัยในสถานการณ์ฉุกเฉิน

3) การเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน จากการวิเคราะห์กรณีศึกษาในด้านอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และเครื่องจักร การนำใช้เทคโนโลยี 5G จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งและช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ร้อยละ 45

ทั้งนี้ เทคโนโลยี 5G จะมีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) โดยผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัล

มิติที่ 2 การขับเคลื่อนเชิงสังคม

ในการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี 5G เข้ากับบริบทสังคม จะสามารถตอบสนองเข้ากับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development Goals: SDGs) โดยสมัชชาสหประชาชาติ ทั้งสิ้น 11 หลักการ จากทั้งหมด 15 หลักการ ซึ่งเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาได้มุ่งเน้นความผาสุกของประชากร การมีสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ดี นอกเหนือจากการเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานและการส่งเสริมส่งเสริมนวัตกรรมเพื่ออุตสาหกรรมที่ยั่งยืน ประกอบไปด้วย

1) สามารถส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยการลดการบาดเจ็บและการเสียชีวิตที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากกรณีศึกษาการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G พบว่าร้อยละ 55 ของการนำไปใช้ประโยชน์ ได้ถูกใช้งานในการพัฒนาศักยภาพของประชากรและการสร้างเสริมความปลอดภัย โดยจะสอดคล้องกับเป้าประสงค์ที่ 3 เรื่องการมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่มีการใช้งานร่วมกับอุตสาหกรรมขนส่งและอุตสาหกรรมการผลิต

2) สามารถยกระดับโครงสร้างพื้นฐาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม โดยการนำใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G จะสามารถตอบสนองในเป้าประสงค์ที่ 9

เรื่องอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งจะสามารถบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ผ่านการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่หลากหลาย

มิติที่ 3 การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (Functional drivers)

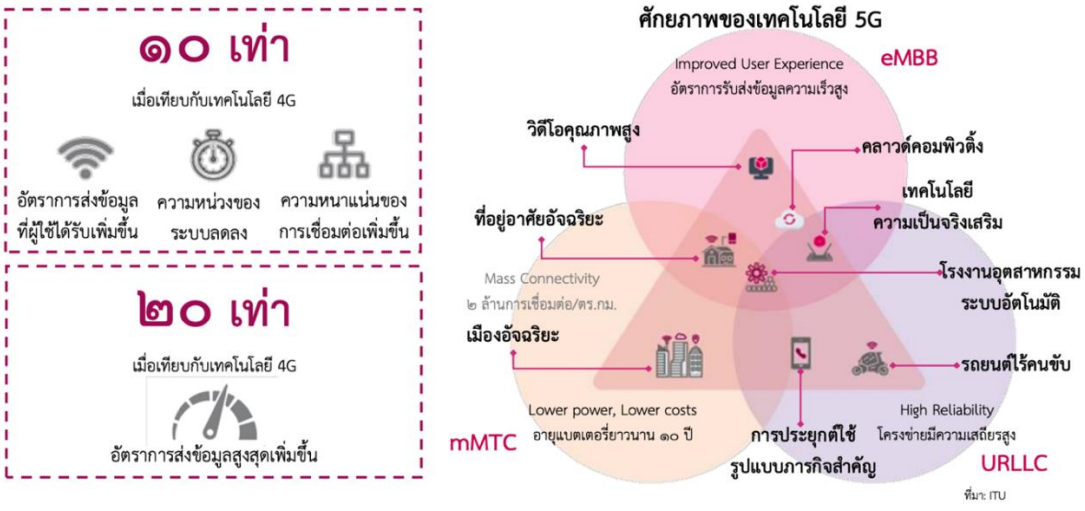
1) ความสามารถในการตอบสนองที่รวดเร็ว (Ultra-reliable low latency) ซึ่งเป็นการตอบสนองที่มีความหน่วงต่ำและมีความเสถียรสูง ส่งผลให้การรับส่งข้อมูลที่มีปริมาณมากสามารถจัดส่งได้ในระยะเวลาที่รวดเร็วยิ่งขึ้น จากการศึกษากรณีศึกษาพบว่าเทคโนโลยี 5G สามารถช่วยลดระยะเวลาและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 96 จาก 40 ตัวอย่างกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง (World Economic Forum, 2020)

2) นำพาไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย (Enhanced Mobile Broadband: eMBB) ซึ่งจะสามารถช่วยปรับปรุงบรอดแบนด์ พัฒนาไปสู่การสร้างเสริมศักยภาพด้านต่าง ๆ ที่จะตามมา โดยการมุ่งเน้นจากการพิจารณาในช่วงการดำเนินการระยะสั้น (1-3 ปี) เช่น ระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ระบบภาพจำลองเสมือน (Mixed reality) ระบบปฏิบัติการอัตโนมัติ (Drone-based applications) เป็นต้น

3) การปรับปรุงคลื่นเครือข่ายมือถือ ให้มุ่งเน้นการพัฒนาการรับ-ส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เช่น การอัปโหลดวิดีโอความละเอียดสูงได้ผ่านการใช้เครือข่ายมือถือได้

2.2.2 การใช้งาน C-band สำหรับกิจการ 5G

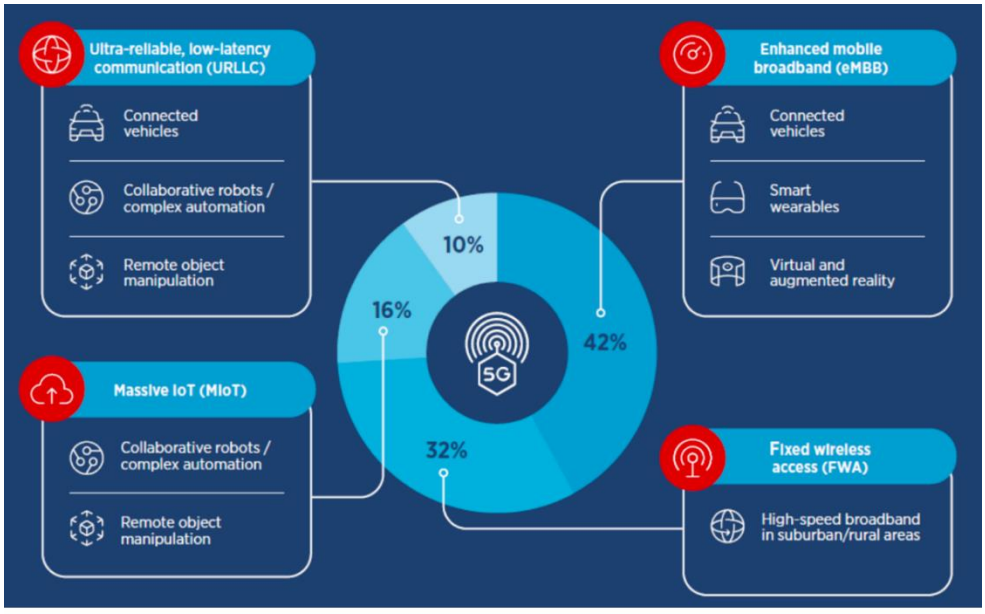
การพัฒนามาตรฐานสำหรับระบบ 5G มีวัตถุประสงค์หลักที่แตกต่างจากระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ผ่านมา โดยระบบ 5G ไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดการเชื่อมโยง การรองรับการติดต่อสื่อสาร และการเข้าถึงข้อมูลของคน (Human Centric Communication) แต่ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับการติดต่อสื่อสารของสรรพสิ่ง (Machine Centric Communication) ในเชิงเศรษฐกิจ หรือที่เรียกว่า Verticals ซึ่งได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการแพทย์ ภาคการศึกษา หรือภาคความมั่นคง เป็นต้น



รูปที่ 9 ศักยภาพของ 5G ในการรองรับการทำงาน (ที่มา: แผนปฏิบัติการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G ในระยะที่ 1)

ดังนั้น ระบบ 5G จะมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด (Peak Data Rate) เพิ่มขึ้น 20 เท่า อัตราการส่งข้อมูลที่ผู้ใช้จะได้รับ (User Experienced Data Rate) เพิ่มขึ้น 10 เท่า ความหน่วงของระบบ (Latency) ลดลง 10 เท่า หรือประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโครงข่าย (Energy Efficiency) เพิ่มขึ้น 100 เท่า โดยขีดความสามารถดังกล่าวจะตอบสนองความสามารถ ใน 4 ด้าน ดังนี้

1) eMBB หรือ enhanced Mobile Broadband เรียกว่าเป็นการใช้งานในลักษณะที่ต้องการส่งข้อมูลความเร็วสูงในระดับ Gigabit per second ซึ่งจะตอบสนองความต้องการส่งและรับข้อมูลที่มากขึ้น.
2) mMTC หรือ Massive Machine Type Communications หรือการใช้งานเพื่อเชื่อมต่อของอุปกรณ์จำนวนมากในพื้นที่เดียวกัน โดยปริมาณมากถึงระดับล้านอุปกรณ์ต่อตารางกิโลเมตร โดยการส่งข้อมูลของอุปกรณ์ในการใช้งานลักษณ์นี้ เป็นการส่งข้อมูลปริมาณน้อย ที่ไม่ต้องการความเร็วสูง หรือความหน่วงเวลาต่ำ ซึ่งเหมาะกับการทำงานของอุปกรณ์ IoT
3) URLLC หรือ Ultral-Reliable and Low Latency Communications หรือการใช้งานที่ต้องการความสามารถในการส่งข้อมูลที่มีความเสถียร รวมถึงมีความหน่วงเวลาในระดับต่ำกว่า 1 มิลลิวินาที ซึ่งเหมาะกับงานระบบที่ต้องการความแม่นยำสูง (Critical Application) อาทิ การผ่าตัดทางไกล การควบคุมรถยนต์ไร้คนขับ อากาศยานไร้คนขับ เป็นต้น
4) FWA หรือ Fixed Wireless Access หรือการใช้งานที่ต้องการการรับส่งข้อมูลที่มีความเสถียร อัตราการรับส่งข้อมูลที่สูง เหมาะกับการทดแทน Wireline Internet Broadband ตามพื้นที่ห่างไกล



รูปที่ 10 การใช้งานแต่ละด้านของ 5G ในปี 2030 (ที่มา: GSMA-intelligence)

ในการให้บริการเทคโนโลยี 5G จะมีคลื่นความถี่ที่ใช้งานเพื่อให้เกิดการรองรับการให้บริการที่หลากหลาย โดยมีรายละเอียดคลื่นความถี่ ดังนี้

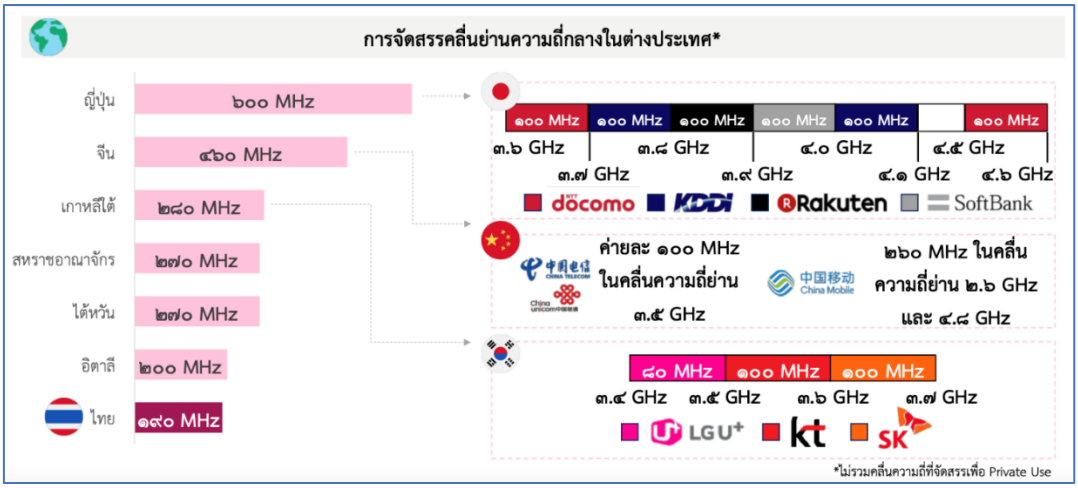
1) คลื่นความถี่ต่ำ หรือ Low Band (ย่านคลื่นความถี่ต่ำกว่า 1 GHz) เป็นคลื่นความถี่เพื่อรองรับความครอบคลุมของสัญญาณ (Converge) เป็นบริเวณกว้าง โดยผู้ให้บริการควรมีคลื่นในย่านนี้ในปริมาณอย่างน้อย 2 x 10 MHz (ข้อเสนอแนะของ GSMA) เพื่อให้สามารถครอบคลุมการให้บริการในวงกว้าง รวมถึงความครอบคลุมภายในอาคาร (In-door Coverage)
2) คลื่นความถี่กลาง หรือ Mid Band (ย่านคลื่นความถี่ระหว่าง 1-6 GHz) เป็นคลื่นความถี่สำหรับรองรับความจุของโครงข่าย (Capacity) โดยผู้ให้บริการควรจะมีคลื่นในย่านนี้ติดกันอย่างน้อยประมาณ 80-100 MHz (ข้อเสนอแนะของ GSMA) เพื่อให้บริการ 5G ให้มีประสิทธิภาพ
3) คลื่นความถี่สูง หรือ High Band (ย่านความถี่สูงกว่า 6 GHz) เป็นคลื่นความถี่ที่เหมาะสมสำหรับรองรับการใช้งานในพื้นที่ที่มีปริมาณการใช้งานสูงหรือต้องการอัตราข้อมูลที่สูง โดยบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) จำกัด ได้เสนอแนะว่าควรมีคลื่นในย่านนี้ด้วยความกว้างติดกันอย่างน้อย 800 MHz เพื่อรองรับการให้บริการ แต่องค์กร Digital Europe เสนอแนะที่ 400-1,000 MHz ในขณะที่ GSMA เสนอแนะที่ 1,000 MHz

โดยในปัจจุบันประเทศไทยมีการนำใช้คลื่นความถี่สำหรับ 5G จากผู้ให้บริการดังนี้ โดยปัจจุบันผู้ให้บริการ True และ Dtac ได้มีการควบรวมกัน ทำให้ผู้ให้บริการในกิจการ 5G เหลือเพียง 3 ราย

ค่ายผู้ให้บริการ	คลื่นความถี่ที่ได้							
	700 MHz	850 MHz	900 MHz	1800 MHz	2.1 GHz	2300 MHz	2600 MHz	26 GHz
AIS	30 MHz (ใหม่ 10 MHz)		20 MHz	40 MHz	30 MHz		100 MHz	1200 MHz
true	20 MHz		20 MHz	30 MHz	30 MHz		90 MHz	800 MHz
dtac	20 MHz		10 MHz	10 MHz	30 MHz			200 MHz
nt	20 MHz	20 MHz			30 MHz	60 MHz		400 MHz
รวม (MHz)	90	20	50	80	120	60	190	2600

รูปที่ 11 จำนวนแถบความถี่ที่ผู้ให้บริการของประเทศไทยได้รับ (ที่มา: บมจ.ไทยคม)

เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่าประเทศไทยมีการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการ 5G โดยรวมในปริมาณที่สูง และเมื่อเทียบกับประเทศอื่น เทียบในย่าน Mid band (ประเทศไทยจัดสรรไปแล้ว 190 MHz (คลื่นย่าน 2.6 GHz)) ยังถือว่ายังอยู่ในปริมาณน้อย แต่เมื่อพิจารณาในเรื่องของจำนวนของผู้ให้บริการ พบว่าปัจจุบันผู้ให้บริการหลักในประเทศไทยเหลือเพียง 3 รายได้แก่ AIS True และ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) โดยเป็นเอกชน 2 ราย และรัฐวิสาหกิจ 1 ราย ซึ่งปริมาณคลื่นความถี่กลางที่จัดสรร 190 MHz ในปัจจุบันยังพอเพียงกับผู้ให้บริการ 2 ราย (คำนวณจากข้อเสนอแนะของ GSMA ที่ให้ผู้ให้บริการรายละ 80-100 MHz)



รูปที่ 12 การจัดสรรคลื่นความถี่ Mid band ในหลากหลายประเทศ

(ที่มา: แผนปฏิบัติการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G ในระยะที่ 1)

ในขณะเดียวกันข้อเสนอแนะของ GSMA ที่ระบุว่าประเทศไทยควรมีคลื่นในย่าน Mid band อย่างน้อย 2000 MHz สอดคล้องกับการพิจารณาของ Coleago (2021) ที่ประเมินว่ากรุงเทพควรจะมีคลื่น Midband โดยเฉลี่ย 1940 MHz ในช่วงปี 2025-2030 ด้วยการใช้โมเดลเชิงสถิติวิเคราะห์ความหนาแน่นของการใช้งาน จำนวนประชากรและพื้นที่

CURRENT IMT SPECTRUM ASSIGNED IN THAILAND

Type of spectrum	Bandwidth assigned	Notes
Low band (sub-1 GHz)	170 MHz	700, 850, 900 MHz
Mid-band (1-7 GHz)	450 MHz	1800, 2100, 2300, 2600 MHz
High bands (above 24 GHz)	2600 MHz	26 GHz

Source: GSMA, APT

รูปที่ 13 สรุปสถานะ Spectrum สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ของประเทศไทย (ที่มา: GSMA, APT)

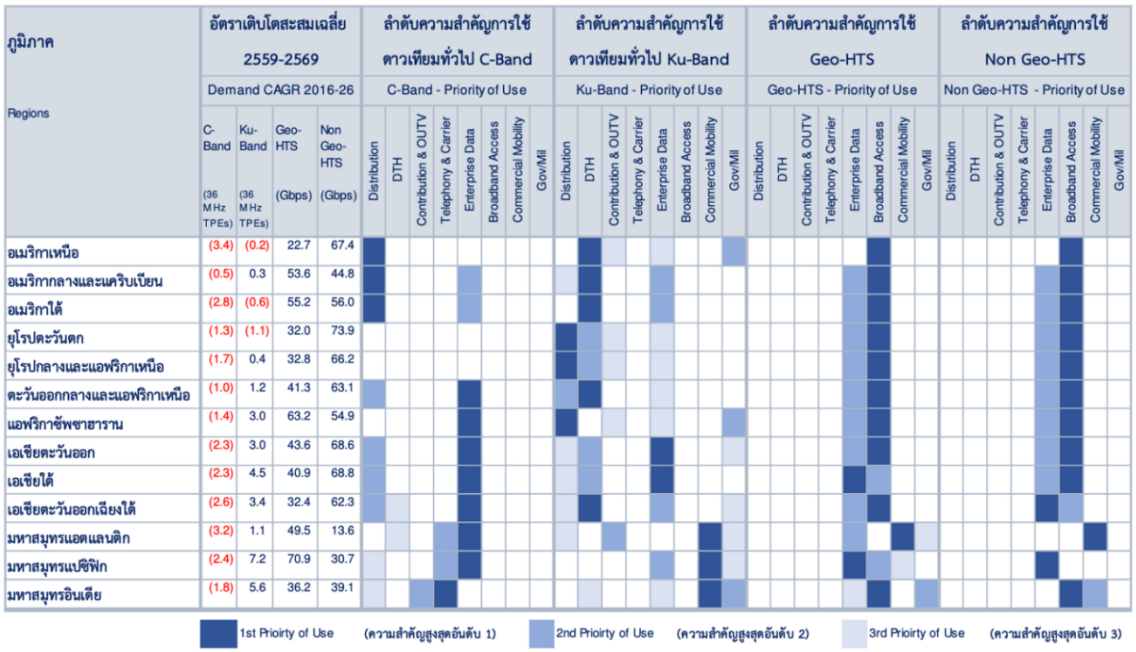
และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคลื่นย่าน Mid band ในแถบเอเชีย-แปซิฟิก พบว่าอยู่ที่ 850 MHz (GSMA) และประกอบกับผลการศึกษาของ Analysis Mason (2020) ระบุว่าค่าแบนด์วิธเฉลี่ยของคลื่นในย่าน Upper Mid band (3-7 GHz) อยู่ที่ 470 MHz (จากการประเมินประเทศที่มี Licenses แล้ว 14 ประเทศ) ดังนั้น ประเทศไทยควรจะมีเพิ่มไม่ต่ำกว่า 300-400 MHz เพื่อให้สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยในย่าน Mid band

2.2.3 การใช้งาน C-band สำหรับกิจการดาวเทียม

คลื่นความถี่ย่าน C-band (3.3-4.2 GHz) ในประเทศไทย ถูกใช้ในกิจการอวกาศผ่านดาวเทียมในอดีต ซึ่งปัจจุบันสัญญาสัมปทานดาวเทียมไทยคมสิ้นสุดลงเมื่อเดือนกันยายน 2564 โดยผลจากการสิ้นสุดสัญญาสัมปทาน ทำให้ กสทช. สามารถนำคลื่นย่านดังกล่าวมาประมูลให้บริการแก่กิจการภาคพื้นดิน หรือ 5G ได้

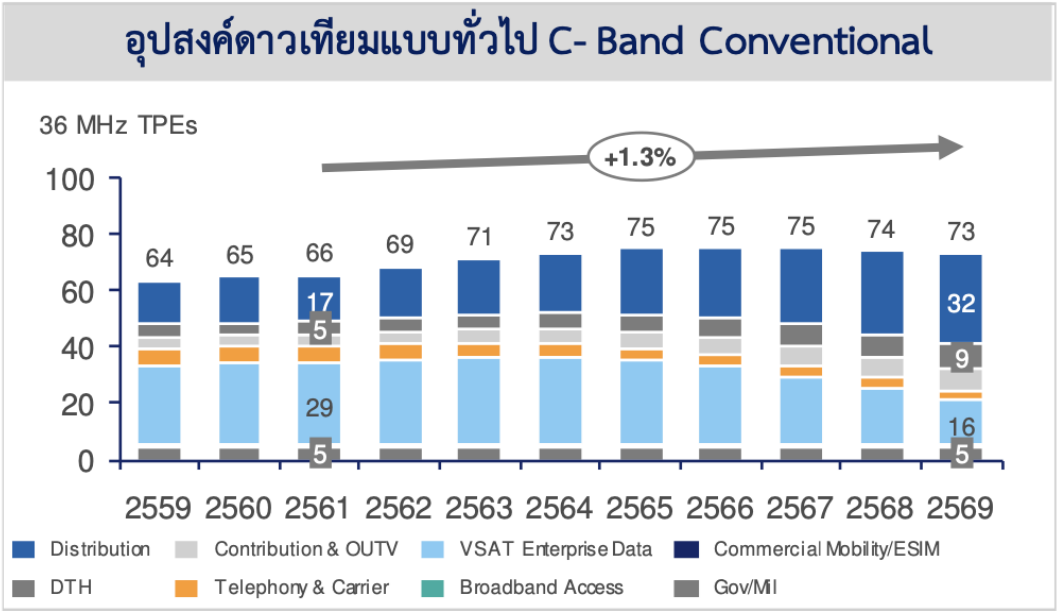
ซึ่งเมื่อพิจารณาสภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารในแต่ละภูมิภาค จะพบว่าความต้องการดาวเทียม C-band ลดลงในช่วงปี 2559-2569 และการใช้ประโยชน์จาก C-band จะพบว่าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะใช้งานอยู่ 3 ลำดับแรก ได้แก่ การรับส่งข้อมูลภายในธุรกิจหรือองค์กรที่มีฐานในพื้นที่ห่างไกล

(Enterprise Data/VSAT) การส่งต่อสัญญาณ (Distribute) และการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Direct to Home: DTH) เป็นหลัก



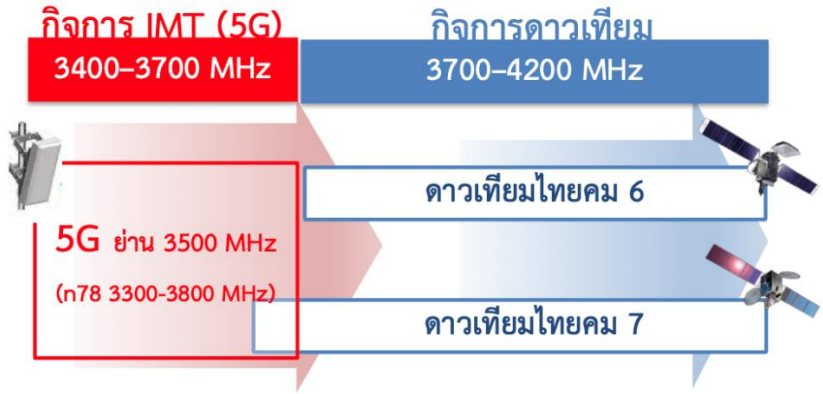
รูปที่ 14 สภาพตลาดดาวเทียมสื่อสารของโลก ในห้วงปี 2559-2569 (ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018)

โดยมีประเด็นที่น่าสนใจดังนี้ (จากการศึกษาโครงการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศไทย กสทช) ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ในกิจการดาวเทียมอยู่ในอัตราร้อยละ 1.3 ในห้วงปี พ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2569 ด้วยข้อจำกัดในเรื่องของเทคโนโลยีที่มีผลต่อความจุและความเร็วในการรับส่งที่จำกัดและตำแหน่งของวงโคจรมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกิดการแข่งขันไม่สูงมาก



รูปที่ 15 ความต้องการใช้ C-band ในประเภทงานต่าง ๆ (ที่มา: NSR, Detecon Forecast 2018)

และปัจจุบันการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ในประเทศไทยของบริษัทไทยคมที่ได้ประมูลดาวเทียมสื่อสาร โดยปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 ดวงได้แก่ ไทยคม-6 ไทยคม-7 และไทยคม-8 ซึ่งพบว่าดาวเทียมที่ให้บริการในย่าน C-band ได้แก่ ไทยคม-6 และไทยคม-7 ซึ่งมีด้วยกัน 2 ย่านความถี่คือ ย่าน 3.4-3.7 GHz (Extended C-band) และย่าน 3.7-4.2 GHz (Standard C-band) ในขณะที่ไทยคม-8 เป็นย่าน Ku-Band



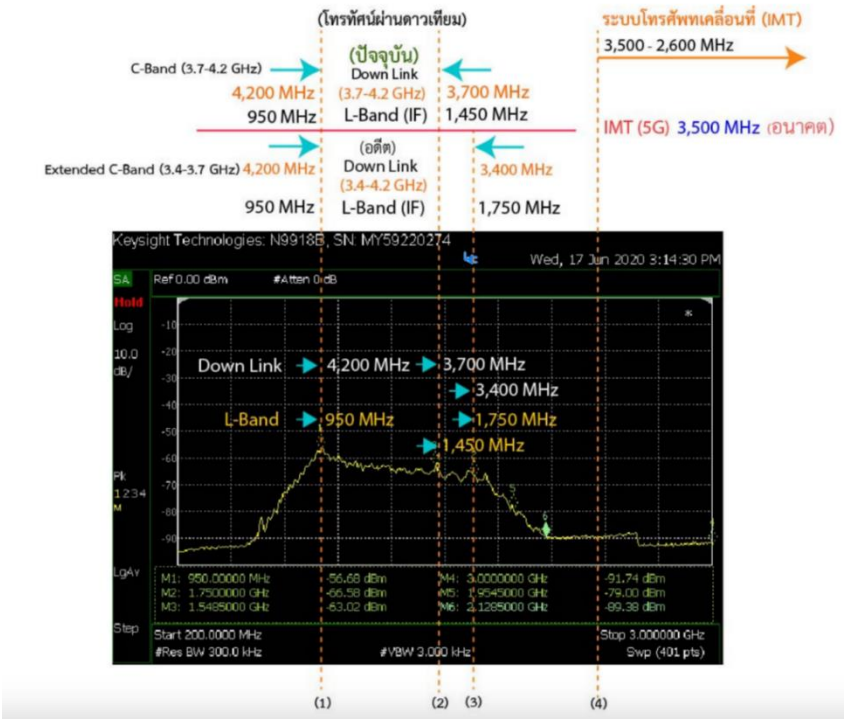
รูปที่ 16 การใช้คลื่น C-band ของดาวเทียมไทยคม (ที่มา: บริษัท Thaicom จำกัด)

ดังนั้นการนำคลื่น 3.5 GHz มาให้บริการ 5G จะส่งผลกระทบที่สำคัญต่อ 3 ภาคส่วน ได้แก่

- ส่วนประชาชนผู้รับชมทั่วไป หรือ TVRO คือ ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมระบบ C-Band หรือเรียกกันว่าจานดำทุกรายจะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หัวรับสัญญาณเพื่อหยุดการรับสัญญาณ Extended C-Band มิเช่นนั้นจะถูกรบกวนการรับชมเมื่อเปิดบริการ 5G
- ส่วนภาคธุรกิจที่จะต้องใช้งานในรูปแบบ VSAT เพื่อให้บริการข้อมูลภายในธุรกิจ ที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบ
- ส่วนภาคราชการที่ใช้งานคลื่นดังกล่าวในการติดต่อสื่อสาร สำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ

ซึ่งสำนักงาน กสทช. ได้มีการศึกษาภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ สาหรับกรณีการใช้คลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลเทคโนโลยี 5G และกิจการอื่นในย่านความถี่ 3500 MHz และ 28 GHz และมีข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันมิให้สัญญาณจาก 5G รบกวนกับกลุ่มภาคประชาชนผู้รับชมทั่วไป ดังนี้

1. กำหนดความถี่ ให้ 5G ใช้ช่วง 3300 – 3600 MHz และดาวเทียมใช้ช่วง 3700 – 4200 MHz
2. Guard band ขนาด 100 MHz
3. ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน 5G และจานดาวเทียมไม่น้อยกว่า 130 เมตร
4. สถานีฐาน 5G ใช้กาลังส่ง (EIRP) ไม่เกิน 200 วัตต์
5. มีมาตรฐานหัวรับ LNBF (ตามร่างประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติเรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band)



รูปที่ 17 การวิเคราะห์การรับสัญญาณดาวเทียมของจานดำ

(ที่มา: https://www.viospeed.com/5g-รบกวนโทรทัศน์ดาวเทียม-c-band/)

จากรูปที่ 17 ส่วนที่สำคัญคือปัจจุบันจานรับสัญญาณจะรับสัญญาณดาวเทียมขาลงตั้งแต่ 3.4 – 4.2 GHz จุด (1) IF (Intermedia Frequency) ความถี่ 950 MHz แปลงกลับเป็นสัญญาณ Down Link คือ 4200 MHz จุด (2) IF ความถี่ 1450 MHz แปลงกลับเป็นสัญญาณ Down Link คือ 3700 MHz จุดที่ (3) IF ความถี่ 1750 MHz แปลงกลับเป็นสัญญาณ Down Link คือ 3400 MHz (ปัจจุบันดาวเทียมไม่ได้ใช้ 3400 MHz หรือ 3.4 GHz) ดังนั้น LNB ในปัจจุบัน มีความเสี่ยงต่อการรับเอาสัญญาณอื่น เช่น 2600 MHz และ 3500 MHz เข้ามารบกวนการทำงานของ LNB และก็เกิดปัญหาแล้ว สำหรับสถานีรับหรือบ้านที่ติดตั้งจานดำอยู่ใกล้เสาส่งที่มีการใช้ 5G ความถี่ 3500 MHz ก็จะมีความเสี่ยงถูกรบกวน ซึ่งการนำใช้ LNB ที่มีความชัน (Slop) ขารับที่มากพอ และมีการ Protect/Reject หรือ Filter ความถี่นอกย่านดาวเทียมออกไปหรือกดให้ต่ำที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อลดความเสี่ยงในการถูกรบกวนลงไป ดังนั้นแนวทางในการป้องกันการรบกวนในเรื่องนี้ได้แก่

1) เปลี่ยนหัวรับสัญญาณดาวเทียมเป็น LNB รุ่นความถี่ขารับ Input 3.7 – 4.2 GHz และ LNB ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันการรบกวนจาก 5G

2) ย้ายตำแหน่งที่ตั้งหลบ/หลีก สัญญาณรบกวนหากมีพื้นที่ให้หลบ/หลีกได้

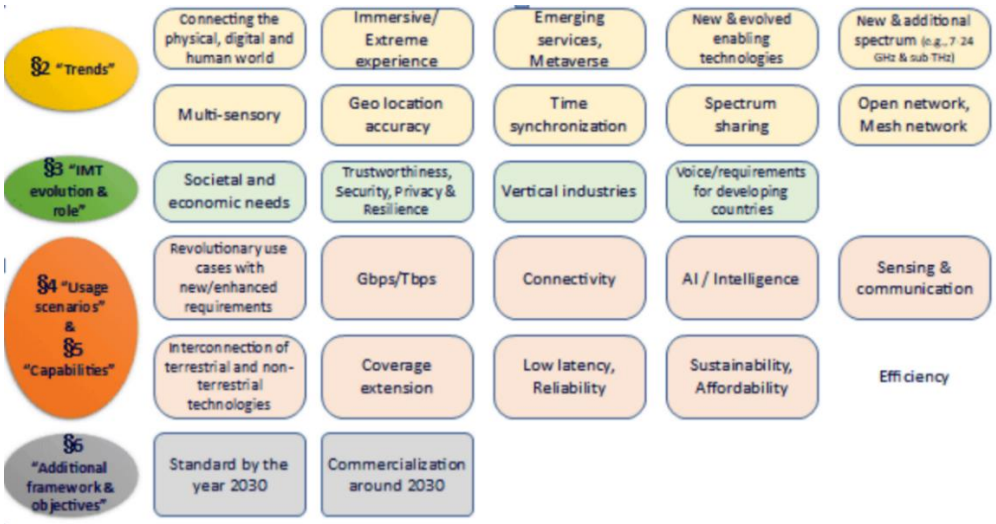
3) ใช้ LNB แบบ Band Pass Filter (BPF) แบบต่อภายนอก แต่วิธีนี้ค่าใช้จ่ายสูงเหมาะกับจานรับสัญญาณดาวเทียมของพวกอาคารสูง หรือพวกสถานีรับสัญญาณดาวเทียมของผู้ประกอบกิจการ เช่น Cable TV เป็นต้น

4) เปลี่ยนเป็นจานรับสัญญาณแบบ Ku-Band แทน หรือติดตั้งหัวรับสัญญาณดาวเทียม Ku-Band กับจาน C-Band และปรับปรุงเรื่องสายสัญญาณเป็นการใช้สายสัญญาณที่มีคุณภาพสูง

5) หากถูกรบกวนในย่าน L-Band อาจจะต้องใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณดาวเทียม เพื่อทำให้สัญญาณดาวเทียมสูงกว่าสัญญาณ

2.2.4 การใช้คลื่นความถี่ในอนาคต

ได้มีการนำเสนอในการประชุม ITU-R Working Party 5D (WP 5D) ในเรื่อง IMT for 2030 and Beyond เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2565 โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือมีภาพรวมของกิจกรรมการวิจัย ความคิดริเริ่ม และมุมมองทั่วโลกอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารเคลื่อนที่ในอนาคต



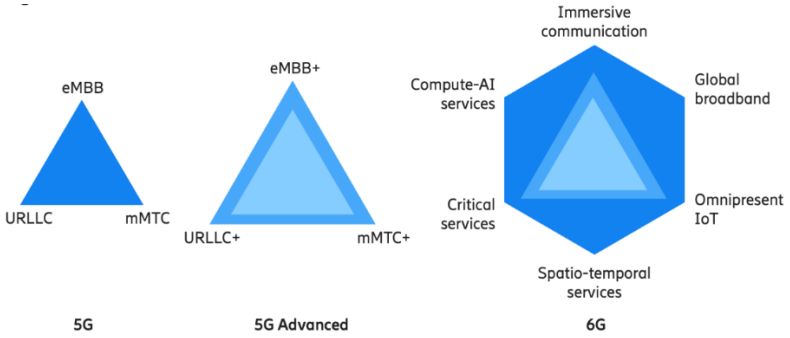
รูปที่ 18 คำสำคัญที่เกิดขึ้นภายใต้การ Mapping บน IMT 2030 and beyond

โดยสาระสำคัญกล่าวโดยสรุปได้ว่า

1) Hexa-X เป็นโครงการริเริ่มการวิจัยเรือธงของยุโรปเพื่อพัฒนารากฐานและมีส่วนร่วมในอุตสาหกรรมที่นำไปสู่ 6G เชื่อมโยงโลกมนุษย์กายภาพ และดิจิทัลเข้ากับโครงสร้างตัวขับเคลื่อน 6G โดยเน้นในเรื่องคลื่น Sub-THz เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้งานในย่านความถี่ต่ำ กลาง และ mmWave
2) สมาคม One6G มุ่งเน้นการศึกษาไปที่สถาปัตยกรรมที่สามารถจัดการกับความซับซ้อนที่เกิดจากความหลากหลายจากการเข้าถึงในหลายช่องทาง (วิทยุ 6G Terahertz เครือข่ายที่ไม่ใช่ภาคพื้นดิน)
3) Next G Alliance ได้วิเคราะห์ความสำเร็จในการพัฒนา 6G ไว้ 5 ด้านได้แก่ การรักษาความปลอดภัย การใช้ multi-sensory เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ความยืดหยุ่นในการใช้ URLLC เพื่อสร้างความจริงผสม การใช้ AI-Native เชื่อมโยงการสื่อสารไร้สายกับ Cloud เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และความยั่งยืนต่อการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อตอบโจทย์ IMT for Carbon neutral เสริมบทบาทเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อตอบโจทย์ด้านสิ่งแวดล้อม
4) WWRF ได้กำหนดวิสัยทัศน์ สำหรับสถานการณ์การใช้งาน IMT 2030 ที่สำคัญคือ การเชื่อมโยงต่อทั่วโลก ประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์ ปัญญาประดิษฐ์ที่เชื่อมโยงระบบ และความเป็นส่วนตัว

ในขณะที่ Ericsson white paper: 6G Spectrum enabling the future mobile for beyond 2030 (มีนาคม 2566) พบว่าประเภทของ 6G Use Case ที่แนะนำได้แก่

1) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นลักษณะ Internet of Senses เพื่อรับข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบดิจิทัล
2) การเชื่อมโยงโลกจริงกับโลกเสมือน ซึ่งจะเป็นการปรับเปลี่ยนแนวคิดให้เกิดทรัพยสินดิจิทัลเกิดขึ้นที่สามารถซื้อขายได้จริง โดยใช้ AI เป็นฐานในการวิเคราะห์
3) การเชื่อมโยงอุปกรณ์หรือเครื่องจักร ซึ่งจุดสำคัญคือการเชื่อมโยงเครื่องจักร หรือหุ่นยนต์อัตโนมัติให้สามารถทำงานบนเครือข่ายไร้สาย
4) การเชื่อมโยงเพื่อสร้างความยั่งยืน โดยส่วนที่สำคัญของเรื่องนี้คือการจัดการในเรื่องการนำข้อมูลสารสนเทศที่เวลาจริง เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมหรือการจัดการด้านคาร์บอน



รูปที่ 19 การพัฒนาจาก 5G เป็น 6G and beyond (ที่มา: Ericson white paper)

ซึ่งจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้งานโดยเพิ่มรูปแบบ Application สำหรับ AI หรือ Cloud Computing เป็นส่วนเพิ่มเติมเพื่อเชื่อมโยงโลกเสมือนกับโลกจริง ในรูปแบบ Digital twin

โดยในปัจจุบันสเปกตรัมย่านความถี่กลาง (Mid band Spectrum) ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างความจุและความครอบคลุม ด้วยการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.3-4.2 GHz และ 4.4-5 GHz (จากข้อมูลการจัดสรรคลื่นความถี่ในต่างประเทศ) และในอนาคตอาจจะรวมคลื่นความถี่ย่าน 6.425 - 7.125 GHz ซึ่งสามารถเห็นได้จากจำนวนอุปกรณ์ที่รองรับ โดยคลื่นความถี่ที่เพียงพอในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการเติบโตของข้อมูลอย่างต่อเนื่องสำหรับ บรอดแบนด์มือถือ และการเปิดตัว XR ทั่วพื้นที่เมือง ทั้งในร่มและกลางแจ้ง และด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี AR/VR น่าจะเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2568 จะเป็นกุญแจสำคัญในการตอบสนองความต้องการความจุ ตลอดจนนำการเชื่อมต่อแบบไปยังเมืองและหมู่บ้านขนาดเล็กที่ไม่สามารถเข้าถึงได้

กรณีการใช้งาน 6G จำเป็นต้องใช้สเปกตรัมที่แถบความกว้างประมาณ 3 GHz ซึ่งปัจจุบันสเปกตรัมที่มีอยู่ยังห่างไกลจากที่ควรจะเป็น โดยสรุปคือยังขาดแคลนสเปกตรัมที่จำเป็นจะต้องใช้งาน และเพื่อให้บรรลุความครอบคลุมกว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในอนาคต ต้องพิจารณาสเปกตรัมที่ใกล้เคียงกับย่านความถี่กลางมากที่สุด ยิ่งเข้าใกล้ย่าน Mid band (ต่ำกว่า 7 GHz) ยิ่งนำแถบความถี่ที่มีอยู่กลับมาใช้ใหม่ได้มากขึ้น และทำให้จำนวนไซต์ใหม่ ต้นทุน และการใช้พลังงานลดลงได้ด้วย

2.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ได้มีจุดประสงค์เพื่อการมุ่งเน้นไปที่ผลประโยชน์ หรือคุณค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ย่าน C-band ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการนำมาให้ใช้บริการ 5G อันประกอบด้วย

2.3.1 เป้าประสงค์

พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำเอาคลื่นความถี่ย่าน C-Band มาใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ ซึ่งหมายถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้บริการแบบเดิมที่มีผู้ที่ใช้บริการอยู่แล้วในรูปแบบเดิม มาเป็นการใช้บริการแบบใหม่ซึ่งเป็นการใช้งานเพื่อประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G

โดยในกระบวนการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เป็นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ย่าน C-Band ต้องพิจารณาความเหมาะสมในรูปแบบของการศึกษารูปแบบแนวทางที่เป็นไปได้ หรือทางเลือกในการใช้คลื่นย่าน C-Band แบ่งทางเลือกออกเป็น 3 ทางเลือก คือ

1) คลื่นความถี่ที่ใช้งานไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2) คลื่นความถี่ถูกใช้งานกับ 5G เพียงอย่างเดียว
3) คลื่นความถี่ถูกแบ่งกันใช้งาน

โดยทั้ง 3 รูปแบบ สามารถแยกวิเคราะห์ออกได้เป็น 2 กรณีสุดโต่ง คือ มีการใช้แบบเดิมหรือแบบใหม่ทั้งหมด และกรณีกึ่งกลาง กล่าวคือ การนำมาใช้ในลักษณะของแบบเดิมบางส่วนและแบบใหม่บางส่วน ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจสามารถที่จะวิเคราะห์กรณีสุดโต่งทั้ง 2 ด้านเป็นหลัก แล้วนำเอาผลการศึกษามาประเมินกรณีกึ่งกลางโดยใช้การประมาณการสัดส่วนเป็นตัวปรับให้เกิดความเหมาะสมได้

นั่นคือ การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-Band กรณีการใช้งานในรูปแบบเดิม

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานในรูปแบบเดิม คือ รูปแบบที่มีการใช้งานในปัจจุบันจะเป็นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน ซึ่งคุณค่าทางเศรษฐกิจจะเกิดขึ้นในรูปแบบของการใช้บริการจานดาวเทียม C-band ตามการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น

2. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-Band กรณีการใช้งานในรูปแบบใหม่

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานในรูปแบบใหม่ในงานวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้คลื่นเข้ากับเทคโนโลยี 5G เพื่อสร้างผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก นั่นก็คือคุณค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี 5G ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้คลื่นความถี่ C-band โดยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบทางด้านสังคมที่เกิดขึ้น ซึ่งก็คือผลจากการใช้คลื่นความถี่ C-band ที่ไปกระทบกับภาคส่วนทางเศรษฐกิจอื่นในด้านลบ เช่น การใช้งานทางด้านความมั่นคง ทางด้านการศึกษา บริการผ่านจานดาวเทียม C-Band เป็นต้น ทั้งนี้ ผลกระทบในด้านสังคมดังกล่าวจะถูกพิจารณาในส่วนอื่น ๆ ของงานวิจัยต่อไป

2.3.2 การทบทวนวรรณกรรม

ในส่วนนี้จะเป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ การประเมินมูลค่า 5G เป็นหลัก ซึ่งได้มีรายละเอียด ดังนี้

2.3.2.1 เทคโนโลยี 5G และคุณค่าต่อเศรษฐกิจโลก

ระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ 5 หรือที่เรียกว่าโดยย่อว่า 5G (fifth-generation cellular network technology: 5G) เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสำหรับสัญญาณเชื่อมต่อแบบไร้สายที่ได้รับการพัฒนาอย่างเต็มรูปแบบในปี ค.ศ. 2020 จนมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงขึ้นกว่าเทคโนโลยีเชื่อมต่อแบบไร้สายในยุคที่ 3 และยุคที่ 4 ประมาณ 20 เท่า นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการรองรับปริมาณของข้อมูลในระยะเวลาสั้นที่สูงกว่าและใช้พลังงานในการเชื่อมต่อที่กว่าระบบรุ่นก่อน (ตารางที่ 8) ดังนั้นความก้าวหน้าของเทคโนโลยี 5G จึงสามารถสนับสนุนการบริหารข้อมูลปริมาณมากได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ขยายโอกาสการบริการแบบดิจิทัลได้มีคุณภาพมากขึ้นหรือมีความเสถียรมากขึ้น และเพิ่มความสามารถในการควบคุมเครื่องมือผ่านการเชื่อมต่อไร้ สายจำนวนมากขึ้นได้ในเวลาพร้อมกัน

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของ 5G กับระบบการสื่อสารแบบไร้สายในยุคที่ผ่านมา

คุณสมบัติ	3G	3.5G		4G	4.5G	5G
	2003-04	2005-06	2008-09	2010	2013	2020
อัตราความเร็วดาวน์ลิงก์สูงสุด	384 kbps	14 Mbps	84 Mbps	300 Mbps	1+ Gbps	20 Gbps
อัตราความเร็วอัปลิงก์สูงสุด	128 kbps	6 Mbps	22 Mbps	75 Mbps	500 Mbps	10 Gbps
ความหน่วง (Latency)	150 ms	100 ms	50 ms	10 ms	5 ms	1 ms
อายุการใช้งาน (Battery life)	น้อยกว่า 10 ปี					มากกว่า 10 ปี

ที่มา: A.T. Kearney analysis

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยี 5G ที่มีคุณสมบัติที่โดดเด่นกว่าเทคโนโลยีไร้สายรุ่นที่ผ่านมาจึงทำให้เกิดความสามารถในการนำเทคโนโลยีไปใช้งานจริง (Use Case) ที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย ซึ่งแบ่งแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์ออกตามคุณสมบัติพิเศษของ 5G ได้ดังนี้

1) การยกระดับความเร็วของการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Enhanced Mobile Broadband: eMBB) ทำให้ผู้ใช้บริการกิจกรรมออนไลน์สามารถใช้แบนด์วิธจำนวนมากได้และมีคุณภาพเทียบเท่ากับการใช้งานผ่านโครงข่ายใยแก้วนำแสง (Fibre-optic) ซึ่งมีความเร็วมากกว่าเทคโนโลยี 4G เกินกว่า 10 เท่า โดย eMBB จะช่วยส่งเสริมการเข้าถึงและความครอบคลุมในสถานที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะสถานที่ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ศูนย์การค้า และศูนย์ประชุม อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการรองรับ

จำนวนข้อมูลมหาศาล และส่งเสริมให้เกิดจุดการกระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต ตัวอย่างการนำประโยชน์จากคุณสมบัติ eMBB ของ 5G ไปใช้ประโยชน์จริงประกอบด้วย การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) และการผสมผสานความจริง (Mixed Reality) การส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านคลื่นไร้สายไปยังตัวรับสัญญาณแบบกำหนดการเข้าถึงอย่างคงที่ (Fixed Wireless Access: FWA) การเข้าใช้งาน Cloud computing การพัฒนาการประชาสัมพันธ์ผ่านจออิเล็กทรอนิกส์ (Digital signage) ระบบการเตือนภัยพิบัติอัจฉริยะ เป็นต้น

2) การตอบสนองที่มีความหน่วงต่ำเป็นอย่างมากและมีความเสถียรสูง (Ultra-reliable low latency communication: uRLLC) คือการลดระยะเวลาระหว่างการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ซึ่งจากความหน่วงในการรับส่งข้อมูลของระบบ 4G ที่อยู่ที่ประมาณ 0.01 วินาที ลดลงเป็น 0.001 วินาทีในระบบ 5G ดังนั้น ด้วยคุณสมบัตินี้จึงส่งเสริมกิจกรรมที่ต้องอาศัยความเที่ยงตรงหรือความแม่นยำของเวลาและกิจกรรมที่ต้องการความปลอดภัยสูงที่ต้องการให้ความเสี่ยงลดลงจนเหลือศูนย์ เช่น ระบบการแพทย์และการผ่าตัดระยะไกล ระบบขับเคลื่อนยานพาหนะอัตโนมัติไร้คนขับ ระบบขนส่งสาธารณอัจฉริยะ การเดินระบบอัตโนมัติในโรงงานจากทางไกล เป็นต้น

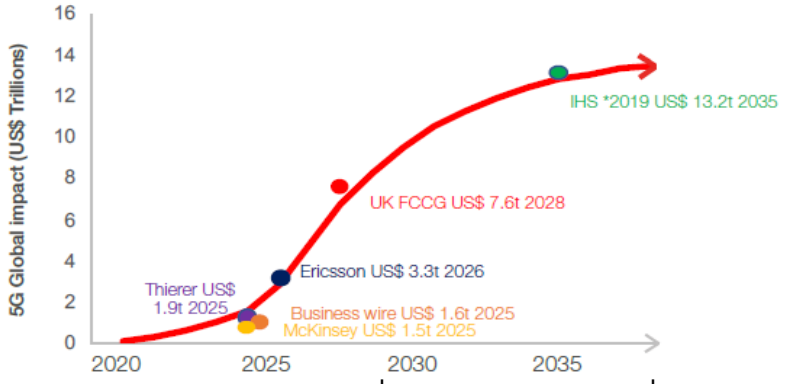
3) การขยายขีดความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จำนวนมาก (Massive Machine Type Communication: mMTC) ที่เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีการสื่อสายไร้สายแบบวงกว้างที่ใช้พลังงานต่ำ (Low Power Wide Area: LPWA) อย่างเช่น Narrowband Internet of Things (NB-IoT) ที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ได้มากถึงสองแสนถึงหนึ่งล้านเครื่องต่อตารางกิโลเมตรด้วยการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อย ซึ่งเท่ากับประมาณร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับพลังงานที่ต้องใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยเทคโนโลยีเก่า ดังนั้น เทคโนโลยี 5G จึงส่งเสริมศักยภาพของ Internet of Things (IoT) ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาการเชื่อมต่ออัจฉริยะมีความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น เช่น เกษตรอัจฉริยะ (smart agriculture) เมืองอัจฉริยะและบ้านอัจฉริยะ (Smart city and Smart home) ระบบการบริหารสภาพแวดล้อมอัจฉริยะ (smart environment management) ระบบโลจิสติกส์อัจฉริยะด้วยระบบ telematics ที่ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น และระบบค้าปลีกอัจฉริยะ (smart retail) เป็นต้น

ตามหลักเศรษฐศาสตร์ เทคโนโลยี 5G ที่มีทั้งความเร็วและความเสถียรที่สูงกว่าความครอบคลุมและการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จำนวนมากที่ใช้พลังงานต่ำกว่าเทคโนโลยีรุ่นก่อนหน้า จะส่งผลต่อการยกระดับผลิตภาพ (productivity) เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจได้อย่างน้อยสองช่องทาง **ทางแรก** คือการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการกระจายหรือการจัดสรรสินค้าและบริการ ตัวอย่างเช่น ผู้ประกอบการหรือธุรกิจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากและลึกซึ้งขึ้นจากใช้บริการของลูกค้าผ่านแอพพลิเคชั่น และลูกค้าก็สามารถเข้าถึงบริการจากผู้ประกอบการได้หลากหลายมาก

ขึ้น รวมถึงความสามารถของ 5G ที่จะช่วยสร้างการประหยัดต่อขนาด (economy of scale) ที่ทำให้การผลิตสินค้าจำนวนมากได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลง

ส่วนช่องทางที่สอง คือโอกาสของการสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการรูปแบบใหม่เพื่อมาตอบโจทย์ตลาดในส่วนที่เทคโนโลยีรุ่นก่อนยังทำไม่ได้หรือได้ไม่ดีเท่าโดยเปรียบเทียบ เช่น รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติจะมีความปลอดภัยสูงเมื่อใช้เทคโนโลยี 5G รวมถึงการใช้ระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติยังส่งผลดีต่อการจราจรทั้งระบบเนื่องจากความสามารถการตอบสนองต่อข้อมูลบนถนนจำนวนมหาศาลที่มีความรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ การประเมินประโยชน์ส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจก็จะต้องพิจารณาต้นทุนที่คาดว่าจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี 5G ด้วย เช่น การลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับระบบ 5G ค่าใช้จ่ายจากการเช่าคลื่นสัญญาณความถี่ต่าง ๆ และต้นทุนต่าง ๆ ต่อธุรกิจและผู้บริโภคเพื่อที่จะต้องหาอุปกรณ์มารองรับเทคโนโลยี 5G (Bureau of Communications and Arts Research, 2018)[46]

WEF (2020)[47] ได้รวบรวมข้อมูลการประมาณการผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในระดับโลกที่จะได้จากการนำ 5G ไปใช้ในประเทศต่าง ๆ โดยคาดว่าในปี ค.ศ. 2035 เทคโนโลยี 5G จะสร้างมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจได้เท่ากับ 13.2 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ แบ่งตามรายอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิต 4.7 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ อุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 1.6 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ การค้าปลีกค้าส่ง 1.2 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ ระบบสาธารณูปโภคและระบบขนส่งสาธารณะ 1 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกรวมกัน 4.7 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ โดยผลการประมาณการผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจสะสมที่จะได้จากเทคโนโลยี 5G ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 จนถึง ค.ศ. 2035 แสดงดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 ผลการประมาณการมูลค่าทางเศรษฐกิจระดับโลกที่จะได้จากเทคโนโลยี 5G (ที่มา: World Economic Forum)

[46] Bureau of Communications and Arts Research. (2018). Impacts of 5G on productivity and economic growth. doi:APO-141251

[47] World Economic Forum (WEF). (2020). “The impact of 5G: creating new value across industries and society”. World Economic Forum; in collaboration with PwC.

วิธีการประมาณการผลประโยชน์ที่โลกจะได้รับจาก 5G ของ WEF (2020) คือการรวบรวมแนวทางการนำเทคโนโลยี 5G ไปใช้งานจริง (Use Case) ในแต่ละอุตสาหกรรม ซึ่งรวบรวมมาได้ทั้งหมด 40 รายการ ที่ครอบคลุมความหลากหลายทางด้านภูมิศาสตร์และความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยี (ตารางที่ 2) โดยวิธีการรวบรวมข้อมูลนอกจากใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักวิเคราะห์ที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร ยังมีการสัมภาษณ์เชิงลึกและการจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากอุตสาหกรรมที่หลากหลายเพื่อประเมินผลกระทบที่เป็นไปได้ สำหรับวิธีการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ WEF (2020) ได้แบ่งแนวทางการใช้งานจริงออกเป็น 3 มิติ ประกอบด้วย

(ก) การตอบโจทย์การส่งเสริมความก้าวหน้าในระดับอุตสาหกรรมตามดัชนีงบการดำเนินงาน เช่น การลดต้นทุน การเพิ่มความปลอดภัย และการสนับสนุนการตัดสินใจที่ดีขึ้น

(ข) ผลกระทบต่อสังคม โดยวิเคราะห์ประโยชน์จาก 5G ในการขับเคลื่อนเข้าสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ในแต่ละประเด็น

(ค) คุณสมบัติเฉพาะของ 5G ที่ช่วยสนับสนุนให้แนวทางการใช้งานจริงต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นได้ และประเมินระยะเวลาที่การใช้งานจริงเหล่านั้นจะใช้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

ผลการวิเคราะห์ผลกระทบของ 5G ในด้านเศรษฐกิจและสังคมเชิงคุณภาพของ WEF (2020) ที่แบ่งตามรายอุตสาหกรรมสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคมของ 5G ในด้านเศรษฐกิจและสังคมตามรายอุตสาหกรรม

ตัวอย่างการใช้งานจริง	SDGs ที่เกี่ยวข้อง	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ
อุตสาหกรรมการผลิต		
- โรงงานอัจฉริยะ (smart factory) - การทำร่วมกันระหว่างมนุษย์กับหุ่นยนต์ - การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance) - แบบโมเดลจำลองเสมือนจากวัตถุทางกายภาพ (Digital Twin) - Augmented reality - Virtual reality - การบริหารผลการปฏิบัติงานผ่านระบบดิจิทัล	SDGs 7: การเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ SDGs 8: การส่งเสริมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม SDGs 9: โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ SDGs 12: การผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน SDGs 13: การแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ	- การแข่งขันที่สูงขึ้นโดยปราศจากความได้เปรียบเชิงธุรกิจที่ยั่งยืน - ความผันผวนของวัฏจักรธุรกิจที่สูงขึ้น - ความก้าวหน้าของระบบการผลิตในโรงงานที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและมีความต่อเนื่องด้วยระบบอัตโนมัติจากการควบคุมทางไกล - ความต้องการของลูกค้าที่ต้องการสินค้าและบริการที่มีความเฉพาะในระดับปัจเจกมากยิ่งขึ้น (personalization)
อุตสาหกรรมการขนส่งบุคคล		
- Digital Twin - เทคโนโลยีบริหารระบบนิเวศการคมนาคม (Cellular-Vehicle-to-Everything: C-V2X)	SDGs 3: สุขภาพและสวัสดิภาพที่ดี SDGs 7: การเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่	- การขนส่งระบบอัตโนมัติที่ควบคุมโดย telematics และระบบพาหนะดิจิทัล - บริการแบ่งปันการใช้รถ (car sharing) และวิธีการเดินทางที่เปลี่ยนแปลงไป

ตัวอย่างการใช้งานจริง	SDGs ที่เกี่ยวข้อง	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ
- ระบบการจราจรอัจฉริยะ (smart traffic) - Airborne taxis	SDGs 9: โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ SDGs 11: เมืองมีความปลอดภัยและยั่งยืน	- ทางเลือกการขนส่งสาธารณะทันสมัยในชุมชนเมืองที่มีความรวดเร็วมากขึ้น - การขนส่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ต่ำ
อุตสาหกรรมการแพทย์		
- ระบบการดูแลผู้ป่วยและการผ่าตัดทางไกล - การแพทย์ที่ใช้ AR/VR - การขนส่งยาผ่าน drone - อุปกรณ์เคลื่อนที่และอุปกรณ์สวมใส่เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ - เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ที่กินได้ (Ingestible) เพื่อลดโอกาสการเกิดโรคด้วยการประเมินการป้องกันล่วงหน้า	SDGs 3: สุขภาพและสวัสดิภาพที่ดี SDGs 4: การศึกษาที่เท่าเทียม SDGs 5: ความเสมอภาคทางเพศ SDGs 8: การส่งเสริมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม SDGs 9: โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ	- ผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น - ความต้องการด้านการรักษาที่ปลอดภัยและการจัดเก็บข้อมูลเพิ่มสูงขึ้น - การเข้าถึงการรักษาที่ง่ายขึ้น เช่น แอพพลิเคชั่นความรู้ทางแพทย์และการสั่งยาทางไกล - การลดโอกาสการเกิดโรคด้วยการประเมินสุขภาพด้วยเทคโนโลยี Ingestible เพื่อการป้องกันล่วงหน้า
อุตสาหกรรมทางการเงิน		
- Mobile banking - อุปกรณ์สวมใส่ที่มีการติดตั้งระบบชำระเงิน - ผู้ให้คำปรึกษาทางการเงินส่วนตัวแบบ virtual - Peer-to-Peer lending (P2P)	SDGs 4: การศึกษาที่เท่าเทียม SDGs 5: ความเสมอภาคทางเพศ SDGs 8: การส่งเสริมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม SDGs 9: โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ SDGs 13: การแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ	- Fintech disruption จากเทคโนโลยีทางการเงิน เช่น การซื้อของออนไลน์ กระเป๋าเงินดิจิทัล - ระบบการรับโอนเงินที่รวดเร็วขึ้นทั้งในตลาดทุนและตลาดเงิน - การบริการแบบ virtual ที่ตอบโจทย์ความต้องเฉพาะบุคคล และอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่มีบริการแบบครบวงจร
อุตสาหกรรมการค้าปลีกและค้าส่ง		
- การค้าแบบ 3D และ holograms - AR/MR - ระบบการชำระเงินอัตโนมัติ - การบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้า (smart CRM) - ระบบการบริหารสต็อกสินค้าอัจฉริยะ	SDGs 2 ความมั่นคงทางอาหาร SDGs 3 สุขภาพและสวัสดิภาพที่ดี SDGs 8 การส่งเสริมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม SDGs 12 การผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน SDGs 13 การแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ	- กลยุทธ์การค้าผ่านหลายช่องทาง - การตอบโจทย์ลูกค้าแบบ personalization - การเติบโตของวัฒนธรรมความเร่งรีบ - การทดลองสินค้าด้วยระบบ AR/VR - การขนส่งสินค้า e-commerce ที่รวดเร็ว
อุตสาหกรรมพลังงาน		
- ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid)	SDGs 7: การเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่	- การผลักดันทางการเมืองและสังคมที่ต้องการพลังงานสะอาดและยั่งยืน

ตัวอย่างการใช้งานจริง	SDGs ที่เกี่ยวข้อง	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ
- ระบบบริหารพลังงานระบบไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart energy management) - รถยนต์ไฟฟ้า - มิเตอร์อัจฉริยะ (Residential smart meters)	SDGs 8 การส่งเสริมทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม SDGs 9 โครงสร้างพื้นฐานที่มีคุณภาพ SDGs 13 การแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ	- การผลิตไฟฟ้าแบบ decentralized และโรงงานผลิตไฟฟ้าจะมีขนาดเล็กลง - ความพร้อมของการผลิตพลังงานหมุนเวียน - ผู้ผลิตไฟฟ้าสามารถถึงข้อมูลความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้บริโภคได้อย่างแม่นยำ และสร้างโอกาสของธุรกิจแนวใหม่
อุตสาหกรรมสื่อและความบันเทิง		
- เทคโนโลยีการแสดงภาพที่ละเอียดและ AR/VR - หน้าจอแสดงแบบ 3D holographic - การเล่นเกมบน Cloud การใส่ชุดเสมือนเป็นตัวละครในเกม และ AR - ระบบความบันเทิงติดตั้งในบ้านและในรถยนต์	SDGs 3 สุขภาพและสวัสดิภาพที่ดี SDGs 4 การศึกษาที่เท่าเทียม SDGs 5 ความเสมอภาคทางเพศ	- ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการสร้างเนื้อหาความบันเทิง - การบริโภคสื่อความบันเทิงมีแนวโน้มที่เชื่อมโยงความรู้สึกและอารมณ์มากขึ้น รวมถึงมีแนวโน้มกระตุ้นการใช้จ่ายมากขึ้น - อุตสาหกรรมเกมจะได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับอุตสาหกรรมอื่น

ที่มา: World Economic Forum

นอกเหนือจากการวิเคราะห์ผลกระทบทางตรงจากเทคโนโลยี 5G ต่อเศรษฐกิจและสังคมผ่านการพิจารณาการใช้งานจริงในแต่ละอุตสาหกรรม WEF (2020) ยังได้ประเมินผลกระทบทางอ้อมต่อคุณค่าทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่จะได้การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ บ้านอัจฉริยะ สถานที่ทำงานอัจฉริยะ และสิ่งแวดล้อมอื่นที่ไม่ใช่เมือง เช่น แต่ละคนสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีขึ้นได้ด้วยการเชื่อมต่อหรือเชื่อมโยงข้อมูลที่มากขึ้น การเข้าถึงการศึกษาที่เพิ่มขึ้นจากการศึกษาผ่านระบบออนไลน์ การขอความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ง่ายขึ้นแม้จะอยู่ในบ้าน ระบบการอำนวยความสะดวกให้กับผู้สูงวัยและผู้พิการในสถานที่ทำงาน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การบริหารทรัพยากรธรรมชาติที่เหมาะสม และการลดการเกิดของเสียและมลพิษ เป็นต้น

2.3.2.2 คุณค่าของเทคโนโลยี 5G ต่อเศรษฐกิจระดับภูมิภาคและประเทศไทย

สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทยหรืออาเซียน (ASEAN) ก็กำลังนำเทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ A.T. Kearney (2019) ได้วิเคราะห์ความก้าวหน้าของอุตสาหกรรม 4.0 ภายใต้การเติบโตของการใช้งาน 5G ทั้งในฝั่งผู้บริโภคและผู้ผลิต คณะผู้วิจัยประมาณการผลส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจที่จะได้จากการเทคโนโลยีต่าง ๆ มาสร้างคุณค่าในอุตสาหกรรมตามการใช้งานจริงที่จะได้รับการสนับสนุนจาก 5G ซึ่งประกอบไปด้วย Internet of Things (IoT) หุ่นยนต์ทันสมัย ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence: AI) AR/VR และเครื่องพิมพ์สามมิติ โดยผู้วิจัยคาดว่าในปี ค.ศ. 2025 5G จะสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจส่วนเพิ่มให้กับภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ได้ประมาณ 147 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งแบ่งออกเป็น (1) ภาคการผลิตอุตสาหกรรม 59 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ

(2) ภาคบริการรวม 81 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งแยกออกได้เป็น การค้าและการขนส่ง 30 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ การบริการทางการเงิน 11 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ บริการภาครัฐ 9 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ และการบริการอื่น ๆ 31 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ

(3) ภาคการเกษตร 7 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ โดยแต่ละภาคเศรษฐกิจจะได้รับการสนับสนุนจากเทคโนโลยีเหล่านี้ในสัดส่วนที่ต่างกันซึ่งสรุปได้ตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สัดส่วนการเพิ่มคุณค่าเศรษฐกิจโดยเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 4.0 ที่ได้รับการสนับสนุนจาก 5G

ภาคเศรษฐกิจ	IoT	หุ่นยนต์ทันสมัย	ปัญญาประดิษฐ์ (AI)	AR/VR	เครื่องพิมพ์ 3 มิติ
ภาคการเกษตร	30%	40%	20%	5%	5%
ภาคบริการ	25%	15%	40%	15%	5%
ภาคอุตสาหกรรม	50%	15%	15%	10%	10%

ที่มา: A.T. Kearney analysis

อีกหนึ่งกรณีการใช้งานจริงในภาคเศรษฐกิจที่สำคัญสำหรับประเทศในภูมิภาคอาเซียนรวมถึงประเทศไทยแต่ยังไม่มีการสรุปในการศึกษาของ WEF (2020) ก็คือภาคเกษตรกรรม เทคโนโลยี 5G สามารถส่งเสริมเทคโนโลยีอื่นที่กำลังแปลงโฉมภาคการเกษตรให้มีประสิทธิภาพซึ่งมากขึ้นประกอบไปด้วย Blockchains Big Data หุ่นยนต์สั่งการอัตโนมัติจากระยะไกลด้วย IoT ตัวอย่างในประเทศเนเธอแลนด์ที่นำ 5G มาใช้เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์สำหรับการทำฟาร์มในไร่มันฝรั่งเพื่อป้องกันการขยายพันธุ์ของศัตรูพืช โดยติดตั้งระบบโดรนที่ทำได้ทั้งการรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่วิเคราะห์ผลข้อมูล และฉีดสเปรย์ตามจุดด้วยปริมาณและส่วนผสมเฉพาะตามความจำเป็นของบริเวณนั้น ๆ

ในประเทศไทยก็มีความพยายามนำ 5G เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของเกษตรอัจฉริยะ (smart agriculture) โดยหนึ่งในแนวทางที่สำคัญที่ไทยใช้คือการติดตั้งเซนเซอร์ในพื้นที่เกษตรเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในหลายมิติเช่น ดิน น้ำ สภาพภูมิอากาศ และตัวพืช เพื่อควบคุมการเพาะปลูกที่เหมาะและคาดการณ์การเก็บเกี่ยวในเวลาที่สมควร[48]

สำหรับการศึกษาผลกระทบของ 5G ต่อเศรษฐกิจไทย กสทช. (2561)[49] ได้ประมาณการมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจอย่างง่ายของไทยที่จะได้จากการนำ 5G เข้ามาเป็นส่วนของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ และต้นทุนการพัฒนาโครงข่าย 5G เพื่อหาจุดคุ้มทุน โดยการประมาณมูลค่าเพิ่มจาก 5G ต่อเศรษฐกิจ ผู้ที่ศึกษาได้กำหนดสมมติฐานมา 3 ข้อ ได้แก่

[48]https://asean.org/wp-cont ent /uploads/2022/02/03-ASEAN-5G-Ecosystem-Best-Practices-Guide_Final-Report_SG_ASEC_TL_PH_MY.pdf

[49] กสทช. (2561). “เทคโนโลยี 5G กับผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย: Smart Contract และผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมไทย”. คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ.

(1) การเติบโตเฉลี่ยของผลิตค่าผลิตภัณฑ์มวลรวม (GDP) ของประเทศไทยและทั้งโลกคือร้อยละ 3.19 และ 2.51 ตามลำดับ ซึ่งคำนวณจากร้อยละการเติบโตย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี 2550-2559 โดยข้อมูลอ้างอิงจากธนาคารโลก

(2) มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจที่จะได้จาก 5G ต่อทั้งโลกจะเท่ากับประมาณ 385 ล้านล้านบาท ในปี 2578 (12.3 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ) ตามการศึกษาของ IHS[50] และ

(3) สัดส่วนมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจที่ไทยจะได้จากเทคโนโลยี 5G ต่อทั่วโลกที่จะได้จาก 5G จะเท่ากับสัดส่วน GDP ไทยต่อ GDP โลก

ดังนั้น ด้วยสมมติฐานทั้งสามข้อมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจที่ไทยจะได้รับจาก 5G ในปี พ.ศ. 2578 จะเท่ากับประมาณ 2.3 ล้านล้านบาท โดยแบ่งเป็นมูลค่าที่เกิดจากเทคโนโลยีอื่นที่ได้รับการสนับสนุนจากคุณสมบัติ eMBB ของ 5G ประมาณ 8.3 แสนล้านบาทซึ่งเป็นการประมาณโดยใช้สัดส่วนเดียวกันกับรายงานของ IHS ส่วน uRLLC และ mMTC จะเท่ากับ 8.1 แสนล้านบาทและ 6.8 แสนล้านบาท ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งตามรายภาคเศรษฐกิจได้ดังนี้ ภาคอุตสาหกรรม 6.3 แสนล้านบาท ภาคการค้า 2.4 แสนล้านบาท ภาคโทรคมนาคม 2.7 แสนล้านบาท ภาคบริการสาธารณะ 2.0 แสนล้านบาท ภาคการเงิน 1.3 แสนล้านบาท ภาคการขนส่ง 1.2 แสนล้านบาท ภาคเกษตรกรรม 1.0 แสนล้านบาท ภาคการศึกษา 0.5 แสนล้านบาท ภาคการแพทย์ 0.2 แสนล้านบาท และอื่น ๆ 0.5 แสนล้านบาท

ส่วนการคำนวณต้นทุนการพัฒนาโครงข่าย 5G อ้างอิงสมมติฐานและข้อมูลการลงทุนตามรายงานของ IHS ที่มูลค่าการลงทุนเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G สำหรับทั้งโลกเท่ากับประมาณ 3.5 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ ถัดมาให้สมมติว่าสัดส่วนมูลค่าการลงทุน 5G ในไทยต่อมูลค่าการลงทุนรวมทั้งโลกเท่ากับสัดส่วน GDP ไทยต่อ GDP โลก และกำหนดให้มูลค่าการลงทุนในปี ค.ศ. 2035 ของไทยเท่ากับค่าบำรุงรักษาโครงข่าย (Maintenance cost) ประมาณร้อยละ 10 ของมูลค่าการลงทุนโครงสร้างพื้นในปี ค.ศ. 2020 โดยวิธีการคำนวณหามูลค่าต้นทุนรวมตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020-2035 ใช้แบบจำลองฟังก์ชัน exponential ในการประมาณการ ซึ่งจากทั้งหมดจะได้ว่ามูลค่าต้นทุนของไทยที่ต้องใช้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020-2035 รวมเท่ากับ 6.6 แสนล้านบาท

เพื่อคำนวณหา**จุดคุ้มทุน** จึงนำผลประมาณการอย่างง่ายของมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจที่จะได้จากเทคโนโลยี 5G จำนวน 2.3 ล้านล้านบาทมาคำนวณมูลค่ารายปีด้วยสมการ Logistic function ดังนั้น เมื่อมีข้อมูลรายปีของทั้งมูลค่าเพิ่มสะสมและต้นทุนสะสมจึงได้จุดคุ้มทุนในปี พ.ศ. 2568

[50] จากการศึกษา The 5G economy: How 5G technology will contribute to the global economy ปี ค.ศ. 2017 แต่ถึงอย่างไรก็ตาม รายงานฉบับ 2019 ทาง IHS ได้ปรับการประมาณมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจจาก 5G ในปี ค.ศ. 2035 เป็น 13.2 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ โดยมีมูลค่าเศรษฐกิจปี ค.ศ. 2019 เป็นมูลค่าปีฐาน

ที่ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจสะสมจะเริ่มนำหน้าต้นทุนจากการลงทุน 5G สะสม โดยสุดท้ายกำไรสุทธิสะสมที่ประเทศไทยจะได้จากเทคโนโลยี 5G อยู่ที่ประมาณ 1.6 ล้านล้านบาท

2.3.2.3 คุณค่าของเทคโนโลยี 5G ต่อเศรษฐกิจที่แบ่งตามย่านคลื่นความถี่

เทคโนโลยีบนอุปกรณ์สื่อสารหรืออุปกรณ์ที่ต้องการการเชื่อมต่อระหว่างกันต่างก็ต้องการคลื่นความถี่เฉพาะตามวัตถุประสงค์การใช้งานจริง ดังนั้น เทคโนโลยี 5G จะสามารถสร้างประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ ประเทศนั้นก็จะต้องวางระบบย่านความถี่ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคเพื่อการใช้งานจริงที่ประสิทธิภาพและไม่ให้เกิดต้นทุนส่วนเกิน GSMA Intelligence (2022)[51] ได้ประมาณการมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจที่จะได้จากย่านความถี่ของ 5G สามย่านที่แตกต่างกันได้แก่ (1) ย่านความถี่ต่ำกว่า 1 GHz (Low Band) และ (2) ย่านความถี่ระหว่าง 1 GHz และ 7 GHz (Mid band) (3) ย่านความถี่ที่มีความยาวคลื่นในระดับมิลลิเมตรหรือมากกว่า 24 GHz (Millimeter Wave: mmWave) โดยได้เจาะลึกการวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยี 5G ความถี่ Mid band ต่อเศรษฐกิจโลกเป็นสำคัญ

วิธีการประมาณการผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของ GSMA Intelligence (2022) สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่

- ส่วนที่ 1 การประมาณการผลกระทบของเทคโนโลยี 5G ที่มีต่อผลิตภาพ (productivity) และการเติบโตทางเศรษฐกิจในภาพรวมด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ
- ส่วนที่ 2 การประมาณการการจ่ายผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะเกิดจากเทคโนโลยี 5G ตามแต่ละอุตสาหกรรม ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์ประเด็นเชิงคุณภาพเพื่อประเมินศักยภาพของแต่ละอุตสาหกรรมที่ประกอบด้วยความพร้อมในการรองรับการใช้เทคโนโลยีทันสมัยและการคาดการณ์ผลกระทบจาก 5G ผ่านการวิเคราะห์แนวทางการใช้งานจริงในแต่ละอุตสาหกรรม

สำหรับส่วนการประเมินผลต่อการเติบทางเศรษฐกิจโดยรวม คณะผู้วิจัยฯ ได้ประมาณการจากสององค์ประกอบสำคัญได้แก่ 1) การคาดการณ์อัตราการเข้าถึง 5G หรืออัตราการใช้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อสัญญาณ 5G (5G penetration rate and 5G connections) และ 2) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนจากเทคโนโลยีสัญญาณเชื่อมต่อรุ่นก่อนมาเป็นมารุ่นใหม่

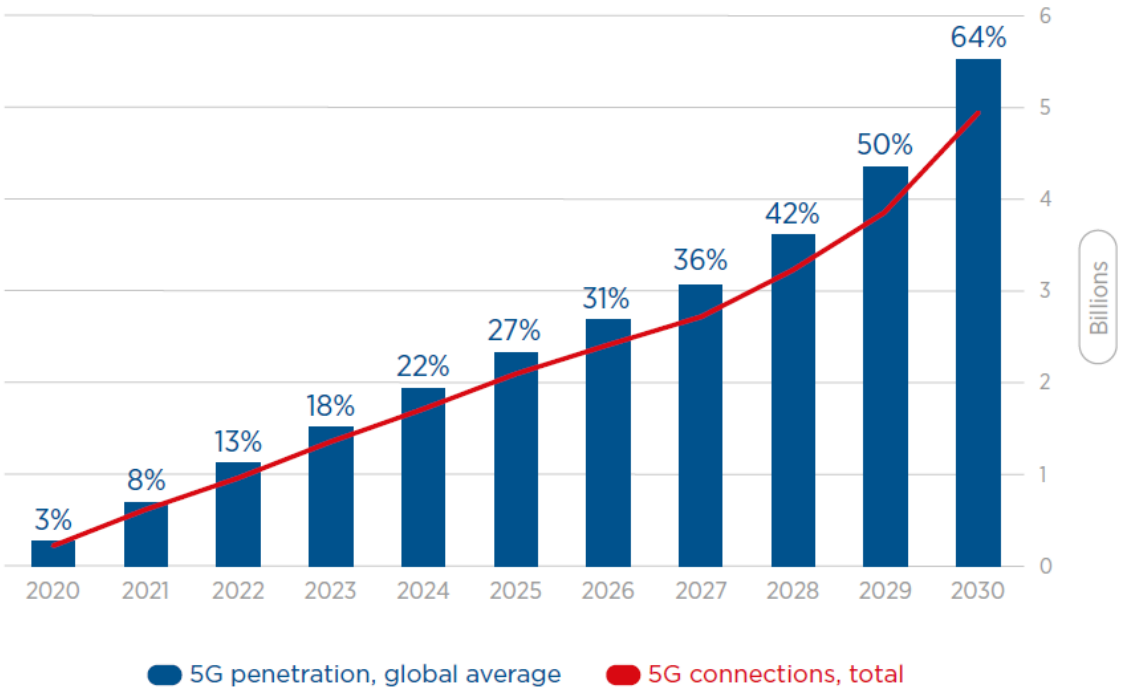
โดยองค์ประกอบแรก ได้คาดการณ์ 5G penetration rate แยกตามรายประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020-2030 ซึ่งในปี ค.ศ. 2030 คาดว่าเฉลี่ยทั่วทั้งโลกจะมีอัตราการใช้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ 5G มากกว่าร้อยละ 60 หรือประมาณเป็นอุปกรณ์จำนวนประมาณ 5 ล้านเครื่อง (รูปที่ 21) ส่วนอีกหนึ่งองค์ประกอบอ้างอิงผลการศึกษาของ GSMA Intelligence (2020)[52] ที่ใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติ

[51] GSMA Intelligence. (2022). “The Socio-Economic Benefits of Mid-Band 5G Services”. GSM Association.

[52] GSMA Intelligence. (2020). “Mobile technology: two decades driving economic growth”. GSM Association.

เพื่อประมาณการมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจจากอัตราการใช้งานเครื่องมือที่มีการเชื่อมต่อกับสัญญาณไร้สายด้วยข้อมูลจาก 160 ประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2017 ครอบคลุมช่วงเปลี่ยนผ่านตั้งแต่ 2G - 4G

ผลการวิจัยที่สำคัญคือ **เมื่ออัตราการใช้เครื่องมือที่มีการเชื่อมต่อกับสัญญาณไร้สายเพิ่ม (mobile penetration rate) เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จะเพิ่ม GDP ได้ร้อยละ 1 โดยเฉลี่ย** และเมื่อเทคโนโลยีการเชื่อมต่อพัฒนาจาก 3G เป็น 4G จะทำให้ผลของบวกของ mobile penetration rate ต่อ GDP เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ต่อแต่ละอุปกรณ์ที่เปลี่ยนจากการเชื่อมต่อ 3G เป็นเชื่อมต่อ 4G ดังนั้น GSMA Intelligence (2022) จึงตั้งข้อสมมติตามผลการศึกษาทั้งสอง กล่าวคือ สมมติให้ทุก ๆ การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อจาก 4G เป็น 5G จะเพิ่มผลบวกของ mobile penetration rate ที่มีต่อ GDP ได้ร้อยละ 15 และผลส่วนเพิ่มต่อ GDP ของแต่ละอัตราการเข้าถึงอุปกรณ์เท่ากับร้อยละ 10



รูปที่ 21 จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ 5G และอัตราการเข้าถึง 5G เฉลี่ยทั้งโลก (ที่มา: GSMA Intelligence)

ถัดมาในส่วนที่สองที่เกี่ยวข้องกับการประมาณการส่วนแบ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในแต่ละอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นแรกคือการวิเคราะห์ความพร้อมของแต่ละอุตสาหกรรมในการปรับใช้เทคโนโลยี โดยเฉพาะความสามารถในการนำอุปกรณ์เชื่อมต่อ 5G โดยอ้างอิงความพร้อมด้านเทคโนโลยีตามการศึกษาของ Calvino et al. (2018)[53] ที่เป็นการให้คะแนนความสามารถในการนำนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่เชื่อมต่อกับสัญญาณไร้สายมาใช้ยกระดับการผลิตของใน

[53] Calvino, F., et al. (2018), "A taxonomy of digital intensive sectors", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2018/14, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/f404736a-en.

แต่ละอุตสาหกรรมตั้งแต่คะแนนระดับ 0 คือมีความพร้อมน้อยที่สุดจนถึงคะแนนระดับ 5 คือมีความพร้อมมากที่สุด เช่น ภาคเกษตรมีความสามารถในด้านดังกล่าวต่ำที่สุดโดยได้เพียง 1.3 คะแนน ในขณะที่อุตสาหกรรมที่มีความพร้อมมากที่สุดคืออุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศที่ได้ 3.8 และอันดับรองลงมาคืออุตสาหกรรมทางการเงินที่ 3.6 คะแนน

ขั้นถัดมาคือการวิเคราะห์แนวทางการใช้งานจริงในแต่ละอุตสาหกรรมตามคุณสมบัติของ 5G ได้แก่ eMBB URLLC mMTC และ FWA โดยใช้วิธีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้าน 5G ใน GSMA ซึ่งจะกำหนดคะแนนความเกี่ยวข้องของการใช้งานจริงภายใต้แต่ละคุณสมบัติว่ามีส่วนสนับสนุนหรือส่งเสริมอุตสาหกรรมนั้น ๆ มากเพียงใดตั้งแต่ระดับคะแนน 0 ที่หมายถึงเทคโนโลยีเพื่อการใช้งานจริงภายใต้คุณสมบัติไม่มีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้นเลยจนถึง 6 คะแนนที่เทคโนโลยีเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้นอย่างชัดเจน เช่น เทคโนโลยีภายใต้การใช้งานจริงตามคุณสมบัติ eMBB, FWA, mMTC และ URLCC ของอุตสาหกรรมการเกษตรมีคะแนนความเกี่ยวข้องเท่ากับ 5 5 4 และ 1 ตามลำดับ

ส่วนขั้นสุดท้ายของการประมาณการส่วนแบ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของ 5G ต่ออุตสาหกรรม คือ การประเมินสัดส่วนของแต่ละย่านความถี่เพื่อการสนับสนุนอุปกรณ์หรือการใช้งานจริงภายใต้แต่ละคุณสมบัติ (ตารางที่ 11) โดยวิเคราะห์ว่าในช่วงปี ค.ศ. 2020-2030 การใช้งานในอุปกรณ์เทคโนโลยีภายใต้คุณสมบัติ eMBB จะต้องพึ่งพาความถี่ย่าน mid band เป็นหลัก เพราะการใช้งานดังกล่าวต้องอาศัยความสมดุลระหว่างความครอบคลุมของสัญญาณ (coverage) และความจุของโครงข่าย (capacity)

ส่วน FWA ส่วนหลักก็ต้องอาศัย mid band เช่นเดียวกัน แต่ถึงอย่างไรก็ตามในพื้นที่ชานเมืองและชนบทในพื้นที่ห่างไกลที่โครงข่ายอื่น เข้าไม่ถึงอาจต้องอาศัยความถี่ mmWave หรือ high band เป็นหลักในอนาคต

สำหรับ mMTC ที่ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบเซ็นเซอร์และการประสานงานอุปกรณ์ในพื้นที่ที่จำกัด เช่น smart city จะต้องเน้นความครอบคลุมของสัญญาณเป็นหลักจึงต้องอาศัยทั้ง low band และ mid band และ ส่วนสุดท้าย URLLC ที่ต้องเน้นความแม่นยำและมีปริมาณข้อมูลในระยะเวลาหนึ่งที่สูงมากจึงต้องอาศัย high band ที่มีความจุของโครงข่ายสูงที่สุดเป็นหลัก

ตารางที่ 11 สัดส่วนความเกี่ยวข้องของแต่ละย่านความถี่ต่อรายคุณสมบัติตามการใช้งานจริงของ 5G (ที่มา: GSMA Intelligence)

คุณสมบัติ	Low band	Mid band	mmWave (High band)
eMBB	10%	80%	10%
FWA	10%	60%	30%
mMTC	40%	60%	0%
URLLC	0%	40%	60%

จากวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่ผลการศึกษาของ GSMA Intelligence (2022) ที่พบว่าเทคโนโลยี 5G จะสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับโลกในปี ค.ศ.2030 ได้ประมาณ 960 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ **โดยย่านความถี่ที่มีส่วนแบ่งการสร้างประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากที่สุดคือ mid band ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 63 ของมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจทั้งหมดของ 5G หรือประมาณ 610 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ** ส่วน high band และ low band จะมีส่วนแบ่งการสร้างประโยชน์ทางเศรษฐกิจอยู่ที่ร้อยละ 23 และ 14 ตามลำดับ

นอกจากนั้น GSMA Intelligence (2022) ยังได้ประเมินมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจจาก mid band 5G ตามรายภูมิภาคและรายประเทศ สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงจะได้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจจาก mid band อยู่ที่ประมาณ 35 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ **โดยประเทศไทยจะได้รับส่วนแบ่งประโยชน์ทางเศรษฐกิจจาก mid band 5G ประมาณร้อยละ 18 ของมูลค่าส่วนเพิ่มทางเศรษฐกิจหรือเท่ากับประมาณ 6.3 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ**

2.3.3 มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-Band

ในส่วนนี้จะเป็นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-band ซึ่งจะนำเสนอผ่านการอธิบายขั้นตอนการประเมินตามลำดับขั้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.3.3.1 มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-band กรณีการใช้งานในรูปแบบเดิม

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-band กรณีการใช้งานแบบเดิม คือ ในรูปแบบจานดาวเทียม C-band จะประมาณการโดยอาศัยสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงของผู้ใช้บริการ โดยประมาณการมูลค่าทางเศรษฐกิจ จะถูกคำนวณโดยใช้สูตร

มูลค่าทางเศรษฐกิจ = จำนวนครัวเรือนที่มีจานดาวเทียมทั้งหมด × ราคาจานดาวเทียม C-band คิดในรูปมูลค่าเสื่อม (ต่อปี)

ทั้งนี้ จำนวนครัวเรือนที่มีจานดาวเทียมทั้งหมด ถูกประมาณไว้ที่ 10.12 ล้านครัวเรือน และมีการประมาณการว่ามีการใช้จริงที่ 5.97 ล้านครัวเรือน (ตามผลการสำรวจในภาคผนวก ข) ในขณะที่ราคาจานดาวเทียม C-band จากการสำรวจข้อมูลตลาดออนไลน์ พบว่ามีการคิดค่าติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ LNB ประมาณ 2,000-3,000 บาท (ประเมินที่ค่าที่มากที่สุด โดยรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ) สำหรับค่าเสื่อมราคาจะอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ธุรกิจที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประมาณการว่าจะมีอายุการใช้งานประมาณ 10 ปี และมีการคิดค่าเสื่อมแบบคงที่

ผลการประมาณการจะได้ว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-band จากการดำเนินการในรูปแบบเดิมจะอยู่ในช่วง 1,194-3,036 ล้านบาทต่อปี

2.3.3.2 มูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นย่าน C-band กรณีการใช้งานในรูปแบบใหม่

ระเบียบวิธีวิจัย

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งานในรูปแบบใหม่ จะมุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้คลื่นเข้ากับเทคโนโลยี 5G เพื่อสร้างผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยการวิเคราะห์จะอาศัยการดำเนินงานใน 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) การประเมินคุณค่าของเทคโนโลยี 5G ต่อเศรษฐกิจไทยในภาพรวม ซึ่งดำเนินการโดยการอาศัยดัชนีประเมินคุณค่าที่คาดว่าเกิดขึ้น ซึ่งอาศัยหลักคิดในทางทฤษฎีมาผสมผสานกับข้อมูลจากการสัมภาษณ์และข้อมูลด้านเศรษฐกิจรายสาขาของประเทศมาพิจารณาร่วมกัน

หัวใจสำคัญจะอยู่ที่การประเมินระดับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ในประเทศไทย ซึ่งพบว่าประเทศไทยได้มีการเริ่มนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในระดับสาขาในลักษณะของ showcase หรือก็คือ การทดลองเพื่อแสดงศักยภาพเบื้องต้นในหลากหลายกิจกรรมทางเศรษฐกิจ แต่ยังไปไม่ถึงระดับ Use Case หรือการประยุกต์เข้าไปใช้ในภาคธุรกิจในการดำเนินธุรกิจทั่ว ๆ ไป (Normal Business Practice)

2) การประเมินคุณค่าของเทคโนโลยี 5G ที่เกิดจากคลื่นย่าน C-Band

เนื่องจากเทคโนโลยี 5G ในปัจจุบันมีการดำเนินการบนคลื่นย่านต่าง ๆ ซึ่งกรณีของการประยุกต์ใช้ C-band จึงต้องพิจารณาว่ากิจกรรรมทางเศรษฐกิจที่ใช้ 5G ในปัจจุบันจะมีคุณค่าเพิ่มขึ้นมากน้อยแต่ไหนเมื่อมีการนำเอาคลื่นย่าน C-band มาร่วมให้บริการ

นั่นคือ ในบางกิจกรรมทางเศรษฐกิจผลประโยชน์จะเกิดขึ้นมากหากการนำเอาคลื่นความถี่ย่าน C-band เข้ามาใช้แล้วเกิดคุณค่าต่อการให้บริการในระดับที่สูง ในทางตรงกันข้ามหากการใช้คลื่นในปัจจุบัน (และในอนาคต) สามารถดำเนินการได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยคลื่นความถี่ในย่าน C-band ย่อมแปลว่าคุณค่าทางเศรษฐกิจของการนำเอา C-band มาปรับใช้กับกิจกรรมดังกล่าวมีคุณค่าที่ต่ำเป็นต้น

การวิเคราะห์จึงต้องแยกคุณค่าของเทคโนโลยี 5G ออกตามกิจกรรมทางเศรษฐกิจ แล้วทำการประเมินว่าคุณค่าของ 5G ที่เกิดขึ้นจากคลื่นย่าน C-band จะช่วยสร้างคุณค่าส่วนเพิ่มได้ดีมากน้อยเพียงใด

การประเมินคุณค่าของคลื่นความถี่ย่าน C-band อาจจะอาศัยการประเมินคุณค่าผ่านคุณสมบัติของคลื่น 5G โดยพิจารณาว่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องจะมีคุณค่าเท่าใด โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติของคลื่น 5G ดังนี้

1. การยกระดับความเร็วของการเชื่อมต่อแบบไร้สาย (Enhanced Mobile Broadband: eMBB)

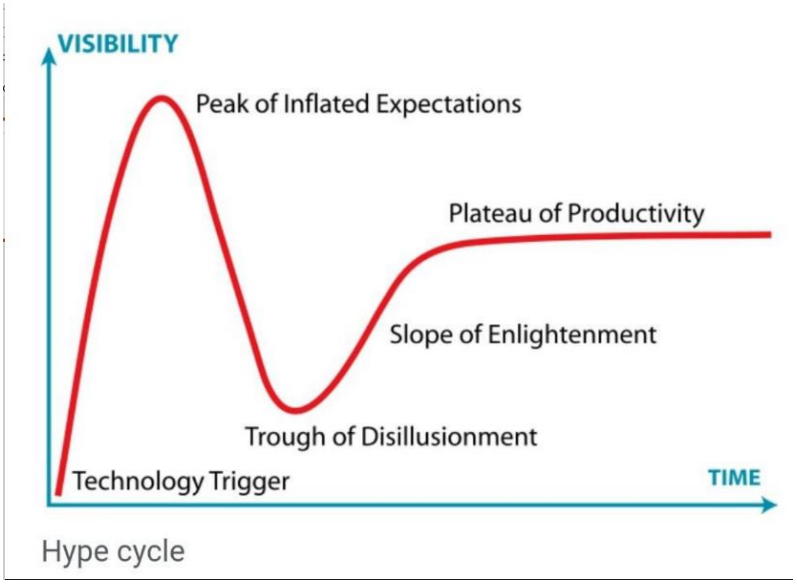
2. การตอบสนองที่มีความหน่วงต่ำเป็นอย่างมากและมีความเสถียรสูง (Ultra-reliable low latency communication: uRLLC)

3. การขยายขีดความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์จำนวนมาก (Massive Machine Type Communications: mMTC)

4. การส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านคลื่นไร้สายไปยังตัวรับสัญญาณแบบกำหนดการเข้าถึงอย่างคงที่ (Fixed Wireless Access: FWA)

<u>พัฒนาการ 5G ในโลกและในประเทศไทย</u>

ในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาพัฒนาการ 5G โดยอาศัยกรอบแนวคิดของ Gartner's hype cycle (Fenn and Raskino, 2008) ซึ่งได้มีการแบ่งเส้นทางการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ (emerging technology) ออกเป็น 5 ขั้นตอน (รูปที่ 22) ได้แก่การกระตุ้นให้เกิดเทคโนโลยี (technology trigger) จุดอิ่มตัวของความคาดหวัง (peak of inflated expectations) จุดต่ำสุดของการค้นพบความจริง (trough of disillusionment) การเติบโตของสิ่งที่เป็นจริง (slope of enlightenment) และ การสร้างผลิตภาพ (plateau of productivity)



รูปที่ 22 เส้นทางการพัฒนา technology ตามกรอบการพัฒนาของ Gartner
(ที่มา: ฉายภาพจากข้อมูลบนเว็ปไซต์ Gartner)

ภายใต้กรอบแนวคิดข้างต้น จึงก่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถามทางด้านการพัฒนา 5G มีพัฒนาการอย่างไรบ้างในระดับโลกและของประเทศไทย โดยทางคณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุถึงเส้นทางการพัฒนาเทคโนโลยี 5G ที่สำคัญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในปี ค.ศ. 2016 5G ถูกแนะนำอย่างเป็นทางการ โดยการอนุมัติใช้ 5G เป็นครั้งแรกในโลกขององค์กร Federal Communications Commission (FCC) ประเทศสหรัฐฯ ที่มีมติให้จัดสรรคลื่นความถี่ในช่วง high band ที่ยังไม่ได้มีการใช้ หรือมีการใช้ไม่เต็มศักยภาพให้นำมาให้บริการ5G เป็นการเริ่มต้นของเทคโนโลยี 5G ในโลก

ในปี ค.ศ. 2017 Gartner ได้ยกให้ 5G เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังอยู่ในช่วงการเพิ่มขึ้นของความคาดหวัง ซึ่งคาดว่าจะประสบความสำเร็จในระยะเวลาประมาณ 5-10 ปี และในปี ค.ศ. 2019

Gartner ได้ระบุว่าเทคโนโลยี 5G เข้าสู่จุดสูงสุดของความคาดหวัง และความคาดหวังดังกล่าวจะต่อยอดไปสู่การพัฒนา showcase ต่าง ๆ เพื่อสร้างกระบวนการรับรู้ความเป็นไปได้จริงในภาคปฏิบัติ ซึ่งคาดว่าจะเกิดขึ้นภายใน 2-5 ปี (ซึ่งมีนัยยะของค่าเฉลี่ยที่ 3.5 ปี) จึงประมาณการได้ว่าการพัฒนา showcase โดยเฉลี่ยน่าจะสิ้นสุดภายในปี ค.ศ. 2023

สำหรับอนาคตของเทคโนโลยี 5G จะประสบความสำเร็จในระดับใดนั้น คณะผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลการประมาณการอนาคตของเทคโนโลยีของ Gartner ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010-2022 รวมกัน 466 กลุ่ม ซึ่งในกลุ่มดังกล่าวจะมีเทคโนโลยีที่อยู่ในขั้นที่แปลง showcase มาเป็น Use Case ประมาณ 65 กลุ่ม (ตารางที่ 12) ซึ่งพบว่า เทคโนโลยีสมัยใหม่มีโอกาสประสบความสำเร็จอย่างรวดเร็ว (0-2 ปี) ประมาณร้อยละ 26.2 มีโอกาสประสบความสำเร็จในระยะเวลาปานกลาง (2-5 ปี) ประมาณร้อยละ 43.1 และประสบความสำเร็จในระยะยาว (5-10 ปี) ประมาณร้อยละ 15.4 และไม่ประสบความสำเร็จ ร้อยละ 15.4

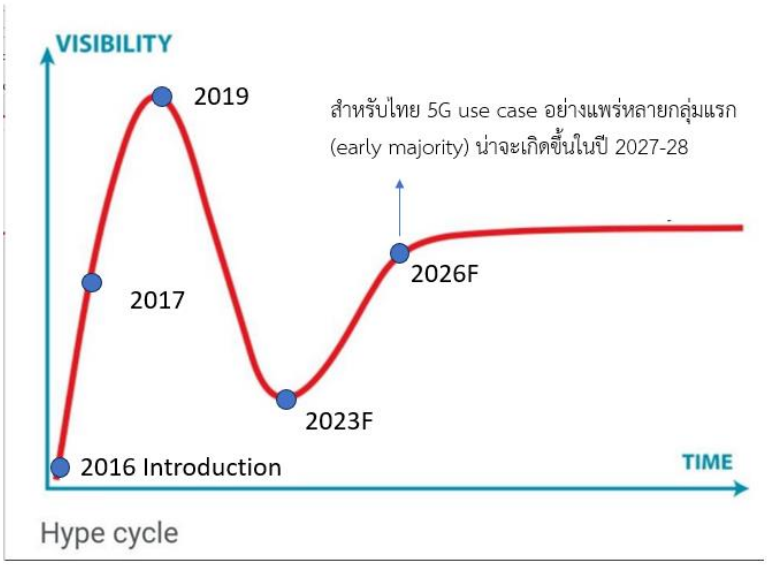
ผลการคาดการณ์ค่าเฉลี่ยทำให้ประมาณการได้ว่า เทคโนโลยี 5G น่าจะประสบความสำเร็จภายใน 3.5 ปี หรือ ในปี ค.ศ. 2026 (คิดค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของกรณีที่ประสบความสำเร็จ แล้วนำมารวมกับผลการประมาณการของเทคโนโลยี 5G ที่เริ่มพัฒนา Use Case ในปี ค.ศ. 2022 ช่วงกลางปี)

ตารางที่ 12 บทเรียนจากการพัฒนาเทคโนโลยีที่สำคัญในช่วงปี 2010-2022
ที่มา: รวบรวมข้อมูลจาก Gartner

ระยะเวลาในการแปลงจาก showcase เป็น Use Case (เวลา)	โอกาสที่จะเกิดขึ้น
0-2 ปี	26.2%
2-5 ปี	43.1%
5-10 ปี (อาจจะไม่สำเร็จ)	15.4%
ไม่สำเร็จ	15.4%

สำหรับประเทศไทย พบว่าประเทศไทยมีการเริ่มต้นรับเทคโนโลยี 5G ประมาณปี ค.ศ. 2020 (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์) ซึ่งล่าช้ากว่าในระดับโลกแค่เพียง 1 ปี ประกอบกับสถานการณ์โควิด-19 ทำให้คาดการณ์ว่า**ระยะเวลาในการเกิดประโยชน์ในวงกว้างน่าจะล่าช้ากว่าในระดับโลกประมาณ 1-2 ปี หรือในปี ค.ศ. 2027-2028**

กล่าวโดยสรุป จึงทำให้คณะผู้วิจัยสามารถสรุปเส้นทางการพัฒนา 5G ในระดับโลกและของประเทศไทยได้ผ่านกรอบ hype cycle (รูปที่ 23) ได้ดังนี้



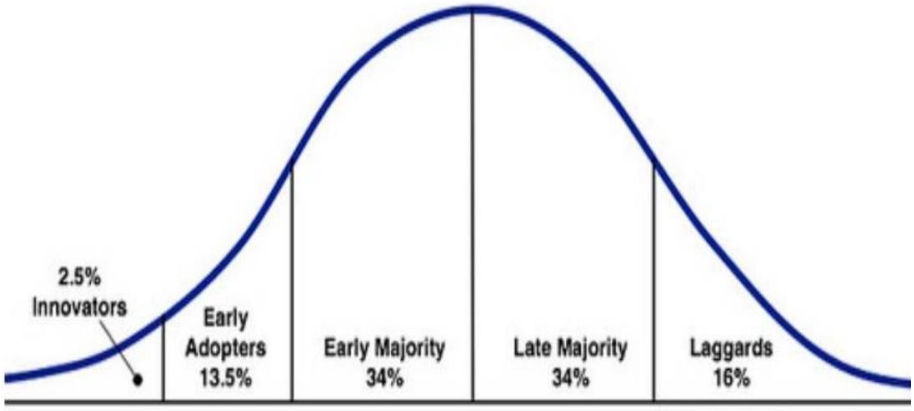
รูปที่ 23 เส้นทางการพัฒนา technology 5G ในระดับโลกและของไทย (ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย)

เส้นทางการพัฒนาโดยสรุป แบ่งออกเป็น

- ปี ค.ศ. 2016 เริ่มปรากฏเทคโนโลยีครั้งแรก
- ปี ค.ศ. 2017 เริ่มเข้าสู่การคาดหวังในการพัฒนา
- ปี ค.ศ. 2019 การคาดหวังเข้าสู่จุดสูงสุด เริ่มมีการพัฒนา showcase เพื่อตอบสนองต่อความคาดหวัง
- ปี ค.ศ. 2023 เริ่มเข้าใจข้อจำกัดของ technology จาก showcase และเริ่มพัฒนาต่อยอดเป็น Use Case
- ปี ค.ศ. 2026 เกิด Use Case ที่ใช้อย่างแพร่หลายในระดับโลก
- ปี ค.ศ. 2027-2028 ประเทศไทยมีการใช้ Use Case อย่างแพร่หลายในภาคธุรกิจ

<u>การรับเอาเทคโนโลยีไปใช้ (Technology Adoption)</u>

ผลการประมาณการเส้นทางการพัฒนาในส่วนที่ผ่านมาจะถูกนำมาใช้ในการประเมินระดับการใช้งานจริง ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีการรับเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในภาคธุรกิจ หรือ Adoption curve theory ของ Rogers (1962) ซึ่งระบุระดับการรับเอาเทคโนโลยีเข้าสู่ภาคธุรกิจ (รูปที่ 24) ดังนี้



รูปที่ 24 การรับเอาเทคโนโลยีเข้ามาในภาคธุรกิจ (ที่มา: Rogers ,1962)

แนวคิดเรื่องการรับเอาเทคโนโลยีเข้ามาปรับใช้ เป็นแนวคิดในทางสังคมศาสตร์ที่แบ่งผู้ที่รับเอาเทคโนโลยีเข้ามาใช้ออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มนวัตกร คือ กลุ่มที่รับเอาเทคโนโลยีเข้าไปเร็วที่สุด มักจะเป็นผู้นำในอุตสาหกรรม คิดเป็นประมาณร้อยละ 2.5 ของทั้งหมด

2. กลุ่มผู้รับเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว คือ กลุ่มธุรกิจใหม่ที่มีผู้นำที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีที่จะเข้ามาช่วยให้ธุรกิจเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน คิดเป็นประมาณร้อยละ 13.5 ของทั้งหมด

3. กลุ่มผู้รับเทคโนโลยีกลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มธุรกิจที่มีนโยบายเชิงรุก และเริ่มปรับใช้เมื่อเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีอย่างชัดแจ้ง อยู่ที่ประมาณร้อยละ 34 ของทั้งหมด

4. กลุ่มผู้รับเทคโนโลยีกลุ่มใหญ่ที่เป็นผู้ตาม คือ กลุ่มธุรกิจที่มีนโยบายเชิงรับ และถูกบังคับให้ต้องใช้เทคโนโลยีเนื่องจากธุรกิจกลุ่มใหญ่ได้รับประโยชน์และเกิดความได้เปรียบเสียเปรียบในการแข่งขัน ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 34 ของทั้งหมด

5. กลุ่มผู้ที่รับเทคโนโลยีล่าช้า เป็นกลุ่มอนุรักษ์นิยมที่ไม่เน้นการทำธุรกิจรูปแบบใหม่ จะเป็นกลุ่มสุดท้ายที่จะปรับใช้เทคโนโลยี ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 16 ของทั้งหมด

ตัวเลขประมาณการรายกลุ่มเป็นตัวเลขค่ากลางที่ถูกใช้ในการประเมินการรับเทคโนโลยีโดยทั่วไปซึ่งเป็นข้อสมมติที่จะถูกใช้กับเทคโนโลยี 5G ในงานวิจัยชิ้นนี้ด้วยเช่นเดียวกัน โดยตัวเลขประมาณการจะถูกนำมาใช้ในการต่อยอดคุณค่าของ 5G ต่อระบบเศรษฐกิจไทย นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2024 เป็นต้นไป

คุณค่าของ 5G ในไทย จึงขึ้นอยู่กับ 2 ตัวแปรที่สำคัญ คือ

1. โอกาสของเทคโนโลยีที่จะประสบความสำเร็จ ซึ่งถูกประมาณการตามค่าสถิติที่ได้จาก Gartner

2. การรับเอาเทคโนโลยีที่ประสบความสำเร็จมาใช้ ซึ่งนับปี ค.ศ. 2024 เป็นปีแรกที่เริ่มมี Use Case ที่เกิดขึ้นได้จริง และใช้อัตราการนำเทคโนโลยีไปใช้ตามแนวคิดของ (Rogers, 1962) เป็นเกณฑ์ในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของผู้ที่ได้รับประโยชน์

<u>คุณค่าของ 5G ต่อเศรษฐกิจไทย</u>

คุณค่าของ 5G ต่อระบบเศรษฐกิจไทยในภาพรวมเป็นมูลค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ก่อนที่จะมีการลดทอนสัดส่วนตามความสำเร็จและการรับเอาเทคโนโลยีไปใช้ ซึ่งคณะผู้วิจัยอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ร่วมกับข้อมูลทางสถิติ และข้อมูลการสำรวจการพัฒนา showcase ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) คุณค่าของเทคโนโลยี 5G

ข้อมูลในการประมาณการคุณค่าของเทคโนโลยี 5G ในภาพรวม จะอาศัยข้อมูลทางสถิติในระดับสาขาเพื่อประมาณการคุณค่าดังกล่าว โดยในส่วนแรก คณะผู้วิจัยอ้างอิงการพัฒนาเทคโนโลยีโดยทั่ว ๆ ไปควรจะต้องมีศักยภาพสูงในการพัฒนาเทคโนโลยีผ่านการทำให้แรงงานมีผลิตภาพในการผลิตสูงขึ้น ซึ่งหากใช้มุมมองนี้จะพบว่า **คุณค่าที่เกิดขึ้นควรจะมีคุณค่าประมาณค่าเฉลี่ยของผลิตภาพแรงงานในระยะยาว** ซึ่งหากใช้ข้อมูลโดยเฉลี่ยระหว่างปี ค.ศ. 2014-2022 จะพบว่าแต่ละสาขาจะมีศักยภาพในการพัฒนาผลิตภาพที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 13) ดังนี้

ภาคเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการเติบโตผ่านผลิตภาพทางการผลิตสูง ได้แก่ กลุ่ม ICT ที่เติบโตเฉลี่ยร้อยละ 7.2 ภาคสันทนาการ ที่เติบโตเฉลี่ยที่ร้อยละ 6.5 ภาคสาธารณูปโภคที่เติบโตเฉลี่ยร้อยละ 5.4 และภาคการเงินและประกันที่มีศักยภาพเติบโตที่ร้อยละ 5.3 ในขณะที่สาขาอื่น ๆ โดยมากจะเติบโตอยู่ประมาณร้อยละ 0-3 ต่อปีเท่านั้น

ทั้งนี้ ยิ่งสาขาที่มีค่าอัตราเจริญเติบโตของผลิตภาพแรงงานสูง ก็มีแนวโน้มที่จะได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G มากขึ้นตามไปด้วย และในทางตรงกันข้าม ยิ่งสาขาที่มีค่าอัตราเจริญเติบโตของผลิตภาพแรงงานต่ำ ก็มีแนวโน้มที่จะได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ต่ำลง

ตารางที่ 13 การเติบโตของผลิตภาพของแรงงานในการผลิตระยะยาว
ที่มา: ฐานข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

Sector	Labor productivity growth (2014-2022)
Agricultural forestry and fishing	1.2%
Construction and real estate	2.8%
Accommodation and food service activities	2.9%
Utilities	5.4%
Transportation and storage	1.0%
Mining and quarrying	1.9%
Education	1.1%
Public administration and defence; compulsory social security	0.3%
Human health and social work activities	1.8%
Art, entertainment and recreation	6.5%
Manufacturing	1.4%
Wholesale and retail	2.7%

Sector	Labor productivity growth (2014-2022)
Other services	0.4%
Financial and insurance activities	5.3%
Information and communication	7.2%

การยึดค่าการเติบโตของผลิตภาพแรงงานเป็นมูลค่าสูงสุดของเทคโนโลยีที่จะพัฒนาในระดับสาขา มีมูลเหตุมาจากการยกเอาค่าผลิตภาพที่สะท้อนการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอเป็นเกณฑ์ ในขณะเดียวกันก็สะท้อนถึงศักยภาพในระยะยาวของการพัฒนาเทคโนโลยี โดยใช้ค่าเฉลี่ยระยะยาวของผลิตภาพการผลิตในแต่ละสาขา และจากข้อมูลสัมภาษณ์ที่ระบุว่า**การพัฒนาเทคโนโลยี 5G จะถูกรับเข้ามาใช้ในธุรกิจก็ต่อเมื่อผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นต้องเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ไม่ใช่แค่คุ้มทุนเท่านั้น** เพราะว่าการปรับเปลี่ยนวิถีการทำธุรกิจจะมีต้นทุนแฝงอื่นอยู่ด้วย เช่น การปรับรูปแบบการทำงาน และการปรับวัฒนธรรมการทำงาน เป็นต้น

คุณค่าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นข้างต้น จะต้องนำมาคูณกับผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจริงในระดับสาขา ซึ่งแต่ละสาขาต่างก็มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 14) ดังนี้

มูลค่าทางเศรษฐกิจจะเป็นขนาดของเศรษฐกิจรายสาขาที่จะเกิดประโยชน์จากการรับเอาเทคโนโลยีมาใช้ ซึ่งบางสาขาจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เช่น ภาคการผลิต (2.8 ล้านล้านบาท) ภาคค้าส่งและค้าปลีก (1.7 ล้านล้านบาท) และภาคการเงินและประกันภัย (8 แสนล้านบาท) ในขณะที่บางสาขาจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่ต่ำ เช่น ภาคสันทนาการ (1 แสนล้านบาท) ภาคเหมืองแร่ (1.6 แสนล้านบาท) และบริการอื่น (2.2 แสนล้านบาท) ในขณะที่สาขาทางเศรษฐกิจอื่น จะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจในระดับกลาง คือ ประมาณ 3-7 แสนล้านบาทต่อสาขา

ทั้งนี้ ยิ่งสาขาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ก็มีแนวโน้มที่จะได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G มากขึ้นตามไปด้วย และในทางตรงกันข้าม ยิ่งสาขาที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจต่ำ ก็มีแนวโน้มที่จะได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ต่ำลง

ตารางที่ 14 มูลค่าเศรษฐกิจรายสาขา
ที่มา: ฐานข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

Sector	มูลค่าทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (ปี 2022) (หน่วย: ล้านบาท)
Agricultural, forestry and fishing	678,605
Construction and real estate	747,866
Accommodation and food service activities	521,368
Utilities	353,754
Transportation and storage	593,262
Mining and quarrying	167,691
Education	341,383

Sector	มูลค่าทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (ปี 2022) (หน่วย: ล้านบาท)
Public administration and defense; compulsory social security	534,946
Human health and social work activities	276,584
Art, entertainment and recreation	106,132
Manufacturing	2,867,788
Wholesale and retail	1,707,196
Other services	221,695
Financial and insurance activities	881,824
Information and communication	680,212

ดังนั้น คณะผู้วิจัยฯ ได้พิจารณาว่าในแต่ละสาขามีการพัฒนาเทคโนโลยี 5G เข้าไปมากน้อยเพียงใดแล้ว โดยสาขาที่มีการพัฒนา Showcase ก็จะมีศักยภาพที่จะต่อยอดเป็น Use Case ได้เร็วกว่าสาขาทียังไม่ได้มีการต่อยอด Showcase ที่ปรากฏชัด โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะกำหนดให้สาขาที่ไม่พบกรณี Showcase จะมีศักยภาพเพียงร้อยละ 10 ของสาขาที่มีการพัฒนาในกรณีของ Showcase แล้ว

ผลการสำรวจ Showcase ในแต่ละสาขา พบว่า สาขาเกษตรมีต้นแบบการนำ 5G มาปรับใช้ในรูปแบบของเกษตรยั่งยืน เกษตรอัจฉริยะ สาขาก่อสร้างไม่พบกรณี Showcase สาขาโรงพยาบาลมีการประยุกต์ใช้โดยโรงแรมในเครือเซ็นทาราสาขาพลังงานและสาธารณูปโภคมีการประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบ Smart utilities สาขาขนส่งมีการประยุกต์ใช้ต้นแบบ Smart logistics และการควบคุมรถทางไกล สาขาเหมืองแร่มีการประยุกต์ใช้โดยธุรกิจในเครือ SCG เป็นการทำเหมืองอัจฉริยะ สาขาการศึกษา มีต้นแบบของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ทำโปรเจค Smart campus ในขณะที่สาขา Social security ยังไม่พบว่ามีการนำมาทำเป็น Showcase ทางด้านเศรษฐกิจ สาขาสุขภาพมีการประยุกต์ใช้กับ Telemedicine และ Smart hospital สาขาสันทนาการมีการใช้ในกลุ่ม Broadcasting media และอุตสาหกรรมเกม สาขาการผลิตมีการประยุกต์ใช้ในกลุ่มการผลิตแบบยืนหยุ่นและระบบ smart factory สาขาค้าส่งและค้าปลีก มีการศึกษาการต่อยอดในระบบการตลาดส่วนบุคคล สำหรับสาขาการเงินยังไม่พบการประยุกต์ใช้ สาขา ICT เป็นสาขาที่ใช้เพื่อรองรับการใช้งาน 5G ที่จะมีผู้ใช้บริการมากขึ้น และการให้บริการ 5G สำหรับกลุ่ม IoT และสาขาอื่น ๆ จะครอบคลุมกิจกรรมการพัฒนาศูนย์การพัฒนานวัตกรรมและการทดสอบ 5G

กล่าวโดยสรุป พบว่าเกือบทุกสาขาที่พิจารณานั้น **เทคโนโลยี 5G จะมีศักยภาพที่จะพัฒนาต่อยอดสู่การสร้างประโยชน์ให้กับธุรกิจในแต่ละสาขา ยกเว้น 3 สาขา ได้แก่ สาขาก่อสร้าง สาขาการสร้างหลักประกันให้กับสังคม (Social security) และสาขาการเงิน (Finance)** ซึ่งยังไม่พบการใช้ Showcase ยกเว้นกรณีสาขาการเงินที่ประโยชน์อาจจะเกิดขึ้นกับผู้บริโภคมากกว่า ซึ่งจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มประโยชน์ของสาขา ICT

หากพิจารณาคุณประโยชน์ของ 5G ที่สามารถเกิดขึ้นได้หากมีการใช้แบบเต็มศักยภาพซึ่งวัดในรูปของมูลค่าที่เป็นตัวเงิน ณ ปี ค.ศ. 2022 ต่อปี (ตารางที่ 15) จะพบว่า 5 สาขาที่จะเกิดคุณประโยชน์สูงสุดหากมีการใช้ 5G อย่างเต็มศักยภาพสำหรับประเทศไทย จะได้แก่ **สาขา ICT (ผู้ให้บริการคลื่นความถี่) สาขาค้าส่งและค้าปลีก (สนับสนุนธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และระบบห้างร้านที่ไร้พนักงาน) และสาขาการผลิต (Smart factory) สาขาพลังงานและสาธารณูปโภค (Smart utilities) และสาขา Hotel and restaurant (การให้บริการภาคท่องเที่ยว และบริการธุรกิจที่ลดการใช้พนักงาน)**

ตารางที่ 15 มูลค่าเศรษฐกิจรายสาขาของ 5G หากมีการประยุกต์ใช้เต็มศักยภาพ
ที่มา: ประมาณการโดยคณะผู้วิจัย

Sector	มูลค่าทางเศรษฐกิจที่แท้จริง (ปี 2022) หน่วย: ล้านบาท
Agricultural, forestry and fishing	8,463
Construction and real estate	2,115
Accommodation and food service activities	15,059
Utilities	19,073
Transportation and storage	5,668
Mining and quarrying	3,188
Education	3,926
Public administration and defense; compulsory social security	136
Human health and social work activities	5,033
Art, entertainment and recreation	6,932
Manufacturing	39,978
Wholesale and retail	46,524
Other services	845
Financial and insurance activities	4,683
Information and communication	48,914

<u>คุณค่าของ 5G ที่เกิดขึ้นจากคลื่นความถี่ย่าน C-band</u>

เป็นการประมาณการคุณค่าที่เกิดขึ้นเฉพาะส่วนที่เป็น C-band เนื่องจากผลการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐกิจในส่วนที่ผ่านมาจะเป็นคุณค่าของเทคโนโลยี 5G ต่อเศรษฐกิจไทยในภาพรวม ซึ่งคุณค่าดังกล่าวเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G บนหลากหลายคลื่นความถี่ จึงต้องมีการปรับลดมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เหมาะสมและสอดคล้องกับช่วงคลื่นที่งานวิจัยชิ้นนี้กำลังศึกษาอยู่

การปรับมูลค่าทางเศรษฐกิจ จะอาศัยข้อมูลที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1. คุณสมบัติของ 5G ที่เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจรายสาขา

คุณสมบัติของ 5G มีอยู่ทั้งสิ้น 4 คุณสมบัติ ซึ่งแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะต้องการใช้คุณสมบัติในระดับที่ไม่เท่ากัน โดยในงานวิจัยชิ้นนี้อาศัยข้อมูลการประมาณการความต้องการใช้ของแต่ละคุณสมบัติแยกตามเศรษฐกิจในแต่ละสาขา (GSMA Intelligence, 2022) ดังนี้

ตารางที่ 16 การประมาณการความต้องการใช้ของแต่ละคุณสมบัติแยกตามเศรษฐกิจในแต่ละสาขา

ที่มา: GSMA Intelligence (2022)

Sector	eMBB	FWA	mIoT (mMTC)	URLLC
Agricultural, forestry and fishing	5	5	4	1
Construction and real estate	3	3	3	2
Accommodation and food service activities	5	5	2	0
Utilities	3	3	3	4
Transportation and storage	4	2	4	4
Mining and quarrying	5	5	4	3
Education	6	6	0	4
Public administration and defence; compulsory social security	5	5	4	3
Human health and social work activities	5	5	2	4
Art, entertainment and recreation	6	6	0	0
Manufacturing	6	6	4	4
Wholesale and retail	5	5	4	2
Other services	6	6	0	0
Financial and insurance activities	5	5	0	4
Information and communication	6	6	3	3

หมายเหตุ: คะแนนอยู่ระหว่าง 0 ถึง 6 โดยที่ 0 คือ ค่าน้อยที่สุด และ 6 คือ ค่ามากที่สุด

2. คุณประโยชน์ของ 5G แยกตามย่านความถี่

การประยุกต์ใช้ 5G บนย่านความถี่ สูง กลาง และต่ำ จะเกิดประโยชน์ตามคุณสมบัติในระดับที่แตกต่างกัน จึงเป็นตัวที่ใช้ประเมินว่าคุณประโยชน์ที่เกิดขึ้นของแต่ละคุณสมบัติจะมาจากย่านใดในระดับเท่าใด ซึ่งข้อมูลที่ใช้มาจาก GSMA Intelligence (2022) เช่นเดียวกัน ดังนี้

ตารางที่ 17 คุณประโยชน์ที่เกิดขึ้นของแต่ละคุณสมบัติที่เกิดขึ้นในแต่ละย่านคลื่นความถี่

ที่มา: GSMA Intelligence (2022)

คุณสมบัติ	Low band	Mid band	mmWave band
eMBB	10%	80%	10%
FWA	10%	60%	30%
MIoT (mMTC)	40%	60%	0%

คุณสมบัติ	Low band	Mid band	mmWave band
URLLC	0%	40%	60%

หมายเหตุ: ผลรวมตามแนวนอนเท่ากับ 100

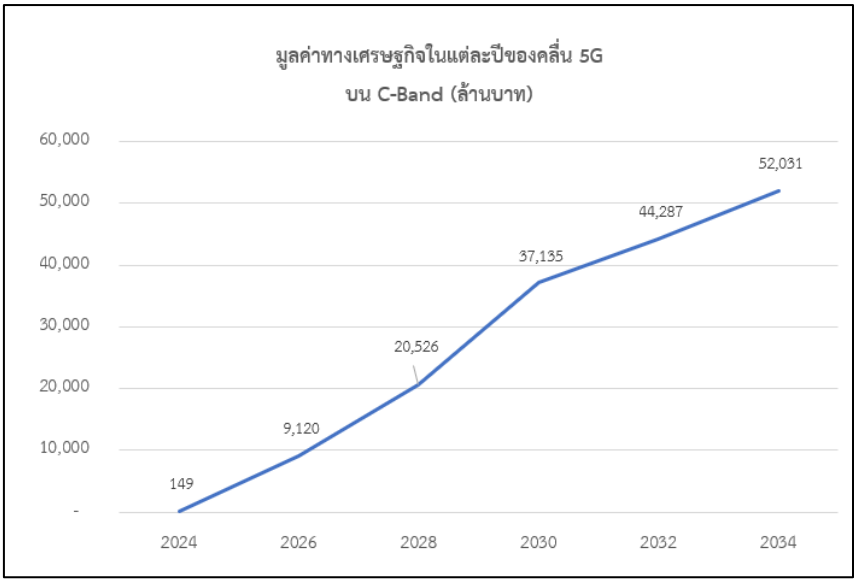
3. การประมาณการผลประโยชน์ของคลื่นความถี่ C-band โดยแยกองค์ประกอบ mid-band อื่นออก

เนื่องจากในปัจจุบันมีการให้บริการในคลื่น mid-band ในย่านอื่น ที่สามารถนำมาปรับใช้ 5G ได้เช่นเดียวกัน จึงต้องมีการลดทอนส่วนดังกล่าวออกไป ซึ่งเมื่อพิจารณาคลื่น mid-band ย่านอื่น ๆ ที่มีอยู่ โดยคณะผู้วิจัยประมาณการว่า**คลื่น C-band น่าจะมีสัดส่วนใช้งานประมาณร้อยละ 51.3 ของคลื่นในช่วง mid-band ทั้งหมด**

การประเมินคุณค่าของเศรษฐกิจในแต่ละปีของคลื่น 5G บน C-band จะอาศัยการแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์โดยสมมติให้คุณค่าของ 5G ของแต่ละคุณสมบัติมีค่าคงที่และทำการกระจายคุณค่าลงตามสัดส่วนของคุณสมบัติที่ใช้ในแต่ละสาขาทางเศรษฐกิจ ซึ่งจะเชื่อมโยงกับช่วงคลื่นที่สามารถตอบสนองต่อการใช้คุณสมบัติดังกล่าว และเมื่อแยกคุณค่าเฉพาะของ mid-band ออกมาได้แล้ว ก็จะทำการแยกคลื่น mid-band ในย่านอื่น ออกไปด้วยการคูณสัดส่วนร้อยละ 51.3 ที่มาจากการประมาณการส่วนที่เกิดขึ้นเฉพาะของ C-band

ท้ายที่สุด คุณประโยชน์ที่เกิดขึ้นเป็นคุณค่าที่จะเกิดขึ้นหากมีการใช้งาน 5G แบบเต็มศักยภาพจึงต้องมีการประมาณการเส้นทางที่จะเข้าสู่การใช้ประโยชน์อีกทีหนึ่ง ซึ่งในส่วนนี้ ได้มีการประยุกต์ใช้ hype cycle ที่คำนวณในส่วนการวิเคราะห์ข้างต้น ร่วมกับ ข้อสมมติ technology adoption ทำให้ได้ข้อสรุป (รูปที่ 25) คือ คุณประโยชน์จะเกิดขึ้นปีแรกคือ ปี ค.ศ. 2024 ที่ 149 ล้านบาท และในปี ค.ศ. 2026 จะเพิ่มขึ้นเป็น 9,120 ล้านบาท ในขณะที่ ปี ค.ศ. 2028 จะเห็นคุณค่าของ 5G บน C-band เพิ่มขึ้นเป็น 20,526 ล้านบาท มูลค่าของ C-band จะเพิ่มขึ้นในระดับ 37,135 ล้านบาทในปี ค.ศ. 2030 และจะเพิ่มเป็น 44,287 ล้านบาทในปี ค.ศ. 2032 และท้ายที่สุด **คุณค่าของ C-band จะเพิ่มขึ้นเป็น 52,031 ล้านบาทในปี ค.ศ. 2034**

ทั้งนี้ คุณค่าที่เกิดขึ้นจะเป็นคุณค่าที่เกิดขึ้นในแต่ละปี ซึ่งหมายถึงหากในปีค.ศ. 2024 ไม่ได้มีการให้บริการ 5G ก็จะทำให้คุณค่าดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้น และในปีต่อมาคุณค่าก็จะเพิ่มสูงขึ้นหากมีการให้บริการ นั่นก็คือ **คุณค่าดังกล่าวสะท้อนถึงโอกาสที่อาจจะสูญเสียไปหากประเทศไทยไม่ได้นำเอาคลื่น C-band มาให้บริการในช่วงเวลาที่เหมาะสม**



รูปที่ 25 มูลค่าทางเศรษฐกิจในแต่ละปีของคลื่น 5G ที่ใช้ในย่าน C-band (ล้านบาท) (ที่มา: ประมวลผลโดยคณะผู้วิจัย)

2.4 การวิเคราะห์เชิงสังคม

2.4.1 ผลการวิเคราะห์เชิงสังคมในภาพรวม

ในการศึกษาวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยฯ ได้มีการจัดทำแบบสำรวจที่มีวัตถุประสงค์หลัก**เพื่อศึกษาผลกระทบทางสังคมของเทคโนโลยี 5G** โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ ประชากรที่อาศัยอยู่ทั้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล และในหัวเมืองอื่นๆ รวมถึงเขตภายนอก (พื้นที่ อบต.) ที่อยู่ในประสบการณ์ในการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีมาเป็น 5G โดยบางส่วนยังเป็นผู้ใช้เทคโนโลยี C-Band ที่รับชมรายการผ่านการถ่ายทอดสดทางดาวเทียม โทรทัศน์ดิจิทัล และทางอินเทอร์เน็ต โดยเก็บตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น จากสื่อสังคมออนไลน์หลายแหล่งจำนวน 422 คน โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวในการวิเคราะห์และตอบคำถามการวิจัย สำหรับผลการวิจัยที่เป็นจุดสำคัญมี ดังนี้

1. ภาพรวมทัศนคติการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2930 และ 0.71015 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการรับรู้ประโยชน์ของ 5G มากและมากที่สุดมีรวมกันถึง 86.5% โดยกลุ่มตัวอย่างที่รับรู้ประโยชน์ฯน้อยและน้อยที่สุดมีรวมกันได้ 2.47%
2. ภาพรวมทัศนคติการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกันที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2334 และ 0.77177 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 83.8% รับรู้ความง่ายฯในระดับมากและมากที่สุด ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่รับรู้ความง่ายในระดับน้อยและน้อยที่สุดมีเพียง 3.2%
3. ภาพรวมความไว้ใจในการใช้เทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.0735 และ 0.74748 ตามลำดับ โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ไว้ใจใน 5G จำนวน 83.8% ใน

ระดับมากและมากที่สุดมีรวมกัน 77.50% ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ไว้วางใจฯในระดับน้อยและน้อยที่สุดมีเพียง 4.35%

4. ภาพรวมทัศนคติการต่อต้านการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่าอยู่ในระดับปานกลางโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.8448 และ 0.72956 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างต่อต้าน 5G ในระดับมากและมากที่สุดรวมกัน 39.86% โดยกลุ่มตัวอย่างที่ต่อต้านฯในระดับน้อยและน้อยที่สุดมีรวมกันได้ 31.35%
5. ภาพรวมความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมาก คือมีที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ3.7026 และ 0.99932 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5Gในระดับมากและมากที่สุดรวมกัน 46.85% โดยกลุ่มตัวอย่างที่กังวลใจใน 5G ในระดับน้อยและน้อยที่สุดมีรวมกันได้ 14.55%
6. ภาพรวมอิทธิพลทางสังคมในการใช้เทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.8827 และ 0.91820 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 72.85% รับอิทธิพลจากคนรอบข้างในการใช้ 5G ในระดับมากและมากที่สุด ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่รับอิทธิพลทางสังคมในระดับน้อยและน้อยที่สุดมี 10.2%
7. ภาพรวมความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2820 และ 0.83202 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวนถึง 81% มีความตั้งใจใช้งาน 5G ในระดับมากและมากที่สุด ขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่มีความตั้งใจใช้งาน 5G ในระดับน้อยและน้อยที่สุดมีเพียง 4.3%
8. สำหรับการทดสอบเพื่อหาความแตกต่างในทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านต่าง ๆ ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความง่าย ความไว้ใจฯ การต่อต้านการใช้ ความกังวลใจ อิทธิพลทางสังคมและความตั้งใจใช้งานฯ โดยเฉพาะในกลุ่มทางสังคมที่จำแนกลักษณะตามอาชีพ อายุ และทัศนคติและพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยี 5G ได้มีการนำเสนอผลในส่วนข้อเสนอแนะที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างจำแนกตามกลุ่มประเภทต่าง ๆ พร้อมนำเสนอกลยุทธ์ในการพัฒนาการยอมรับเทคโนโลยี 5G เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

2.4.2 แนวทางการจัดเก็บข้อมูลเชิงสังคม

ในส่วนของการวิจัยต่อไปนี้เริ่มต้นด้วยที่มาและความเข้าใจตรงกันว่าผลกระทบของเทคโนโลยี 5G ที่มีต่อสังคมหรือการดำเนินชีวิตของผู้คนในประเทศไทยภายหลังช่วงการแพร่ระบาดของโควิด-19 หรือระหว่างปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2566 เปลี่ยนแปลงและแตกต่างจากช่วงก่อนหน้าของการระบาดอย่างเห็นได้ชัด เพราะนอกจากในช่วงนี้จะมีการติดตั้งโครงข่ายเพื่อการขยายสัญญาณของเครือข่าย 5G ในประเทศไทยมากขึ้นแล้ว บริบทการดำรงชีวิตของผู้คนทั้งหมดได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงาน การสื่อสาร การเข้าสังคม และการบริโภคไปอย่างมากด้วย

ปัจจัยด้านเทคโนโลยี 5G ซึ่งก็คือเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่มีการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถในเรื่องของความเร็วในการดาวน์โหลดและความเร็วในการอัปโหลดข้อมูลบนเครือข่ายไร้สายให้มีความเสถียร

และรวดเร็วขึ้นเทียบกับเทคโนโลยี 4G ที่ใช้อยู่ก่อนหน้า โดยเทคโนโลยี 5G สามารถทำความเร็วในการดาวน์โหลดได้มากกว่าเดิมถึง 20 เท่าและมีความหน่วงน้อยกว่าถึง 10 เท่า ด้วยคุณสมบัติทั้งหมดนี้เป็นตัวเสริมให้บุคคลปรับเปลี่ยนและพัฒนารูปแบบการใช้ชีวิตเพื่อความปลอดภัย และเพื่อสามารถสร้างระยะห่างทางสังคมในการป้องกันตัวเองจากโรคติดต่อดังกล่าวได้ เหตุผลหลักดังกล่าวผลักดันทำให้เกิดการสร้างพฤติกรรมการทำงาน การสื่อสาร และการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตเป็นอย่างมาก

แม้เครือข่ายเทคโนโลยี 5G จะมีครอบคลุมแทบทั่วทุกพื้นที่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลแล้ว แต่ในขณะเดียวกันพื้นที่ภายนอกในส่วนภูมิภาคอื่น กลับมีเสาสัญญาณ 5G ที่สามารถรองรับการใช้งานได้น้อยมาก โดยการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ในแต่ละตำบลอ้างอิงจาก OpenCelid.org ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เก็บรวบรวมสถิติของการติดตั้งเสาสัญญาณคลื่นโทรศัพท์ที่ใหญ่ที่สุด ระบุว่าในแม้ 99% ของพื้นที่นอกกรุงเทพฯและปริมณฑลจะสามารถรองรับสัญญาณเข้าถึงระบบ 4G ได้ แต่มีเพียงร้อยละ 4.19 ของพื้นที่ดังกล่าวที่สามารถเข้าถึงระบบ 5G ได้

ข้อเท็จจริงดังกล่าวย่อมเป็นปัจจัยประกอบในการทำการศึกษาผลกระทบของเทคโนโลยี 5G ที่มีต่อสังคมด้วยเนื่องจากขอบเขตของการเข้าถึงมีอยู่จำกัด อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ ถือเป็นเรื่องที่มีความน่าสนใจในการจะทำการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง เพราะจัดเป็นช่วงรอยต่อระหว่างเทคโนโลยีเก่าและเทคโนโลยีใหม่ที่มีความสำคัญและจะส่งผลต่อการใช้ชีวิตของผู้คนโดยเฉพาะ เมื่อต้องเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อตอบโจทย์พื้นฐานรูปแบบทางสังคมของตัวเองและคนรอบข้างได้อย่างไร บุคคลจะมีการยอมรับการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ในระดับใดในเมื่อเทคโนโลยีเดิมก็สามารถใช้งานในการดำรงชีวิตของตัวเองได้อยู่แล้ว การยอมรับเทคโนโลยีใหม่และการละทิ้งเทคโนโลยีใหม่จะเกิดขึ้นได้ในระดับใดเมื่อระบุขอบเขตการศึกษาเฉพาะทางด้านสังคม หรือความเป็นอยู่โดยทั่วไปของบุคคลนั้น ๆ

สำหรับคำถามวิจัยในการศึกษาครั้งนี้จำกัดขอบเขตการเก็บข้อมูลไปที่ผลกระทบทางสังคมของผู้ใช้งานเครือข่ายดาวเทียมบนย่านความถี่ C-Band ให้สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยี 5G ทั้งนี้ในการใช้งานร่วมกันดังกล่าวต้องได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบระดับประเทศ เพื่อการวางแผนและการพัฒนาในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในอนาคต และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและผลประโยชน์สูงที่สุดในภาพรวมด้วยต่อไป

ดังนั้น ความเข้าใจและความรู้ในทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับและใช้งานของประชาชนในกลุ่มเป้าหมายจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกำหนดแนวทางในการพัฒนาในเรื่องดังกล่าว แน่นอนว่าในกลุ่มนักวิชาการและผู้บริหารงานทราบอยู่แล้วว่าเทคโนโลยี 5G เองมีศักยภาพในเชิงสังคมช่วยทำให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีและเศรษฐกิจในระดับประเทศและระดับโลก โดยการเพิ่มความเร็วในการสื่อสารและการเชื่อมต่ออย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การทำงานและการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนมีความสะดวกสบายมากขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้พัฒนาเทคโนโลยีอัตโนมัติและการเชื่อมต่อ

อินเทอร์เน็ตของสิ่งของ (IoT) เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้คนหรือประชาชนทั่วไป ทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการลดค่าใช้จ่ายและความเสียหายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้

และตามที่กล่าวข้างต้นว่าเรื่องดังกล่าวในเชิงสังคมเป็นเรื่องที่มีความละเอียดอ่อนและสิ่งที่ดีที่สุดทางเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจอาจไม่ใช่สิ่งที่ดีที่สุดในเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมเสมอไป ดังนั้นเพื่อทำความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้เลือกแนวคิดและทฤษฎีที่เหมาะสมที่จะศึกษากลุ่มประชาชนในบริบทดังกล่าวโดยมีรายละเอียดวัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมายที่ทำการศึกษาและขอบเขตในการศึกษาดังต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์ในจัดเก็บข้อมูลเชิงสังคม

1. เพื่อทำความเข้าใจในรูปแบบการดำเนินชีวิตประกอบไปด้วย กิจกรรม ความสนใจ และความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเทคโนโลยี 5G จากการใช้งานรับชมเนื้อหาในโทรทัศน์
2. เพื่อทำความเข้าใจทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรย่อยดังนี้ การรับรู้ประโยชน์ในการใช้งาน (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ทัศนคติในการใช้งาน (Attitudes toward Technology) และความตั้งใจในการใช้งาน (Intention to Use)
3. เพื่อทำความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแปรย่อยด้านทัศนคติในการใช้งานเทคโนโลยี 5G ได้แก่ ความเชื่อมั่นในเทคโนโลยี (Trust) อิทธิพลของคนรอบข้างในการใช้เทคโนโลยี (Social Influence) ความกังวลในเทคโนโลยี (Technology Anxiety) และการต่อต้านในการใช้งานเทคโนโลยี (Resistance of Use)
4. เพื่อทำความเข้าใจเพิ่มเติม ในตัวแปรย่อยด้านทัศนคติในการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่มีความสำคัญโดยจำแนกตาม ลักษณะ และพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายได้แก่ อาชีพ ที่อยู่อาศัย และการใช้งานเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G ให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิผลในกลุ่มทางสังคมจำแนกตามอาชีพ อายุ และทัศนคติและพฤติกรรมการใช้งานที่แตกต่างกัน

2) กลุ่มเป้าหมายที่ทำการศึกษาและขอบเขตในการศึกษา

สำหรับกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้เป็นประชากรที่อาศัยอยู่ทั้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลและในหัวเมืองอื่น รวมถึงเขตภายนอก (พื้นที่ อบต.) ที่อยู่ในประสบการณ์ในการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีมาเป็น 5G โดยบางส่วนยังเป็นผู้ใช้เทคโนโลยี C-Band ที่รับชมรายการผ่านการถ่ายทอดสดทางดาวเทียมโทรทัศน์ดิจิทัล และทางอินเทอร์เน็ต

3) การทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)

ทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีถูกพัฒนาโดย (Davis, 1989) นิยมใช้ในการอธิบายพฤติกรรมและทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคลอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในระบบสารสนเทศโดยไม่เอาคุณลักษณะเฉพาะและทัศนคติส่วนบุคคลมาเป็นปัจจัยในการพยากรณ์พฤติกรรมการบริโภคหรือการใช้งานในเทคโนโลยีนั้น ๆ โดยในแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีได้อธิบายว่าในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ ๆ บุคคลจะสร้างการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งานและการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน โดยสองตัวแปรนี้จะส่งผลต่อทัศนคติที่มีต่อการใช้งานทำให้เกิดความตั้งใจในการใช้เทคโนโลยีและในท้ายที่สุดจะมีพฤติกรรมการนำไปใช้งานจริง

การรับรู้ประโยชน์การใช้งาน (Perceived Usefulness)

การรับรู้ประโยชน์การใช้งานเทคโนโลยี หมายถึงระดับทัศนคติที่บุคคลเชื่อว่าการใช้ระบบหรือเทคโนโลยีจะช่วยทำให้ผลลัพธ์ ของเป้าหมายในการใช้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผลเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างในกรณีของเทคโนโลยี 5G การรับรู้ถึงประโยชน์การใช้งานย่อมทำให้บุคคลที่จะทำงานโดยใช้เทคโนโลยีเดิม หรือวิธีการเดิมในการสร้างผลงานสามารถที่จะทำงานให้บรรลุผลด้วยต้นทุนและระยะเวลาที่น้อยกว่าเดิม ซึ่งในเรื่องดังกล่าวมีงานวิจัยพบว่าหากบุคคลรับรู้ถึงประโยชน์การใช้งานของเทคโนโลยีได้แล้วแล้วก็จะมีระดับความตั้งใจในการที่จะใช้เทคโนโลยีนั้นมากขึ้นด้วย แนวคิดนี้ได้รับการยืนยันจากงานวิจัยของ (HW Kim, 2016) ที่ศึกษา อิทธิพลของการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งานระบบการซื้อสินค้าในเชิงพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อทัศนคติในการซื้อสินค้าผ่านระบบดังกล่าวบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ อย่างไรก็ตามงานวิจัยในเรื่องผลกระทบต่อการรับรู้ประโยชน์การใช้งานที่มีต่อความตั้งใจใช้งาน ก็ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ยกตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ (Arash Vahdat, 2021) ที่พบว่า ผู้ใช้งานมีความตั้งใจใช้แอพพลิเคชั่นบนมือถือทั้งที่ผู้ใช้งานดังกล่าวยังไม่ได้รับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งานของแอพพลิเคชั่นดังกล่าวแต่อย่างใด

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับการรับรู้ประโยชน์จากการใช้งานในเทคโนโลยี 5G ได้แก่

PU1: การใช้เทคโนโลยี 5G จะช่วยพัฒนาคุณภาพเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดีขึ้น

PU2: การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้การเข้าถึงบริการที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดีขึ้น

PU3: การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันของฉัน

การรับรู้ความง่ายของการใช้งาน (Perceived Ease of Use)

การรับรู้ถึงความง่ายของการใช้งาน หมายถึง ระดับที่บุคคลเชื่อว่าการใช้เทคโนโลยีหรือระบบ มีความง่าย ไม่ต้องใช้ความพยายาม โดยระบบ จะมีความ ง่ายต่อการจดจำ หรือสามารถใช้งานได้ง่ายและไม่มีความซับซ้อน สำหรับตัวอย่างของงานวิจัยที่ใช้แนวคิดนี้ได้แก่ งานวิจัยที่ศึกษาความตั้งใจซื้อตั๋วเพื่อความบันเทิงออนไลน์ของลูกค้าซึ่งพบว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานมีผลเชิงบวกต่อความเชื่อและทัศนคติในการใช้งานซึ่งก็มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Hernández, Jiménez, & Martín, 2008) ที่แสดงให้เห็นว่าการรับรู้

ความง่ายของการใช้งานของบุคคลมีผลต่อทัศนคติของบุคคลนั้น ๆ ในการใช้แอพพลิเคชั่นมือถือและเช่นเดียวกันในการซื้อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับการรับรู้ความง่ายการใช้งานในเทคโนโลยี 5G ได้แก่

PEOU1: การเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G ไม่ใช่เรื่องยาก

PEOU2: การใช้เทคโนโลยี 5G ในการสื่อสาร เป็นเรื่องง่ายสำหรับท่าน

ทัศนคติต่อเทคโนโลยี (Attitude toward Technology)

ทัศนคติเป็นสิ่งที่ช่วยเตรียมบุคคลให้รู้จักการสังเกตและตัดสินใจอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ยิน ได้ฟังแล้วนำมาคิดพิจารณาและแสดงออกเป็นการกระทำซึ่งเป็นสภาวะที่มีก่อนการแสดงออกเป็นพฤติกรรมนั่นเอง หากพิจารณาในภาพรวมกลุ่มบุคคลที่มีทัศนคติเดียวกันย่อมมีผลทำให้บุคลิกในกลุ่มนั้นแสดงปฏิกิริยาตอบสนองด้วยพฤติกรรมแบบเดียวกัน มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์ที่เฉพาะเจาะจงสามารถเป็นตัวพยากรณ์นำไปสู่ความตั้งใจซื้อของเพราะผู้บริโภค ในทำนองเดียวกันกับทัศนคติที่ดีต่อเทคโนโลยีที่ได้รับการรับรองจากผู้มีอิทธิพลของโซเชียลมีเดียก็จะส่งผลต่อความตั้งใจใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ เช่นเดียวกันในงานวิจัยนี้ได้รวบรวมทัศนคติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจใช้งานเทคโนโลยีหรือการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคลในสังคมที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยดังต่อไปนี้

ความตั้งใจในการใช้งาน (Intention to Use)

ความตั้งใจในการใช้งานในเทคโนโลยีจัดเป็นทัศนคติสำคัญที่สุดที่นำไปสู่พฤติกรรมการบริโภคหรือการใช้งานจริง ทัศนคติดังกล่าวมีความคล้ายกันกับแนวคิดความตั้งใจซื้อสินค้าและบริการในเชิงการตลาด ซึ่งหมายถึงการที่ผู้บริโภคหรือผู้ใช้งานมีความมุ่งมั่นในการที่จะใช้งานสินค้าหรือบริการนั้น ๆ เป็นตัวเลือกแรกซึ่งผู้บริโภคหรือผู้ใช้งานได้ตัดสินใจเลือกทางที่ดีที่สุดจากการพิจารณาและครุ่นคิดจากข้อมูลและองค์ประกอบอื่นๆ แนวคิดความตั้งใจซื้อหรือความตั้งใจในการใช้งานมีความเกี่ยวข้องและสอดคล้องกับกระบวนการตัดสินของผู้บริโภคเพราะผู้บริโภคหรือผู้ใช้งานจะต้องตระหนักรู้ถึงความต้องการในตัวเทคโนโลยี จากนั้นจำเป็นจะต้องเสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่ต้องการใช้งานเช่นเดียวกับเพื่อทราบทางเลือกในตราสินค้าหรือผู้ให้บริการเทคโนโลยีนั้น ๆ จากนั้นจึงจะสามารถเปรียบเทียบและทำการประเมินข้อดีข้อเสียของทางเลือกในการใช้งานเทคโนโลยีและในสินค้าและบริการนั้น ๆ ก่อนที่จะทำการตัดสินใจใช้งานเทคโนโลยี หรือในทางการตลาดเป็นการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือการซื้อบริการของทางเลือกใดทางเลือกหนึ่ง ซึ่งก็หมายถึงทางเลือกในการใช้เทคโนโลยีหนึ่ง ๆ หรือตราสินค้าใดตราสินค้าหนึ่งนั่นเอง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับความตั้งใจในการใช้งานในเทคโนโลยี 5G ได้แก่

U1: ถ้ามีโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยี 5G ท่านมีความตั้งใจที่จะใช้งานเทคโนโลยีนี้

U2: ท่านตั้งใจจะแนะนำญาติพี่น้องหรือเพื่อนสนิทให้ใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยี 5G

การต่อต้านการใช้งาน (Resistance of Use)

สำหรับอีกหนึ่งในทัศนคติที่สำคัญเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี คือ การต่อต้านในการใช้งานเทคโนโลยี ในส่วนนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นอุปสรรคส่วนตัวของผู้ใช้งาน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ความเสี่ยงที่ผู้ใช้งานเห็นว่ามาพร้อมกับตัว เทคโนโลยีใหม่ โดยปกติความเสี่ยงในการใช้งานมีหลายมิติ เช่น ความเสี่ยงเชิงเศรษฐกิจ เชิงกายภาพ เชิงสิ่งแวดล้อมและสังคม สมรรถภาพส่วนตัวของผู้ใช้งานถูกพิจารณาว่าเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้เกิดการต่อต้านการใช้งานในเทคโนโลยีใหม่หรือนวัตกรรม ในมิตินี้ สมรรถภาพส่วนตัว อาจไปถึง ความเชื่อมั่น ในตัวเองของกลุ่มลูกค้า ที่มีต่อความสามารถในการใช้บริการเทคโนโลยีใหม่ ความกลัวที่จะเกิดความผิดพลาดในการใช้เทคโนโลยี หรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนั้น ทำให้เกิดความไม่มั่นใจ และเป็นสาเหตุให้ เกิดการต่อต้านในการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ (Laukkanen, Sinkkonen, & Kivijärvi, 2007)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับการต่อต้านเทคโนโลยี 5G ได้แก่

RU1: ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีการทำงานในแบบเดิม

RU2: ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีในการจัดการเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจของฉันในชีวิตประจำวัน

RU3: ท่านเห็นด้วยมากน้อยเพียงใดกับการเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G หรือการปรับตัวถือเป็นเรื่องเสียเวลา

RU4: ท่านเห็นด้วยในระดับใดว่า การใช้เทคโนโลยี 5G ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

Trust (ความน่าเชื่อถือ)

สำหรับทัศนคติอีกหนึ่งตัวในแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี คือความน่าเชื่อถือในเทคโนโลยีซึ่งได้รับการนิยามว่าเป็นระดับของความเชื่อมั่นเกี่ยวกับความสามารถในการพยากรณ์การใช้งานของเทคโนโลยี นักวิจัยหลายคนอธิบายว่าความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยีจัดเป็นตัวแปรที่ส่งอิทธิพลทางบวกในการที่ผู้ใช้งานจะตัดสินใจใช้เทคโนโลยีหนึ่ง (Gao & Bai, 2014) (Amaro & Paulo , 2015) (Choi & Gu, 2015) (Kaur & Rampersad, 2018) (Singh & Sinha, 2020) นอกจากนี้เทคโนโลยีที่มีความน่าเชื่อถือ มีความสะดวกและง่ายในการใช้งานจะสามารถสร้างระดับความน่าเชื่อถือในเทคโนโลยีนั้น ๆ (Chawla & Joshi, 2020) พบว่าการรับรู้ประโยชน์การใช้งานและการรับรู้ความง่ายในการใช้งานช่วยเพิ่มระดับความน่าเชื่อถือในเทคโนโลยีมือถือ โดย (Gao & Bai, 2014) อธิบายว่าอิทธิพลจากสังคมโดยเฉพาะจากบุคคลที่ใกล้ชิดส่งผลกระทบในเชิงบวกของการยอมรับการใช้งานของเทคโนโลยีที่ทำการศึกษา

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือในเทคโนโลยี 5G ได้แก่

T1: เทคโนโลยี 5G เป็นอะไรที่มีความน่าเชื่อถือในการพัฒนากระบวนการทำงาน

T2: รู้สึกพึงพอใจและเชื่อมั่นว่าฉันจะได้ประโยชน์เมื่อมีเทคโนโลยี 5G

ความกังวลใจทางเทคโนโลยี (Technology Anxiety)

ทัศนคติอีกตัวที่มีความเกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีคือความกังวลใจทางเทคโนโลยี หรือที่นิยามว่าเป็นอาการหวั่นใจหรือความกลัวยามที่บุคคลต้องเผชิญกับโอกาสในการที่จะต้องใช้งานเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในที่ส่วนตัวหรือที่ทำงาน ความกังวลในการใช้งานทางเทคโนโลยีจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญในตั้งใจใช้งานเทคโนโลยีใหม่ของบุคคล สำหรับความกังวลใจในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (Computer Anxiety) อาจถูกนำมาประยุกต์ให้เกิดความเข้าใจ เช่นเดียวกับความกังวลใจในเทคโนโลยี 5G ได้ (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003) ระบุว่าทั้งหมดเป็นความกังวลใจที่เกิดขึ้นหรือเป็นอารมณ์ตอบสนอง ในยามที่บุคคลมีพฤติกรรมการใช้งาน โดยความกังวลใจในเทคโนโลยีดังกล่าว เป็นผลมาจากความกลัวถึงผลลัพธ์ในเชิงลบภายหลังการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยี 5G นั่นเอง (ยกตัวอย่างเช่น ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน หรือภาพลักษณ์การใช้งานที่ดูโง่เขลา) (Igbaria & Parasuraman, 1989) อธิบายว่าความกังวลใจในเทคโนโลยีเป็นแนวโน้มที่บุคคลจะรู้สึก ไม่สบาย หวาดหวั่น และหวาดกลัว เกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีทั่วไปทั้งในปัจจุบันหรืออนาคต

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับความกังวลใจในเทคโนโลยี 5G ได้แก่

TA1: 5G ทำให้ฉันรู้สึกไม่สบายใจในเรื่องความเป็นส่วนตัว

TA2: ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เทคโนโลยี 5G

อิทธิพลทางสังคม (Social Influence)

งานวิจัยพบว่าอิทธิพลจากเพื่อนร่วมงานสมาชิกในครอบครัวหรือข้อมูลที่บุคคลรับจากสื่อมีระดับนัยสำคัญทางสถิติต่อความตั้งใจในการที่จะใช้งานในเทคโนโลยี (Gao & Bai, 2014) อิทธิพลทางสังคมโดยเฉพาะจากบุคคล โดยเฉพาะบุคคลที่ถูกเห็นว่ามีความสำคัญต่อตัวเอง ถูกนำเสนอว่าเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการที่บุคคลๆหนึ่งควรที่จะใช้ระบบใหม่หรือเทคโนโลยีใหม่ในการทำงานหรือในชีวิตประจำวันหรือไม่และเมื่อไม่นานมานี้เองมีงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่พบว่าอิทธิพลทางสังคมส่งผลกระทบในเชิงบวกเกี่ยวกับความตั้งใจใช้ระบบจ่ายเงินทางโทรศัพท์มือถือของลูกค้า (Schmidthuber, Maresch, & Ginner, 2020) เช่นเดียวกันกับในเทคโนโลยี 5G ที่อิทธิพลทางสังคมหรือผลกระทบของคนรอบข้างที่มีความสำคัญเช่น สมาชิกในครอบครัวและเพื่อนย่อมเพิ่มแนวโน้มในการใช้งานในเทคโนโลยี 5G ด้วย (Panagiotopoulos & Dimitrakopoulos, 2018) ดังนั้นข้อคำถามที่ใช้ในการวัดระดับผลทางสังคมที่มีต่อเทคโนโลยี 5G มีดังนี้

SI1: คนรอบตัวท่านเลือกใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อช่วยในการทำงานหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

SI2: คนรอบข้าง มีอิทธิพลกับพฤติกรรมของท่านในการใช้เทคโนโลยี 5G

แนวคิดรูปแบบการดำเนินชีวิต (Life Styles)

นอกเหนือไปจากทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเทคโนโลยีแล้ว ในงานวิจัยเชิงการตลาดแนวคิดรูปแบบการดำเนินชีวิตของลูกค้าหรือผู้บริโภค จัดได้ว่ามีความสำคัญในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างกลยุทธ์ทางการตลาด ในยุคแรกของการทำวิจัยเพื่อทราบรูปแบบการดำเนินชีวิต นักวิจัยเริ่มต้นด้วยการสร้างมาตรวัดหรือข้อคำถามจำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับ AIO ซึ่ง A หมายถึง Activities หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่

ผู้บริโภคเข้าร่วมหรือกระทำ I หมายถึง Interests หรือความสนใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของผู้บริโภค และ O หมายถึง Opinions หรือความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ ของผู้บริโภคและให้ผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งก็คือเป้าหมายทางการตลาดของงานวิจัยนั้น ๆ ตอบแบบสอบถามเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เหมือนและแตกต่างกัน

จากที่มาเหล่านั้น Peter & Olson (1994: 463) ได้นิยามรูปแบบการใช้ชีวิตว่าเป็นแนวทางที่กลุ่มบุคคลดำรงหรือใช้ชีวิตประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ความสนใจต่าง ๆ และความคิดเห็นต่าง ๆ นั่นเอง สำหรับในรายละเอียด กิจกรรม (A) คือการกระทำที่เกิดขึ้นเป็นต้นว่า งาน งานอดิเรก เหตุการณ์ทางสังคม การพักผ่อน ความบันเทิง สมาคม ชุมชน การจับจ่าย ช้อปปิ้ง กีฬา ขณะที่ความสนใจ (I) คือ ระดับของความตื่นเต้นหรือตื่นตัวในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของความสนใจที่เป็นพิเศษและมีอย่างต่อเนื่อง เช่น ความสนใจในสิ่งต่าง ๆ เหตุการณ์ต่าง ๆ หรือหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ ครอบครัว บ้าน ชุมชน สันทนาการ แฟชั่น อาหาร การซื้อ และความสำเร็จ เป็นต้น และท้ายที่สุดความคิดเห็น (O) เป็นความเชื่อในเชิงการบรรยายที่เกี่ยวกับตัวเองในด้านสังคมการเมือง ธุรกิจ เศรษฐกิจ การศึกษา สินค้า อนาคต และวัฒนธรรม เป็นต้น

ในส่วนนี้อาจยกตัวอย่างให้เห็นภาพได้ถึงข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม เช่น ฉันมักจะรับฟังเพลงที่เป็นที่นิยม โดยคำถามที่เกี่ยวข้องกับความสนใจเช่น ฉันมีความสนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับกระแสแฟชั่นในปัจจุบัน และคำถามที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นเช่น พื้นที่ของผู้หญิงคือที่บ้าน ซึ่งในส่วนนี้ผู้ตอบแบบสอบถามก็จะให้ระดับความคิดเห็นที่แตกต่างออกไปเช่น เห็นด้วยที่สุด เห็นด้วยมาก เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยที่สุด เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้ข้อคำถามที่เกี่ยวกับรูปแบบการใช้ชีวิตที่เป็นกิจกรรม ได้แก่

(1) A1: เนื้อหาสาระของโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในกิจกรรมการรับชมของท่านมีความหลากหลายและครอบคลุม

(2) A2: ท่านสนใจรับชมเนื้อหาในช่องทางอื่น ๆ อาทิ ช่องทางอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติมในระดับใด (Netflix YouTube)

ข้อคำถามที่เกี่ยวกับรูปแบบการใช้ชีวิตที่เป็นความสนใจ ได้แก่

(1) I1: ครอบครัวของท่านยังให้ความสนใจในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

(2) I2: ท่านสนใจที่จะปรับเปลี่ยนมาใช้งานโทรทัศน์ออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

และสุดท้ายข้อคำถามที่เกี่ยวกับรูปแบบการแสดงความคิดเห็น ได้แก่

(3) O1: ท่านเห็นด้วยหากภาครัฐจะสนับสนุนโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตทดแทนโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

(4) O2: ท่านมีความคิดเห็นว่าจะต้องปรับตัวหากต้องเปลี่ยนแปลงการรับชมเป็นโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

4) วิธีวิจัยและกลุ่มประชากรรวมถึงการเก็บกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณที่จะมีการเก็บข้อมูลผ่านทาง Web Survey เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มประชากรได้แก่ ประชากรที่อาศัยอยู่ทั้งในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล และในหัวเมืองอื่น รวมถึงเขตภายนอก (พื้นที่ อบต.) ที่อยู่ในประสบการณ์ในการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีมาเป็น 5G โดยในงานวิจัยนี้เป็นผู้ใช้เทคโนโลยี C-Band ที่รับชมรายการผ่านการถ่ายทอดสดทางดาวเทียม โทรทัศน์ดิจิทัล และทางอินเทอร์เน็ต โดยได้ทำการโพสต์ลิงค์ในแพลทฟอร์มของสื่อสังคมออนไลน์ประเภทต่าง ๆ อาทิ พันทิปและเฟสบุ๊คที่เกี่ยวข้องโดยมีการแจกจ่ายให้ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ผู้ใช้งานกดเข้าไปในลิงค์เพื่อประเมินแบบสอบถาม ทั้งนี้ได้มีคำถามคัดกรองว่าผู้ตอบแบบสอบถามต้องมีประสบการณ์ใช้งานรับชมโทรทัศน์อย่างสม่ำเสมอ ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 422 ชุด

ดังนั้นในงานวิจัยนี้การเก็บข้อมูลเป็นการเก็บข้อมูลแบบปราศจากการสุ่ม (Non-probability Sampling) ในการตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถามได้ถูกย้ำให้ระลึกถึงทัศนคติและพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะที่ใช้งานรับชมโทรทัศน์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ตนเองมีความคุ้นเคยในการเข้าใช้งาน ซึ่งการดำเนินการเก็บข้อมูลในลักษณะดังกล่าวเป็นแนวทางเดียวกันกับ Dillman, 2011 และ Bagozzi & Dholakia, 2006)

5) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือวิจัยในการวัดทัศนคติและพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยีพัฒนาจาก (Abu-Dalbouh, 2013) และ (Gao & Bai, 2014) ประกอบไปด้วยตัวแปรและข้อคำถามที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

(1) การรับรู้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 3 ข้อคำถามดังนี้

PU1: การใช้เทคโนโลยี 5G จะช่วยพัฒนาคุณภาพเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง. ดีขึ้น

PU2: การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้การเข้าถึงบริการที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ดีขึ้น

PU3: การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันของฉัน

(2) การรับรู้ความง่ายในการใช้งานเทคโนโลยีจำนวน 2 ข้อคำถามดังนี้

PEOU1: การเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G ไม่ใช่เรื่องยาก

PEOU2: การใช้เทคโนโลยี 5G ในการสื่อสาร เป็นเรื่องง่ายสำหรับท่าน

(3) ความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยีจำนวน 2 ข้อคำถามดังนี้

U1: ถ้ามีโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยี 5G ท่านมีความตั้งใจที่จะใช้งานเทคโนโลยีนี้

U3: ท่านตั้งใจจะแนะนำญาติพี่น้องหรือเพื่อนสนิทให้ใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยี 5G

(4) การต่อต้านเทคโนโลยีจำนวน 4 ข้อคำถามดังนี้

RU1: ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีการทำงานในแบบเดิม

RU2: ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีในการจัดการเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจของฉันในชีวิตประจำวัน

RU3: ท่านเห็นด้วยมากน้อยเพียงใดกับการเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G หรือการปรับตัวถือเป็นเรื่องเสียเวลา

RU4: ท่านเห็นด้วยในระดับใดว่า การใช้เทคโนโลยี 5G ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

(5) ความไว้ใจในเทคโนโลยีจำนวน 2 ข้อคำถามดังนี้

T1: เทคโนโลยี 5G เป็นอะไรที่มีความน่าเชื่อถือในการพัฒนากระบวนการทำงาน

T2: รู้สึกพึงพอใจและเชื่อมั่นว่าฉันจะได้ประโยชน์เมื่อมีเทคโนโลยี 5G

(6) ความกังวลใจในเทคโนโลยี 2 ข้อคำถามดังนี้

TA1: 5G ทำให้ฉันรู้สึกไม่สบายใจในเรื่องความเป็นส่วนตัว

TA2: ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เทคโนโลยี 5G

(7) อิทธิพลของสังคม 2 ข้อคำถามดังนี้

SI1: คนรอบตัวท่านเลือกใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อช่วยในการทำงานหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

SI2: คนรอบข้าง มีอิทธิพลกับพฤติกรรมของท่านในการใช้เทคโนโลยี 5G

ในขณะที่เครื่องมือวิจัยในการวัดรูปแบบการดำเนินชีวิตของกลุ่มเป้าหมายพัฒนามาจากงานวิจัยของ (Vyncke, 2002) ประกอบไปด้วยตัวแปรและข้อคำถามที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีมี 2 คำถามดังนี้

(1) A1: เนื้อหาสาระของโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในกิจกรรมการรับชมของท่านมีความหลากหลายและครอบคลุม

(2) A2: ท่านสนใจรับชมเนื้อหาในช่องทางอื่น ๆ อาทิ ช่องทางอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติมในระดับใด (Netflix หรือ YouTube)

ความสนใจต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีมี 2 คำถามดังนี้

(1) I1: ครอบครัวของท่านยังให้ความสนใจในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

(2) I2: ท่านสนใจที่จะปรับเปลี่ยนมาใช้งานโทรทัศน์ออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

ความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีมี 2 คำถามดังนี้

(3) O1: ท่านเห็นด้วยหากภาครัฐจะสนับสนุนโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตทดแทนโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

(4) O2: ท่านมีความคิดเห็นว่าจะต้องปรับตัวหากต้องเปลี่ยนแปลงการรับชมเป็นโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

โดยทั้งหมดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> เป็นข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยในส่วนแรกเป็นอาชีพมีลักษณะคำถามแบบมีหลายคำตอบให้เลือกและหากผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าข้อคำตอบที่ให้เลือกไม่ตรงกับตัวเองก็ให้ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถกรอกรายละเอียดในส่วนอื่น ๆ ได้ ดังนี้

กลุ่มอาชีพ (แพทย์และสาธารณสุข พนักงานเอกชน ภาคการศึกษา เกษตรกรรม ภาคโรงงานอุตสาหกรรม และความมั่นคง) ในส่วนของอายุ เป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิดโดยผู้ตอบแบบสอบถามเลือกช่วงอายุที่ตรงกับอายุของตัวเองดังนี้ 1) ต่ำกว่า 20 ปี 2) 20 - 40 ปี 3) 40 - 60 ปี และ 4) 61 ปีขึ้นไป เช่นเดียวกับในส่วนของพื้นที่อยู่อาศัย เป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด โดยผู้ตอบแบบสอบถามเรื่องพื้นที่อยู่อาศัยที่ตรงกับตัวเองดังนี้ 1) ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) 2) นอกเมือง (อบต.) และ 3) กรุงเทพปริมณฑล เช่นเดียวกับ ภูมิลำเนาที่เป็นภูมิภาค เป็นแบบสอบถามชนิดปลายปิด ที่ผู้ตอบแบบสอบถาม ตอบภูมิลำเนาที่อยู่อาศัยเป็นภาคต่าง ๆ ดังนี้ 1) เหนือ 2) ใต้ 3) อีสาน 4) ตะวันออก 5) กลาง

<u>ส่วนที่ 2</u> สำรวจทัศนคติการใช้งานและพฤติกรรมการดูโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยข้อแรกเป็นการสอบถามว่า กลุ่มตัวอย่างมีการติดตั้งโทรทัศน์ดาวเทียมหรือไม่ โดยมีสองคำตอบให้เลือกคือ 1) ติดตั้ง หรือ 2) ไม่ได้ติดตั้ง และใน ข้อที่สองเป็นการถามลักษณะของจานดาวเทียม โดยมี 3 คำตอบให้เลือกคือ 1) จานดาวเทียมแบบตะแกรง (จาน C-band) 2) จานดาวเทียมแบบทึบ หรือจานขนาดเล็ก (จาน Ku-Band) และ 3) สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช้จานดาวเทียมตอบว่าไม่ใช้ สำหรับในข้อสุดท้าย เป็นการสอบถามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ถ้าเลือกได้จะรับชมโทรทัศน์ผ่านช่องทางใด โดยมี 3 คำตอบให้เลือกคือ 1) รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล 2) รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม และ 3) รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

<u>ส่วนที่ 3 และ 4</u> ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบถามที่เกี่ยวกับรูปแบบการใช้ชีวิตในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ในส่วนที่ 3 รวมทั้งในส่วนที่ 4 โดยใช้ลักษณะคำถามเป็นแบบ Likert's Scale ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวนทั้งหมด 6 ข้อ ซึ่งวัดระดับข้อมูลประเภทอันตรภาค (Interval Scale) มี 5 ระดับดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4 หมายถึง เห็นด้วย
3 หมายถึง ไม่แน่ใจ
2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับเกณฑ์การให้คะแนนเฉลี่ย โดยที่กำหนดความสำคัญของคะแนนในเกณฑ์การแบ่งช่วง การแปลผลตามหลักการของการแบ่งอันตรภาคชั้น โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

ความกว้างอันตรภาคชั้น = (ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด -ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด)/จำนวนชั้น

= (5-1)/5

= 0.80

ดังนั้นเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในแบบสอบถามในส่วนนี้ ที่เป็นรูปแบบการใช้ชีวิต ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ในด้านกิจกรรม ด้านความสนใจ และด้านความคิดเห็นสามารถ แบ่งได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 -5.00 มีระดับกิจกรรม/ความสนใจ/ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G มากที่สุด

3.41 - 4.20 มีระดับกิจกรรม/ความสนใจ/ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G มาก

2.61 - 3.40 มีระดับกิจกรรม/ความสนใจ/ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ปานกลาง

1.81 - 2.60 มีระดับกิจกรรม/ความสนใจ/ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G น้อย

1.00 –1.80 มีระดับกิจกรรม/ความสนใจ/ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุด

ในส่วนของเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในแบบสอบถามในส่วนต่อมาที่เป็นทัศนคติและพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยี 5G ที่เป็นการรับรู้ประโยชน์ ความง่ายในการใช้งานเทคโนโลยี และความไว้ใจในการใช้งานสามารถแบ่งได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 มีระดับการรับรู้ประโยชน์/ความง่าย/ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G มากที่สุด/สูงที่สุด

3.41 - 4.20 มีระดับการรับรู้ประโยชน์/ความง่าย/ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G มาก/สูง

2.61 - 3.40 มีระดับการรับรู้ประโยชน์/ความง่าย/ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ปานกลาง

1.81 - 2.60 มีระดับการรับรู้ประโยชน์/ความง่าย/ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G น้อย/ต่ำ

1.00 –1.80 มีระดับการรับรู้ประโยชน์/ความง่าย/ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุด/ต่ำที่สุด

ในส่วนของเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในแบบสอบถามในส่วนต่อมาที่เป็นทัศนคติและพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับเทคโนโลยี 5G ที่เป็นการต่อต้านการใช้งาน ความกังวลใจในเทคโนโลยี และอิทธิพลทางสังคมในการใช้งานสามารถแบ่งได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 มีระดับการต่อต้าน/ความกังวลใจ/อิทธิพลทางสังคมในการใช้งานเทคโนโลยี 5G มากที่สุด/สูงที่สุด

3.41 - 4.20 มีระดับการต่อต้าน/ความกังวลใจ/อิทธิพลทางสังคมในการใช้งานเทคโนโลยี 5G มาก/สูง

2.61 - 3.40 มีระดับการต่อต้าน/ความกังวลใจ/อิทธิพลทางสังคมในการใช้งานเทคโนโลยี 5G ปานกลาง

1.81 - 2.60 มีระดับการต่อต้าน/ความกังวลใจ/อิทธิพลทางสังคมในการใช้งานเทคโนโลยี 5G น้อย/ต่ำ

1.00 –1.80 มีระดับการต่อต้าน/ความกังวลใจ/อิทธิพลทางสังคมในการใช้งานเทคโนโลยี 5G มากที่สุด/ต่ำที่สุด

ในส่วนของเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในแบบสอบถามในส่วนสุดท้ายเป็นทัศนคติและพฤติกรรมในการตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G สามารถแบ่งได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 มีระดับความตั้งในที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G มากที่สุด
3.41 - 4.20 มีระดับความตั้งในที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G มาก
2.61 - 3.40 มีระดับความตั้งในที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G ปานกลาง
1.81 - 2.60 มีระดับความตั้งในที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G น้อย
1.00 –1.80 มีระดับความตั้งในที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุด

6) ผลการวิจัย

จากเป้าหมายผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็น ประชากรที่อาศัยอยู่ทั้งในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล และในหัวเมืองอื่น ๆ รวมถึงเขตภายนอก (พื้นที่ อบต.) ที่อยู่ในประสบการณ์ในการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีมาเป็น 5G โดยในงานวิจัยนี้เป็นผู้ใช้เทคโนโลยี C-Band ที่รับชมรายการผ่านการถ่ายทอดสดทางดาวเทียม โทรทัศน์ดิจิทัล และทางอินเทอร์เน็ต คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างได้จำนวน 422 คนจำแนกตามกลุ่มอาชีพได้ตามตารางที่ 18 พบว่าเป็นกลุ่มพนักงานเอกชน นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา และกลุ่มครู/อาจารย์/ข้าราชการมีสัดส่วนมากที่สุดสามลำดับแรกคือร้อยละ 24.6 23.7 และ 18.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มอาชีพ

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
เกษตรกรรม	25	5.9
เกษียณ	7	1.7
ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	18.5
ความมั่นคง	23	5.5
ธุรกิจส่วนตัว	20	4.7
นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	23.7
พนักงานของรัฐ	6	1.4
พนักงานเอกชน	104	24.6
แพทย์และสาธารณสุข	32	7.6
ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	6.4
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

ตารางที่ 19 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 20 ปี	29	6.9
20 - 40 ปี	217	51.4
40 - 60 ปี	148	35.1
61 ปีขึ้นไป	28	6.6
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

เมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอายุ 20 ถึง 40 ปี มากที่สุด ถึงร้อยละ 51.4 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง ที่มีอายุ 61 ปีขึ้นไป และกลุ่มตัวอย่างอายุต่ำกว่า 20 ปีน้อยที่สุดคือร้อยละ 6.6 และ 6.9

ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 19 ในส่วนต่อไปเมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามเขตที่อาศัย พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีเขตที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯและปริมณฑลมากที่สุด ร้อยละ 45.3 และกลุ่มตัวอย่างมีเคสอาศัยอยู่ในนอกเมือง (อบต) น้อยที่สุด คือร้อยละ 19.9 ตามที่แสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเขตที่อาศัย

เขตที่อาศัย	จำนวน	ร้อยละ
กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	45.3
ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	34.8
นอกเมือง (อบต.)	84	19.9
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

ในตารางที่ 21 และตาราง 22 นำเสนอผลเมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่าง ตามภูมิภาค งานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างของกลุ่มตัวอย่างที่มีภูมิลำเนาอยู่ในภาคกลาง มากที่สุด คือร้อยละ 49.5 และมีภูมิลำเนาในภาคใต้น้อยที่สุด คือร้อยละ 17.1 ขณะที่ผลเมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามการติดตั้งจานดาวเทียม พบว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ติดตั้งจานดาวเทียม ร้อยละ 51.7 และติดตั้งจานดาวเทียมร้อยละ 48.3

ตารางที่ 21 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภูมิภาค

ภูมิภาค	จำนวน	ร้อยละ
กลาง	209	49.5
ตะวันออก	37	8.8
ตะวันออกเฉียงเหนือ	59	14.0
ใต้	30	7.1
เหนือ	87	20.6
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

ตารางที่ 22 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการติดตั้งจานดาวเทียม

การติดตั้งจานดาวเทียม	จำนวน	ร้อยละ
ติดตั้ง	204	48.3
ไม่ติดตั้ง	218	51.7
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

เมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามประเภทจานดาวเทียมที่ติดตั้ง พบว่ากลุ่มที่มีการติดตั้งจานดาวเทียมมีการติดตั้งจานดาวเทียมแบบตะแกรง (จาน C-Band) ร้อยละ 24.2 และมีการติดตั้งจานดาวเทียมแบบทึบ หรือจานเล็ก (จาน Ku-Band) ร้อยละ 22.5 รวมเป็น ร้อยละ 46.7 มีผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ใช่จานดาวเทียม ร้อยละ 53.3 ดังที่แสดงตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามประเภทจานดาวเทียมที่ติดตั้ง (ถ้าใช้)

ประเภทจานดาวเทียมที่ติดตั้ง (ถ้าใช้)	จำนวน	ร้อยละ
จานดาวเทียมแบบตะแกรง (จาน C-band)	102	24.2
จานดาวเทียมแบบทึบ หรือจานขนาดเล็ก (จาน Ku-Band)	95	22.5
ไม่ใช้	225	53.3
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

เมื่อสอบถามกลุ่มตัวอย่างถึงช่องทางการรับชมโทรทัศน์ที่ต้องการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างเลือกที่จะรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต ถึง ร้อยละ 50 รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิตอล น้อยที่สุด คือร้อยละ 22.7 และรับชมผ่านโทรทัศน์ดาวเทียมร้อยละ 27.3 ตามที่แสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาของกลุ่มตัวอย่างจำแนกความต้องการช่องทางรับชมโทรทัศน์

ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน	ร้อยละ
รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	50.0
รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	22.7
รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	27.3
รวมทั้งสิ้น	422	100.0

ในตารางที่ 25 ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงพรรณนาในส่วนที่เกี่ยวกับรูปแบบการใช้ชีวิตของผู้ตอบแบบสอบถามในส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้านกิจกรรม ด้านความสนใจ และด้านความคิดเห็น พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีรูปแบบการใช้ชีวิตด้านกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ในระดับมาก มีรูปแบบการใช้ชีวิตด้านความสนใจในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ในระดับมาก และมีรูปแบบการใช้ชีวิตด้านความคิดเห็นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G ในระดับมากเช่นเดียวกัน โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีรูปแบบการใช้ชีวิตในส่วนที่เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G มากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.0758 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.79573 โดยมีรูปแบบการใช้ชีวิตในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 3.4372 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70977 สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ เป็นไปตามที่ได้แสดงในตารางที่ 25 ทั้งหมด

ตารางที่ 25 ผลการวิจัยเชิงพรรณนาในรูปแบบการใช้ชีวิตของกลุ่มตัวอย่าง (n = 422)

รูปแบบการใช้ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมและเทคโนโลยี 5G	**เฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลความ**
<u>ด้านกิจกรรม</u> เนื้อหาสาระของโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในกิจกรรมการรับชมมีความหลากหลายและครอบคลุม	3.912	1.1260	มาก
ท่านรับชมเนื้อหาในช่องทางอื่นๆ อาทิ ช่องทางอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม (Netflix Youtube)	4.239	.8340	มากที่สุด
รวมรูปแบบการใช้ชีวิตด้านกิจกรรม	**4.0758**	**.79573**	**มาก**
<u>ด้านความสนใจ</u> ครอบครัวของท่านยังให้ความสนใจในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	3.782	1.2463	มาก
ท่านสนใจที่จะปรับเปลี่ยนมาใช้งานโทรทัศน์ออนไลน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	4.230	.9127	มากที่สุด

รูปแบบการใช้ชีวิตที่เกี่ยวข้องกับการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมและเทคโนโลยี 5G	เฉลี่ย	S.D.	แปลความ
รวมรูปแบบการใช้ชีวิตด้านความสนใจ	**4.0059**	**.90818**	**มาก**
ด้านความคิดเห็น ท่านเห็นด้วยหากภาครัฐจะสนับสนุนโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตทดแทนโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	4.180	.9070	มาก
ท่านมีความคิดเห็นว่าจะต้องปรับตัวหากต้องเปลี่ยนแปลงการรับชมเป็นโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	2.694	1.1914	ปานกลาง
รวมรูปแบบการใช้ชีวิตด้านความคิดเห็น	**3.4372**	**.70977**	**มาก**

ในส่วนของผลการวิจัยเชิงพรรณนาสำหรับตัวแปรที่เป็นทัศนคติเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี 5G แสดงในตารางที่ 26 พบว่าภาพรวมด้านทัศนคติการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G อยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2930 และ 0.71015 ตามลำดับ เช่นเดียวกับตัวแปรด้านทัศนคติความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G ก็อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกันที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2334 และ 0.77177 ตามลำดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความไว้ใจในการใช้เทคโนโลยี 5G ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.0735 และ 0.74748 ตามลำดับ

ตารางที่ 26 ทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G (n = 422) 1 = เห็นด้วยน้อยที่สุด ... 5 = เห็นด้วยมากที่สุด

ตัวแปรด้านทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G	เฉลี่ย	S.D.	1	2	3	4	5	ระดับ
การใช้เทคโนโลยี 5G จะช่วยพัฒนาคุณภาพเครื่องมือต่าง ๆ	4.462	.7812	4 0.9%	6 1.4%	34 8.1%	125 29.6%	253 60%	มากที่สุด
การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้การเข้าถึงบริการต่าง ๆ ดีขึ้น	4.147	.8139	6 1.4%	7 1.7%	56 13.3%	203 48.1%	150 35.5%	มาก
การใช้เทคโนโลยี 5G จะทำให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.270	.8231	3 0.7%	14 3.3%	41 9.7%	172 40.8%	192 45.5%	มากที่สุด
รวมการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G	**4.2930**	**.71015**	1.0%	1.47%	10.46%	39.5%	47%	**มากที่สุด**
การเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G ไม่ใช่เรื่องยาก	4.213	.8811	7 1.7%	8 1.9%	62 14.7%	156 37%	189 44.8%	มากที่สุด
การใช้เทคโนโลยี 5G ในการสื่อสาร เป็นเรื่องง่ายสำหรับท่าน	4.254	.8036	4 0.9%	8 1.9%	48 11.4%	179 42.4%	183 43.4%	มากที่สุด
รวมการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G	**4.2334**	**.77177**	1.3%	1.9%	13.05%	39.7%	44.1%	**มากที่สุด**
ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีการทำงานในแบบเดิม	3.384	1.4324	73 17.3%	44 10.4%	72 17.1%	114 27%	119 28.2%	ปานกลาง
ไม่ต้องการให้เทคโนโลยี 5G มาเปลี่ยนวิธีในการจัดการเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจในชีวิตประจำวัน	3.344	1.3932	71 16.8%	41 9.7%	89 21.1%	114 27%	107 25.4%	ปานกลาง
การเรียนรู้การใช้งานเทคโนโลยี 5G หรือการปรับตัวถือเป็นเรื่องเสียเวลา	2.171	1.3129	202 47.9%	60 14.2%	63 14.9%	80 19%	17 4%	น้อย
การใช้เทคโนโลยี 5G ทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น	2.481	1.4648	179 42.4%	34 8.1%	83 19.7%	79 18.7%	47 11.1%	น้อย
รวมการต่อต้านเทคโนโลยี 5G	**2.8448**	**.72956**	20.75%	10.6%	18.2%	22.68%	17.18%	**ปานกลาง**

ตัวแปรด้านทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G	เฉลี่ย	S.D.	1	2	3	4	5	ระดับ
เทคโนโลยี 5G เป็นอะไรที่มีความน่าเชื่อถือในการพัฒนากระบวนการทำงาน	4.012	.8677	6 1.4%	12 2.8%	84 19.9%	189 44.8%	131 31%	มาก
รู้สึกพึงพอใจและเชื่อมั่นว่าจะได้ประโยชน์เมื่อมีเทคโนโลยี 5G	4.135	.8571	4 0.9%	11 2.6%	73 17.3%	170 40.3%	164 38.9%	มาก
รวมความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G	**4.0735**	**.74748**	1.65%	2.7%	18.6%	42.55%	34.95%	**มาก**
5G ทำให้ฉันรู้สึกไม่สบายใจในเรื่องความเป็นส่วนตัว	3.732	1.1207	20 4.7%	38 9%	102 24.2%	137 32.5%	125 29.6%	มาก
ท่านมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้เทคโนโลยี 5G	3.673	1.1807	31 7.3%	34 8.1%	97 23%	140 33.2%	120 28.4%	มาก
รวมความกังวลในในเทคโนโลยี 5G	**3.7026**	**.99932**	6%	8.55%	23.6%	17.85%	29%	**มาก**
คนรอบตัวท่านเลือกใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อช่วยในการทำงานหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวัน	4.033	.9445	9 2.1%	13 3.1%	88 20.9%	157 37.2%	155 36.7%	มาก
คนรอบข้างมีอิทธิพลกับพฤติกรรมของท่านในการใช้เทคโนโลยี 5G	3.732	1.1541	21 5%	43 10.2%	97 23%	128 30.3%	133 31.5%	มาก
รวมอิทธิพลทางสังคมที่มีต่อเทคโนโลยี 5G	**3.8827**	**.91820**	3.55%	6.65%	21.95%	33.75%	39.1	**มาก**
ถ้ามีโอกาสในการเข้าถึงเทคโนโลยี 5G ท่านมีความตั้งใจที่จะใช้งานเทคโนโลยีนี้	4.289	.8810	2 0.5%	15 3.6%	63 14.9%	121 28.7%	221 52.4%	มากที่สุด
ท่านตั้งใจจะแนะนำญาติพี่น้องหรือเพื่อนสนิทให้ใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยี 5G	4.275	.9067	4 0.9%	15 3.6%	62 14.7%	121 28.7%	220 52.1%	มากที่สุด
รวมความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G	**4.2820**	**.83202**	0.7%	3.6%	14.8%	28.7%	52.3%	**มากที่สุด**

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาที่ตัวแปรด้านทัศนคติการต่อต้านการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่าอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น คือมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.8448 และ 0.72956 ตามลำดับ โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G ในระดับมาก คือมีที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.7026 และ 0.99932 ตามลำดับ ในส่วนของอิทธิพลทางสังคมในการใช้เทคโนโลยี 5G ผู้ตอบแบบสอบถามให้อิทธิพลในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.8827 และ 0.91820 ตามลำดับและท้ายที่สุดทัศนคติเกี่ยวกับความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G ผู้ตอบแบบสอบถามประเมินความตั้งใจอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.2820 และ 0.83202 ตามลำดับ

ในส่วนต่อไปนี้จะเป็นการทำความเข้าใจ ทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G โดยจำแนกตามอาชีพ และผู้วิจัยจะนำเสนอ หรือบรรยายข้อค้นพบทางสถิติเฉพาะที่มีนัยสำคัญเท่านั้น ในส่วนแรกเป็นการทดสอบความแตกต่างของการรับรู้ประโยชน์ ในเทคโนโลยี 5G จำแนกตามอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าในตารางที่ 27 และ ตารางที่ 28 ตัวแปรด้านการรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ความง่ายของกลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามอาชีพไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 27 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ประโยชน์จำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ด้านการรับรู้ประโยชน์ 5G	เกษตรกรรม	25	4.4133	.52068	1.573	.121
	เกษียณ	7	3.8571	.92009		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	4.2650	.87015		
	ความมั่นคง	23	4.4638	.41120		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	3.9833	.64414		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	4.3867	.70068		
	พนักงานของรัฐ	6	3.8333	.75277		
	พนักงานเอกชน	104	4.2404	.72772		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	4.3854	.57492		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	4.3086	.53848		
	รวม	422	4.2930	.71015		

ตารางที่ 28 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ความง่ายจำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ความง่าย 5G	เกษตรกรรม	25	4.2200	.67823	1.021	.422
	เกษียณ	7	4.0000	.76376		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	4.1538	.91987		
	ความมั่นคง	23	4.3696	.52694		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	4.0500	.85686		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	4.3750	.73641		
	พนักงานของรัฐ	6	3.7500	.75829		
	พนักงานเอกชน	104	4.2212	.81201		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	4.1875	.64446		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	4.2407	.56108		
	รวม	422	4.2334	.77177		

ในตารางที่ 29 ตัวแปรความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G เมื่อจำแนกตามอาชีพจะพบความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 แสดงว่ากลุ่มอาชีพที่แตกต่างกันมีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G แตกต่างกัน จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยรายกลุ่มพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพด้านความมั่นคง กลุ่มตัวอย่างในภาคโรงงานอุตสาหกรรม และกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา จะมีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G สูงที่สุดตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำธุรกิจส่วนตัว กลุ่มตัวอย่างที่เป็นพนักงานของรัฐ และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เกษียณอายุ จะมีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ที่ต่ำที่สุด 3 กลุ่มตามลำดับ

ตารางที่ 29 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความไว้ใจใน 5G จำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความไว้ใจใน 5G	เกษตรกรรม	25	4.0400	.72053	2.790*	.003
	เกษียณ	7	3.9286 L3	1.01770		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	4.0577	.85653		
	ความมั่นคง	23	4.2609 H1	.58133		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	3.4250 L1	.63401		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา*	100	4.2150 H3	.64844		
	พนักงานของรัฐ*	6	3.6667 L2	.87560		
	พนักงานเอกชน	104	4.0192	.79721		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	4.1094	.64426		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม*	27	4.2407 H2	.54368		
	รวม	422	4.0735	.74748		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L1 L2 L3 ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดสามกลุ่มแรกตามลำดับ: H1 H2 และH3 ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดตามลำดับ

ขณะที่ตารางที่ 30 ตัวแปรการยอมรับเทคโนโลยี 5G ในด้านการต่อต้านการใช้เทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามอาชีพ แต่ในด้านความกังวลใจ พบว่าเมื่อจำแนกตามอาชีพแล้ว กลุ่มตัวอย่างมีความกังวลใจแตกต่างกันออกไปโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอาชีพที่มีความกังวลใจใน 5G มากที่สุด 3 กลุ่มแรก ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพด้านความมั่นคง กลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในภาคโรงงานอุตสาหกรรม ตามลำดับและกลุ่มตัวอย่างที่ เป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่มีความกังวลใจใน 5G น้อยที่สุด 3 กลุ่มแรกได้แก่ กลุ่มผู้เกษียณอายุ กลุ่มพนักงานของรัฐ และครู/อาจารย์/ข้าราชการ ตามลำดับ ตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 31

ตารางที่ 30 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้ 5G จำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การต่อต้านการใช้ 5G	เกษตรกรรม	25	2.7700	.46165	.325	.967
	เกษียณ	7	2.8571	1.10733		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	2.8109	.83276		
	ดังต่อไปนี้ความมั่นคง	23	2.7500	.37689		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	2.7000	.83351		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	2.8725	.72951		
	พนักงานของรัฐ	6	2.9167	.56273		
	พนักงานเอกชน	104	2.8990	.80692		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	2.9219	.62035		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	2.7778	.52042		
	รวม	422	2.8448	.72956		

ในตารางที่ 30 พบว่าเมื่อจำแนกตามอาชีพแล้ว กลุ่มตัวอย่างรับอิทธิพลทางสังคมแตกต่างกันออกไป โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอาชีพที่รับอิทธิพลทางสังคมใน 5G มากที่สุด 3 กลุ่มแรก ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพด้านความมั่นคง กลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในภาคเกษตรกรรม และ กลุ่มนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ส่วนที่รับอิทธิพลทางสังคมใน 5G น้อยที่สุด 3 กลุ่มแรกได้แก่ กลุ่มผู้เกษียณอายุ กลุ่มพนักงานของรัฐ และกลุ่มธุรกิจส่วนตัวตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุใน ตารางที่ 31 เช่นเดียวกับตารางที่ 32 กลุ่มตัวอย่างที่มีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G เมื่อจำแนกตามอาชีพแล้วมีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอาชีพที่มีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด 3 กลุ่มแรก ได้แก่กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพด้านความมั่นคง กลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในภาคโรงงานอุตสาหกรรมและ กลุ่มนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ส่วนกลุ่มที่มีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5Gน้อยที่สุด 3 กลุ่มแรกได้แก่ กลุ่มธุรกิจส่วนตัว กลุ่มผู้เกษียณอายุ และกลุ่มพนักงานของรัฐตามลำดับ ตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 33

ตารางที่ 31 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความกังวลใจใน 5G จำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความกังวลใจใน 5G*	เกษตรกรรม	25	3.8600	.72915	3.753*	.000
	เกษียณ	7	3.1429 L1	.94491		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	3.4679 L3	1.08214		
	ความมั่นคง	23	4.2391 H1	.58133		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	3.0750	1.19511		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	3.9250 H3	.89718		
	พนักงานของรัฐ	6	3.1667 L2	.51640		
	พนักงานเอกชน	104	3.6106	1.02861		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	3.7188	.99139		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	4.0185 H2	.98529		
	รวม	422	3.7026	.99932		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L1 L2 L3 ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดสามกลุ่มแรกตามลำดับ: H1 H2 H3 ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดตามลำดับ

ตารางที่ 32 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านอิทธิพลทางสังคมใน 5G จำแนกตามอาชีพและผล ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
อิทธิพลทางสังคมใน 5G	เกษตรกรรม	25	4.1200 H2	.76757	4.619	.000
	เกษียณ	7	3.0714 L1	1.33631		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	3.8013	.93051		
	ความมั่นคง	23	4.1739 H1	.59560		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	3.1000 L3	1.07115		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	4.1150 H3	.83441		
	พนักงานของรัฐ	6	3.0833 L2	.80104		
	พนักงานเอกชน	104	3.7788	.96750		

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
	แพทย์และสาธารณสุข	32	4.0938	.80760		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	3.9074	.69389		
	รวม	422	3.8827	.91820		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L1 L2 L3 ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดสามกลุ่มแรกตามลำดับ: H1 H2 H3 ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดตามลำดับ

ตารางที่ 33 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความตั้งใจใช้งาน 5G จำแนกตามอาชีพและการทดสอบ ANOVA

	อาชีพ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความตั้งใจใช้งาน 5G	เกษตรกรรม	25	4.4400	.69702	5.693	.000
	เกษียณ	7	3.5714 L2	.97590		
	ครู/อาจารย์/ข้าราชการ	78	4.1410	.84091		
	ความมั่นคง	23	4.7609 H1	.51939		
	ธุรกิจส่วนตัว	20	3.5250 L1	.83469		
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	100	4.4600 H3	.74427		
	พนักงานของรัฐ	6	3.9167 L3	.73598		
	พนักงานเอกชน	104	4.1538	.91661		
	แพทย์และสาธารณสุข	32	4.4063	.67725		
	ภาคโรงงานอุตสาหกรรม	27	4.6481 H2	.61730		
	รวม	422	4.2820	.83202		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L1 L2 L3 ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดสามกลุ่มแรกตามลำดับ: H1 H2 H3 ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดตามลำดับ

สำหรับตารางที่ 34 ถึงตารางที่ 40 เป็นการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามระดับอายุที่แตกต่างกัน สำหรับทัศนคติ และพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G พบว่าในตารางที่ 34 ประเด็นการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามอายุ

ตารางที่ 34 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ประโยชน์และการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ประโยชน์ 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.4943	.70497	2.197	.088
	20 - 40 ปี	217	4.3103	.72647		
	40 - 60 ปี	148	4.2793	.66332		
	61 ปีขึ้นไป	28	4.0238	.78004		
	รวม	422	4.2930	.71015		

ขณะที่ในตารางที่ 35 ตัวแปรด้านการรับรู้ความง่ายของกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามอายุโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี รับรู้ความง่ายของเทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มอายุ 61 ปีขึ้นไป รับรู้ความง่ายของเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุด ตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 35

ตารางที่ 35 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ความง่ายและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ความง่าย 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.4138 H	.62776	2.683*	.046
	20 - 40 ปี	217	4.2834	.79443		
	40 - 60 ปี	148	4.1858	.71257		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.9107 L	.94334		
	รวม	422	4.2334	.77177		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ขณะที่ในตารางที่ 36 ตัวแปรด้านความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ของกลุ่มตัวอย่างพบความแตกต่างกันเมื่อจำแนกกลุ่มฯ ตามอายุโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มอายุ 61 ปีขึ้นไปความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 36

ตารางที่ 36 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความไว้ใจและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความไว้ใจใน 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.4138 H	.48309	3.849*	.010
	20 - 40 ปี	217	4.1198	.74655		
	40 - 60 ปี	148	3.9764	.75443		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.8750 L	.82355		
	รวม	422	4.0735	.74748		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 37 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้และการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การต่อต้านการใช้ 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	2.8362	.40793	.935	.424
	20 - 40 ปี	217	2.8687	.78912		
	40 - 60 ปี	148	2.7804	.66618		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.0089	.82069		
	รวม	422	2.8448	.72956		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ขณะที่ตารางที่ 37 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามอายุ ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่างจากตารางที่ 38 ที่มีตัวแปรด้านความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุมีความกังวลใจใน 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มอายุ 61 ปีขึ้นไปมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความกังวลใจในการใช้และการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความกังวลใจใน 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.1552 H	.79174	3.066*	.028
	20 - 40 ปี	217	3.7028	1.04986		
	40 - 60 ปี	148	3.6757	.97741		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.3750 L	.75308		
	รวม	422	3.7026	.99932		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 39 มีตัวแปรด้านความอิทธิพลทางสังคมในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ มีการรับอิทธิพลทางสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีมีการรับอิทธิพลทางสังคมมากที่สุด ส่วนกลุ่มอายุ 61 ปีขึ้นไปมีการรับอิทธิพลทางสังคมน้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 39

ตารางที่ 39 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านอิทธิพลทางสังคมและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
อิทธิพลทางสังคมใน 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.2759 H	.76282	5.458	.001
	20 - 40 ปี	217	3.9378	.88299		
	40 - 60 ปี	148	3.8243	.92741		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.3571 L	1.06160		
	รวม	422	3.8827	.91820		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

เช่นเดียวกับตารางที่ 40 ที่มีตัวแปรด้านความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ มีระดับความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีมีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มอายุ 61 ปีขึ้นไปมีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5Gน้อยที่สุด ตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุ

ตารางที่ 40 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความตั้งใจใช้งานและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามอายุ

	อายุ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความตั้งใจใช้งาน 5G	ต่ำกว่า 20 ปี	29	4.6552 H	.48373	7.767*	.000
	20 - 40 ปี	217	4.2719	.82344		
	40 - 60 ปี	148	4.3412	.85124		
	61 ปีขึ้นไป	28	3.6607 L	.78237		
	รวม	422	4.2820	.83202		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

สำหรับตารางที่ 41 ถึงตารางที่ 47 เป็นการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามเขตอาศัยที่แตกต่างกัน สำหรับทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G พบว่าในตารางที่ 41 ประเด็นการรับรู้ประโยชน์ของ

เทคโนโลยี 5G ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามเขตอาศัยที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับในตารางที่ 42 ประเด็นการรับรู้ความง่ายของเทคโนโลยี 5G ก็ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามเขตอาศัยที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 41 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ประโยชน์และการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ประโยชน์ 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	4.2321	.76027	2.166	.116
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.3900	.64150		
	นอกเมือง (อบต.)	84	4.2619	.69627		
	รวม	422	4.2930	.71015		

ตารางที่ 42 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ความง่ายและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ความง่าย 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	4.1806	.83514	1.437	.239
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.3197	.65151		
	นอกเมือง (อบต.)	84	4.2024	.81077		
	รวม	422	4.2334	.77177		

ขณะที่ในตารางที่ 43 ตัวแปรด้านความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ของกลุ่มตัวอย่างพบความแตกต่างกันเมื่อจำแนกกลุ่มฯตามเขตอาศัยโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) มีความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มกรุงเทพ-ปริมณฑลมีความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 43

ตารางที่ 43 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความไว้ใจและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความไว้ใจใน 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	3.9738 L	.78092	5.264	.006
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.2313 H	.70291		
	นอกเมือง (อบต.)	84	4.0238	.70670		
	รวม	422	4.0735	.74748		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ขณะที่ตารางที่ 44 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามเขตอาศัยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่างจากตารางที่ 45 ที่มีตัวแปรด้านความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเขตอาศัยมีความกังวลใจใน 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) มีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มกรุงเทพ-ปริมณฑลมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 45

ตารางที่ 44 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้และการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การต่อต้านการใช้ 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	2.8482	.81547	.072	.930
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	2.8554	.59387		
	นอกเมือง (อบต.)	84	2.8185	.74582		
	รวม	422	2.8448	.72956		

ตารางที่ 45 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความกังวลใจในการใช้และ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความกังวลใจใน 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	3.5026 L	1.07054	11.642	.000
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.0102 H	.89990		
	นอกเมือง (อบต.)	84	3.6190	.86644		
	รวม	422	3.7026	.99932		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 46 ที่มีตัวแปรด้านความอิทธิพลทางสังคมในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเขตอาศัยมีการรับอิทธิพลทางสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) มีการรับอิทธิพลทางสังคมมากที่สุด ส่วนกลุ่มกรุงเทพ-ปริมณฑลมีการรับอิทธิพลทางสังคมน้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุ เช่นเดียวกับใน* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 47 ที่มีตัวแปรด้านความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเขตอาศัยมีระดับความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) มีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มกรุงเทพ-ปริมณฑลมีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5Gน้อยที่สุด ตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 47

ตารางที่ 46 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านอิทธิพลทางสังคมและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
อิทธิพลทางสังคมใน 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	3.6806 L	1.00268	15.398	.000
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.2075 H	.81477		
	นอกเมือง (อบต.)	84	3.7738	.71728		
	รวม	422	3.8827	.91820		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 47 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความตั้งใจใช้งานและการทดสอบ ANOVA จำแนกตามเขตอาศัย

	เขตอาศัย	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความตั้งใจใช้งาน 5G	กรุงเทพ-ปริมณฑล	191	4.0785 L	.89095	13.397	.000
	ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง)	147	4.5374 H	.73580		
	นอกเมือง (อบต.)	84	4.2976	.72859		
	รวม	422	4.2820	.83202		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

สำหรับตารางที่ 48 ถึงตารางที่ 54 เป็นการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกัน สำหรับทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G พบว่าในตารางที่ 48 ประเด็นการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 48

ตารางที่ 48 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ประโยชน์และผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

เขตอาศัย		จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ประโยชน์ 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	4.4408 H	.64656	15.584*	.000
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.9688 L	.87068		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	4.2928	.57591		
	รวม	422	4.2930	.71015		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

เช่นเดียวกับตารางที่ 49 ประเด็นด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้ฯ จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีการรับรู้ความง่ายในการใช้งานมากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีการรับรู้ความง่ายในการใช้งานน้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 49

ตารางที่ 49 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการรับรู้ความง่ายและผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การรับรู้ความง่าย 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	4.4052 H	.69899	14.178*	.000
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.9219 L	.93282		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	4.1783	.65958		
	รวม	422	4.2334	.77177		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ขณะที่ในตารางที่ 50 ตัวแปรด้านความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ของกลุ่มตัวอย่างพบความแตกต่างกันเมื่อจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกัน โดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 50

ตารางที่ 50 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความไว้ใจและผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความไว้ใจใน 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	4.2725 H	.64024	21.160	.000

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.7083 L	.92528		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	4.0130	.63681		
	รวม	422	4.0735	.74748		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ขณะที่ตารางที่ 51 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกันไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่างจากตารางที่ 52 มีตัวแปรด้านความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างเมื่อจำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกันมีความกังวลใจใน 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีความกังวลใจในการใช้เทคโนโลยี 5G น้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุไว้

ตารางที่ 51 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านการต่อต้านการใช้และผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
การต่อต้านการใช้ 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	2.8235	.65868	.412	.662
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	2.9036	1.01266		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	2.8348	.55497		
	รวม	422	2.8448	.72956		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 52 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความกังวลใจในการใช้และ ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความกังวลใจใน 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	3.8934 H	1.03130	16.695*	.000
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.2135 L	.99669		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	3.7609	.79292		
	รวม	422	3.7026	.99932		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ท้ายที่สุดตารางที่ 53 ที่มีตัวแปรด้านความอิทธิพลทางสังคมที่มีในการใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกันมีการรับอิทธิพลทางสังคมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตามรายละเอียดดังนี้ กลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีการรับอิทธิพลทางสังคมมากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีการรับอิทธิพลทางสังคมน้อยที่สุดตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 53 เช่นเดียวกับในตารางที่ 54 ตัวแปรด้านความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์ที่แตกต่างกันมีระดับความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p Value < 0.05 ตาม

รายละเอียดดังนี้ กลุ่มกลุ่มรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตมีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G มากที่สุด ส่วนกลุ่มรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลมีความตั้งใจใช้เทคโนโลยี 5G น้อยที่สุด ตามลำดับตามค่าเฉลี่ยที่ระบุในตารางที่ 54

ตารางที่ 53 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านอิทธิพลทางสังคมและผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
อิทธิพลทางสังคมใน 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	4.1185 H	.88247	20.180*	.000
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.4375 L	.99274		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	3.8217	.76431		
	รวม	422	3.8827	.91820		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05;

L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด; H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

ตารางที่ 54 การยอมรับเทคโนโลยี 5G ด้านความตั้งใจใช้งานและผล ANOVA จำแนกตามช่องทางรับชมโทรทัศน์

	ช่องทางรับชมโทรทัศน์	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่า F	Sig.
ความตั้งใจใช้งาน 5G	รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต	211	4.4810 H	.66877	32.768*	.000
	รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล	96	3.7240 L	.94554		
	รับชมผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	115	4.3826	.80112		
	รวม	422	4.2820	.83202		

* หมายถึงมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05: L ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด: H ค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด

6) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยตามที่ได้ระบุไว้ข้างต้น งานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ตามระเบียบวิธีวิจัยเพื่อทำความเข้าใจในรูปแบบการดำเนินชีวิตประกอบไปด้วย กิจกรรม ความสนใจ และความคิดเห็นของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเทคโนโลยี 5G จากการใช้งานรับชมเนื้อหาในโทรทัศน์ รวมทั้งได้ทำความเข้าใจทัศนคติและพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรย่อยดังนี้ การรับรู้ประโยชน์ในการใช้งาน (Perceived Usefulness) การรับรู้ความง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ทัศนคติในการใช้งาน (Attitudes toward Technology) และความตั้งใจในการใช้งาน (Intention to Use) นอกจากนี้ยังได้ทำความเข้าใจเพิ่มเติมเกี่ยวกับตัวแปรย่อยด้านทัศนคติในการใช้งานเทคโนโลยี 5G ได้แก่ ความเชื่อมั่นในเทคโนโลยี (Trust) อิทธิพลของคนรอบข้างในการใช้เทคโนโลยี (Social Influence) ความกังวลในเทคโนโลยี (Technology Anxiety) และการต่อต้านในการใช้งานเทคโนโลยี (Resistance of Use)

จากข้อมูลเชิงพรรณนาที่ได้ พบว่างานวิจัยนี้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างกระจายตัว คือสามารถได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากรที่สนใจศึกษาได้ครอบคลุมในระดับที่น่าพอใจทั้งในส่วนของลักษณะทางประชากรศาสตร์และพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี 5G ผ่านจานดาวเทียม C-band

กล่าวโดยสรุปได้ว่าในส่วนของตัวแปรด้านทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G นี้ กลุ่มตัวอย่างมีทัศนคติในเชิงดีเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G โดยเฉพาะการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเทคโนโลยีนี้จะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานและทำให้การใช้เทคโนโลยีอื่น ๆ ทั้งในที่ทำงานและการสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

นอกจากนี้ยังทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถใช้เทคโนโลยีดังกล่าวยกระดับการใช้ชีวิตประจำวันได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างมีไว้ใจจากระดับความพึงพอใจ และความเชื่อมั่นว่าเทคโนโลยี 5G จะเข้ามาพัฒนากระบวนการทำงานของตนได้ในระดับมาก อย่างไรก็ตามกลุ่มตัวอย่างจะมีพฤติกรรมต่อต้านการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในระดับปานกลาง เนื่องจากไม่ต้องการเปลี่ยนรูปแบบการทำงานด้วยเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งในประเด็นนี้ภาพรวมกลุ่มตัวอย่างให้การต่อต้านในระดับน้อย เมื่อกล่าวถึงแนวคิดที่ว่าการปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยี 5G เป็นเรื่องที่เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย สำหรับในส่วนของความกังวลที่มีต่อเทคโนโลยี 5G กลุ่มตัวอย่างให้ความกังวลในระดับมากโดยเฉพาะเรื่องของความเป็นส่วนตัวและเรื่องความปลอดภัยในการใช้งาน

โดยทั้งหมดนี้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่าอิทธิพลทางสังคมมีส่วนช่วยให้เกิดการใช้งานในเทคโนโลยีดังกล่าวในระดับมาก ท้ายที่สุดแล้วกลุ่มตัวอย่างมีความตั้งใจที่จะใช้งานเทคโนโลยี 5G ในระดับมากที่สุดทั้งในส่วนการใช้งานและจะแนะนำให้ญาติพี่น้องหรือเพื่อนสนิทใช้งานด้วย

7) ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทดสอบความแตกต่างจำแนกตามกลุ่มประเภทต่าง ๆ

ในส่วนถัดไปหลังจากในส่วนของผลการวิจัยที่ได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายกลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของตัวแปรที่มีความสำคัญในการยอมรับเทคโนโลยีเพื่อทำความเข้าใจเพิ่มเติมในตัวแปรย่อยด้านทัศนคติในการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่มีความสำคัญโดยจำแนกตาม ลักษณะ และพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ อาชีพ ที่อยู่อาศัย และการใช้งานเทคโนโลยีเป็นที่เรียบร้อยตามที่ได้เสนอข้างต้นแล้ว ทั้งหมดถือว่าได้ดำเนินการจนครบถ้วนในส่วนของวัตถุประสงค์ที่ 1 ถึง 4 ตามที่ตั้งไว้ข้างต้น

2.4.3 สรุปประเด็นสำคัญในเชิงสังคม

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในส่วนนี้จะได้นำผลการวิจัยข้างต้นทั้งหมดมาประมวลผลและให้ข้อเสนอแนะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G ให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิผล โดยเฉพาะในกลุ่มทางสังคมที่จำแนกตามอาชีพ อายุ และทัศนคติและพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะสามารถสรุปเป็นตารางได้เพื่อความชัดเจนดังต่อไปนี้

ตารางที่ 55 กลุ่มเป้าหมายที่มีระดับตัวแปรการยอมรับเทคโนโลยี 5G ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวแปรด้านทัศนคติการยอมรับเทคโนโลยี 5G	ระดับการยอมรับ	อาชีพ	อายุ	เขตอาศัย	ช่องทางโทรทัศน์
ภาพรวมการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G	มากที่สุด	N.S.*	N.S.	N.S.	✓
ภาพรวมการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G	มากที่สุด	N.S.	✓	N.S.	✓
ภาพรวมความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G	มาก	✓	✓	✓	✓
ภาพรวมการต่อต้านเทคโนโลยี 5G	ปานกลาง	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
ภาพรวมความกังวลในในเทคโนโลยี 5G	มาก	✓	✓	✓	✓
ภาพรวมอิทธิพลทางสังคมที่มีต่อเทคโนโลยี 5G	มาก	✓	✓	✓	✓
ภาพรวมความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G	มากที่สุด	✓	✓	✓	✓

*N.S. คือ ไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางข้างต้นจะพบว่า

1) กลุ่มตัวแปรด้านการยอมรับเทคโนโลยี 5G มีระดับการยอมรับที่มากและมากที่สุดเกือบในทุกมิติ ยกเว้นในส่วนของภาพรวมการต่อต้านเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งในการตีความพบว่าอยู่ในระดับปานกลางและไม่พบนัยสำคัญทางสถิติที่แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ซึ่งก็หมายความว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะมีการต่อต้านระดับปานกลางเหมือนๆ กันในทุกส่วนเมื่อจำแนกตามอาชีพ อายุ เขตอาศัย และช่องทางรับชมโทรทัศน์
2) สำหรับตัวแปรภาพรวมการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือเมื่อจำแนกตางอาชีพ อายุ และเขตอาศัยแล้วไม่พบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในส่วนของตัวแปรนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีระดับการยอมรับมากที่สุด อย่างไรก็ตามในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามช่องทางการรับชมโทรทัศน์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่รับชมโทรทัศน์ผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตมีการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G มากกว่ากลุ่มที่รับชมโทรทัศน์ดิจิทัลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชี้ให้เห็นว่าการใช้งานจริงทางอินเทอร์เน็ตของกลุ่มตัวอย่างทำให้เกิดการรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G ได้อย่างจับต้องได้และแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆอย่างชัดเจน
3) สำหรับภาพรวมการรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แต่เมื่อจำแนกตามอายุและช่องทางการรับชมฯแล้วมีความแตกต่างรายกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเป็นไปตามคาดการณ์ว่า กลุ่มตัวอย่างที่อายุน้อยคือต่ำกว่า 20 ปี รับรู้ความง่ายในระดับที่มากกว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่มีวัย 61 ปีขึ้นไป เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างที่รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตก็จะรับรู้ความง่ายในระดับที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่รับชมโทรทัศน์ดิจิทัล ซึ่งเป็นโทรทัศน์แบบเดิมหรือสมาร์ทโทรทัศน์ทั่วไปที่รับสัญญาณดิจิทัลได้ ข้อเท็จจริงในส่วนนี้ตอกย้ำว่าการรับรู้ความง่ายอยู่ที่การใช้งานจริงในกลุ่มตัวอย่างที่อายุน้อยและกลุ่มที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อการรับชมโทรทัศน์อยู่เป็นประจำ

4) ในด้านของภาพรวมความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ซึ่งอยู่ในระดับมากสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแต่เมื่อจำแนกตามอาชีพ อายุ เขตอาศัย และช่องทางฯ แล้วพบว่ามีกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยีที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่ในสามกลุ่มอาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพด้านความมั่นคงในภาคโรงงานอุตสาหกรรม และที่เป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษาจะมีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G สูงที่สุดตามลำดับ โดยสามกลุ่มตัวอย่างที่ทำธุรกิจส่วนตัว พนักงานของรัฐ และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เกษียณอายุ จะมีระดับความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G ที่ต่ำที่สุด 3 กลุ่มตามลำดับ ขณะที่กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปีจะมีความไว้ใจฯสูงที่สุดและกลุ่มที่อายุ 61 ปีขึ้นไปจะมีความไว้ใจต่ำที่สุด (สังเกตจากค่าเฉลี่ยจะพบว่ายิ่งอายุมากขึ้นความไว้ใจฯจะลดลงตามลำดับ) เช่นเดียวกับเขตอาศัย กลุ่มกรุงเทพ-ปริมณฑลจะมีความไว้ใจน้อยที่สุดและกลุ่มในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) จะมีระดับความไว้ใจสูงที่สุด ท้ายที่สุดกลุ่มตัวอย่างที่รับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตจะมีความไว้ใจมากที่สุดโดยกลุ่มที่รับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัลจะมีความไว้ใจน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาทั้งหมดแล้วพบว่าภาพรวมด้านความไว้ใจใน 5G ยังค่อนข้างไม่ชัดเจนแต่อาจสรุปคร่าวได้ว่าในส่วนของกลุ่มอาชีพกลุ่มธุรกิจส่วนตัวและพนักงานรัฐและผู้เกษียณอายุแล้ว (ที่มีอายุมากกว่า 61 ปีด้วย) ยังไม่เชื่อมั่นในประโยชน์ของ 5G โดยเฉพาะในเรื่องการทำงานจะต่างจากกลุ่มความมั่นคงและภาคอุตสาหกรรมรวมถึงนักเรียน/นิสิต/นักศึกษาซึ่งมองเห็นประโยชน์ในส่วนนี้ในการทำงานของตัวเอง

5) ในด้านภาพรวมความกังวลใจในเทคโนโลยี 5G ซึ่งอยู่ในระดับมากและเมื่อจำแนกตามอาชีพ อายุ เขตอาศัย แล้วพบว่ามีกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความกังวลใจในเทคโนโลยีที่แตกต่างกันออกไป เช่นเดียวกับความไว้ใจฯข้างต้น เมื่อพิจารณาที่ข้อคำถามพบว่าความกังวลใจในส่วนนี้เป็นเรื่องส่วนตัวและเรื่องความปลอดภัยของบุคคลที่ตอบมากกว่าเรื่องการทำงานเหมือนในด้านความไว้ใจ ทำให้ในส่วนนี้พบว่ากลุ่มอาชีพที่มีความกังวลใจสูงก็จะเป็นกลุ่มที่มีความไว้วางใจสูงได้เหมือนกัน (กลุ่มอาชีพความมั่นคง กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและกลุ่มนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา) โดย กลุ่มอาชีพที่มีความกังวลต่ำสุดได้แก่ กลุ่มเกษียณ กลุ่มพนักงานของรัฐ และกลุ่มครู/อาจารย์/ข้าราชการตามลำดับ

อาจอนุมานได้ว่าสามกลุ่มนี้กังวลใจน้อยกว่าเพราะอาจจะไม่ได้ใช้งานเทียบเท่ากลุ่มแรก ตรรกะนี้สามารถอธิบายได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 61 ปีและใช้ช่องทางอินเทอร์เน็ตในการใช้งาน 5G อย่างไรก็ตามสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยในเขตกรุงเทพ-ปริมณฑล มีความกังวลใจน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยในหัวเมือง (เขตเทศบาลเมือง) ที่กังวลใจฯมากที่สุด ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่ากลุ่มตัวอย่างในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลเองได้รับข้อมูลข่าวสารที่มากกว่าและชัดเจนกว่าก็เป็นไปได้

6) ภาพรวมอิทธิพลทางสังคมที่มีต่อเทคโนโลยี 5G พบว่าอยู่ในระดับมาก โดยกลุ่มอาชีพด้านความมั่นคง เกษตรกรรม นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา กลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี ที่มีเขตอาศัยอยู่ในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) และเป็นกลุ่มที่มีช่องทางรับชมโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต ประเมินว่าคนรอบตัว

ช่วยเลือกให้ใช้เทคโนโลยี 5G ในระดับมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอาชีพในวัยเกษียณ พนักงานของรัฐ และธุรกิจส่วนตัว รวมถึงกลุ่มผู้สูงอายุตั้งแต่ 61 ปีขึ้นไปที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯ-ปริมณฑล และมีช่องทางรับชมผ่านโทรทัศน์ดิจิทัล กลับประเมินว่าคนรอบตัวหรืออิทธิพลทางสังคม อายุในการใช้เทคโนโลยี 5G มีต่ำกว่า

ดังนั้นการสร้างหรือพัฒนาเทคโนโลยี 5G สามารถดำเนินการได้โดยพิจารณาการให้ความสำคัญของคนรอบตัวหรือคนในสังคมที่มีระดับแตกต่างกันตามการจำแนกนี้ได้ ยกตัวอย่าง เช่น คนในวัยเกษียณด้วยกันเองอาจไม่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการใช้งานในเทคโนโลยีนี้เท่ากับการสนับสนุนในกลุ่มคนที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีได้

7) ภาพรวมความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G เป็นตัวแปรสุดท้ายที่มีความสำคัญที่สุดในการพัฒนากระบวนการยอมรับเทคโนโลยี 5G และกลุ่มตัวอย่างประเมินให้อยู่ในระดับมากที่สุด อย่างไรก็ตาม แม้ภาพรวมจะมีความตั้งใจมากหรือสูงที่สุดในการใช้งาน แต่เมื่อจำแนกรายกลุ่มตามอาชีพ อายุ ระดับเขต และช่องทางการรับชมโทรทัศน์แล้วก็ยังมีกลุ่มตัวอย่างที่มีความตั้งใจใช้งานมากกว่าหรือน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ ในงานวิจัยนี้พบว่ากลุ่มอาชีพความมั่นคง โรงงานอุตสาหกรรมและนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา อายุต่ำกว่า 20 ปี อาศัยในเมือง (เขตเทศบาลเมือง) และรับชมโทรทัศน์ผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ต จัดเป็นกลุ่มที่มีระดับความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G ในระดับมากกว่ากลุ่มอาชีพธุรกิจส่วนตัว เกษียณ และพนักงานของรัฐ อายุมากกว่า 61 ปีอาศัยในเขตกรุงเทพฯ-ปริมณฑล และรับชมโทรทัศน์ดิจิทัล

ดังนั้น นโยบายในการสนับสนุนการใช้งานเทคโนโลยี 5G จะออกมาเพื่อใช้กลุ่มเป้าหมายที่มีความตั้งใจสูงกว่าเป็นตัวผลักดันสังคมให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวยิ่งขึ้นไปอีก หรือในทางตรงกันข้ามจะออกเป็นนโยบายที่สนับสนุนเฉพาะกลุ่มเป้าหมายที่มีความตั้งใจน้อยหรือต่ำกว่าก็เป็นได้เป็นการอุดช่องว่างสำหรับกลุ่มเป้าหมายที่ยังสร้างความตั้งใจใช้งานได้มากขึ้นอีก

2.5 การวิเคราะห์เชิงสิ่งแวดล้อม

2.5.1 ความสำคัญของเทคโนโลยี 5G กับสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เป็นเรื่องที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษยชาติทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นอย่างมาก ที่ผ่านมาจะเห็นได้จากภัยพิบัติเกิดถี่ขึ้นและรุนแรงมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นธรณีพิบัติภัย (แผ่นดินไหว) อุทกภัย (น้ำท่วม) สภาวะแห้งแล้งฝนตกไม่ตรงฤดูกาล คลื่นความร้อน ฯลฯ ซึ่งเป็นหนึ่งในผลจากสภาวะโลกร้อน ที่เกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากสู่ชั้นบรรยากาศ ปัจจุบันเป็นปัญหาที่นานาชาติให้ความสำคัญและมีการร่วมกันตั้งเป้าลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อจะชะลอหรือหยุดปรากฏการณ์โลกร้อน จากการประชุมสุดยอดด้านสภาพภูมิอากาศของสหประชาชาติ (COP26) ที่เมืองกลาสโกว์ สหราชอาณาจักร เดือนพฤศจิกายน 2564 ในส่วนของประเทศไทยได้รายงานต่อที่ประชุมถึงกำหนดเป้าหมาย Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMA ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานและขนส่งอย่างน้อย

ร้อยละ 7 ภายในปี พ.ศ. 2563 แต่ประเทศไทยสามารถทำได้เกินเป้าหมายที่ตั้งไว้ถึงกว่า 2 เท่า ก่อนกำหนดเวลาถึง 1 ปี เพราะในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยสามารถไทยลดก๊าซเรือนกระจกได้แล้วถึงร้อยละ 17 นอกจากนี้ ยังเป็นประเทศเริ่มแรก ที่จัดส่งเป้าหมายการมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationally determined contribution: NDC) และได้จัดทำยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับต่ำให้กับ UNFCCC รวมถึงได้จัดทำแผนงานต่าง ๆ ในระดับประเทศ และระดับท้องถิ่น นอกจากนี้ยังได้ประกาศเจตนารมณ์ในที่ประชุมว่าประเทศไทยพร้อมยกระดับการแก้ไขปัญหาภูมิอากาศอย่างเต็มที่ด้วยทุกวิถีทางเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutral) ภายในปี พ.ศ. 2593 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) ภายในปี พ.ศ. 2608 และด้วยการสนับสนุนจากความร่วมมือระหว่างประเทศ และกลไกภายใต้กรอบอนุสัญญาฯ โดยประเทศไทยมีนโยบายการเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ในปี พ.ศ. 2593 และปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero) ภายในปี พ.ศ. 2608

ดังนั้นธุรกิจและอุตสาหกรรมมีความต้องการลดและกำจัดก๊าซเรือนกระจก (GHG) จำเป็นต้องมีเปลี่ยนแปลงการดำเนินงาน ควบคู่กับการใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีที่มีอยู่ เพื่อเร่งความพยายามในการลดการปล่อยคาร์บอนสู่สิ่งแวดล้อม การนำโครงสร้างพื้นฐาน 5G ที่มีการใช้งานเข้ามาช่วยลด Carbon Footprints อาทิ อุตสาหกรรมด้านพลังงาน หรืออุตสาหกรรมการผลิตและการขนส่ง ที่คาดว่าจะได้รับประโยชน์มากที่สุดจากการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนผ่านการใช้เทคโนโลยี 5G เนื่องจากเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ที่ใหญ่ที่สุด อาศัยการเชื่อมโยงผ่านโครงสร้างพื้นฐานและเครือข่ายการสื่อสาร ด้วยคุณสมบัติของเครือข่าย 5G นั้นคือ ultra-low latency ทำให้สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์แบบเรียลไทม์

ดังนั้น เทคโนโลยี 5G ช่วยให้บริษัทต่าง ๆ บรรลุผลกำไรด้านความยั่งยืนมากขึ้น โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานผ่านการตรวจสอบที่ดีขึ้น หรือการลดต้นทุนและวัสดุด้วยการจัดการที่เหมาะสมที่สุด แต่การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนในการลดการปล่อยมลพิษทั่วโลกจะเกิดขึ้นได้ เมื่อโครงสร้างพื้นฐาน 5G อำนวยความสะดวกให้กับระบบต่าง ๆ ที่ต้องเชื่อมต่อกันเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สามารถแบ่งปันข้อมูลจำนวนมากเพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กร รวมทั้งเครือข่ายโลจิสติกส์และเครือข่ายพลังงาน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยี 5G ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในด้านบวกและลบ ผลกระทบของ 5G ต่อสิ่งแวดล้อมอาจเกิดขึ้นได้หลายด้าน ได้แก่

ด้านบวก

- เพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงาน: เทคโนโลยี 5G ให้ความเร็วในการส่งข้อมูลที่สูงกว่าเทคโนโลยีก่อนหน้านี้ ซึ่งลดเวลาในการส่งข้อมูลลงได้ และลดการใช้พลังงานในการสื่อสารของอุปกรณ์เคลื่อนที่

- เปิดโอกาสในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม: เทคโนโลยี 5G มีความสามารถในการส่งสัญญาณได้รวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การใช้งานอุปกรณ์เชิงอัจฉริยะและระบบอัตโนมัติ ได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น รถยนต์ไร้พลังงานที่ใช้ไฟฟ้าเต็มรูปแบบและระบบการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นต้น
- สนับสนุนการใช้งานอุปกรณ์อัจฉริยะ: เทคโนโลยี 5G ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของอุปกรณ์อัจฉริยะ เช่น รถยนต์ไร้พลังงาน ซึ่งสามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก
- ลดการเดินทาง: ช่วยให้การทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถทำงานได้จากที่ไกล้เคียงมากขึ้น ลดการเดินทางไปยังสถานที่ทำงาน นอกจากนี้ยังช่วยในการทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่นรวมถึงการประสานงานที่มีประสิทธิภาพขึ้น ซึ่งส่งผลให้ลดปริมาณการเดินทาง และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ออกจากยานพาหนะ
- สนับสนุนการดูแลและบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ: การใช้เทคโนโลยี 5G สามารถช่วยในการจัดการและดูแลสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้เครือข่ายอัจฉริยะที่สามารถตรวจจับและควบคุมคุณภาพน้ำและอากาศ ช่วยในการป้องกันการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้
- การลดการใช้วัสดุ: เทคโนโลยี 5G ช่วยลดการใช้วัสดุในการสร้างโครงข่าย โดยใช้อุปกรณ์ที่เล็กกว่าและเป็นที่นิยมของอุตสาหกรรม เช่น หลอดไฟแสง LED ที่ใช้ในสถานีโทรคมนาคม ฯลฯ
- การลดการเสียหายของสิ่งแวดล้อม: การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยลดการเสียหายของสิ่งแวดล้อมโดยลดการใช้สารเคมีที่ใช้ในการผลิตโทรศัพท์มือถือและเครือข่าย
- การลดการใช้กระดาษ: 5G ช่วยให้การทำงานที่เกี่ยวข้องกับเอกสารและข้อมูลที่ต้องการแชร์หรือแก้ไขร่วมกันได้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ซึ่งสามารถลดการใช้งานกระดาษและเอกสารที่เกี่ยวข้องได้

ด้านลบ

- การใช้พลังงาน: การใช้งานเครือข่าย 5G อาจทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น เนื่องจากจำเป็นต้องมีการเพิ่มจำนวนสถานีฐาน (Base Station) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ที่มีส่วนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสภาพแวดล้อม
- การเพิ่มปริมาณขยะ: เทคโนโลยี 5G อาจส่งผลให้เกิดปริมาณขยะที่มากขึ้นเนื่องจากการใช้งานอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G เพิ่มขึ้น

- การก่อให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษ: การสร้างอุปกรณ์สำหรับใช้ในเครือข่าย 5G อาจส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยสารพิษที่มาจากการผลิตอุปกรณ์เหล่านี้ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมนุษย์
- ผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชากรท้องถิ่น: การติดตั้งอุปกรณ์ในพื้นที่ที่มีความเป็นมาของชุมชนท้องถิ่นอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชากรท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องมีการย้ายถิ่นฐานหรือสร้างโครงสร้างในพื้นที่เหล่านี้
- การสูญเสียพื้นที่: การติดตั้งโครงข่าย 5G อาจทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ในบางพื้นที่ เช่น การติดตั้งสถานีโทรคมนาคมบนพื้นหลังสถาปัตยกรรม ซึ่งอาจทำให้เสียทัศนียภาพของชุมชน รวมทั้งกระทบต่อแผนผังเมืองที่ได้ออกแบบไว้เดิม เป็นต้น
- ผลกระทบต่อสัตว์ป่า: การติดตั้งอุปกรณ์ในพื้นที่สูงสุดอาจมีผลกระทบต่อสัตว์ป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการติดตั้งสถานีฐานที่อยู่ในพื้นที่ป่าหรืออุทยานแห่งชาติ อาจส่งผลกระทบต่อการอพยพของสัตว์ป่าและลดหายของพันธุ์สัตว์ป่าบางชนิดได้

2.5.2 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) กับงานด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G

SDGs (Sustainable development Goals) เป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อสร้างความเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืนทางสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ โดยเป้าหมายเหล่านี้จะต้องดำเนินการให้สำเร็จภายในปี พ.ศ. 2573 โดย SDGs ประกอบด้วยเป้าหมาย 17 เป้าหมาย ประกอบด้วย

1) ยุติความยากจนทุกรูปแบบในทุกที่ (End poverty in all its forms everywhere)
2) ยุติความหิวโหย บรรลุความมั่นคงทางอาหารและยกระดับโภชนาการและส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน (End hunger, achieve food security and improved nutrition and promote sustainable agriculture)
3) สร้างหลักประกันว่าคนมีชีวิตที่มีสุขภาพดีและส่งเสริมสวัสดิภาพสำหรับทุกคนในทุกวัย (Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages)
4) สร้างหลักประกันว่าทุกคนมีการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างครอบคลุมและเท่าเทียม และสนับสนุนโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all)
5) บรรลุความเสมอภาคระหว่างเพศและให้อำนาจของผู้หญิงและเด็กหญิงทุกคน (Achieve gender equality and empower all women and girls)
6) สร้างหลักประกันเรื่องน้ำและการสุขาภิบาลให้มีการจัดการอย่างยั่งยืน และมีสภาพพร้อมใช้สำหรับทุกคน (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all)

7) สร้างหลักประกันว่าทุกคนเข้าถึงพลังงานสมัยใหม่ในราคาที่สามารถซื้อหาได้ เชื่อถือได้ และยั่งยืน (Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all)
8) ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ต่อเนื่อง ครอบคลุม และยั่งยืน การจ้างงานเต็มที่และมีผลิตภาพ และการมีงานที่สมควรสำหรับทุกคน (Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all)
9) สร้างโครงสร้างพื้นฐานที่มีความทนทาน ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ครอบคลุมและยั่งยืน และส่งเสริมนวัตกรรม (Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation)
10) ลดความไม่เสมอภาคภายในและระหว่างประเทศ (Reduce inequality within and among countries)
11) ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความปลอดภัย ได้รับการบริการจากภาครัฐอย่างทั่วถึง เพื่อให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและยั่งยืน (Make cities and human settlement inclusive, safe, resilient and sustainable)
12) สร้างหลักประกันให้มีแบบแผนการผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน (Ensure sustainable consumption and production patterns)
13) ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น (Take urgent action to combat climate change and its impacts)
14) อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล ทรัพยากรทางทะเลและทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development)
15) ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน ต่อสู้การกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นสภาพกลับมาใหม่ และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (Protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss)
16) ส่งเสริมสังคมที่สงบสุขและครอบคลุมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ให้ทุกคนเข้าถึงความยุติธรรม และสร้างสถาบันที่มีประสิทธิผล รับผิดชอบ และครอบคลุมในทุกระดับ (Promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels)

17) เสริมความเข้มแข็งให้แก่กลไกการดำเนินงานและฟื้นฟูสภาพหุ้นส่วนความร่วมมือระดับโลกสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืน (Strengthen the means of implementation and revitalize the Global Partnership for Sustainable development)

รูปที่ 26 เป้าหมาย 17 ประการของการพัฒนาที่ยั่งยืน SDGs (Sustainable development Goals)
(ที่มา: https://sdgs.nesdc.go.th)

SDGs หรือเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ มีส่วนสำคัญในการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความยั่งยืน เช่น เป้าหมายที่ 6 เกี่ยวกับการเข้าถึงน้ำปลอดภัยและสุขอนามัย เป้าหมายที่ 7 เกี่ยวกับพลังงานที่ยั่งยืนและทั่วถึง เป้าหมายที่ 11 เกี่ยวกับการสร้างเมืองที่มีการใช้ทรัพยากรที่ยั่งยืนและมีความยืดหยุ่น และเป้าหมายที่ 13 เกี่ยวกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

เทคโนโลยี 5G เป็นเทคโนโลยีที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ซึ่งมีความสามารถในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายแบบความเร็วสูง และมีผลต่อการพัฒนาของยุทธศาสตร์การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals - SDGs) ดังนั้น การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการสนับสนุน SDGs ก็เป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในปี พ.ศ. 2573 ได้ดังนี้

1. **การสนับสนุนการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและการเข้าถึงข้อมูล**: เทคโนโลยี 5G มีความเร็วในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและการรับส่งข้อมูลที่สูงกว่ารุ่นก่อน (เทคโนโลยี 4G) ซึ่งสามารถช่วยสนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลและเชื่อมต่อในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึงข้อมูล ทำให้สามารถสนับสนุนเป้าหมาย SDGs เช่น การเข้าถึงบริการทางการศึกษาได้อย่างดีขึ้น เป็นต้น

   การเข้าถึงบริการทางการศึกษา: SDGs มุ่งเน้นโดยเฉพาะเป้าหมายที่เกี่ยวกับการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ทุกคนสามารถมีโอกาสเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ การเชื่อมต่อด้านการศึกษาด้วยเทคโนโลยี 5G ช่วยให้ผู้เรียนทั้งในระดับปฐมวัยและระดับอุดมศึกษาเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพได้อย่างสะดวกสบายและรวดเร็ว โดยเทคโนโลยี 5G มีความเร็วในการส่งข้อมูลที่สูงและความเสถียรสูง

ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับความรู้และบทเรียนได้โดยไม่มีข้อจำกัด อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลที่มีการเข้าถึงเทคโนโลยีและบริการทางการศึกษาที่จำกัดสามารถเข้าถึงความรู้และบทเรียนได้เท่าเทียมกับผู้ใช้บริการในทุก ๆ ที่ด้วยความเร็วสูงและความเสถียรสูงและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเข้าถึงห้องเรียนออนไลน์ หรือการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์มการศึกษาออนไลน์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างยืดหยุ่นและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน นอกจากนี้เทคโนโลยี 5G ยังสามารถช่วยให้สถาบันการศึกษาและครูอาจารย์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสอนและเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องพึ่งพาการมีผู้ดูแลรักษาอุปกรณ์เชิงบริการในสถาบันการศึกษาตลอดเวลา

2. **สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและการลดความยากจน**: การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและลดความยากจนเป็นเรื่องสำคัญในการสนับสนุน SDGs เช่น การพัฒนาแผนธุรกิจด้านดิจิทัลที่เชื่อมโยงธุรกิจขนาดเล็กและกลางกับโลกดิจิทัลได้ ทำให้เกิดโอกาสในการเติบโตและสร้างรายได้ให้กับประชาชน และช่วยส่งเสริมให้เศรษฐกิจมีความยั่งยืน ยกตัวอย่างเช่น
    - การทำธุรกิจออนไลน์: การใช้เทคโนโลยี 5G จะช่วยเพิ่มความเร็วในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและลดความล่าช้าในการโหลดข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถทำธุรกิจออนไลน์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันของทีมงานและการสื่อสารระหว่างสมาชิกในทีมอีกด้วย
    - การพัฒนาแอปพลิเคชัน: การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยเพิ่มความเร็วในการโหลดและใช้งานแอปพลิเคชันที่สำคัญสำหรับธุรกิจ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของธุรกิจและลดเวลาในการเรียกใช้แอปพลิเคชัน นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ปริมาณการใช้อัตราการรับส่งข้อมูลในระดับสูงได้ เช่น แอปพลิเคชันสำหรับการสื่อสารผ่านวิดีโอคอลที่สามารถใช้งานได้รวดเร็วและมีคุณภาพสูง และยังสามารถใช้งานได้โดยไม่มีสะดุดหรือการกระตุ้นเมื่อมีผู้ใช้งานมากพร้อมกัน ทำให้ธุรกิจสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถเติบโตได้ในอนาคตอย่างยั่งยืนด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงในการสื่อสาร นอกจากนี้ยังช่วยสร้างงานและเสริมสร้างเศรษฐกิจในชุมชนได้อีกด้วย เป็นต้น
    - เทคโนโลยี 5G ยังมีผลกระทบที่ดีต่อธุรกิจด้านการตลาด โดยที่การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยเพิ่มความเร็วในการโหลดและใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้ในการตลาด เช่น การใช้แอปพลิเคชันสำหรับการทำโฆษณาหรือการตลาดผ่านโซเชียลมีเดีย ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการโฆษณาและการตลาด โดยผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันและเข้าถึงโฆษณาได้อย่างรวดเร็วและสะดวกสบาย ทำให้ธุรกิจสามารถเพิ่มยอดขายได้อย่างมากขึ้น การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยให้ธุรกิจขนาดเล็กในชนบทมีโอกาสขายสินค้าและบริการออนไลน์ได้ง่าย

ขึ้นและเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่กว้าง รวมทั้งเชื่อมต่อกับลูกค้าและคู่ค้าได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

- การพัฒนาการท่องเที่ยว: การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในการเดินทางและการเข้าถึงข้อมูลสำหรับนักท่องเที่ยว เช่น การใช้งานโซลูชันอินเทอร์เน็ตของสิ่งที่สร้างขึ้นในการแสดงผลและการจัดการข้อมูลของสถานที่ท่องเที่ยว ทำให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงข้อมูลสถานที่ได้อย่างรวดเร็วและง่ายขึ้น เป็นต้น

3. **การสนับสนุนการพัฒนาเมืองเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอย่างยั่งยืน**: การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนสามารถช่วยสนับสนุน SDGs เช่น การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ที่สามารถเชื่อมโยงความต้องการของประชาชนและการพัฒนาเมืองให้สอดคล้องกับเป้าหมาย: SDGs เช่นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานพลังงาน ลดการปลอมปนและการใช้ทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการพัฒนาเมืองสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตในเมืองได้หลายด้าน ยกตัวอย่างเช่น

   - การจัดการจราจรและขนส่ง: การใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อเชื่อมต่อระบบขนส่งและจัดการจราจรในเมือง เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการและควบคุมการจราจร เช่น การคัดกรองข้อมูลจราจรเพื่อเตือนคนขับรถเมื่อมีอุปสรรคบนเส้นทาง หรือการแจ้งเตือนการจราจรในเขตจำกัดความเร็ว สำหรับการเชื่อมต่อระบบสื่อสารและขนส่งในเมืองจะช่วยลดการติดขัดในการจราจรและการเดินทาง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจและการเข้าถึงบริการสำคัญ และยังช่วยลดการใช้พลังงานและประหยัดทรัพยากรได้ เช่น การติดตั้งระบบไฟฟ้าอัจฉริยะในเมืองเพื่อควบคุมการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการพลังงานได้ เป็นต้น การเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมการจราจรและการเดินทางของรถไฟซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานและเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ รวมถึงส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เป็นต้น
   - การบริการสาธารณูปโภค: การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำประปา ระบบการขนส่งของเมือง เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน และลดความเสียหายจากการเกิดความผิดพลาดได้ เป็นต้น
   - การพัฒนาสิ่งแวดล้อมในเขตพื้นที่เมือง: เพื่อเชื่อมต่อระบบสิ่งแวดล้อมในเมือง เช่น ระบบการจัดการขยะ ระบบสุขาภิบาลเชิงพื้นที่ หรือการตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นต้น สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และช่วยลดการเสียหายของสิ่งแวดล้อมและสามารถปรับปรุงคุณภาพชีวิตในเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย รวมถึงช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดการใช้พลังงานในการจัดการขยะในเมืองได้อย่างมากมาย
   - ปัญหาขยะล้นเมืองน่าจะเป็นปัญหาที่ทุกเมืองใหญ่ ๆ ในโลกพยายามแก้ไขกันมานานแต่ก็ไม่สามารถทำได้ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะเมืองท่องเที่ยวที่มักเห็นภาพขยะล้นถังแล้วไม่มีใครมา

เก็บทำให้เกิดภาพที่ไม่น่ามอง ส่งผลเสียให้กับภาพลักษณ์ของเมืองโดยรวม ซึ่งปัญหาเหล่านี้ได้มีการคิดค้น “ถังขยะอัจฉริยะ” (Smart Bin) และใช้งานร่วมกับ “ระบบบริหารจัดการขยะ” (Smart Waste management Solution) ขึ้นมาทดแทนการเก็บขยะแบบเดิม ๆ โดย Ecube Labs ได้ออกแบบและพัฒนาถังขยะอัจฉริยะขึ้นมาในชื่อ “CleanCUBE” ซึ่งเป็นถังขยะที่นำเอาระบบเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้รวมทั้งเทคโนโลยี 5G โดยสามารถเก็บปริมาณขยะได้มากกว่าถังขยะทั่วไปและสามารถเก็บข้อมูลส่งกลับไปยังระบบจัดการขยะของเมือง ทำให้ลดพลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการเก็บขยะได้ค่อนข้างมาก ทั้งยังใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทำงานทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและผลิตจากวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4. **การสนับสนุนการรักษาสิ่งแวดล้อม**: การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการรักษาสิ่งแวดล้อมสามารถช่วยสนับสนุน SDGs ได้แก่ การลดการใช้พลังงานและการลดการปลอมปนในการจัดการกับเนื้อหาออนไลน์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม หรืออาจนำไปใช้ในการอนุรักษ์ธรรมชาติได้หลายแง่มุมด้วย โดยเฉพาะในการตรวจวัดและจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การควบคุมคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ การจัดการป่าไม้ และการเฝ้าระวังภัยพิบัติธรรมชาติ เป็นต้น
   (1) ตลอดจนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลและอนุรักษ์ธรรมชาติ เช่น การจัดการภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ การรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสามารถใช้ในการตรวจจับปัญหาสิ่งแวดล้อม การตรวจจับสิ่งสกปรกหรือการตรวจจับการบาดเจ็บของสัตว์ป่า เป็นต้น การจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ภูเขาที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น ทั้งนี้การใช้เทคโนโลยี 5G ในการอนุรักษ์ธรรมชาติจะต้องมีการออกแบบและพัฒนาระบบอย่างรอบคอบ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและไม่เสียหายในระยะยาว
5. **การสนับสนุนการทำการเกษตรแบบยั่งยืน**: การนำเทคโนโลยี 5G เข้ามาใช้ในการทำการเกษตรแบบยั่งยืนนั้นมีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการใช้ทรัพยากรที่น้อยลงได้ ตัวอย่างของการใช้ 5G ในการทำการเกษตรแบบยั่งยืนได้แก่
   - การควบคุมคุณภาพดินและน้ำ: การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยในการตรวจวัดคุณภาพดินและน้ำได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ช่วยปรับปรุงการจัดการและใช้ทรัพยากรในการเกษตรให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืช และสามารถลดการใช้สารเคมีในการเกษตรได้
   - การควบคุมโรคและแมลง: เพื่อติดตามการแพร่กระจายของโรคและแมลงในพืช ช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจจับโรคและแมลงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและมีการป้องกันได้อย่างได้ผล
   - การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ: เพื่อติดตามการใช้น้ำในการเกษตร สามารถช่วยลดการใช้น้ำในการเกษตรได้โดยประหยัดทรัพยากร โดยการเชื่อมต่อระบบการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี IoT และ AI ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการเกษตรแบบยั่งยืนได้

โดยหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจโดยใช้ระบบ IoT เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมตั้งแต่อุณหภูมิอากาศ ความชื้นในอากาศ ค่า pH ของดิน และปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช จากนั้นใช้ AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เช่น รับคำแนะนำปริมาณน้ำที่เหมาะสมสำหรับการให้สารอาหารโดยการใช้เซ็นเซอร์เพื่อวัดปริมาณน้ำในดินและส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมผ่านระบบ IoT และนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์เพื่อจัดการใช้น้ำในดินให้เหมาะสม หรือการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สารเคมีในการป้องกันโรคและแมลง

- การบริหารจัดการทรัพยากร: การเชื่อมต่อระบบ IoT ช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การปรับสภาพอากาศในอากาศโรงเรือนเพื่อให้เหมาะสมกับพืชที่ปลูก การใช้โดรนเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมและการเจริญเติบโตของพืช และช่วยในการวิเคราะห์และจัดการทรัพยากรในการเกษตร เป็นต้น
- การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต: ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในการเกษตรได้อีกด้วย เช่น การควบคุมคุณภาพผลผลิตโดยเกษตรกรสามารถตรวจสอบคุณภาพได้อย่างละเอียดด้วยการใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดคุณภาพของผลผลิต ได้แก่ ความสมบูรณ์ของผลไม้หรือผัก และการใช้ AI เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและแนะนำวิธีการปรับปรุงการผลิตให้มีคุณภาพมากขึ้น
- การเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยว: เพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพอากาศ ความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยวผลผลิต และลดความเสียหายของผลผลิตเนื่องจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการเก็บเกี่ยว

6. **การสนับสนุนการผลิตในอุตสาหกรรมแบบยั่งยืน**: เทคโนโลยี 5G มีความสำคัญในการสนับสนุนการผลิตในอุตสาหกรรมแบบยั่งยืน และ Smart Factory เนื่องจากสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องจักรในโรงงานได้ทั้งระบบการผลิต ช่วยให้การสื่อสารระหว่างระบบอุปกรณ์ที่ต่างกันเป็นไปได้ และการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับระบบ Cloud ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ติดตามและควบคุมกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเชื่อมต่อระบบมีความเสถียรและมั่นคงทำให้การผลิตทำได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาโดยไม่ขาดการเชื่อมต่อหรือต้องรอเวลานานในการส่งข้อมูล การใช้ 5G ช่วยให้การผลิตในอุตสาหกรรมแบบยั่งยืนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการใช้เทคโนโลยี IoT และ AI เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องจักรในโรงงาน และใช้ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบกระบวนการผลิต โดยทำให้ผู้ดูแลสามารถตรวจสอบสถานะและประสิทธิภาพของการผลิตได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(1) ในส่วนของ Smart Factory สามารถช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้โดยตรงเพราะมีการลดการใช้พลังงานและการปล่อยสารพิษในอากาศ ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีเพื่อลดการใช้พลังงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตมีความสำคัญอย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดการใช้สารเคมีและการปล่อยมลพิษลงในอากาศ

7. **สนับสนุนการเข้าถึงบริการสุขภาพ**: การเข้าถึงบริการสุขภาพเป็นหนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs) ซึ่งหมายถึงการให้บริการสุขภาพที่ดีและเท่าเทียมกันทุกคน ในขณะที่เทคโนโลยี 5G สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการสุขภาพได้ โดยเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลทางการแพทย์และการดูแลสุขภาพ โดยเฉพาะในการส่งข้อมูลระยะไกลหรือระยะทางไกล ช่วยให้แพทย์และผู้ดูแลสุขภาพสามารถตรวจสอบสถานะการรักษาผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ยังใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันทางการแพทย์เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลสุขภาพของผู้ใช้งาน รวมถึงการติดตามข้อมูลสุขภาพของตนเองได้โดยตลอดเวลา ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตและสุขภาพของผู้ใช้บริการในปัจจุบันและในอนาคตด้วยเช่นกัน

ดังนั้นการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการเข้าถึงบริการสุขภาพจึงเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ใช้บริการสุขภาพในยุคปัจจุบันและในอนาคต ตัวอย่างที่นำเทคโนโลยี 5G มาใช้ด้านการแพทย์ ได้แก่

- Telemedicine: การใช้เทคโนโลยีเครือข่าย 5G เพื่อการทำงานร่วมกันระหว่างแพทย์และผู้ป่วยโดยไม่ต้องพบกันด้วยการให้บริการทางการแพทย์แบบระยะไกล (telemedicine) ที่สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ลดเวลาที่ใช้ในการรอคอยและเพิ่มประสิทธิภาพของการบริการ หรือผู้ป่วยสามารถพูดคุยกับแพทย์ผ่านทางวิดีโอโดยไม่ต้องมาติดต่อกับแพทย์โดยตรง โดยทางโรงพยาบาลสามารถให้บริการการวินิจฉัยและรักษาผ่านระบบ telemedicine โดยแพทย์ผู้ใช้งานสามารถติดตามผลการตรวจผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการสิ้นเปลืองทรัพยากรในการดูแลผู้ป่วย เนื่องจากไม่ต้องใช้ทรัพยากรสำหรับการเดินทางไปสถานที่ดูแลสุขภาพ และยังช่วยลดการใช้กระดาษและสิ่งพิมพ์อีกด้วยทำให้ลดการใช้พลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้เช่นกัน
- Remote Monitoring: การใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์และการเชื่อมต่อ 5G เพื่อให้การดูแลและติดตามสุขภาพผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้สามารถติดตามค่าความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจ ฯลฯ ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้สามารถตรวจสอบสถานะสุขภาพของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่อง และจัดการได้ทันทีเมื่อพบสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์
- Virtual Reality: การใช้เทคโนโลยีสมาร์ทโฟนและแว่นตาเสมือน (Virtual Reality) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการสุขภาพต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เช่น การเข้าถึงบริการจากทีมแพทย์หรือนักจิตวิทยาผ่านการสนทนาทางวิดีโอ เพื่อรับการตรวจสุขภาพของตนเองและสามารถรับคำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการฝึกซ้อมของแพทย์และพยาบาล เช่น การฝึกการดูแลผู้ป่วยในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือการฝึกการใช้เครื่องมือแพทย์ เป็นต้น

และเพื่อสนับสนุนว่าเทคโนโลยี 5G สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อการดำเนินงานในอุตสาหกรรมบริการ อาทิ อุตสาหกรรมโลจิสติกส์และการขนส่ง การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ร่วมงานกับการลงทุนในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) อุตสาหกรรมค้าปลีก การแพทย์และสุขภาพ อุตสาหกรรมการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ในแง่มุมของสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาใช้ประกอบกับการพิจารณาผลกระทบ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อตอบสนองต่อการดำเนินชีวิต ซึ่งพบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามรวม 422 ตัวอย่าง จากจำนวนประชากรมากกว่า 100,000 คน (การคำนวณจำนวนตัวอย่างของทาโร่ ยามาเน่) พบว่าที่ความเชื่อมั่น 95% หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5.0% โดยการตั้งคำถามในแบบสอบถามเป็นแบบประมาณค่า 5 ค่า คือ ระดับ (1) น้อยที่สุด (2) น้อย (3) ปานกลาง (4) มาก และ (5) มากที่สุด แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก และทำการแปรผลจากคะแนนค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก แบ่งเป็น

ค่าคะแนนเฉลี่ย	4.21 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด/เห็นด้วยมากที่สุด/เหมาะสมมากที่สุด
	3.41 – 4.20	หมายถึง	มาก/เห็นด้วยเป็นอย่างมาก/เหมาะสมมาก
	2.61 – 3.40	หมายถึง	ปานกลาง/เห็นด้วยพอประมาณ/เหมาะสมปานกลาง
	1.81 – 2.60	หมายถึง	น้อย/เห็นด้วยน้อย/เหมาะสมน้อย
	1.00 – 1.80	หมายถึง	น้อยที่สุด/เห็นด้วยน้อยที่สุด/เหมาะสมน้อยที่สุด

<u>การแปรผลค่าคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักจากแบบสอบถามในประเด็นต่าง ๆ สรุปประเด็นได้ดังต่อไปนี้</u>

<u>ประเด็นที่ 1:</u> กลุ่มตัวอย่างคิดว่า ‘เทคโนโลยี 5G’ เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานโลจิสติกส์และการขนส่ง จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้นในระดับใด

พบว่ามีระดับคะแนนเฉลี่ยของประเด็นนี้อยู่ที่ 4.67 แปรผลได้ว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเทคโนโลยี 5G ทำให้เกิดประสิทธิภาพเมื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานโลจิสติกส์และการขนส่งในระดับ “มากที่สุด” อาจเนื่องมาจากเทคโนโลยี 5G ช่วยการจัดการและควบคุมการจราจรให้เป็นไปตามแผนการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างเช่น รถบรรทุกสามารถเชื่อมต่อกับโครงข่าย 5G เพื่อรับคำสั่งการเปลี่ยนเส้นทางหรือการหยุดรถในสถานการณ์ฉุกเฉิน ลดการติดขัดในการจราจร นอกจากนี้ยังใช้ค้นหาสถานที่จอดรถว่างและแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทาง ซึ่งช่วยประหยัดเวลา ดังนั้นเทคโนโลยี 5G ช่วยให้ระบบการจราจรทำงานอย่างประสิทธิภาพและลดการเสียหายในการเกิดอุบัติเหตุ ทำให้เป็นการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในภาคการคมนาคมขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการติดขัดและเสียเวลาในการเคลื่อนตัว ทำให้รถบรรทุกและยานพาหนะอื่น ๆ ใช้เวลาในการขนส่งที่น้อยลง ซึ่งลดการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยคาร์บอนได้ เป็นต้น

ประเด็นที่ 2: กลุ่มตัวอย่างเชื่อมั่นในระดับใดว่า ‘เทคโนโลยี 5G’ เมื่อใช้ร่วมงานกับการลงทุนในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง IoT จะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้นในระดับใด

พบว่ามีระดับคะแนนเฉลี่ยของประเด็นนี้อยู่ที่ 4.62 แปรผลได้ว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเทคโนโลยี 5G เมื่อใช้ร่วมงานกับการลงทุนในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง Internet of Things: IoT) จะช่วยให้เกิดความสะดวกสบายเพิ่มมากกว่าเดิมในระดับ “มากที่สุด” การนำ 5G กับ IoT มาใช้งานร่วมกันในปัจจุบันพบว่าทำให้เกิดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต (Smart Life) เป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น

- บ้านอัจฉริยะ (Smart Homes): IoT ช่วยให้สามารถควบคุมและจัดการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย 5G ตั้งแต่การเปิดปิดไฟฟ้า การปรับอุณหภูมิในบ้าน การควบคุมระบบรักษาความปลอดภัย เช่น กล้องวงจรปิด ฯลฯ
- การจัดการพลังงาน (Smart Energy management): ผ่านการใช้เซ็นเซอร์และอุปกรณ์ IoT สามารถตรวจวัดและควบคุมการใช้พลังงานในบ้านหรืออาคารได้ ทำให้สามารถปรับการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับความต้องการ ลดการสูญเสียพลังงานไม่จำเป็นและค่าใช้จ่าย

ประเด็นที่ 3: กลุ่มตัวอย่างคิดว่า ‘เทคโนโลยี 5G’ ในอุตสาหกรรมการแพทย์และสุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นการประเมินความเสี่ยงจากการเกิดโรค การติดตามอาการผู้ป่วย รวมถึงการขนส่งยาและเวชภัณฑ์ด้วยการใช้โดรนจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลงกว่าเทคโนโลยีที่ผ่านมาในระดับใด

พบว่าเทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมการแพทย์และสุขภาพมีระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอยู่ที่ 4.46 โดยเหตุผลที่สนับสนุนกล่าวคือ เทคโนโลยี 5G ที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ IoT ในด้านสุขภาพช่วยให้สามารถตรวจวัดสถานะสุขภาพของตนเองได้ ได้แก่ เครื่องวัดการชี้วัดสุขภาพ (เช่น อุปกรณ์วัดความดันโลหิต อุณหภูมิร่างกาย และอุณหภูมิห้อง ฯลฯ) อุปกรณ์ตรวจวัดการออกกำลังกาย (เช่น อุปกรณ์ติดตามการเคลื่อนไหว และอุปกรณ์ตรวจวัดการเผาผลาญพลังงาน ฯลฯ) เป็นต้น ซึ่งสามารถระบุค่าที่ถูกต้องได้และส่งข้อมูลไปยังแพลตฟอร์มสำหรับการวิเคราะห์และประเมินสถานะสุขภาพของเราอย่างเป็นปัจจุบันโดยไม่ต้องเดินทางไปโรงพยาบาลเพื่อพบแพทย์เหมือนที่ผ่านมาในอดีต

ประเด็นที่ 4: กลุ่มตัวอย่างคิดว่า ‘เทคโนโลยี 5G’ ในอุตสาหกรรมสาธารณูปโภคอัจฉริยะจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ AR/VR ในการเลือกชมสินค้าก่อนตัดสินใจที่จะซื้อจริงหรือใช้ในบริการเกมที่ทำให้ผู้เล่นรับชมภาพได้เสมือนจริง และจะมีส่วนช่วยในเรื่องเศรษฐกิจสีเขียวในระดับใด

เห็นว่าเทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมสาธารณูปโภคอัจฉริยะจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ AR/VR ในการเลือกชมสินค้าก่อนตัดสินใจที่จะซื้อจริงหรือใช้ในบริการเกมที่ทำให้ผู้เล่นรับชมภาพได้เสมือนจริง และจะมีส่วนช่วยในเรื่องเศรษฐกิจสีเขียวในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” โดยมีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอยู่ที่ 4.48 กล่าวคือ การใช้งาน AR/VR ในการเลือกชมสินค้าและบริการผ่านเทคโนโลยี 5G ที่มีความเร็วสูงและประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลที่มีความเชื่อมต่อเสถียร เพื่อทดลองการสวมใส่สินค้าหรือได้รับประสบการณ์บริการก่อนที่จะตัดสินใจซื้อจริง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบรายละเอียดและประสบการณ์ได้เสมือนจริงก่อนการซื้อ ซึ่งเพิ่มความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน

<u>ประเด็นที่ 5:</u> ท่านคิดว่า ‘เทคโนโลยี 5G’ ในอุตสาหกรรมการผลิต ที่ปรับเปลี่ยนจากการใช้แรงงานมนุษย์ให้กลายเป็นโรงงานอัจฉริยะ เช่น การใช้หุ่นยนต์ในการผลิต ฯลฯ ทำให้การวางแผนการผลิตทำได้อย่างแม่นยำ จะมีส่วนช่วยในเรื่องเศรษฐกิจสีเขียวในระดับใด

พบว่าเทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมการผลิตที่ปรับเปลี่ยนจากการใช้แรงงานมนุษย์ให้กลายเป็นโรงงานอัจฉริยะ มีส่วนช่วยในเรื่องเศรษฐกิจสีเขียวในระดับ “เห็นด้วยมากที่สุด” โดยมีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักอยู่ที่ 4.48 กล่าวคือ

- เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต: การใช้เทคโนโลยี 5G ในโรงงานอัจฉริยะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ด้วยการเชื่อมต่อและสื่อสารที่รวดเร็วระหว่างเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงาน ทำให้เกิดกระบวนการผลิตที่มีความสอดคล้องและได้รับประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ลดการสูญเสียวัตถุดิบและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน นอกจากนี้ยังช่วยลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดการผลิตอย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- การบริหารจัดการทรัพยากร: เทคโนโลยี 5G ช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากรในโรงงานอัจฉริยะ อย่างเช่น การตรวจสอบและควบคุมการใช้พลังงาน การตรวจสอบสภาพแวดล้อม การจัดการการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและสินค้าในโรงงาน ทำให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียทรัพยากร
- ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก: โรงงานอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยี 5G สามารถควบคุมกระบวนการผลิตอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การใช้ระบบอัจฉริยะในการควบคุมและปรับสภาพการทำงานในโรงงานยังช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบและการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลต่อการลดการใช้ทรัพยากรและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

- การบริหารจัดการสายอาชีพ: การใช้เทคโนโลยี 5G ในโรงงานอัจฉริยะช่วยในการบริหารจัดการแรงงานและกระบวนการการทำงาน ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงในการทำงานและเพิ่มความปลอดภัยให้กับลูกจ้าง นอกจากนี้ยังสามารถสร้างงานที่มีความน่าสนใจและเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมท้องถิ่นได้

เนื่องจากการใช้เทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมการผลิตที่ปรับเปลี่ยนเพื่อเศรษฐกิจสีเขียวเป็นเรื่องที่มีแนวโน้มในการเติบโต การสร้างระบบและการปรับแต่งเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการของการผลิตสีเขียวจะมีบทบาทสำคัญในการสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจทั่วไป

<u>ประเด็นที่ 6:</u> กลุ่มตัวอย่างคิดว่า 'เทคโนโลยี 5G' ในอุตสาหกรรมการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) จะมีส่วนช่วยให้เกษตรกรมีการบริหารจัดการทรัพยากรที่ดีและมีความคุ้มค่า ช่วยลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นได้ ในระดับใด

ในประเด็นนี้กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าเทคโนโลยี 5G มีส่วนช่วยให้เกษตรกรในระบบการเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) มีการบริหารจัดการทรัพยากรที่ดีและมีความคุ้มค่า ช่วยลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นได้ ในระดับ "เห็นด้วยเป็นอย่างมาก" โดยมีค่าเฉลี่ย 4.49

เนื่องจากเทคโนโลยี 5G ช่วยการควบคุมและจัดการระบบน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรสามารถตรวจวัดระดับน้ำในดินและระบบน้ำในสวนได้อย่างแม่นยำ และส่งข้อมูลกลับไปยังฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์และประเมินความต้องการน้ำ ทำให้เกิดการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียน้ำที่ไม่จำเป็น ช่วยลดต้นทุนในการใช้น้ำและเครื่องจักรที่ใช้ในการจัดการน้ำ ช่วยในการจัดการการใช้ปุ๋ยและช่วยในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่สำคัญเช่น อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และระดับสารอาหารในดิน ทำให้เกิดการจัดการการให้ปุ๋ยที่แม่นยำและเหมาะสมต่อความต้องการของพืช ลดการสูญเสียปุ๋ยที่ไม่จำเป็นและลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ย นอกจากนี้ยังช่วยในการควบคุมและตรวจสอบแปลงปลูกอย่างมีประสิทธิภาพ ผ่านการใช้เซ็นเซอร์และระบบระบายเสียง ที่ช่วยตรวจจับและแจ้งเตือนเรื่องระดับน้ำในดิน ความชื้น อุณหภูมิ และสภาพอากาศ ทำให้เกิดการควบคุมการปลูกและการดูแลที่ดีขึ้น ช่วยลดการสูญเสียพืช ประหยัดทรัพยากร และลดต้นทุนในการดูแลแปลงปลูก

โดยรวมแล้ว เทคโนโลยี 5G ในระบบการเกษตรอัจฉริยะช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากรที่ดีและมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียทรัพยากรไม่จำเป็นและลดต้นทุนในการดูแลแปลงปลูก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มผลผลิตในการเกษตร และสร้างอนาคตที่ยั่งยืนในอุตสาหกรรมเกษตรอย่างยั่งยืน

<u>ประเด็นที่ 7:</u> กลุ่มเป้าหมายมีความกังวลว่าอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยี 5G จะสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของท่านมากน้อยเพียงใด

ในเรื่องของความกังวลว่าอุปกรณ์ที่ใช้ 'เทคโนโลยี 5G' จะสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ชีวิต และความเป็นอยู่ของท่านมากน้อยเพียงใด พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่ามีความกังวลอยู่ในระดับ “พอสมควรหรือปานกลาง” โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.04 ทั้งนี้ความกังวลอาจจะมาจากในเรื่องดังต่อไปนี้

- ความเจ็บป่วย: อาจมีกลไกการรบกวนจากสัญญาณไร้สายซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อบางคนที่มีความไวต่อคลื่นสัญญาณในเชิงชีวภาพ หรืออาจส่งผลทำให้เกิดอาการไม่สบาย
- ความเป็นส่วนตัว: เทคโนโลยี 5G มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดความกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวของข้อมูลส่วนบุคคล การใช้งานเทคโนโลยีนี้ต้องมีการคำนึงถึงการรักษาความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูลเป็นอย่างมาก

2.5.3 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในภาคอุตสาหกรรม

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) เป็นปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์หรือบริการตลอดวัฏจักรชีวิต หรือจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร วัดรวมอยู่ในรูปของตัน (กิโลกรัม) ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักได้แก่

- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Organizational Carbon Footprint) คือปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร
- คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Product Carbon footprint) คือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์หรือบริการตลอดวัฏจักรชีวิต ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การจัดจำหน่าย การใช้งาน และการจัดการของเสียหลังจากการใช้งาน

การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นเรื่องสำคัญในการดูแลสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม โดยเครื่องมือสำคัญที่เริ่มนำมาใช้ในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีประสิทธิภาพสูงก็คือการใช้เทคโนโลยี 5G ตัวอย่างของกิจการที่นำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและ Carbon footprint ในภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ การใช้รถยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Electric Vehicles) ในอุตสาหกรรมนี้มีการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างรถยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะกับพื้นที่สาธารณะ (V2X: Vehicle-to-Everything) ช่วยให้รถยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะสามารถคำนวณเส้นทางที่เหมาะสมและเลือกวิธีการขับขี่ที่ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างของกิจการที่ใช้เทคโนโลยี 5G ในการพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ได้แก่ BMW, Audi, และ Huawei ฯลฯ

กรณีศึกษาบริษัท BMW: (Bayerische Motoren Werke AG)

บริษัท BMW เป็นบริษัทผลิตรถยนต์ชั้นนำที่มีคุณภาพสูงของประเทศเยอรมนี ก่อตั้งในปี พ.ศ. 2459 เป็นผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่อันดับ 12 ของโลก รับผิดชอบแบรนด์รถยนต์ BMW มินิ และโรลส์-รอยซ์ รวมถึงแบรนด์รถจักรยานยนต์ BMW Motorrad มีนโยบายอย่างชัดเจนในการสนับสนุนการปรับตัวขององค์กรให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมและเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ BMW ในอนาคต โดยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี eDrive บนแบรนด์ BMWi อย่างต่อเนื่อง อาทิ รถยนต์ไฟฟ้ารุ่น BMWiX BMWiX3 BMWi3 และ BMWi3s โดยมีอัตราเร่งที่ตอบสนองต่อผู้ขับขี่ฉับพลันตั้งแต่ออกตัวของเครื่องยนต์ไฟฟ้าที่ไร้ทั้งควันและมลพิษ

และจากสมรรถนะของรถยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาพบว่าระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกรัม/กิโลเมตร (โดยเฉลี่ย) เป็น 0 ถือว่าประสบผลสำเร็จในการพัฒนารถยนต์ให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ด้วยการใช้เทคโนโลยี 5G ในระบบการขับเคลื่อนโดยใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ในการตรวจวัดต่าง ๆ เพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของอุปกรณ์อัจฉริยะที่ติดตั้งภายในรถยนต์ รวมทั้งการรับส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมและประเมินผลของบริษัทแบบเรียลไทม์

กรณีศึกษา บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้ให้บริการด้านโครงสร้างพื้นฐานในเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และอุปกรณ์อัจฉริยะ

โดยได้แสดงเจตน์จำนงเข้าร่วมการพัฒนาอย่างยั่งยืนและใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา ณ งานสัมมนา Go Green 2022 ณ วันที่ 17 มีนาคม 2565 (จัดโดยกรุงเทพธุรกิจและเนชั่นโทรทัศน์) โดยเห็นว่าการเปลี่ยนผ่านเชิงดิจิทัล (Digitalization) คือกุญแจสำคัญในการฟื้นตัวและการเติบโตของประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก โดยยกตัวอย่างถึงการเพิ่มขึ้นของโครงข่ายบรอดแบนด์ในอัตราที่ร้อยละ 10 จะมีส่วนช่วยเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศหรือ GDP ได้ตั้งแต่ร้อยละ 0.8 – 2.3 และการเพิ่มขึ้นของอัตราการเข้าถึงเครือข่ายโทรศัพท์มือถือในทุก ๆ ร้อยละ 10 จะสามารถเพิ่ม GDP ได้ถึง ร้อยละ 1.5 – 2.8 โดยในอนาคตเทคโนโลยีดิจิทัล ได้แก่ 5G Cloud และ AI จะเป็นปัจจัยหลักในการผลักดันการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งหากอ้างอิงจากรายงานล่าสุดของธนาคารโลกนับตั้งแต่เกิดการแพร่ระบาดของโควิด-19 พบว่าการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและเทคโนโลยีที่สร้างโมเดลธุรกิจรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้งาน สามารถสร้างรายได้ใหม่ ๆ คิดเป็นมูลค่ารวมสูงถึง 110,100 ล้านบาท (3,400 ล้านเหรียญสหรัฐ) ในการลงทุน การออม และรายได้เพิ่มเติมสำหรับประเทศไทยในแต่ละปี นอกจากเทคโนโลยี 5G จะมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลแล้ว โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลยังเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ และเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย

กรณีศึกษา บริษัท เสียวหมี่ คอร์ปอเรชั่น

บริษัท เสียวหมี่ คอร์ปอเรชั่น (Xiaomi Corporation) (เสียวหมี่) บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอุปกรณ์อัจฉริยะสำหรับผู้บริโภค ซึ่งมีสมาร์ทโฟนและสมาร์ทฮาร์ดแวร์อัจฉริยะที่เชื่อมต่อด้วยแพลตฟอร์ม

Internet of Things (IoT) เป็นแกนหลัก ได้ทำการประกาศแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ครั้งใหญ่ภายใต้ชื่อเรียกว่า ปรัชญาคาร์บอนเป็นศูนย์ (Zero-carbon Philosophy) เสียวหมี่จะดำเนินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนโดยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสะอาด เพิ่มพูนเทคนิคการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ และนำการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและโลจิสติกส์มาใช้

รูปที่ 27 ปรัชญาคาร์บอนเป็นศูนย์ (Zero-carbon Philosophy) ของเสียวหมี่

เป้าหมายของปรัชญาคาร์บอนเป็นศูนย์ของเสียวหมี่ คือการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในราคาที่เป็นมิตรในขณะที่ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตภัณฑ์และบริการ เสียวหมี่จะยังคงเพิ่มการใช้เทคโนโลยีคาร์บอนต่ำเพื่อสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อสภาพอากาศและส่งเสริมวิถีชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมคาร์บอนต่ำ (Low-carbon society)

เสียวหมี่ตั้งเป้าหมายการลดการปล่อยเรือนกระจกครั้งแรกในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดการปล่อยเรือนกระจกต่อหัวจากภาคส่วนที่ดำเนินการเองลงร้อยละ 4.5 ภายในปี พ.ศ. 2569 เมื่อเทียบกับปีฐานของปี พ.ศ. 2563 ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565 บริษัทประสบความสำเร็จในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหัวร้อยละ 21.12 เมื่อเทียบกับปีฐาน

การเพิ่มความตระหนักให้กับประชาชนให้เห็นความสำคัญในการบริหารจัดการขยะและน้ำเสียให้เหมาะสมเป็นไปอย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพในเชิงสิ่งแวดล้อม รวมทั้งช่วยกันส่งเสริม สนับสนุน และปฏิบัติตามปรัชญาคาร์บอนเป็นศูนย์ (Zero-carbon Philosophy) ของเสียวหมี่ ซึ่งเป้าหมายหลักของแนวคิดนี้คือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเสื่อมสภาพของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ ดังนั้นการเพิ่มความตระหนักให้กับประชาชนในการบริหารจัดการขยะและน้ำเสียให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญในทิศทางนี้ เช่น เสียวหมี่พยายามรณรงค์และสร้างความตระหนักในการใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกให้กับสังคม โดยออกแบบและผลิตถุงผ้าที่มีคุณภาพสูงและสวยงามเหมาะสำหรับใช้งานประจำวัน แจกจ่ายให้กับ

ประชาชนผ่านผลิตภัณฑ์ของบริษัท รวมทั้งกิจการในเครือและร้านค้าต่าง ๆ ที่ต้องการเข้าร่วมกับเสียวหมี่ ซึ่งถุงผ้านี้สามารถใส่ของได้หลายครั้งและมีความทนทาน โดยวิธีที่ใช้ในการส่งเสริมให้ถุงผ้าเหล่านี้เป็นที่นิยมในการใช้สำหรับการใช้งานแทนถุงพลาสติก เสียวหมี่จะต้องสร้างความตระหนักรู้ประชาชนว่าการใช้ถุงผ้าเป็นทางเลือกที่ดีกว่าถุงพลาสติก ซึ่งสามารถดำเนินการส่งเสริมและรณรงค์ผ่านเทคโนโลยี 5G หรือใช้ช่องทางออนไลน์ เช่น Official website หรือโซเชียลมีเดีย เป็นต้น การจัดกิจกรรมหรือสัมมนาที่เกี่ยวข้องกับการลดการใช้ถุงพลาสติกและการใช้ถุงผ้าในชีวิตประจำวัน ซึ่งเพิ่มโอกาสที่ผู้คนจะได้เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้ถุงผ้าและวิธีการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ที่ผ่านมาเสียวหมี่ให้การสนับสนุนโครงการด้านสิ่งแวดล้อม เช่น โครงการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะและน้ำเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การทำความสะอาดชายฝั่ง การลดการใช้พลาสติกในชีวิตประจำวันตัวอย่าง เช่น การใช้ “ขวดน้ำสุขภาพ” ที่สามารถใช้ซ้ำได้แทนขวดน้ำพลาสติก หรือการใช้หลอดกระดาษแทนหลอดพลาสติก และการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความยืดหยุ่นในการแปรรูปหรือให้ง่ายต่อการนำมารีไซเคิลหรือกำจัดสิ่งของที่เป็นพลาสติกในลักษณะที่มีประสิทธิภาพที่สุดโดยไม่ต้องทำลายหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนการวิจัยเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีผลกระทบต่ำต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้วัสดุที่มีความยั่งยืนและกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.5.4 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) ในภาคการคมนาคมขนส่ง

ภาคการคมนาคมขนส่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีส่วนสำคัญในการสร้างก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะในการขนส่งสินค้าโดยใช้รถบรรทุกที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมันดีเซล เป็นต้น ซึ่งการเผาเชื้อเพลิงนี้จะส่งมลพิษเกิดขึ้น เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และอนุภาคฝุ่นละอองซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์กระตุ้นให้เกิดภาวะโลกร้อนและเป็นปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อมได้

เทคโนโลยี 5G สามารถช่วยให้ระบบการจราจรเป็นอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องจากมีความเร็วสูงและลดความล่าช้าในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ทำให้ส่งและรับข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บนรถหรือบนเส้นทางขนส่งได้เร็วขึ้น

นอกจากนี้ยังช่วยในการควบคุมการจราจรในทางที่ปลอดภัยมากขึ้นโดยการตรวจจับสิ่งกีดขวาง รวมถึงช่วยในการจัดการและควบคุมการจราจรให้เป็นไปตามแผนการจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรถบรรทุกสามารถเชื่อมต่อกับโครงข่าย 5G เพื่อรับคำสั่งการเปลี่ยนเส้นทางหรือการหยุดรถในสถานการณ์ฉุกเฉิน ลดการติดขัดในการจราจร ทำให้เป็นการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) ในภาคการคมนาคมขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการติดขัดและเสียเวลาในการเคลื่อนตัว รถบรรทุกและยานพาหนะอื่น ๆ ใช้เวลาในการขนส่งที่น้อยลง ซึ่งลดการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยคาร์บอนได้

ตัวอย่างหนึ่งของกิจการที่นำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในภาคการคมนาคมขนส่งคือกิจการ Deutsche Telekom และ Daimler AG ในการพัฒนารถบรรทุกที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล

และเชื่อมต่อ 5G ระหว่างรถกับระบบสำหรับการควบคุมการจราจรและการแจ้งเตือนทางด้านความปลอดภัยบนท้องถนน

กรณีศึกษา บริษัท SCANIA GROUP SWEDEN

บริษัท Scania ในประเทศสวีเดน สามารถเป็นตัวอย่างความสำเร็จในการลด Carbon footprint ของบริษัทขนส่งในทั่วโลกได้เนื่องจากบริษัทเป็นผู้ผลิตรถบรรทุกและรถโดยสารที่มีเครื่องยนต์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์ไฟฟ้าผสมเชื้อเพลิง โดยออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การพัฒนาระบบการขับเคลื่อนไฟฟ้าและการใช้เครื่องยนต์ไฟฟ้าผสมเชื้อเพลิง บริษัทได้พัฒนาระบบการขับเคลื่อนไฟฟ้าและเครื่องยนต์ไฟฟ้าผสมเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้เชื้อเพลิง ทำให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้เชื้อเพลิงลงได้อย่างมาก อีกทั้งยังใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อควบคุมและติดตามการขับขี่ของรถบรรทุกและรถโดยสารในเครือข่ายการขนส่งของตนเอง ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งและลดการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยการตรวจจับข้อมูลเชิงลึกของรถยนต์และควบคุมการขับขี่อัตโนมัติ

บริษัท Scania สามารถติดตามและประเมินประสิทธิภาพการขับขี่ของพนักงานขับรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปรับปรุงการใช้งานรถบรรทุกและรถโดยสารเพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากยิ่งขึ้น

ปัจจุบันบริษัท Scania ใช้งานเทคโนโลยีอัจฉริยะเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของการขนส่งและลดการใช้เชื้อเพลิงโดยเฉพาะในพื้นที่ซึ่งความหนาแน่นการจราจรสูง หรือมีความจำเป็นต้องเข้าถึงพื้นที่จำกัด เช่น โซนเมืองหรือเขตอุตสาหกรรมที่แคบ ฯลฯ ตัวอย่างเช่น Scania Zone เป็นโซลูชันสำหรับการลดความเสี่ยงในการชนกันและการเข้าถึงพื้นที่จำกัด เทคโนโลยีนี้ใช้ระบบติดตามตำแหน่ง GPS เพื่อควบคุมความเร็วของรถและการเข้าถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงผ่านเทคโนโลยี 5G ทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ Scania ยังพัฒนาเทคโนโลยีด้านการขับขี่อย่างคุ้มค่า เช่น Scania Driver Support เป็นระบบช่วยเหลือคนขับรถในการขับขี่อย่างปลอดภัยและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของรถบรรทุก Scania โดยระบบนี้ใช้เทคโนโลยี 5G ร่วมกับเซ็นเซอร์และซอฟต์แวร์เพื่อตรวจจับและวิเคราะห์พฤติกรรมของคนขับรถและให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้คนขับรถดำเนินการได้อย่างปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งในทุกสถานการณ์ โดยมีหลายฟังก์ชัน เช่น แนะนำความเร็วที่เหมาะสม การเปลี่ยนเกียร์และการใช้เบรก รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบการขับขี่ของคนขับรถในการตรวจสอบการใช้พลังงานและการประหยัดเชื้อเพลิงในการขับขี่ในระยะยาว เพิ่มประสิทธิภาพการเติบโตของธุรกิจขนส่งของลูกค้า Scania ด้วยการลดค่าใช้จ่ายในการใช้เชื้อเพลิงและค่าบำรุงรักษารถ

กรณีศึกษา DHL

DHL เป็นหนึ่งในบริษัทผู้ให้บริการส่งของและบริการโลจิสติกส์ชั้นนำ ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1969 ที่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการจัดส่งพัสดุสินค้าและเอกสารต่าง ๆ ระหว่างภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก ซึ่งก่อตั้งใน

ประเทศชาอุดิอาระเบียและมีชื่อว่า DHL มีการขยายธุรกิจในหลายประเทศโดยเฉพาะในตลาดที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วเช่น เอเชีย และตลาดเกี่ยวกับการค้าออนไลน์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นผู้นำในการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Carbon footprint) ทำให้สามารถตรวจสอบการใช้พลังงานและการใช้ประสิทธิภาพของระบบโลจิสติกส์ ลดการใช้พลังงานและน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งของสินค้า

ด้วยการใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และ Big Data Analytics ผ่านเครือข่ายเทคโนโลยี 5G เพื่อลด Carbon footprint ในการดำเนินธุรกิจของ DHL โดยมีการพัฒนาโครงการที่เรียกว่า "Green Logistics by DHL" ซึ่งนโยบาย Green Logistic ของ DHL เน้นการลดองค์ประกอบในธุรกิจที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้แนวคิดการพัฒนาสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการใช้พลังงานในการดำเนินงานของบริษัท

2.5.5 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ในภาครถยนต์ไร้คนขับ

ปัจจุบันเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับกำลังได้รับความสนใจจากผู้ผลิตรถยนต์และนักลงทุนในอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากมีศักย์ภาพในการลดอุบัติเหตุจากมนุษย์ที่เป็นคนขับและเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานรถยนต์ การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในรถยนต์ไร้คนขับเป็นหนึ่งในวิธีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเสื่อมสภาพของสภาพแวดล้อมจากการใช้รถยนต์ที่มีการใช้เชื้อเพลิงที่ไม่สะอาด เช่น น้ำมันดีเซล

โดยเทคโนโลยี 5G ช่วยให้รถยนต์ไร้คนขับสามารถเดินทางได้อย่างปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วยการใช้เซ็นเซอร์และเทคโนโลยีการสื่อสารที่เร็วและมีความเสถียร นอกจากนี้ยังช่วยให้ระบบด้านความปลอดภัยของรถยนต์ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงมากขึ้น เช่น ระบบควบคุมรถอัตโนมัติเพื่อลดการชนกันและระบบช่วยเหลือการเดินทาง เช่น ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเส้นทางที่ปลอดภัยที่สุด เป็นต้น

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้รถยนต์ไร้คนขับจะช่วยลด Carbon footprint ในธุรกิจที่ใช้งานรถยนต์เป็นพื้นฐาน เช่น บริษัทขนส่งสินค้า โรงแรม และสถานที่ท่องเที่ยว ฯลฯ จะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวและช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์ของธุรกิจที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมมากขึ้นด้วย บริษัทชั้นนำในด้านรถยนต์ไร้คนขับมีหลายบริษัท ได้แก่

(1) Tesla - เป็นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไร้คนขับที่มีชื่อเสียงมากที่สุด และเป็นผู้นำในการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
(2) Google Waymo - เป็นบริษัทย่อยของ Google ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับ โดยใช้เทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เพื่อทำให้รถยนต์ไร้คนขับมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
(3) Uber - เป็นบริษัทให้บริการแอปพลิเคชันเช่ารถ และกำลังพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและลดต้นทุน

(4) General Motors Cruise - เป็นบริษัทย่อยของ General Motors ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับ โดยมีการทดสอบและพัฒนาที่แตกต่างกันในเมืองซานฟรานซิสโกและซิลิคอนแวลลีย์ในสหรัฐอเมริกา

(5) Baidu Apollo - เป็นบริษัทในประเทศจีนที่มุ่งเน้นการพัฒนาระบบรถยนต์ไร้คนขับอย่างเต็มรูปแบบ บริษัทเป็นส่วนหนึ่งของบริษัท Baidu Inc. ซึ่งเป็นบริษัทเทคโนโลยีใหญ่ในประเทศจีน โดยภายใต้ Baidu Apollo ได้พัฒนาระบบแพลตฟอร์ม Apollo Platform สำหรับรถยนต์ไร้คนขับซึ่งเปิดให้นักพัฒนาสามารถใช้งานและพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ สำหรับรถยนต์ไร้คนขับได้ง่ายขึ้น ในปัจจุบัน Baidu Apollo ได้เริ่มทดสอบการใช้งานรถยนต์ไร้คนขับบนทางหลวงในบางเมืองของในประเทศจีนแล้วก็ได้เปิดตัวรถยนต์ไร้คนขับในงาน China Beijing International High-Tech Expo ในปี พ.ศ. 2562 โดยมีชื่อรถว่า Apollo Moon

(6) Zoox เป็นบริษัทที่พัฒนารถยนต์ไร้คนขับแบบเต็มรูปแบบโดยมุ่งเน้นไปที่ความสะดวกสบายและปลอดภัยสูงสุดสำหรับผู้โดยสาร โดยใช้เทคโนโลยี LiDAR และการเรียนรู้ของเครื่องและออกแบบเพื่อรองรับสภาพแวดล้อมในการใช้งาน โดย Zoox ได้พัฒนารถยนต์ที่มีรูปทรงแบบเต็มรูปแบบที่สามารถรับผู้โดยสารได้จำนวนมาก โดยมีเทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น LiDAR ซึ่งช่วยตรวจจับสิ่งแวดล้อมรอบตัวรถ เซ็นเซอร์ กล้อง และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลและการตัดสินใจของรถยนต์ด้วยเทคโนโลยี AI และ deep learning ในการเรียนรู้และปรับปรุงการขับขี่ของรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการเข้าถึงจุดหมายได้อย่างปลอดภัยและรวดเร็ว

(7) Mobileye - เป็นบริษัทเทคโนโลยีจากอิสราเอลที่พัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไร้คนขับโดยใช้เทคโนโลยีการมองเห็นและการประมวลผลภาพดิจิตอล โดยเฉพาะการตรวจจับสิ่งของและระยะห่างด้วยกล้องที่ตั้งอยู่บนรถ จากนั้นใช้ AI ในการวิเคราะห์และตัดสินใจในการขับรถ มีเป้าหมายเพื่อลดอุบัติเหตุทางถนนและเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้งานรถยนต์ไร้คนขับ

(8) ในตลาดรถยนต์ไร้คนขับยังมีบริษัทอื่น ๆ ที่มีความสำคัญและได้เริ่มพัฒนาเทคโนโลยีนี้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งรวมถึงบริษัทใหญ่อย่าง Aurora Argo AI (ของ Ford) และ Nuro ซึ่งเป็นบริษัทที่พัฒนาและจัดส่งรถยนต์ไร้คนขับสำหรับการจัดส่งสินค้าในเมือง นอกจากนี้ยังมีบริษัทรถยนต์แบบดั้งเดิมที่กำลังพัฒนาเทคโนโลยีนี้ เช่น BMW Mercedes-Benz Audi และ Volvo เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปการใช้เทคโนโลยี 5G ในรถยนต์ไร้คนขับสามารถช่วยลด Carbon footprint ได้หลายวิธี ได้แก่

- การสื่อสารระหว่างรถยนต์: เทคโนโลยี 5G สามารถให้ความเร็วในการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรถยนต์ได้สูงขึ้น ทำให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่นและ

ลดการเสียเวลาจากการหยุดรถในที่ที่รถยนต์อื่นติดขัดได้ลง ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ในบรรยากาศ

- การจัดการการจราจร: เทคโนโลยี 5G สามารถใช้งานเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อเชื่อมต่อระบบการจราจรอัจฉริยะ เช่น ระบบจราจรไร้คนขับ (Smart Traffic System) ซึ่งสามารถควบคุมการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดการชนกันระหว่างรถยนต์ได้ ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศอีกด้วย
- การใช้งานเทคโนโลยี 5G ในรถยนต์ไร้คนขับเพื่อรักษาความปลอดภัยสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความเป็นมาตรฐานของระบบความปลอดภัยได้ โดยมีตัวอย่าง ดังนี้
    - ระบบควบคุมการเดินทางและการจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transport System) สามารถใช้เทคโนโลยี 5G ในการส่งข้อมูลเชิงพร้อมเพื่อรับรู้สภาพแวดล้อมและปัญหาการจราจร ด้วยความเร็วสูงและความเสถียรภาพสูง ช่วยให้ระบบควบคุมการเดินทางและการจราจรสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำขึ้น ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของการควบคุมการขับขี่และลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ
    - ระบบการแจ้งเตือนความเสี่ยงและอุบัติเหตุ (Vehicle-to-Everything: V2X) สามารถใช้เทคโนโลยี 5G ในการส่งข้อมูลสำคัญเพื่อให้ผู้ขับรถรับรู้ถึงสภาพแวดล้อมและสภาพจราจร ช่วยลดความเสี่ยงและอุบัติเหตุได้
    - ระบบช่วยเหลือการขับขี่ (Advanced Driver Assistance System: ADAS) สามารถเชื่อมต่อกับเทคโนโลยี 5G เพื่อรับสัญญาณและข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ช่วยให้ระบบ ADAS สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- ระบบควบคุมการขับรถอัตโนมัติ (Autonomous Driving System) สามารถใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อรับสัญญาณและส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีความเสถียรสูงขึ้น ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาตอบสนองในการควบคุมรถยนต์ได้ เช่น การปรับแต่งอัตราการเลี้ยวของรถให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการจราจร การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ หรือการเข้า-ออกจากเขตจำกัดความเร็ว นอกจากนี้ การเชื่อมต่อกับระบบควบคุมจราจรแบบอัจฉริยะ (Intelligent Transport System) ก็สามารถทำได้ด้วยเช่นกัน โดยการส่งข้อมูลระหว่างรถยนต์และโครงข่าย 5G จะช่วยให้ระบบควบคุมการขับรถอัตโนมัติเข้าใจสภาพแวดล้อมและสามารถปรับปรุงการควบคุมการขับรถได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องขึ้น ทั้งนี้จะช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุทางถนนและเพิ่มความปลอดภัย ช่วยลดการใช้พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศได้

กรณีศึกษา Tesla

Tesla เป็นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีพลังงานสีเขียว ก่อตั้งโดย Elon Musk ในปี ค.ศ. 2003 นโยบายและแผนงานในการลด Carbon footprint ของ Tesla มีหลายด้าน โดยบริษัทมีผลงานที่เกี่ยวข้องกับการลด Carbon footprint ดังนี้

1) Tesla พัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้งานแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงและไม่เกิดมลพิษ รวมถึงเทคโนโลยีการชาร์จแบตเตอรี่ที่ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานสะอาด เช่น แสงอาทิตย์และลม เป็นต้น
2) Tesla ลดการใช้งานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ถ่านหิน แต่จะใช้พลังงานการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม เป็นต้น โดยเฉพาะในโรงงานผลิตรถยนต์ไฟฟ้าใน Shanghai และ Berlin ที่ใช้งานระบบพลังงานสะอาดและน้ำทิ้งที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อลดค่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตรถยนต์ นอกจากนี้ Tesla ยังได้มีโครงการเปิดตัวโรงงานผลิตแบตเตอรี่ในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและลดการขนส่งที่ส่งผลต่อการเกิดสภาวะโลกร้อน
3) มีการจัดตั้ง Tesla Energy เพื่อพัฒนาและจำหน่ายระบบพลังงานสะอาด เช่น แบตเตอรี่พลังงานสำรอง (Powerwall) และระบบจัดเก็บพลังงานจากแสงอาทิตย์ (Solar Roof) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
4) การผลิตรถยนต์ไฟฟ้าของ Tesla ยังมีการใช้งานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เช่น การนำเทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) มาใช้ในการตรวจสอบสถานะการทำงานของโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ฯลฯ ทั้งนี้สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตและลดการใช้พลังงานได้เช่นกัน

ดังนั้น การลด Carbon footprint ของ Tesla ไม่เพียงแค่อยู่ที่การผลิตรถยนต์ไฟฟ้าและการใช้งานแบบเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน่นที่พัฒนาและใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อสร้างสรรค์วิธีการลด Carbon footprint ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพสูงในอนาคต เช่น การใช้งานระบบควบคุมการขับรถอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี 5G เพื่อประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.5.6 กรณีศึกษาการนำใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) ในภาคการเกษตร

การผลิตในภาคการเกษตรส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการผลิตพืชและสัตว์จำเป็นต้องใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้สารเคมี การใช้น้ำและการใช้พื้นที่ ฯลฯ ซึ่งทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโดยตรงหรือโดยอ้อม เพราะในการผลิตสินค้าภาคเกษตรต้องใช้ปัจจัยหลายอย่างที่จำโดยเฉพาะการใช้พลังงาน การผลิตในภาคการเกษตรจึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นอย่างมาก

การเลี้ยงสัตว์เป็นอีกกิจกรรมที่สร้างปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยไอเสียและของเสียจากสัตว์และกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีในการเลี้ยงและการขนส่งสัตว์ ทั้งนี้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์จะขึ้นอยู่กับประเภทของสัตว์ที่เลี้ยงและวิธีการเลี้ยงที่ใช้ ตามรายงานขององค์กรสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ปี 2019 แสดงว่าการเลี้ยงสัตว์ในภาคเกษตรสามารถสร้างปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้มากถึง 7.1 กิโลกรัม CO_2 เทียบกับการผลิตอาหารในแหล่งผลิตที่ไม่ใช่เกษตรอื่น ๆ

ในภาคการเกษตรมีการใช้เทคโนโลยี 5G เป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยใช้ในการสื่อสารรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตร เช่น ระบบเซ็นเซอร์ตรวจสอบคุณภาพดินและอากาศ ระบบการเรียกใช้น้ำและปุ๋ยอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำและปุ๋ยที่ใช้ในการผลิต เนื่องจากเทคโนโลยี 5G ช่วยให้สามารถเฝ้าตรวจสอบและควบคุมการใช้น้ำและปุ๋ยได้เป็นอัตโนมัติตามความต้องการของพืช ทำให้ไม่ต้องใช้ปริมาณน้ำและปุ๋ยเกินจำเป็น ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตอาหารได้ในที่สุด อีกทั้งยังช่วยให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงข้อมูลและข่าวสารเกี่ยวกับการผลิตอาหารได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยเทคโนโลยีนี้สามารถรวมข้อมูลจากเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นในดิน และระบบการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร เป็นต้น แล้วนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อให้เกษตรกรมีข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการตัดสินใจในการผลิต

โดยสรุปแล้วเทคโนโลยี 5G เป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีประสิทธิภาพสำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเกษตร โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอาหาร ลดการใช้น้ำและปุ๋ยเกินจำเป็น และลดการสูญเสียในการขนส่งสินค้าเกษตร ทำให้ลดการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ การใช้เทคโนโลยี 5G สามารถช่วยให้การจัดการแปลงปลูกและการเลี้ยงสัตว์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยสามารถใช้งานเทคโนโลยี 5G ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำในแปลงปลูกผักหรือพืชผลไม้ โดยการใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่า pH และค่าปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และส่งผลต่อคุณภาพผลผลิต
- การติดตามและวิเคราะห์พฤติกรรมของสัตว์ เช่น การติดตามการเคลื่อนไหว อุณหภูมิ ความชื้นในช่องเลี้ยง เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงสัตว์ให้เหมาะสม

การใช้เทคโนโลยี 5G ในภาคการเกษตรส่งผลดีต่อเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ดังนี้

1) การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยให้ผู้ผลิตเกษตรสามารถเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ ความชื้นในดิน และสภาพพื้นที่ได้ในเวลาเดียวกัน จึงช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์และวางแผนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตรได้ ซึ่งส่งผลดีต่อเป้าหมายของ SDGs เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตในภาคการเกษตรและการลดความยากลำบากในการเข้าถึงอาหารสำหรับประชากรที่มีความต้องการ

2) การใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบสภาพอากาศและสภาพพื้นที่อย่างแม่นยำกว่าเดิม ช่วยลดการใช้สารเคมีในการเกษตรได้ เนื่องจากสามารถปรับปรุงการให้น้ำและปุ๋ยให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชและสภาพอากาศแต่ละวัน ซึ่งส่งผลดีต่อเป้าหมายของ SDGs เกี่ยวกับการลดการใช้สารเคมีในการเกษตรและส่งเสริมการใช้วิธีการผลิตที่ยั่งยืน
3) การลดการสูญเสียผลผลิตในภาคการเกษตรเป็นหนึ่งในวิธีการส่งเสริมที่ส่งผลดีต่อเป้าหมายของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development Goals: SDGs) โดยเฉพาะเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในพื้นที่ชนบทและการเกษตร เช่น เป้าหมายที่ 2 (Zero Hunger) คือ การกำจัดความอดอยาก ลดการเสียหายของอาหาร และเพิ่มการเข้าถึงและการใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีคุณภาพสูงให้กับประชากรทั่วโลก
4) การเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการป่าและการเลี้ยงสัตว์แบบยั่งยืนโดยการใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้ประกอบการภาคการเกษตรใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างผลผลิตที่ยั่งยืน สามารถสร้างผลประโยชน์ต่อการปรับปรุงการบริหารจัดการป่าและลดการสูญเสียพื้นที่ป่าได้และมีผลต่อการฟื้นฟูชีวิต ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายที่ 15 (Life on Land) คือ "การปกป้องชีวิตบนบก การฟื้นฟูและการใช้ประโยชน์จากป่า การสร้างพันธมิตรเพื่อการดำเนินการต่อเนื่องเพื่อการปกป้องชีวิตบนผืนแผ่นดิน”

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี 5G สามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุน “การดำเนินชีวิตที่ยั่งยืนและการพัฒนาที่ยั่งยืนของมนุษย์” เช่น ช่วยลดการใช้พลังงานซึ่งส่งผลต่อการลดลงของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากเทคโนโลยี 5G ทำให้การเชื่อมต่อแบบไร้สายมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้นกว่าเทคโนโลยี 4G มากถึง 20 เท่า ทำให้ลดการใช้พลังงานในการสื่อสารและการเชื่อมต่อได้ การใช้งานระบบสารสนเทศอัจฉริยะในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยส่งเสริมในด้านเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) อีกด้วย

นอกจากนี้ยังช่วยสนับสนุนนให้เกิดวัตกรรมใหม่ ๆ เนื่องจากเทคโนโลยี 5G สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาและนวัตกรรมใหม่ โดยเปิดโอกาสให้กับการพัฒนาแอปพลิเคชันและบริการต่าง ๆ ที่ส่งเสริมในด้านเศรษฐกิจสีเขียว เช่น ระบบข้อมูลทางการเกษตร การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ หรือการติดตามและควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร เป็นต้น

เทคโนโลยี 5G กับเศรษฐกิจสีเขียว (ซึ่งเป็น 1 ใน 3 ด้านของ Bioeconomy Circular Economy และ Green Economy) และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development Goals: SDGs) เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างโลกที่ยั่งยืนทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยเทคโนโลยี 5G สามารถเป็นเครื่องมือในการสร้างระบบการเชื่อมต่ออัจฉริยะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และสร้างโอกาสให้กับการพัฒนานวัตกรรมและการเติบโตในอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม กรณีศึกษาของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอาศัยเทคโนโลยี 5G ยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมทั่วโลกเริ่มตื่นตัวในการให้ความสำคัญต่อเรื่องนี้ภายหลังจากการประชุม COP26 ในปี พ.ศ. 2564 (COP 26: Conference of the Parties คือการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) จัดขึ้นที่เมืองกลาสโกว์ สกอตแลนด์ ระหว่างวันที่ 31 ตุลาคม ถึง 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564)

ดังนั้นการผลักดันนโยบายนี้จึงเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2565 เป็นต้นมา ทำให้ยังไม่มีผลของการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างเป็นรูปธรรมมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลจากการใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อช่วยในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพราะการดำเนินการส่วนใหญ่ยังเป็นโครงการสาธิตเพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรมได้มีโอกาสทำความเข้าใจและสร้างความสนใจที่จะใช้เทคโนโลยี 5G และสำหรับประเทศไทยนั้นความร่วมมือในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังอยู่ภาคสมัครใจมากกว่าเป็นการบังคับ

บทที่ 3 การวิเคราะห์นโยบายต่างประเทศและประเทศไทย

ในการวิเคราะห์นโยบายต่างประเทศ คณะผู้วิจัยได้มีการศึกษานโยบายที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในประเทศเป้าหมายที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแนวนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ย่าน C-band ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศญี่ปุ่น ประเทศฝรั่งเศส และประเทศบราซิล ในประเด็นการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G รวมไปถึงแนวคิดการพัฒนาหรือมาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จาก 5G รวมถึงแนวนโยบายของประเทศไทย ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์นโยบายแต่ละประเทศที่เกี่ยวข้องกับกรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band

3.1.1 นโยบายของประเทศไทย

ประเทศไทยมีนโยบายและแผนระดับประเทศที่ส่งเสริมให้เกิดการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาประเทศ ซึ่งล้วนแต่สนับสนุนให้เกิดการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลที่รวมไปถึงเทคโนโลยี 5G อันประกอบด้วยนโยบายและแผนต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

แผนระดับที่ 1 เป็นยุทธศาสตร์ชาติฉบับแรกของประเทศไทยตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ซึ่งจะต้องนำไปสู่ การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” เพื่อความสุขของคนไทยทุกคน ได้แก่

1. ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม และด้านความมั่นคง โดยแผนปฏิบัติการฯ มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ในด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งมีเป้าหมายการพัฒนากลไกที่สำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้ทั้งในภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และภาคบริการด้วยการประยุกต์ใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยี เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย

แผนระดับที่ 2 คือ นโยบายและแผนระดับชาติที่เป็นแนวทางและกรอบการพัฒนาประเทศในองค์รวมที่สนับสนุนการดำเนินงานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ได้แก่

1. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) มีสถานะเป็นแผนระดับที่ 2 ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการแปลงยุทธศาสตร์ชาติไปสู่การปฏิบัติ และใช้เป็นกรอบสำหรับการจัดทำแผนระดับที่ 3 เพื่อให้การดำเนินงานของภาคีการพัฒนาที่เกี่ยวข้องสามารถสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ชาติ ตามกรอบระยะเวลาที่คาดหวังไว้ได้

2. แผนปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านกฎหมาย มีประเด็นขับเคลื่อนการปฏิรูปที่สำคัญในมิติสังคม มิติเศรษฐกิจ และมิติสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประโยชน์ตั้งแต่ระดับประชาชน ระดับชุมชนและ

ท้องถิ่น ระดับภาคธุรกิจ ตลอดจนระดับภาครัฐ เพื่อวางรากฐานการพัฒนาไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการพัฒนาอย่างมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน อันประกอบด้วยแนวทางปฏิรูปประเทศ 11 ด้าน

ทั้งนี้ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมเทคโนโลยี 5G อยู่ภายใต้แนวทางการปฏิรูปประเทศด้านเศรษฐกิจ ซึ่งได้เน้นการสร้างฐานอุตสาหกรรมใหม่ที่รวมไปถึงอุตสาหกรรมดิจิทัลในการยกระดับศักยภาพบุคลากร ผู้ประกอบการ และอุตสาหกรรมไทย ด้านสังคมในประเด็นการสร้างโอกาสให้ทุกกลุ่มคนในสังคมเข้าถึงสวัสดิการตามสิทธิขั้นพื้นฐานได้อย่างครอบคลุม และด้านกฎหมายในเรื่องการปรับปรุงกฎหมายที่ล้าสมัยหรือไม่สอดคล้องกับสภาพการณ์ตามบริบทของสังคม

3. นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ (พ.ศ. 2562 - 2565) เป็นแผนระดับชาติด้านความมั่นคงในมิติต่าง ๆ ทั้งนี้ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G อยู่ภายใต้เรื่องการป้องกันและแก้ไขปัญหาความมั่นคงทางไซเบอร์ ที่เน้นการพัฒนาขีดความสามารถของทุกภาคส่วนสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาความมั่นคงทางไซเบอร์ รวมถึงการเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับสังคมดิจิทัล ตลอดจนมีการพัฒนาองค์ความรู้และตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่อาจเกิดขึ้น

แผนระดับที่ 3 คือ นโยบายและแผนเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานตามแผนระดับ 1 และแผนระดับ 2 หรือตามที่กฎหมาย หรือพันธกรณี หรืออนุสัญญาระหว่างประเทศกำหนดไว้ ได้แก่

1. นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561 - 2580) ในยุทธศาสตร์ที่ 1 - 6 ซึ่งจัดเป็นแผนแม่บทหลักด้านการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของประเทศไทย ระยะ 20 ปี โดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย รวมถึงนำนวัตกรรมดิจิทัลมาสร้างมูลค่าเพิ่มต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมให้ประเทศไทยเกิดความมั่งคั่งและยั่งยืนในระยะยาว

2. แผนปฏิบัติการด้านดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2561 - 2565) ซึ่งอยู่ภายใต้นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561 - 2580) โดยมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมเทคโนโลยี 5G อยู่ภายใต้เป้าหมายการพัฒนารายยุทธศาสตร์ที่ 1-6

3. แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2562 - 2566) เป็นแผนแม่บทที่กำหนดทิศทางในการกำกับดูแลการประกอบกิจการโทรคมนาคมของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ในระยะ 5 ปี เพื่อรองรับกับสภาพแวดล้อมระบบนิเวศดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมเทคโนโลยี 5G อยู่ภายใต้ในยุทธศาสตร์ที่ 1 - 6

4. แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) เป็นแผนแม่บทที่กำหนดหลักเกณฑ์การจัดสรรและกำกับดูแลการบริหารจัดการคลื่นความถี่ให้มีประสิทธิภาพ เพียงพอต่อความต้องการ ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีและสอดคล้องกับสากล แผนแม่บทบริหารคลื่นความถี่นี้ ได้กำหนดช่วงคลื่นความถี่ไว้

รองรับสำหรับการใช้งานกับเทคโนโลยี 5G ได้แก่ ช่วง 3.4 – 3.7 GHz ช่วง 24.25 - 27.5 GHz และช่วง 27.5 – 29.5 GHz

5. แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2564) ซึ่งในแผนแม่บทดังกล่าวได้มีการปรับปรุงภาคผนวกและตารางกำหนดคลื่นความถี่แห่งชาติของแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) เพื่อให้สอดคล้องกับบทบัญญัติแห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2562 และข้อบังคับวิทยุ ฉบับ ค.ศ. 2020 (Radio Regulations Edition of 2020) ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ รวมทั้งสอดรับกับนโยบายการใช้คลื่นความถี่ในปัจจุบันและอนาคตของประเทศ

3.1.2 นโยบายของสาธารณรัฐอินโดนีเซีย

อินโดนีเซียได้กำหนดกรอบนโยบายการทำงานที่สำคัญสำหรับการเร่งรัดการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลแห่งชาติ โดยผ่านกระทรวงคมนาคมและสารสนเทศกำลังดำเนินการเร่งการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลระดับชาติ โดยสรุปลำดับความสำคัญ 5 ประการ คือ[54]

1. การเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล ได้แก่ การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่เพียงพอสำหรับ 12,548 หมู่บ้าน/ตำบล และบริการสาธารณะ 150,000 แห่ง (รวมถึงบริการด้านสุขภาพ)
2. ดำเนินการจัดทำ Spectrum Reframing คลื่นความถี่วิทยุใหม่เพื่อประสิทธิภาพของเครือข่ายและการพัฒนาเทคโนโลยี 5G
3. การริเริ่มการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์อย่างครอบคลุมและยั่งยืนในภาคส่วนดิจิทัล โดยเริ่มจากความสามารถและความรู้ในด้านนั้น และก้าวไปสู่ความเป็นผู้นำในยุคดิจิทัล
4. การจัดทำแผนงานการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในภาคส่วนยุทธศาสตร์ เช่น ภาครัฐ บริการสาธารณะ การสนับสนุนด้านสวัสดิการสังคม การศึกษา สุขภาพ การค้า อุตสาหกรรม และการกระจายเสียง
5. การดำเนินการให้เกิดความสมบูรณ์ของกฎหมายหลักเพื่อสนับสนุนระบบนิเวศดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ได้แก่ ร่างกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล และร่างพระราชบัญญัติว่าด้วยการสร้างงานในภาคโทรคมนาคม/การแพร่ภาพกระจายเสียง ซึ่งคาดว่าจะเร่งให้โทรทัศน์แห่งชาติเข้าสู่ยุคดิจิทัลเร็วขึ้น

จากแนวนโยบายดังกล่าวส่งผลให้อินโดนีเซียต้องการปรับปรุงอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านดิจิทัลของประเทศและเพื่อสนับสนุนวิสัยทัศน์ของ Indonesia Gold 2045 รัฐบาลอินโดนีเซียได้ร่าง Roadmap ของอินโดนีเซียด้านดิจิทัลสำหรับปี ค.ศ. 2021-2024 ซึ่งชี้แจงทิศทางของนโยบายที่จะดำเนินการใน 4 ส่วนยุทธศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การบริหารดิจิทัล เศรษฐกิจดิจิทัล และชุมชนดิจิทัล[55]

---

[54] https://www.eria.org/uploads/media/Books/2022-Accelerating-Digital-Transformation-Indonesia/Accelerating-Digital-Transformation-Indonesia-rev3.pdf

[55] https://en.antaranews.com/news/167151/ministry-drafts-roadmap-for-indonesia-digital-2021-2024

อย่างไรก็ตาม อินโดนีเซียยังไม่มีความพร้อมของคลื่นความถี่ในย่านความถี่ 2600 MHz และ 3500 MHz ซึ่งแถบคลื่นความถี่ทั้งสองนี้ได้ถูกกำหนดให้ใช้ในการให้บริการ 5G ของอินโดนีเซียเช่นกัน โดยในปัจจุบันได้มีการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวกับกิจการกระจายเสียง (2600 MHz) และระบบดาวเทียมประจำที่ (รวมถึง TVRO) (3500 MHz) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของยุทธศาสตร์ บรอดแบนด์แห่งชาติของอินโดนีเซีย ส่งผลให้แผนการจัดการคลื่นความถี่กำหนดว่าจะไม่สามารถใช้งานได้จนกว่าจะถึงปี ค.ศ. 2023 ซึ่งในขณะนี้อยู่ภายใต้การทบทวนนโยบายเพิ่มเติม เนื่องจากคณะทำงาน 5G ภายในหน่วยงานกำกับดูแลกำลังพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่ย่านความถี่ 3500 MHz จะอยู่ร่วมกันระหว่างโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และการสื่อสารผ่านดาวเทียม รวมถึงการจัดการผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านระบบดาวเทียม (TVRO) ที่ยังใช้งานในย่านความถี่ดังกล่าว โดยคณะทำงานอยู่ระหว่างการทดลองการใช้อุปกรณ์ LNB เพื่อหาข้อสรุปสำหรับปัญหาการรบกวนของสัญญาณ เบื้องต้นมีแนวคิดในการแบ่งพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ระหว่างพื้นที่ชนบทและในเมืองให้ชัดเจน ร่วมกับกำหนดให้มีระยะแถบความถี่ป้องกันเพิ่มเติม โดยมีแนวโน้มว่าคลื่นความถี่ 3500 MHz จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ในเขตเมืองเป็นหลัก เพื่อให้ได้รับบริการที่มีคุณภาพดีมากขึ้น แต่ก็อาจกระทบต่อผู้ใช้ในชนบทได้[56]

3.1.3 นโยบายของสหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล

ประเทศไทยมีคุณลักษณะและแนวนโยบายในการปรับปรุงคลื่นความถี่ใกล้เคียงกับประเทศบราซิล กล่าวคือ มีจำนวนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่าผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายใหญ่ที่สุดของประเทศไทยจะมีส่วนแบ่งตลาดมากกว่าประเทศบราซิลเล็กน้อย อีกทั้งปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ทั้งประเทศไทยและบราซิล มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Television Receiver Only: TVRO) ที่ค่อนข้างหนาแน่น โดยมีครัวเรือนมากกว่าร้อยละ 30 ใช้งาน TVRO และทั้งสองประเทศมีแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ชัดเจนสามารถนำมาจัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยมีกำหนดช่วงเวลาและคลื่นความถี่ที่จะนำมาจัดสรร ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในตารางที่ 56

[56] https://gadget.jagatreview.com/2020/12/roadmap-5g-dan-transformasi-digital-indonesia-kembali-dipaparkan/?_cf_chl_managed_tk__=FvsgU31rxvlXQnk4hM-1rljOul7ytw_hjWbLMotKeyb4-1636045428-0-gaNycGzNCCU

ตารางที่ 56 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของประเทศไทย และบราซิล

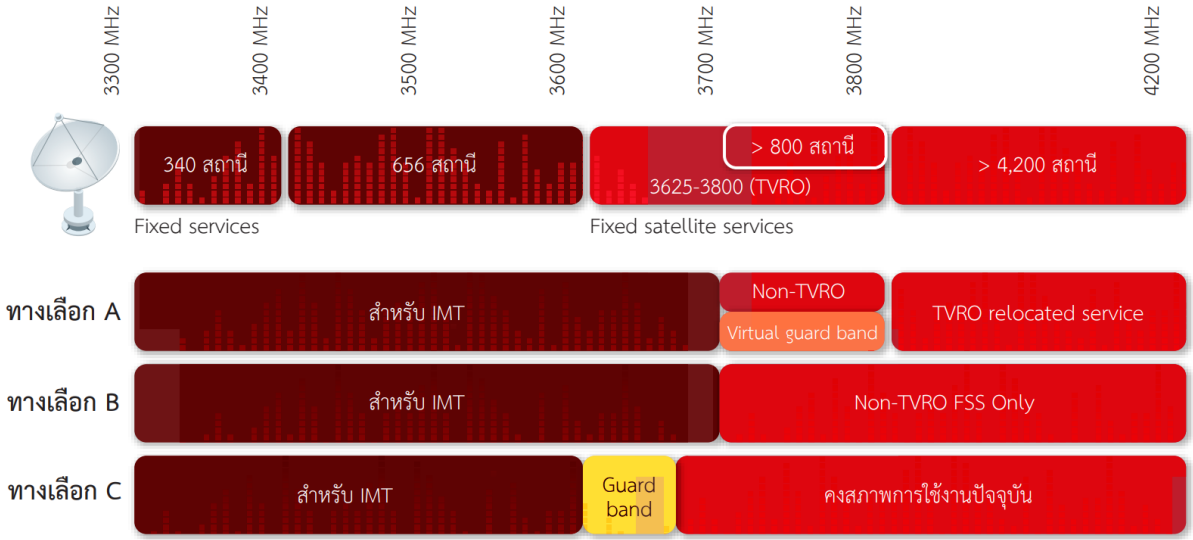
คุณลักษณะ	บราซิล	ไทย
จำนวนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่	มีผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 ราย คือ Vivo, Claro, TIM และ Oi โดยมีส่วนแบ่งตลาดของผู้ให้บริการที่ใหญ่ที่สุด คือ ร้อยละ 37[A]	มีผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 ราย คือ AIS DTAC TRUE และ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) โดยมีส่วนแบ่งตลาดของผู้ให้บริการที่ใหญ่ที่สุด คือ ร้อยละ 45
ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรแก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล	700 MHz	620 MHz
ความหนาแน่นของการใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม	ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 22 ล้านครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 30.6 ของครัวเรือนทั้งหมด	ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 12 ล้านครัวเรือน[B] คิดเป็นร้อยละ 56.3 ของครัวเรือนทั้งหมด
แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz	Anacom มีแผนที่จะนำคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz จำนวน 300 MHz มาทำการประมูลร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz 2300 MHz และ 26 GHz โดยจะประมูลในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564	กทสช. มีแผนที่จะนำคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz มาทำการประมูลร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz และ 28 GHz

หมายเหตุ : A Brazil: Wireless service market share 2020, by operator, by statista, 2021.

B สรุปผลที่สำคัญ การมีอุปกรณ์รับชมรายการโทรทัศน์ในครัวเรือน พ.ศ. 2562, โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2562.

ที่มา: ปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิล

Anacom (Autoridade Nacional de Comunicações) ได้พิจารณา 3 ทางเลือกในการดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ดังรูปที่ 28 ดังนี้



รูปที่ 28 สถานการณ์ใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในปัจจุบันเปรียบกับทางเลือกต่าง ๆ

ที่มา: GSMA (2020) (ดัดแปลงโดย กสทช)

ทางเลือก A การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่านสูงกว่า 3.8 GHz โดยกำหนดระยะแถบความถี่ป้องกันที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้หากกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล มีการใช้งานเพิ่มขึ้นและมีการใช้งานในคลื่นความถี 3700-3800 MHz ให้นำระบบตัวกรองสัญญาณ (Filter) เข้ามาใช้

ทางเลือก B การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่าน Ku-Band ซึงก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนผ่านย่านความถี่ ซึ่งกรณีนี้แม้ว่า TVRO จะถูกย้ายออกจากย่านความถี่ C-band แต่กิจการ FSS ซึ่งเป็นกิจการเดิมยังคงมีการใช้งานอยู่

ทางเลือก C การให้ TVRO ยังคงใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่ย่าน 3625 MHz เดิมและพิจารณาการรบกวนกันของคลื่นความถี่เป็นรายกรณี เนื่องจาก TVRO เป็นกิจการที่ถูกใช้ในพื้นที่ชนบท ทั้งนี้ กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ถูกใช้งานในคลื่นความถี่เดียวกันมีพื้นที่การใช้งานอยู่ในตัวเมือง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้งานของทั้งสองกิจการแม้ว่าจะใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่เดียวกันแต่เป็นการใช้งานต่างพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้น้อยที่จะเกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์รบกวนกันของคลื่นความถี่ให้นำหลักการใช้งานตัวกรองสัญญาณเข้ามาปรับใช้เป็นรายกรณีเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป

LCA Consulting ได้ทำการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของทางเลือกที่ Anacom นำเสนอพบว่าทางเลือก A เป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ แม้ว่า TVRO มีบทบาทสำคัญกับกิจการโทรทัศน์ของประเทศบราซิลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 (ค.ศ. 1980) แต่ภายหลังเมื่อมีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz เพื่อการเปลี่ยนผ่านระบบโทรทัศน์จากแอนะลอกสู่ดิจิทัลในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) ประกอบกับนโยบาย Analogue Switch Off (ASO) ซึ่งรัฐบาลอุดหนุนภาคประชาชนโดยการแจกกล่องโทรทัศน์ดิจิทัล (Set Top Box: STBs) ให้กับผู้ที่มีรายได้น้อย ทำให้อัตราการใช้งาน TVRO ในบราซิลลดลงจากจำนวนผู้ใช้งาน 22 ล้านคนเหลือ 6 ล้านคน อย่างไรก็ดี จากการสำรวจข้อมูลของ Anacom พบว่า TVRO ในปัจจุบันถูกใช้งานโดยผู้มีรายได้น้อยและโดยมากจะถูกใช้งานในพื้นที่ห่างไกลจากตัวเมืองและมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ TVRO ในการรบชมโทรทัศน์ ดังนั้น จึงเป็นประเด็นเชิงนโยบายที่ภาครัฐจะต้องจัดสรรค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหัวรับสัญญาณ (Low-Noise Block Feedhorn: LNBF) ให้แก่ครัวเรือนที่จะได้รับผลกระทบจากการปรับปรุงคลื่นความถี่นี้ เพื่อให้สามารถรับชมโทรทัศน์ได้ต่อไป

การให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในบราซิลโดยมากผู้ใช้บริการจะกระจุกตัวในพื้นที่เมือง ดังนั้นการใช้งานร่วมกันระหว่าง TVRO และกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จึงไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ เนื่องจากเป็นการให้บริการบนย่านความถี่เดียวกันแต่ให้บริการต่างพื้นที่ นอกจากนี้ GSMA ได้ให้ข้อสังเกตว่า ถึงแม้ว่าการให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในเขตพื้นที่ชนบทจะไม่ได้รับการตอบรับและมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนน้อย อย่างไรก็ดีพื้นที่เหล่านี้ยังคงจำเป็นที่จะต้องมีบริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เพื่อใช้เป็นเครือข่ายโทรคมนาคมหลักที่ใช้งานการติดต่อสื่อสาร ทั้งนี้หากเกิดเหตุรบกวนกันของคลื่นความถี่ให้พิจารณาหลักการตัวกรองสัญญาณเพื่อใช้แก้ปัญหาเป็นรายกรณี

3.1.4 นโยบายของสาธารณรัฐประชาชนจีน

กล่าวได้ว่าจีนเป็นประเทศที่สองที่มีการจัดสรรคลื่นความถี่ที่สามารถใช้งานในเทคโนโลยี 5G ได้ โดยกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Industry and Information Technology: MIIT) โดยจัดสรรคลื่นความถี่ 3400-3500 MHz และ 3500-3600 MHz ให้แก่ China Telecom และ China Unicom ตามลำดับ เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และได้จัดสรรคลื่นความถี่ 2515-2675 MHz หรือ 2600 MHz จำนวน 160 MHz ให้แก่ China Mobile เมื่อปลายปี พ.ศ. 2562 ทั้งนี้ MIIT ได้จัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวให้แก่ผู้ให้บริการทั้ง 3 ราย ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจด้วยวิธีการจัดสรรให้เฉพาะเจาะจง โดยให้เหตุผลว่าการจัดสรรดังกล่าวจะทำให้ผู้ให้บริการมีการลงทุนและการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากกว่า อีกทั้งยังส่งเสริมให้พัฒนาบริการด้วยเทคโนโลยี 5G ได้อีกด้วย (Handford, 2019b)

นโยบายการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน C-Band

หลังจากการกำหนดคลื่นความถี่ย่าน C-band ชุดแรก (3.4 – 3.6 GHz) ให้กับ China Unicom และ China Telecom กระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศสนับสนุนให้ผู้ประกอบการร่วมกันปรับใช้เครือข่าย 5G C-band ภายใต้ข้อตกลงเชิงพาณิชย์ ด้วยการแบ่งปันโครงสร้างพื้นฐานและสเปกตรัม ผลลัพธ์ที่ได้คือ เครือข่ายที่มีประสิทธิภาพในการลงทุนมากขึ้น ช่วยให้ผู้ให้บริการทั้ง 2 ราย สามารถมุ่งเน้นในการบริการได้มากขึ้น ในขณะที่ใช้คลื่นความถี่ 200 MHz ทำให้มีความเร็วและความจุที่สูงขึ้น ในทำนองเดียวกันเมื่อมีการกำหนดย่านความถี่ 700 MHz สำหรับ 5G ให้กับ China Broadcast Network (CBN) ซึ่งเป็นผู้เล่นรายใหม่ในตลาดมือถือ กระทรวงให้ความยืดหยุ่นในการกำกับดูแลโครงสร้างพื้นฐานข้อตกลงการใช้ร่วมกันกับ China Mobile ข้อตกลงนี้จะช่วยให้ CBN ใช้ประโยชน์จาก China Mobile เพื่อเริ่มสร้างเครือข่าย 5G บนคลื่นความถี่ 700 MHz ในขณะที่เข้าถึงเครือข่าย 2.6 GHz ได้เต็มรูปแบบ CBN จะสามารถให้บริการของตัวเองได้เร็วขึ้น ในขณะเดียวกัน China Mobile สามารถใช้คลื่นความถี่ sub-1 GHz ที่มีคุณภาพสูงเพื่อปรับปรุงความครอบคลุมของเครือข่ายให้ดียิ่งขึ้น

ด้วยความยืดหยุ่นด้านกฎระเบียบและการอำนวยความสะดวก ทำให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มีอิสระในการหารือเกี่ยวกับข้อตกลงการแบ่งปันโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะกับความต้องการทางธุรกิจของตน สิ่งนี้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามนโยบายของรัฐบาลในการผลักดันความครอบคลุมและความจุของเครือข่ายที่มากขึ้น และความต้องการของผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการลดต้นทุนการปรับใช้และมุ่งเน้นที่การปรับปรุงคุณภาพ การบริการ ผลลัพธ์ที่ได้คือ ขณะนี้จีนประสบความสำเร็จในการครอบคลุมประชากร 5G ทั่วโลกมากที่สุด โดยมีการเชื่อมต่อ 5G 480 ล้านครั้งในช่วง 2 ปีแรกของการติดตั้ง 5G (GSMA, Infrastructure Sharing Agreements in China Support 5G Deployment, 2022)

การเชื่อมต่อ 5G

เพื่อเร่งการสร้างเครือข่าย 5G รัฐบาลจีนได้สนับสนุนการสร้างเครือข่ายแบบ สแตนด์อโลน (SA) โดยบริษัทโทรคมนาคม ซึ่งถือเป็นจุดแตกต่างจากแนวทางของญี่ปุ่น สหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ เพื่อสนับสนุนติดตั้งสถานีฐาน รัฐบาลแนะนำให้รัฐส่วนท้องถิ่นรวมสถานที่ก่อสร้างสถานีฐานไว้ใน

การวางแผนเชิงพื้นที่ระดับชาติ และพิจารณาสถานที่ก่อสร้างสถานีฐานเพื่อวางแผนการขนส่งสาธารณะ นอกจากนี้ รัฐบาลได้แนะนำให้จัดทำความร่วมมือระหว่างบริษัทไฟฟ้าและบริษัทโทรคมนาคม เพื่อให้สามารถจ่ายไฟฟ้าไปยังสถานีฐานที่สร้างขึ้นได้ทันที

สำหรับการจัดการความถี่นั้น ได้มีการกำหนดกฎสำหรับการใช้ย่านความถี่ 700 MHz และปรับเปลี่ยนเพื่อให้สถานีฐานดาวเทียมอื่น ๆ ไม่รบกวนสถานีฐาน 5G เครือข่ายที่ทันสมัยที่สุดอยู่ในเซินเจิ้นและปักกิ่ง เมืองเซินเจิ้นประกาศในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2019 ว่าได้ติดตั้งสถานีฐานมากกว่า 46,000 แห่ง ครอบคลุมทั้งเมืองของเซินเจิ้น ในเดือนกันยายน ค.ศ. 2019 สำนักงานกำกับดูแลด้านการสื่อสารของกรุงปักกิ่งได้ประกาศด้วยว่าได้ติดตั้งสถานีฐาน 44,000 แห่งและครอบคลุมพื้นที่สำคัญทั้งภายในและภายนอกถนนวงแหวนที่ 5 ซึ่งมีระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร เสร็จสิ้นแล้วจากใจกลางเมือง ทั้ง 2 เมือง สถานีฐานได้รับการติดตั้งในโหมด Stand-Alone (SA) ซึ่งช่วยให้ 5G มีประสิทธิภาพดีที่สุด

ในทางกลับกันวิธี Non-Stand Alone (NSA) ซึ่งสภาพแวดล้อมหรือทรัพยากร 4G ที่มีอยู่ที่เปิดตัวในญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆ สามารถสร้างเครือข่ายได้เร็วกว่าและมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธี SA ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำวิธีการของ NSA มาใช้ เป็นมาตรการชั่วคราวสำหรับการปรับเปลี่ยนเพื่อเป็น SA ในอนาคต

ภายใต้สถานการณ์เหล่านี้ รัฐบาลสนับสนุนให้ผู้ให้บริการโทรคมนาคมอำนวยความสะดวกในการย้ายผู้ใช้จาก 4G ไปยัง 5G โดยเสนอแผนกำหนดค่าธรรมเนียมการใช้งานเพื่อส่งเสริมการบริโภครูปแบบใหม่ รัฐบาลกำหนดให้ 5G เป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร 68 รายการ สำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะและการขนส่งอัจฉริยะ นอกจากนี้ระบบการแพทย์อัจฉริยะ 5G จะส่งเสริมการใช้งานในการรักษาโรคระบาด COVID-19 การแพทย์ทางไกล การวินิจฉัยทางไกล และแอปพลิเคชันการถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัย ในขณะเดียวกัน สำหรับภาคอุตสาหกรรมรัฐบาลมีแผนที่จะพัฒนาเทคโนโลยี 5G และสร้างแพลตฟอร์มสาธารณะภายในปี 2022 (Development of Best Practice Guides for 5G Ecosystem Development in ASEAN)

กลยุทธ์ 5G ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

เทคโนโลยี 5G เป็นแนวทางในการอัพเกรดฐานอุตสาหกรรมดั้งเดิมสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัลที่กำลังเติบโต และเป็นแพลตฟอร์มเพื่อเป็นผู้เล่นรายใหญ่ในโครงสร้างพื้นฐานที่จะสนับสนุนรุ่นต่อไปของอินเทอร์เน็ต และเปิดโอกาสให้มีการใช้งานในแอปพลิเคชันใหม่ เช่น ยานยนต์อัตโนมัติ อุตสาหกรรมและเมืองอัจฉริยะ แสดงให้เห็นว่าจีนสามารถเป็นผู้นำในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานทั้งในประเทศและในระดับโลก และให้บริษัทจีนและรัฐบาลจีนมีบทบาทมากขึ้นในการสร้างและบริหารจัดการเศรษฐกิจดิจิทัลใหม่นี้

การพัฒนาเครือข่าย 5G แบบ Standalone ให้เต็มรูปแบบนั้น จะช่วยให้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลเร็วขึ้นและยังมีคุณลักษณะสองอย่างที่สำคัญ คือการสื่อสารที่เชื่อถือได้และลดความล่าช้า โดยการสื่อสารระหว่างเครื่องกับเครื่อง (IoT) ถือได้ว่าเป็นเรือธงที่จีนตั้งใจที่จะเป็นผู้นำในการพัฒนา รวมถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่บนแพลตฟอร์ม 5G

อย่างไรก็ตาม การสร้างเครือข่าย 5G แบบ Standalone เต็มรูปแบบเป็นการท้าทายทางสถาปัตยกรรมขนาดใหญ่ ต้องการการลงทุนมหาศาลในความจุของโครงข่ายไฟเบอร์ใยแก้วนำแสงและความหนาแน่นที่สูงกว่าเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนหน้า

สิ่งที่จีนทำคือในปี ค.ศ. 2013 คือกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MIIT) กระทรวงการพัฒนาและปฏิรูปแห่งชาติ (NDRC) และกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (MOST) ร่วมกันสร้างกลุ่มใหม่ที่เรียกว่า IMT-2020 5G Promotion Group เพื่อผลักดันพันธมิตรทั้งภาครัฐและภาคอุตสาหกรรมในการใช้งาน 5G โดยมีวัตถุประสงค์ให้สามารถพัฒนา ทดสอบและนำเสนอเครือข่าย 5G และมีส่วนร่วมในเรื่องทรัพย์สินทางปัญญาในด้านการกำหนดคุณสมบัติมาตรฐานสำคัญสำหรับ 5G ที่จะทำให้บริษัทจีนนำมาใช้เป็นเครื่องมือทางการตลาด

3.1.5 นโยบายของประเทศญี่ปุ่น

กระทรวงการสื่อสารและกิจการภายใน (Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) ได้จัดสรรคลื่นความถี่ 3600-4000 MHz จำนวน 400 MHz เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีการคัดเลือก ในลักษณะ Beauty contest ให้แก่ผู้ให้บริการ 4 ราย รายละ 100 MHz ได้แก่ 1) NT Docomo 2) KDDI 3) Rakuten และ 4) Softbank อีกทั้งยังจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 4.5 GHz และ 28 GHz ให้แก่ผู้ให้บริการดังกล่าวอีกด้วย (Marti, 2019)

MIC ได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้ให้บริการที่ได้รับจัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวจะต้องวางโครงข่ายให้ครอบคลุมร้อยละ 50 ของพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ภายในระยะเวลา 5 ปี อย่างไรก็ดี Docomo และ KDDI ได้วางเป้าหมายในการขยายโครงข่าย 5G ให้ครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 90 ของพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ภายในระยะเวลา 5 ปี ในขณะที่ Softbank และ Rakuten ได้กำหนดเป้าหมายไว้ที่ ร้อยละ 64 และ 56 ตามลำดับ ทั้งนี้ผู้ให้บริการทั้ง 4 รายจะเริ่มให้บริการ 5G เชิงพาณิชย์ภายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งจะมีการจัดมหกรรมกีฬาโอลิมปิกฤดูร้อนที่นครโตเกียว

การจัดการคลื่นความถี่ 5G ญี่ปุ่นดำเนินการจัดสรรความถี่ที่ช่วง 3.7GHz 4.5GHz และ 28GHz ในปี ค.ศ. 2018 มุ่งสู่บริการ 5G อย่างแพร่หลายในปี ค.ศ. 2019 และเริ่มการสาธิต 5G ในท้องถิ่นในปี ค.ศ. 2020 ในย่านความถี่ 4.6-4.9GHz และ 28.2-29.1GHz มีกำหนดจะจัดสรรสำหรับ 5G ในพื้นที่ภายในสิ้นปี ค.ศ. 2020

ตั้งแต่เดือนเมษายน ค.ศ. 2019 ญี่ปุ่นได้อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับผู้ให้บริการในการปรับใช้สถานี 5G ทั่วประเทศและในบางภูมิภาค เนื่องจากสถานีฐาน 5G มีพื้นที่ครอบคลุมน้อย หากผู้ให้บริการต้องใช้จึงจำเป็นต้องมีสถานีฐาน 5G จำนวนมาก ซึ่งนำไปสู่ต้นทุนการลงทุนมหาศาล ขณะเดียวกันพื้นที่ชนบทยังยากที่จะเข้าถึง 5G

ดังนั้นญี่ปุ่นจึงคิดออกแบบแผนการใช้ประโยชน์ใหม่ โดยจะแบ่งประเทศออกตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ โดยการติดตั้งสถานีฐาน 5G ในทุก ๆ พื้นที่ 10 ตร.กม. ทั้งในเมืองและชนบท เพื่อความครอบคลุมที่มีศักยภาพมากขึ้น ญี่ปุ่นมุ่งเน้นการพัฒนา Local / Private 5G ซึ่งเป็นระบบ 5G ที่สามารถสร้างได้อย่างยืดหยุ่นตามพื้นที่ เช่น สำนักงาน โรงงาน โดยระบบเครือข่าย 5G เฉพาะองค์กรจะสามารถลงทุนและสร้างโดยองค์กรในประเทศและรัฐบาลท้องถิ่น และเครือข่าย 5G เฉพาะองค์กรถูกสร้างขึ้นเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลและการส่งเสริม IoT ในภาคการผลิต (Kanehisa, 2023)

นอกจากนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นยังได้ยกระดับการส่งเสริมการใช้งานแบบจำลองเครือข่ายเสมือนจริง 5G (OpenRAN และ vRAN) ทั่วโลกเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการปรับเครือข่ายให้เหมาะสม มั่นใจได้ถึงความปลอดภัยของเครือข่าย ตลอดจนการประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

โดยเงื่อนไขการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ 5G

(1) ความครอบคลุมทั่วประเทศสำหรับโครงสร้างพื้นฐาน 5G จะต้องมากกว่า 50% และต้องให้บริการในจังหวัดทั้ง 47 แห่ง ภายใน 2 ปี

(2) แผนการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้

(3) แผนการระดมทุนเพื่อให้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่จำเป็น และแผนการเปิดเครือข่ายสู่ MVNOs

(4) ข้อตกลงว่าจะไม่โอนกิจการของตนให้แก่ผู้ประกอบการรายอื่น

คุณสมบัติของโครงข่าย 5G ในญี่ปุ่น

(1) เปิดกว้างและปลอดภัย

ผู้จัดจำหน่ายในญี่ปุ่นต้องการความเปิดกว้างของเครือข่ายการเข้าถึงวิทยุ (O-RAN) และการแยกฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (vRAN) ซึ่งช่วยให้สามารถรวมอุปกรณ์จากผู้จำหน่ายหลายรายได้ มีการใช้ Interface แบบเปิดที่สอดคล้องกับ O-RAN Interface ระหว่างอุปกรณ์มีความโปร่งใสสูงจากมุมมองด้านความปลอดภัย

(2) คุณภาพสูง

อุปกรณ์เครือข่ายของผู้จัดจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่นมีลักษณะเฉพาะที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพื้นที่ ประหยัดพลังงาน และประหยัดต้นทุน

(3) มีความยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลาย

เปิดให้สามารถพัฒนาด้วยอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย และสร้างเครือข่ายที่ดีที่สุดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (Development of Best Practice Guides for 5G Ecosystem Development in ASEAN)

3.1.6 นโยบายของสาธารณรัฐฝรั่งเศส

นโยบายทางด้านดิจิทัลของฝรั่งเศสโดยเฉพาะอย่างยิ่งแผนงานสำหรับ 5G เป็นส่วนหนึ่งของแนวทางการประสานงานของยุโรป ในเดือนกันยายน ค.ศ. 2016 คณะกรรมาธิการยุโรปได้ประกาศแผนปฏิบัติการฉบับแรกสำหรับ 5G (premier plan d'action en faveur de la 5G) นอกเหนือจากประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรคลื่นความถี่และความสอดคล้องกันของคลื่นความถี่แล้ว คณะกรรมาธิการยังสนับสนุนการทดลองใช้ 5G ด้วย

ในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2017 ระหว่างการประชุมสภายุโรปอย่างไม่เป็นทางการในเมืองทาลลินน์ ประเทศสมาชิกจึงมุ่งมั่นที่จะวางตำแหน่งของยุโรปให้เป็นผู้นำในด้าน 5G ซึ่งการเป็นผู้นำดังกล่าวจำเป็นต้องมีการกำหนดนโยบายที่เอื้อต่อการพัฒนา การจัดหาคลื่นความถี่ตามแผนงานที่แม่นยำและขั้นตอนที่โปร่งใส ตลอดจนมีการแลกเปลี่ยนแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดระหว่างประเทศสมาชิกไปพร้อมกันด้วย โดยได้เริ่มมีแนวความคิดว่าควรจะมีการใช้ประมวลกฎหมายว่าด้วยเรื่องการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ของยุโรป (Code européen des communications électroniques) มาใช้ในอนาคต ซึ่งประมวลกฎหมายดังกล่าวจะปฏิรูปกฎที่ใช้กับเครือข่ายและบริการการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ และยังเป็นโอกาสในการกำหนดเงื่อนไขการกำกับดูแลที่เอื้อต่อการปรับใช้เครือข่ายใหม่ ๆ อีกด้วย ด้วยเหตุนี้คณะมนตรี รัฐสภายุโรป และคณะกรรมาธิการจึงได้บรรลุข้อตกลงเกี่ยวกับกฎการจัดการคลื่นความถี่ใหม่ (accord sur de nouvelles règles de gestion du spectre) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับระยะเวลาขั้นต่ำของการอนุญาต เช่นเดียวกับการกำหนดวันทั่วไปสำหรับการจัดสรรการอนุญาตบนคลื่นความถี่ 5G เป็น 3.5 GHz และ 26 GHz ร่างประมวลกฎหมายดังกล่าวยังกำหนดมาตรการเพื่อลดความซับซ้อนของเครือข่าย 5G โดยกำหนดเป้าหมายโดยเฉพาะที่การติดตั้ง "เสาอากาศขนาดเล็ก" หรือ " small cells " ไว้ด้วย[57]

ในปี ค.ศ. 2018 ฝรั่งเศสได้จัดทำแนวนโยบาย 5G ระดับชาติขึ้นโดยดึงบทเรียนจากการปรึกษาผู้เล่นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในตลาด ได้แก่ ผู้ให้บริการ ผู้ผลิต ผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้ใช้ และชุมชน มีการเน้นประเด็นหลายประเด็น ได้แก่ การจัดสรรคลื่นความถี่การปรับใช้งานให้ง่ายขึ้น การสนทนากับสาธารณะ ตลอดจนการทดลองใช้งานใหม่ ๆ หรือแม้กระทั่งการสนับสนุนข้อเสนอทางอุตสาหกรรมของฝรั่งเศสและยุโรป โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความท้าทายต่าง ๆ และเริ่มต้นการดำเนินการที่จำเป็น การจัดทำแนวนโยบายดังกล่าวใช้กลยุทธ์การเร่งความเร็วเพื่อคว้าโอกาสที่จะทำให้ฝรั่งเศสอยู่ในระดับแนวหน้าในด้าน 5G ดังนั้นเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม ค.ศ. 2021 รัฐบาลได้เปิดตัวกลยุทธ์เร่งความเร็วสำหรับ 5G และเทคโนโลยีเครือข่ายโทรคมนาคมในอนาคตซึ่งทำให้สามารถระดมเงินทุนสาธารณะได้ 480 ล้านยูโรเพื่อสนับสนุนโครงการที่มีความสำคัญภายในปี 2022 และตั้งเป้าเพิ่มเป็น 735 ล้านในการระดมทุนสาธารณะภายในปี ค.ศ. 2025 ซึ่งจะทำให้สามารถระดมเงินลงทุนได้ถึง 1.7 พันล้านรายการภายในปี ค.ศ. 2025 โดยมีแนวนโยบายที่สอดรับกับการใช้เทคโนโลยี 5G ดังนี้[58]

1. สร้างงานใหม่ 20,000 ตำแหน่งภายในปี ค.ศ. 2025
2. สนับสนุนการเติบโตของตลาด 5G ในฝรั่งเศส โดยตั้งเป้าการเติบโตของตลาด 1.5 หมื่นล้านยูโรภายในปี ค.ศ. 2025
3. สนับสนุน SME ของฝรั่งเศสที่มีนวัตกรรมในภาคส่วนนี้ เพื่อให้พวกเขาสร้างรายได้มากกว่าครึ่งหนึ่งจากการส่งออกภายในปี ค.ศ.2025

[57] Autorité de Régulation des Communications Électroniques, des Postes et de la Distribution de la Presse, 5G Une feuille de route ambitieuse pour la FRANCE, 16 juillet 2018, p. 12.

[58] https://www.entreprises.gouv.fr/fr/strategie5G

4. เสริมสร้างความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องมีแผนยุทธศาสตร์ที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. สนับสนุนการพัฒนาการใช้ 5G เพื่อประโยชน์ของประเทศฝรั่งเศสและภาคอุตสาหกรรม
2. การพัฒนาเครือข่ายโทรคมนาคมของฝรั่งเศส
3. พัฒนางานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีเครือข่ายในอนาคต
4. ส่งเสริมการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้อง

โดยมีแผนดำเนินงานที่สำคัญแบ่งเป็นรายละเอียด ดังนี้[59]

- ปี ค.ศ. 2018:
  - ส่งเสริมการทดลองและการนำร่องโดยมุ่งเน้นทางด้านการระบุกรณีการใช้งานและการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
- ปี ค.ศ. 2019:
  - เริ่มกระบวนการระบุคลื่นความถี่ที่เหมาะสมกับการใช้ 5G เพิ่มเติม
  - เริ่มขายอุปกรณ์ที่รองรับ 5G ที่เหมาะสมได้ครั้งแรก และแก้ปัญหาให้อุปกรณ์เดิมที่ไม่รองรับ 5G
- ปี ค.ศ. 2020:
  - การจัดสรรคลื่นความถี่และการกำหนดภาระผูกพันที่เกี่ยวข้อง
  - การใช้งานเชิงพาณิชย์ของ 5G ในเมืองใหญ่อย่างน้อยหนึ่งแห่ง
- ปี ค.ศ. 2025:
  - การใช้งานครอบคลุมเส้นทางคมนาคมหลัก

จากแนวนโยบายดังกล่าวส่งผลให้มีหน่วยงานของฝรั่งเศสที่เกี่ยวข้องต้องร่วมมือการดำเนินการตามแผนนโยบายดังนี้

1. **สำนักงานคณะกรรมการทั่วไปในการกำกับดูแลองค์กร (Direction générale des Enterprises') สังกัดกระทรวงเศรษฐกิจและการเงิน** มีหน้าที่รับผิดชอบในการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันและการเติบโตของบริษัทในอุตสาหกรรมและบริการ สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาภาคส่วนใหม่ โดยการสนับสนุนและเผยแพร่นวัตกรรมและสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจโดยมีเป้าหมายเพื่อการเติบโตและการจ้างงานที่ยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DGE เตรียมและดำเนินการตามข้อบังคับของยุโรปและของประเทศที่เกี่ยวข้องให้กับภาคโทรคมนาคมและสนับสนุนการปรับใช้เครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานและโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะในด้านนี้ ตลอดจนสนับสนุนทางการเงินสำหรับโครงการ R&D และการทดลองต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงการของแผนงาน 5G

[59] https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1538472894/reprise/dossiers/programme-5G/Feuille_de_route_5G-DEF.pdf

2. **องค์กรกำกับดูแลด้านการสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ไปรษณีย์ และการสื่อสารมวลชน (Autorité de Régulation** des Communications Électroniques, des Postes et de la Distribution de la Presse: ARCEP) เป็นองค์กรกำกับดูแลเช่นเดียวกับ กสทช. ของไทย มีอำนาจในการจัดสรรความถี่สำหรับเครือข่าย 5G ในอนาคต อีกทั้งยังมีส่วนร่วมในการเปิดตัวความถี่ที่ระบุว่าจะใช้ในกิจการ 5G และระบุเงื่อนไขทางเทคนิคสำหรับการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีหน้าที่ดูแลขั้นตอนการคัดเลือกและภาระผูกพันที่เกี่ยวข้องของผู้ประกอบการ และมีอำนาจในการลงโทษ ตลอดจนมีหน้าที่ส่งเสริมการทดลองใช้งานในโครงการ “นำร่อง 5G” ด้วยเพื่อคิดค้นเทคโนโลยีและคิดค้นแบบจำลองทางเศรษฐกิจที่เป็นนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ระดมกำลังร่วมกับรัฐบาลเพื่อรวบรวมภาคส่วนที่เกี่ยวข้องให้ได้มากที่สุดเพื่อหารือเกี่ยวกับเทคโนโลยีและแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องต่อไป
3. **สำนักงานคลื่นความถี่แห่งชาติ (Agence national des frequencies : ANFR) เป็นหน่วยงานของรัฐ** ในรูปแบบองค์การมหาชนมีหน้าที่ในการจัดสรรคลื่นความถี่ทั้งหมดในประเทศฝรั่งเศส ตลอดจนมีบทบาทในการดำเนินการเจรจาที่เกี่ยวข้องกับคลื่นความถี่ และการประสานงานต่าง ๆ กับหน่วยงานระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง
4. **สำนักงานแห่งชาติเพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร สิ่งแวดล้อม และอาชีวอนามัย** (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : Anses) ทำหน้าที่ในการประเมินผลกระทบด้านสุขภาพและความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน 5G จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่เกิดจากเทคโนโลยีนี้

ทั้งนี้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้มีการดำเนินการตามแนวนโยบายดังกล่าวโดยจัดทำ 4 โครงการสำคัญ คือ

1. โครงการการระบุและจัดสรรคลื่นความถี่ที่เกี่ยวข้องกับกิจการ 5G โดยตรวจสอบความพร้อมใช้งานของคลื่นความถี่ใหม่ที่ได้ถูกกำหนดให้ใช้งานกับกิจการ 5G (700 MHz 1800 MHz 3.5 GHz 26 GHz) ซึ่งอาจถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นแล้ว โดยมีจุดมุ่งหมายเป็นพิเศษเพื่อกำหนดวิธีการแบ่งปันและพัฒนาคลื่นเป้าหมายเหล่านี้ใหม่ ตลอดจนกำหนดเงื่อนไขทางเทคนิคในการใช้งานแถบคลื่นความถี่เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนการใช้งานที่มีอยู่ โดยมีการปรึกษาหารือสาธารณะกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (สมาคมที่เกี่ยวข้อง ผู้ใช้บริการ ผู้ให้บริการ เจ้าหน้าที่ที่ได้รับการเลือกตั้งในท้องถิ่น ฯลฯ)
2. โครงการส่งเสริมและพัฒนาการใช้งานเทคโนโลยี 5G โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนและพัฒนาการใช้งานในทุกภาคส่วนที่มีความสำคัญในฝรั่งเศส เช่น พลังงาน สุขภาพ สื่อ การขนส่ง อุตสาหกรรม เป็นต้น
3. โครงการสนับสนุนการปรับใช้โครงสร้างพื้นฐานของเทคโนโลยี 5G โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเงื่อนไขที่เอื้ออำนวยต่อการปรับใช้ 5G อย่างรวดเร็ว เช่น การติดตั้ง small cells จัดทำแนวทางปฏิบัติที่ดีเพื่ออำนวยความสะดวกและเร่งการปรับใช้เครือข่าย 5G รวมถึงระบุข้อจำกัดในการปรับใช้พร้อมแนวทางการแก้ปัญหา

4. โครงการสร้างความมั่นใจในความโปร่งใสและการหารือเกี่ยวกับผลประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G โดยการเปิดเผยต่อสาธารณะ มีเป้าหมายเพื่อให้ข้อมูลสาธารณะแก่ประชาชนเกี่ยวกับผลที่ตามมาของเทคโนโลยี 5G การกำกับดูแล และการทำงานร่วมกันระหว่างรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

3.2 สรุปการนำบทเรียนมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย

ในเบื้องต้นคณะผู้วิจัยฯ สรุปประเด็นในเชิงนโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมถึงประเด็นที่ควรนำไปพิจารณาสำหรับประเทศไทย เพื่อใช้เป็นส่วนนึงในการวิเคราะห์และเสนอแนะแนวนโยบายการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย ดังนี้

ตารางที่ 57 สรุปด้านนโยบายและกฎหมายของประเทศที่ศึกษา

ประเทศที่ศึกษา	นโยบายหรือกฎระเบียบ	ประเด็นที่ควรพิจารณา	การนำมาใช้สำหรับประเทศไทย
สาธารณรัฐประชาชนจีน	1. ออกมาตรการประสานงานความขัดแย้งสำหรับสถานีฐานและสถานีวิทยุสื่อสารเคลื่อนที่ 5G 2. ออกแผนส่งเสริม 5G-Plus Industrial Internet 512 Program 3. ผู้ให้บริการลงนามใน “ข้อตกลงกรอบการสร้างและใช้เครือข่าย 5G” ร่วมกัน	ความปลอดภัยของข้อมูล และ Roadmap การส่งเสริมเทคโนโลยี 5G	ความปลอดภัยของข้อมูล
ประเทศญี่ปุ่น	1. แก้ไขกฎหมาย Radio Law เพื่อรวมข้อกำหนดสำหรับการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่ 5G 2. แก้ไขกฎระเบียบอื่นเพื่อกำหนดมาตรฐานเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านโทรคมนาคมและกฎการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่ที่แก้ไขสำหรับ Local 5G 3. กำหนด “มาตรการรักษาความปลอดภัยที่ครอบคลุม IoT/5G ปี 2020”	การกำหนดแผนปฏิบัติการการปรับโครงสร้างความถี่ (Frequency Reorganization Action Plan)	กฎหมายการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G
สาธารณรัฐอินโดนีเซีย	ออกกฎหมายส่งเสริมการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (Positive Investment List)	เปิดช่องให้ชาวต่างชาติสามารถเข้ามาลงทุนในกิจการโทรคมนาคมได้สูงสุดในอัตราส่วนร้อยละ 100	กฎหมายส่งเสริมการลงทุน
สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล	1. กำหนดข้อผูกพันตามสัญญาการประมูลเพื่อกำหนดให้ผู้ชนะการประมูลปฏิบัติตามสัญญา 2. กำหนดคุณลักษณะของ LNBF ที่เหมาะสมให้แก่ผู้ผลิตและนำเข้าอุปกรณ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตและ/หรือนำเข้าอุปกรณ์ NBF ที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการ IMT และ TVRO ได้	การเปลี่ยนถ่ายโอนผู้ใช้บริการโทรทัศน์ดาวเทียม	การปรับเปลี่ยน TVRO

ประเทศที่ศึกษา	นโยบายหรือกฎระเบียบ	ประเด็นที่ควรพิจารณา	การนำมาใช้สำหรับประเทศไทย
สาธารณรัฐฝรั่งเศส	กำหนดข้อตกลงที่เป็นภาระผูกพันของผู้ประกอบการสำหรับการใช้งาน 5G ในย่านความถี่ 3.4 - 3.8 GHz	การส่งเสริม 5G ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่กำหนด และกำหนดแนวทางเพื่อรองรับการปรับใช้อุปกรณ์ใน 3.4 - 3.8 GHz	การพัฒนากฎระเบียบที่เหมาะสมกับ 5G

ในหลายประเทศโดยเฉพาะประเทศผู้ผลิตเทคโนโลยี ได้ทำการจัดสรรและอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการอนุญาตและจัดสรรคลื่นความถี่มีความแตกต่างกันอย่างมากตั้งแต่ “ให้เปล่า” ไปจน “การประมูล” ทั้งนี้ ยังมีอีกหลายประเทศที่อยู่ระหว่างการทดลองและกำลังจะจัดสรรโดยวิธีการการอนุญาตและจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับบริการ 5G นั้น ขึ้นอยู่กับความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ และกฎระเบียบในแต่ละประเทศ

สำหรับประเทศไทยเป็นที่คาดการณ์กันว่าการอนุญาตและจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับบริการ 5G น่าจะเป็นการจัดสรรโดยวิธีการประมูลเนื่องจากเป็นวิธีการจัดสรรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการจัดสรรทรัพยากรที่มีมูลค่าสูง อีกทั้งได้ถูกกำหนดไว้ในกฎหมายอีกด้วย อย่างไรก็ดีเนื่องจากข้อจำกัดและความท้าทายหลายอย่างของประเทศไทยที่อาจจะส่งผลให้การอนุญาตและจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับบริการ 5G อาจไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ กสทช. วางไว้ ดังนั้น กสทช. ควรจะเร่งดำเนินการ ในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาความต้องการใช้งานคลื่นความถี่และแนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการต่าง ๆ รวมถึงบริการ 5G หรือ Spectrum roadmap ที่ชัดเจน เพื่อให้ทราบถึงปริมาณความต้องการคลื่นความถี่และจำนวนคลื่นความถี่จะที่สามารถนำมาจัดสรรได้ทันต่อความต้องการ รวมถึงการจัดทำ Spectrum Refarming เพื่อจะได้นำคลื่นความถี่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือใช้ประโยชน์ไม่คุ้มค่ามาจัดสรรใหม่ ทั้งนี้ประเทศไทยมีคลื่นความถี่มาใช้ในเทคโนโลยี 5G ได้ตามข้อบังคับวิทยุ คือ เช่น ย่าน 24.25 - 27.5 GHz 37 - 40.5 GHz 42.5 - 43.5 GHz 45.5 - 47 GHz 47.2 - 50.2 GHz 50.4 - 52.6 GHz 66 - 76 GHz และ 81 - 86 GHz

2) การเตรียมการวิธีการจัดสรรคลื่นความถี่และเงื่อนไขการอนุญาตที่เหมาะสม เช่น การประมูลพร้อมกันหลายคลื่นความถี่หรือ Combinatorial auction การทบทวนข้อกำหนดการจัดให้มีโครงข่ายการกันคลื่นความถี่ให้ผู้ประกอบการรายย่อยหรือรายใหม่ การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่แบบทั่วทั้งประเทศ (Nationwide) และ/หรือแบบเฉพาะพื้นที่ (Geographical) ตลอดจนศึกษาความเป็นไปได้ในการนำทางเลือกในการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานคลื่นความถี่ เช่น Spectrum trading Spectrum leasing รวมถึง Network slicing เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ประกอบการนำคลื่นความถี่หรือ Capacity ที่เกินความต้องการโอนหรือให้เช่าให้แก่ผู้ประกอบการรายอื่นที่ต้องการใช้งาน

3) การเร่งสร้างความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาคการให้บริการสาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า ประปา พลังงาน ภาคขนส่งโลจิสติก ภาคอุตสาหกรรม การแพทย์ ในการนำคลื่นความถี่ 5G มารับรองการใช้งานจริงในรูปแบบต่าง ๆ (Use Case) ให้เป็นรูปธรรม และก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจในภาพรวมของประเทศไทยต่อไป

บทที่ 4 ผลสรุปความเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-Band

4.1 ข้อมูลการสัมภาษณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์คลื่น C-Band

คณะผู้วิจัยฯ ได้ดำเนินการในการสัมภาษณ์เชิงลึกทั้งผู้ประกอบการดาวเทียม ผู้ใช้บริการการสื่อสารผ่านดาวเทียมของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน รวมถึงกลุ่มผู้ประกอบการดาวเทียม และกลุ่มผู้ประกอบการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ โดยสรุปดังนี้

ลำดับ	วันที่	หน่วยงาน
1	วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2566	กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทหารอากาศ กองทัพอากาศ
2	วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2566	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
3	วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2566	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย
4	วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด
5	วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ.2566	สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข
6	วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ.2566	สำนักบริการคอมพิวเตอร์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7	วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2566	สถาบันพัฒนาศักยภาพด้านดิจิทัล เพื่อ EEC มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
8	วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) จำกัด
9	วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTAC)
10	วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ.2566	สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
11	วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2566	การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.)
12	วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด
13	วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด (มหาชน)
14	วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2566	สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
15	วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ.2566	บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)
16	วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2566	สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA)
17	วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2566	กรมการสื่อสารทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย
18	วันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2566	กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ
19	วันที่ 5 เมษายน พ.ศ.2566	กองตำรวจสื่อสาร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
20	วันที่ 10 เมษายน พ.ศ.2566	สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.)
21	วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ.2566	บริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด
22	วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2566	บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC)
23	วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2566	บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN)
24	วันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ.2566	บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)

1. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทหารอากาศ กองทัพอากาศ

1) กองทัพอากาศได้มีรูปแบบการใช้งานคลื่นความถี่ไม่เหมือนกับหน่วยงานเอกชน จำนวน 3 รูปแบบ ในปัจจุบัน ได้แก่
    - L-band คลื่นความถี่ช่วง 1000-2000 MHz
    - S-band คลื่นความถี่ช่วง 2000-4000 MHz
    - C-band คลื่นความถี่ช่วง 4000-8000 MHz
2) ประเด็นคลื่นความถี่ที่คาบเกี่ยวระหว่างช่วงคลื่น S-band และ C-band ที่ใช้งานของหน่วยงาน เป็นคลื่นที่ได้นำมาประยุกต์ใช้เข้ากับเรดาร์ป้องกันภัยทางอากาศ โดยปกติแล้วกองทัพอากาศจะใช้งานคลื่นความถี่ Microwave เป็นหลัก และในส่วนของยุทธการหากจะมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 4.3 GHz ขึ้นไปจะต้องทำการร้องขอไปยัง กรมการสื่อสารทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย โดยส่วนมากขอเรียกใช้คลื่นความถี่ในช่วง 4400-4999 MHz ในลักษณะขอเป็นคลื่นความถี่ (Frequency) ประมาณ 30 – 40 ความถี่ เพื่อการใช้งานทางด้านการปฏิบัติการทางทหารต่าง ๆ ของกองทัพ เช่น การควบคุมอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) กองทัพจะเรียกใช้งานในช่วง 5.0 GHz ขึ้นไป
3) การใช้งานของเรดาร์ป้องกันภัยทางอากาศมีส่วนคาบเกี่ยวคลื่นช่วง 3.2 - 4.2 GHz ได้มีการใช้งานในรูปแบบ Fix-station ประมาณ 8-9 แห่ง ที่มีการใช้งานอยู่ในช่วงคลื่น 2.0 GHz ไม่ถึง 3.0 GHz แม้จะมีการใช้งานในช่วง L-band และ S-band ตามที่ชี้แจงไปก็ตาม แต่ช่วงคลื่นที่ใช้ในปัจจุบัน L-band มีช่วงคลื่นไม่ถึง 1.0 GHz และในช่วง S-band เริ่มตั้งแต่ 2.0 GHz แต่ไม่ถึง 3.0 GHz โดยส่วนที่จะคาบเกี่ยวการใช้ประโยชน์คลื่นช่วงนี้คือช่วงคลื่นคู่ความถี่ Microwave ที่มีการใช้งานเป็นโครงข่ายภายในของกองทัพอากาศ เครือข่ายยุทธการต่าง ๆ และส่วนที่เกี่ยวข้องในบางส่วนของการใช้บังคับ UAV ซึ่งจะต้องใช้ช่วงคลื่นที่ 4.0 GHz ถึง 4.8 GHz หรือการรับส่งระหว่างคู่ความถี่ของ Microwave 4.6-4.8 GHz ทั้งนี้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานระบบสื่อสารระหว่างภาคพื้นสู่การสื่อสารทางอากาศ ได้แก่ โครงการใหม่ของกองทัพอากาศ ที่จังหวัดเชียงใหม่เป็นศูนย์รวมของเครื่องบินเล็กปลดประจำการ L39 และเครื่องใหม่จากประเทศสหรัฐอเมริกา AT-6 ทำให้เห็นถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ปัจจุบันที่ได้มีการพัฒนาด้านการติดต่อสื่อสารระหว่างนักบินและผู้ควบคุมภาคพื้นจากเดิมใช้งาน Voice Technology อย่างเดียว ปัจจุบันทางหน่วยงานความมั่นคงของกองทัพสหรัฐอเมริกา ได้มีการประยุกต์ใช้งานการแสดงข้อมูลบนหน้าจอร่วมด้วย เพื่อช่วยในการประเมินสถานการณ์เบื้องต้น ทำให้ทราบข้อมูลได้ทันท่วงที เช่น การเห็นข้อมูลพิกัดของศัตรู เห็นจำนวนอาวุธของฝูงบินข้าศึกได้ทันที เป็นต้น โดยมีการใช้งานในช่วง 200-400 MHz ยังมีการใช้งานร่วมกันกับความถี่ย่าน 4400 MHz ร่วมด้วย ถึงแม้การดำเนินการที่ผ่านมาของกองทัพอากาศจะมีใบอนุญาตในการใช้งานในช่วงคลื่นที่คณะที่ปรึกษาฯต้องการ แต่ปัจจุบันนี้ทางกองทัพยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์

เนื่องด้วยการพัฒนาของเทคโนโลยีทางด้านอากาศยานนั้น ทางหน่วยงานจำเป็นจะต้องประสานใช้งานกับสำนักงาน กสทช เพื่อให้มีความสอดคล้องกับเครื่องบินรบหรืออุปกรณ์ทางด้านทหารชนิดใหม่ที่จะเกิดขึ้น โดยขณะนี้การขออนุญาตเข้าใช้งานย่านความถี่ 4000-5000 MHz อยู่ในส่วนของ Fix-link satellite ร่วมกับการใช้งานในลักษณะของ Microwave ใน UAV เพื่อความมั่นคง แต่อย่างไรก็ดีในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กองทัพอากาศ กองทัพเรือ กองทัพบก ยังไม่เคยหารือการใช้งานคลื่นความถี่ร่วมกัน จึงเห็นว่านี่เป็นข้อจำกัดที่เกิดขึ้นที่ต้องดำเนินการภายใต้ระเบียบของสำนักงาน กสทช. โดยไม่มีช่วงคลื่นเป็นของตนเองเพื่อใช้ในกิจการความมั่นคง

4) ในการดำเนินการที่ผ่านมา โดยฉพาะกองทัพอากาศที่จำเป็นต้องใช้งานคลื่นความถี่เพื่อการปฏิบัติการทางความมั่นคง เมื่อพิจารณาระยะเวลาพบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความล่าช้าด้านเทคโนโลยีกว่า 13 ปี เห็นได้ชัดจากช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2565 ประเทศผู้นำด้านความมั่นคง ได้มีการพัฒนาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านความมั่นคงที่หลากหลายส่วนเข้าด้วยกันและเพิ่มศักยภาพการทำงาน ในขณะที่ประเทศไทย ยังคงมีกรอบการใช้งานอยู่อย่างจำกัด เช่น การใช้งานความถี่ย่าน Fixed link ในการใช้งานอากาศยานเพื่อความมั่นคงยังคงมีอยู่อย่างจำกัด และยังไม่ได้มีการ เปิดช่องเพิ่มเติมเพื่อให้หน่วยงานเพื่อความมั่นคงเข้าใช้งาน แต่ด้วยเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างรวดเร็วและมีความต้องการช่วงคลื่นที่หลากหลายเพื่อให้รองรับกับอุปกรณ์ใหม่ ๆ จึงปฏิเสธไม่ได้ว่าทางกองทัพเองก็ยังคงมีความต้องการขยายช่องสัญญาณที่มากยิ่งขึ้น แต่เมื่อได้สอบถามไปยังสำนักงาน กสทช. พบว่าการใช้งานในช่วงคลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นช่วงที่มีมูลค่าการใช้งานอย่างหนาแน่นและเป็นข้อจำกัดที่สำคัญอย่างมากสำหรับกองทัพเอง

5) กองทัพอากาศในการใช้งานยุทโธปกรณ์นั้นยังคงใช้งานอยู่บนคลื่นความถี่เดิม แต่ในปัจจุบันหน่วยงานความมั่นคงหลายหน่วยงานจะประสบกับปัญหาที่สำคัญคือ อุปกรณ์ที่จัดหา ได้มีการเรียกใช้คลื่นความถี่ที่ไม่เท่ากัน ก่อให้เกิดปัญหาอย่างมากในการจัดซื้อจัดจ้างอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งจะไม่สามารถนำมาใช้งานได้ในประเทศไทยเนื่องด้วยข้อจำกัดทางด้านการใช้งานคลื่นความถี่ที่ถูกจัดสรรอย่างมาก ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการปรับแก้ไขแบบอุปกรณ์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความถี่ย่าน UHF band ที่มีระหว่าง 200-400 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่มูลค่าสูง และมีการใช้งานอย่างมากสำหรับกิจการความมั่นคง

6) การใช้งานของกองทัพอากาศได้มีการใช้งานคลื่นความถี่ของดาวเทียม ใช้งานคลื่น Microwave เป็นเครือข่ายหลักในการสื่อสาร โดยแบ่ง Layer ออกเป็น C2 Network และ Transiter โดยมีการใช้งาน Satellite เป็นเครือข่ายสำรอง ถ้าหากเรียงลำดับการใช้งานจากน้อยไปมาก จะเป็น Microwave Fiber-Network และ Satellite ตามลำดับ ซึ่งดาวเทียมที่นำมาใช้เป็นเครือข่ายสำรองเนื่องจากมี Bandwidth ที่ต่ำ (ไทยคม 7)

7) หากจะมีการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยี 5G ในการส่งสัญญาณการบิน เครื่องบินจะทำการส่งสัญญาณเรดาร์เพื่อวัดระยะความสูง โดยปกติแล้วจะใช้งานในช่วงคลื่น 4400 – 4600 MHz ในกระบวนการ

Transmitter ข้อมูลเพื่อกะระยะความสูงเหนือระดับ เชื่อว่าอาจจะไม่ได้ส่งผลกระทบอย่างไรต่อกิจการการบิน

8) ในอนาคตหากมีการแบ่งคลื่นความถี่ออกมาเป็นไปในรูปแบบการใช้งานร่วมกันระหว่างทางด้านการสื่อสารและทางด้านดาวเทียม ทางหน่วยงานไม่มีความกังวลใจ เพราะการใช้งานตัวอุปกรณ์ของ UAV จะสามารถแบ่งช่วงคลื่นที่ใช้งานได้หลากหลายความถี่ โดยตั้งค่าไว้มากกว่า 10 ช่วงคลื่นความถี่
9) การใช้ประโยชน์ดาวเทียมในงานทางด้านความมั่นคง โดยปกติแล้วทางหน่วยงานได้มีการใช้งาน Network Centric Air Force : NCAF เป็นช่องทางหลักของการสื่อสาร แต่หากเป็นเรื่องของการใช้งานดาวเทียมนั้นทางหน่วยงานไม่ได้ใช้เต็ม 100% แต่จะเป็นเพียงการใช้งานทางด้านการบรรเทาสาธารณภัย ร่วมกันกับหน่วยงานอื่น ๆ
10) ในแต่ละพื้นที่ของหน่วยงานที่เป็นกองบินในสังกัด ได้มีการดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบ 4G/LTE 2300 - 2400 MHz ภายในพื้นที่ของแต่ละกองบิน จำนวนอย่างน้อย 2 ต้น ต่อ 1 พื้นที่เพื่อใช้ในภารกิจการบัญชาการของทหารราบที่ติดกล้องในหมวกและจัดส่งข้อมูลภาพถ่ายไปยังหน่วยบัญชาการของกองทัพอากาศ ในอนาคตหากมีการใช้งานระบบ 5G ทางหน่วยงานเชื่อว่าจะสามารถเพิ่มจำนวนปริมาณข้อมูลในการรับ-ส่ง ได้มากยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับงบประมาณในการดำเนินการจัดซื้อในอนาคตหากมีนโยบายในการเปลี่ยนถ่ายอุปกรณ์
11) การมีเทคโนโลยี 5G จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการดำเนินการของกองทัพ ทางหน่วยงานค่อนข้างจะตอบได้ยาก เนื่องจากอุปกรณ์ที่นำใช้งานในหน่วยงานทางด้านความมั่นคงจำเป็นต้องใช้งานในลักษณะที่ทนทานและสามารถใช้งานได้อย่างดีและคุ้มค่าที่สุด ดังนั้น มูลค่าในการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่จะใช้งาน 5G ย่อมมีมากขึ้นอยู่แล้วกว่าที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่เชื่อว่าหากมีการประยุกต์ใช้ 5G ก็จะสามารถช่วยในด้านการจัดส่งจำนวนข้อมูลปริมาณมหาศาลได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ทำให้สามารถลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้ในกระบวนการรับ-ส่งข้อมูลได้

2. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

1) ปัจจุบันทาง GISTDA มีการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ที่ย่าน 3.7-4.2 GHz ในลักษณะ Hight band ในการรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อใช้คำนวณหาปริมาณวัตถุอวกาศ ซึ่งเป็นความสำคัญอย่างยิ่งในการตรวจสอบจำนวนหรือปริมาณวัตถุอวกาศที่อาจจะเข้ามาชนกับดาวเทียม ซึ่งระบบดังกล่าวที่ใช้งานเรียกว่า Space Traffic Management ซึ่งในการใช้งานของ GISTDA จะเป็นไปในการรับสัญญาณดาวเทียมผ่านสถานีฐานเพื่อคำนวณหาความเร็วและตำแหน่งของดาวเทียมที่ทางหน่วยงานทำการควบคุมอยู่ โดยสถานีรับสัญญาณดาวเทียมที่ทางหน่วยงานติดตั้งและดูแลอยู่ จะมีด้วยกันทั้งหมด 5 สถานีหลัก ในการทดลองและวิจัยระบบวงโคจร ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดอุดรธานี และสถานีศรีราชา จังหวัดชลบุรี
2) ในการดำเนินการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ปัจจุบันยังไม่ได้มีการใช้งานคลื่นความถี่อย่างเต็มรูปแบบ แต่เตรียมการไว้สำหรับการใช้งานเพื่อสนับสนุนข้อมูลให้แก่ส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพราะในส่วน

ของดาวเทียมที่หน่วยงานใช้งานในปัจจุบันไม่ได้มีย่านความถี่ที่ใช้ในห้วงคลื่นที่คณะที่ปรึกษาฯ กล่าวมา โดยดาวเทียม THEOS 1 THEOS 2 และ THEOS2a มีการใช้งานรับส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ X-band (8-12 GHz) ในการส่งสัญญาณจากดาวเทียมมายังสถานีภาคพื้น (Downlink) และในกรณีสัญญาณที่ส่งจากสถานีภาคพื้นไปยังดาวเทียม (Uplink) และควบคุมดาวเทียม จะเป็นการใช้งานที่ย่านความถี่ S-band เมื่อพิจารณาดาวเทียมสัญชาติอื่นที่ทางหน่วยงานได้รับสัญญาณเป็นกรณีอื่นนอกเหนือจากภารกิจหลัก ก็ยังไม่พบว่ามีการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน C-band

3) ความคิดเห็นกรณีที่ย่านความถี่ C-band จะถูกนำมาใช้กับ 5G หากมีการเรียกคืนคลื่นความถี่ทั้งหมดของย่าน C-band ทางหน่วยงานคิดว่าไม่เห็นด้วย เพราะปัจจุบันทางหน่วยงานได้มีการลงทุนเพื่อการจัดตั้งจานรับสัญญาณในหลายพื้นที่ไปแล้ว หากจะต้องมีการเรียกคืนคลื่นจะส่งผลกระทบต่อการดำเนินการภารกิจการวิจัย หรือการควบคุมดาวเทียมของหน่วยงานเอง ซึ่งหากมีการจัดสรรคลื่นบางช่วงเพื่อใช้งานในกิจการเพื่อการสื่อสาร 5G นั้น มีข้อกังวลใจเกี่ยวกับการรบกวนของคลื่นสัญญาณ โดยยกตัวอย่างในกรณีคลื่น 2.6 GHz ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน พบว่ามีการรบกวนของคลื่นสัญญาณ ณ สถานีฯ ศรีราชา ที่มีเสาโทรศัพท์ติดตั้งชิดกับเขตพื้นที่ของจานรับสัญญาณ ก่อให้เกิดการกวนกันของคลื่นทำให้การรับสัญญาณของหน่วยงานเป็นไปอย่างยากลำบาก และเป็นอุปสรรคที่อาจทำให้สูญเสียการติดต่อระหว่างดาวเทียมกับสถานีภาคพื้น ซึ่งนับเป็นอันตรายอย่างมาก ดังนั้นหน่วยงานได้แก้ปัญหานี้โดยการปรับองศาการรับคลื่นจากเดิมที่ต้องตั้งฉากที่ 0 องศา ต้องปรับองศาการรับสัญญาณให้เป็น 5 องศา เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันของคลื่น และมีการเพิ่มการติดตั้ง Filter 3 kHz

   เพื่อป้องกันการกวนของคลื่นที่อาจเกิดขึ้น แม้จะห่างออกไปกว่า 800 เมตรก็ตาม

4) ในการปรับองศาการรับคลื่นความถี่มีผลกระทบแต่ไม่มาก ทางหน่วยงานไม่ได้มีการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band อย่างเต็มรูปแบบ มีเพียงแค่การรับสัญญาณจากดาวเทียม RADARSAT-2 เท่านั้นที่มีการใช้งานในคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว โดย RADARSAT-2 เป็นดาวเทียมสำรองที่ใช้งานในกรณีภัยพิบัติต่าง ๆ ไม่ได้เป็นดาวเทียมที่มีการเรียกใช้งานเป็นประจำ ในอนาคตทางหน่วยงานจึงได้มีการสงวนขอใช้งานในคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวไว้เพื่อเป็นเครือข่ายสำรอง จึงคิดว่าอาจจะส่งผลกระทบต่อหน่วยงานหากมีการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อกิจการ IMT ในอนาคต

5) กรณีถ้ามีการใช้เทคโนโลยี 5G ประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band ภาคอุตสาหกรรมดาวเทียมทางหน่วยงานจะต้องมีการปรับปรุงแผนธุรกิจและทำการศึกษาความต้องการของกลุ่มลูกค้าที่ต้องการภาพถ่ายระบบ SAR ว่ามีมากน้อยเพียงใด เพื่อใช้ในการตัดสินใจทำแผนดำเนินการต่อไปในอนาคตของหน่วยงาน

6) มีความเห็นว่าหากจะมีการใช้งานจริงต้องการให้ใช้ในย่าน 3.4-3.6 GHz. และมี Guard band 100 MHz เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนกันระหว่างกิจการดาวเทียมและกิจการสื่อสาร ทางหน่วยงานมีข้อกังวลใจในแง่ของสถานที่ในการจัดตั้งเสาส่งสัญญาณ เพราะในส่วนของงบประมาณที่ลงทุนเพื่อการ

ติดตั้งสถานีรับสัญญาณนั้นมีมูลค่ามหาศาล (หลักพันล้านบาท) จึงอยากฝากให้หน่วยงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้กำกับดูแลคลื่นความถี่ในการพิจารณาข้อจำกัดดังกล่าว

3. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย

1) ปัจจุบันทางกรม ไม่ได้มีการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน C-band เป็นช่องสื่อสารหลักในเรื่องการบรรเทาสาธารณภัย เนื่องจากในสถานการณ์ภัยพิบัติที่ผ่านมายังคงสามารถที่จะใช้งานในคลื่นความถี่วิทยุได้ทางกระทรวงมหาดไทยยังคงมีการอำนวยความสะดวกในการจัดสรรคลื่นช่วง C-band และ Ku-Band ภารกิจต่าง ๆ ในพื้นที่ห่างไกลทั่วประเทศซึ่งจะมีในส่วนของตัวเครือข่ายและรถดาวเทียมในการปฏิบัติการอยู่ แต่จากประสบการณ์ของกรมที่ได้รับจัดสรรดาวเทียมมาเพื่อใช้ในภารกิจบรรเทาสาธารณภัย ที่เริ่มแรกได้ใช้ในการรับ Ku-Band แต่ก็ต้องประสบกับปัญหาทางด้านช่วงคลื่นและสัญญาณไม่สามารถรับได้ในบางช่วง และเมื่อปรับเปลี่ยนมาใช้งานในย่าน C-band ก็ได้ประสบปัญหาในเรื่องอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และไม่สามารถที่จะนำเข้าไปยังในพื้นที่ภัยพิบัติได้ทันที อีกทั้งบุคลากรยังขาดความเชี่ยวชาญ จึงทำให้การใช้งานคลื่นความถี่ C-band จะนำมาใช้งานในกรณีที่ไม่สามารถใช้งานการสื่อสารอื่นได้เลยหรือเรียกว่าถูกนำมาใช้เป็นเครือข่ายสำรองของกรม
2) ที่ผ่านมาทางกระทรวงฯ ยังไม่ได้มีการใช้งานช่วงคลื่น C-band ในปัจจุบันทางกรมมีการใช้งานเพื่อภารกิจการสื่อสารในช่วงคลื่น L-band จึงไม่ทราบถึงช่วงคลื่น C-band ที่ถูกจัดสรรมา ตัวอย่างการใช้งานที่ผ่านมา คือ เหตุไฟไหม้ศูนย์พักพิงผู้ลี้ภัยอำเภอสบเมย จังหวัดแม่ฮ่องสอนสองครั้งที่มีการนำเอารถ Mobile C-band เข้าไปใช้งานภายในพื้นที่ พบว่าความต้องการของผู้ใช้งานไม่สอดคล้องกับอุปกรณ์สื่อสารที่เตรียมไป การเคลื่อนย้ายเป็นไปค่อนข้างลำบากจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการใช้งาน โดยสภาพหน้างานมีความต้องการเพียง RF เท่านั้น
3) คิดว่าการใช้งานคลื่นความถี่ในด้านดังกล่าวยังคงจะต้องสงวนไว้เพื่อใช้งานเป็นเครือข่ายสำรองเพื่อตอบสนองความต้องการกรณีภัยพิบัติครั้งใหญ่ได้ โดยในเหตุภัยพิบัติแต่ละครั้งนั้นทางหน่วยงานมีความต้องการข้อมูลเพื่อใช้การสื่อสารจำนวนมาก หากการประยุกต์ใช้ 5G บนคลื่นความถี่ย่าน C-band และสามารถอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติภารกิจในพื้นที่ห่างไกลหรือนอกประเทศได้ก็นับว่าเป็นเรื่องที่ดีอย่างยิ่ง
4) การใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band ต่อภาคอุตสาหกรรม เห็นว่าในด้านความแตกต่างระหว่างเทคโนโลยี 4G และ 5G ยังไม่มีความแตกต่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่ทางหน่วยงานคิดว่าจะช่วยตอบสนองข้อมูลในการรับส่งแบบ Real-time ได้มากยิ่งขึ้น หรือแม้กระทั่งการส่งข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ VDO เพื่อใช้ประมวลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะสามารถเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจสถานการณ์ภาวะวิกฤตได้ แต่อย่างไรก็ตามอยากให้มีการทำเป็นสถานการณ์จำลองในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งก่อน หรืออาจจะเป็น Sand-box ในพื้นที่ปิดก่อนเพื่อประยุกต์ใช้งาน

4. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด

1) ในอดีตทางบริษัทได้มีการเช่าใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นเครือข่ายหลัก ของการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีหรือศูนย์ควบคุมการเดินอากาศทั้งภายในและภายนอกประเทศ แต่ปัจจุบันทางบริษัทได้มีการปรับเปลี่ยนไปใช้งาน SDN Network ให้เป็นเครือข่ายหลักแทนในการเชื่อมโยงระหว่างศูนย์ภายในประเทศ ทำให้คลื่นย่าน C-band ¼ Transponder ที่เคยเช่าใช้ของบริษัทไทยคมนั้นว่าง จึงทำให้เกิดแผนธุรกิจที่ให้ทางประเทศเพื่อนบ้านเช่าใช้โครงข่ายนี้แทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศเพื่อนบ้านภายในภูมิภาคอาเซียนไปจนถึงประเทศบังคลาเทศ เพราะช่วงคลื่นความถี่นั้นมีขนาดที่กว้างและครอบคลุมพื้นที่โดยรอบ โดยได้ให้บริการส่วนของข่าวการบิน (Air Traffic Control : ATC) เชื่อมต่อข้ามเขตพรมแดนหรือเรียก Air Traffic Service ในการติดต่อไปยังประเทศข้างเคียงในการเตรียมรับเครื่องที่จะขึ้นลงของแต่ละสนามบิน
2) ในการให้บริการกับประเทศเพื่อนบ้านใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band นั้น ปัจจุบันทางบริษัทมีการคิดค่าให้บริการเช่าใช้โครงข่ายดังกล่าว โดยจะคิดเป็นค่าบริการโครงข่ายและการซ่อมบำรุง ค่าการสร้างความรู้ความเข้าใจในการใช้งานระบบโครงข่าย และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ เพราะในการติดต่อสื่อสารระหว่างสายการบินและสนามบินแต่ละแห่งนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งและได้มีผลกระทบที่สำคัญหากไม่มีการประสานงานติดต่อในแต่ละสนามบิน โดยได้ยกตัวอย่างกรณีถ้าหากสนามบินไม่มีการติดต่อประสานกันอาจจะทำให้ระยะเวลาในการจองหลุมจอดนั้นมีความล่าช้าออกไปและจะส่งผลทำให้เครื่องบินเกิดการความล่าช้าได้ โดยระยะในการติดต่อสื่อสารนั้นมีเพียง 1 นาทีก่อนเครื่องลงจอด จึงทำให้ระบบการสื่อสารมีความสำคัญอย่างยิ่งกับการลงจอดของแต่ละไฟล์ทบิน
3) รายได้จากส่วนนี้ตีเป็นมูลค่า ประมาณ 5 ล้านบาทต่อ 1 พื้นที่ โดยมีพื้นที่จำนวนทั้งหมดประมาณ 7-8 พื้นที่ โดยรวมต่อปีจะได้ประมาณ 35-40 ล้านบาท/ปี
4) หากจะมีการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band บางส่วนถูกนำมาใช้กับ 5G คิดว่าไม่น่าจะมีประเด็นปัญหา เพราะถ้าหากในเชิงเทคนิคแล้วอาจจะต้องทำการย้ายช่วงคลื่นที่ใช้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจส่งผลกระทบต่อบริษัทได้ และถ้าหากมีปัญหาก็อาจจะต้องขอจัดสรรช่วงคลื่นใหม่ ซึ่งทางบริษัทก็ได้มีการพูดคุยหารือกับทางหน่วยงานที่ให้บริการซึ่งก็คือไทยคมอยู่เป็นประจำและมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในกระบวนการซ่อมบำรุงอยู่อย่างต่อเนื่อง
5) การใช้งานคลื่นความถี่หากตีเป็นมูลค่าค่อนข้างจะตอบได้ยาก แต่หากเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเชื่อว่าจะสามารถทำให้การดำเนินการในหลุมจอดในแต่ละขาเข้า-ออก มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น จากเดิมที่จะต้องใช้เวลากว่า 30 นาที ก็อาจจะทำให้การดำเนินการต่าง ๆ รวดเร็วขึ้น 2 เท่าเป็น 15 นาที/ลำ โดยเมื่อวัดระดับความพึงพอใจของนักบินพบว่ามีความพึงพอใจในความแม่นยำในการคำนวณความหนาแน่นเพื่อใช้คำนวณการจอดของเครื่อง
6) แนวทางการใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band คิดว่าจะเป็นเรื่องที่ดีในการทดแทนเครือข่ายเดิมที่เป็นรูปแบบสาย และมีความครอบคลุมและทั่วถึง คิดว่าจะสามารถเกิดประโยชน์ใน2

มิติ คือ 1) ภาคประชาชนสามารถได้รับประโยชน์จากการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น เชื่อมโยงอุปกรณ์ที่มากขึ้น เห็นบริการใหม่ ๆ จากการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี 2) สามารถนำใช้ประโยชน์ทางด้านการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ โดยเฉพาะเทคโนโลยี 5G จะสามารถช่วยการเปลี่ยนผ่านทางด้านโทรคมนาคมได้ดียิ่งขึ้น ในด้านการติดตามและการคำนวณการเดินทางหากมีการเชื่อมโยงกันทุกส่วนจะสามารถก่อให้เกิดเป็น smart city ได้

7) ทางบริษัทได้เล็งเห็นประโยชน์จากการประยุกต์ใช้ด้านการควบคุมโครงข่ายวิศวกรรมทางอากาศ โดยเชื่อว่าถ้าหากมีเทคโนโลยี 5G เข้ามาจะสามารถปรับเปลี่ยนมาอยู่ในรูปแบบ on Cloud ได้ทั้งหมด ทำให้เกิดการให้บริการแบบ V2X หรือ R2X ครอบคลุมทั้งระบบโทรคมนาคม โดยเฉพาะภาคพื้นดินส่วนของของการติดตามเครื่องหรือสิ่งที่เคลื่อนไหวภายในสนามบินได้ ทำให้ระบุกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากภาคพื้นได้ทั้งหมด โดยในแต่ละสายการบินต้องการข้อมูลแบบ Real-time เพื่อสามารถคำนวณระยะเวลาในการเตรียมการเครื่องขึ้นลงในเที่ยวบินแต่ละเที่ยวได้ ซึ่งข่าวดีคือขณะนี้ทางบริษัทได้ร่วมมือกับผู้ให้บริการมือถือในการจัดทำ Private-Network ใช้งานภายในสนามบินต้นแบบ และภาคอากาศยานนั้นในภาคผู้ประกอบการสายการบินต่าง ๆ ก็มีความต้องการใช้งานระบบเครือข่ายในการสื่อสาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารที่สามารถตอบสนองได้อย่างทันทีกรณีเครื่องลับสายตา

8) มีข้อกังวลใจในกรณีที่มีการใช้โดรน โดยเฉพาะอย่างยิ่งโดรนที่จะลุกล้ำเข้ามาภายในเขตพื้นที่ของสนามบิน ซึ่งนับเป็นปัญหาที่พบเจอในขณะนี้และถือเป็นอันตรายต่อการขึ้นลงของเครื่องบิน ปัจจุบันมีการแก้ปัญหาเรื่องนี้โดยการจัดทำแอพพลิเคชันเพื่อลงทะเบียนในการบิน

5. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.) กระทรวงสาธารณสุข

1) การใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของ สพฉ. ใช้งานร่วมในย่านคลื่นความถี่ของกระทรวงมหาดไทย โดยมีไว้เพื่อรองรับและบรรเทาสาธารณภัยในภารกิจพิเศษ โดยได้ใช้งานในรูปแบบของ Video Conference หรือ Voice Data เพื่อติดต่อสื่อสารในพื้นที่ห่างไกลจากระบบการสื่อสารพื้นฐานต่าง ๆ และการใช้อินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียมเพื่อการติดต่อทางการแพทย์

2) ปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ C-band หากในช่วงสถานการณ์ปกติ ทางสำนักงานได้มีรอบสำหรับการทดสอบใช้งานระบบเพื่อเตรียมพร้อมในการรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน โดยจำนวนการใช้งานในภารกิจฉุกเฉินจะขึ้นอยู่กับปริมาณสาธารณภัยที่เกิดขึ้น เช่น น้ำท่วม หรือการทำระบบการสื่อสารเพื่อรองรับในโรงพยาบาลสนามในพื้นที่ห่างไกล ตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย โดยเฉลี่ยประมาณปีละ 4-5 ครั้ง โดยตัวเลขนี้ได้รวมกับการทดสอบการใช้งานร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ ร่วมด้วย แต่ไม่ได้รวมกับการ Test link ในแต่ละเดือนของหน่วยงาน โดยการ Test link จะเตรียมความพร้อมอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง

3) การใช้งานคลื่นความถี่หากมองในมิติทางด้านเศรษฐกิจและสังคมจะสามารถช่วยงานได้มากทางด้านความเชื่อมั่นในการแพทย์ของประเทศไทย เนื่องด้วยในกระทรวงสาธารณะสุขนั้นมีเพียง สพฉ. หน่วยงานเดียวที่สามารถใช้งานระบบการแจ้งสถานการณ์ฉุกเฉินได้ เป็นหน่วยงานเดียวที่ไม่ต้องพึ่งพา

การใช้งานระบบสื่อสารของผู้ให้บริการรายอื่น สามารถเรียกใช้งานระบบดาวเทียมได้ในแต่ละภารกิจได้เลย ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ ในกรณีที่เกิดสถานการณ์หรือภัยพิบัติฉุกเฉินต่าง ๆ จะสามารถช่วยตอบได้ทางด้านมูลค่าเชิงสังคม

4) ในการประเมินสถานการณ์ฉุกเฉินแห่งชาติ ทางหน่วยงานเคยประเมินความต้องการใช้งานไว้มากน้อยเพียงใดหากเกิดระดับภัยพิบัติเหล่านั้นขึ้นมา ยกกรณีตัวอย่าง สึนามิ เป็นต้น จากการทดสอบระบบต่าง ๆ แบบเต็มรูปแบบแล้วพบว่าจะใช้สูงที่สุดประมาณ 800-900 Kb โดยขึ้นอยู่กับ Application ที่เลือกใช้และสัญญาณที่เลือกใช้ว่ามีจำนวน Bandwidth เท่าใดด้วยในขณะนั้น โดยทาง สพฉ. ก็ได้มีการวางแผนเพื่อการปฏิบัติทางการแพทย์ทางบก ทางอากาศ และทางน้ำด้วยผ่านระบบการสื่อสารผ่านคลื่นความถี่ C-band
5) ความคิดเห็นต่อการนำใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ปัจจุบันยังไม่ได้มีการศึกษาการใช้ประโยชน์ 5G อย่างเต็มรูปแบบ แต่เชื่อว่าหากมีการประยุกต์ใช้ก็จะสามารถช่วยในการ consult ของทีมบุคลากรทางการแพทย์ หรือแม้แต่การใช้ในการผ่าตัดในระยะไกลได้ รวมไปถึงการยกระดับการสื่อสารให้เป็นไปอย่างครอบคลุมทุกส่วน เช่น Voice Data, Real-time VDO Conference ก็จะสามารถช่วยเหลือทางหน่วยงานได้เป็นอย่างมาก
6) แนวทางการกรณีการใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band หน่วยงานมีโอกาสในการใช้งานสูง โดยยกตัวอย่างกรณีการสั่งการในระบบปฏิบัติการฉุกเฉิน D-169 สั่งการทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ โดยจะเห็นได้ชัดในปฏิบัติการฉุกเฉินทางการแพทย์ที่สามารถเข้าถึงผู้ป่วยได้ทันทีและรวดเร็ว ผ่านการ tracking GPS ของรถฉุกเฉินภายในพื้นที่ใกล้เคียงกับผู้ป่วยและทำการสั่งการให้เข้าปฏิบัติหน้าที่เมื่อมีการตรวจสอบพิกัดใกล้เคียง โดยขณะนี้ใช้อยู่ในรูปแบบ 3G/4G แต่หากเป็นการยกระดับไปใช้เป็นเทคโนโลยี 5G เชื่อว่าจะสามารถติดตามผู้ป่วยและสามารถส่งต่อข้อมูลเบื้องต้นในการปฏิบัติการภาวะวิกฤติได้ในพื้นที่หน้างาน
7) หากประเมินเป็นมูลค่าสัดส่วนการช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินสามารถที่จะจัดการได้ทันทีตั้งแต่ในรถพยาบาล โดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้ทีมแพทย์สามารถ consult เคสและตัดสินใจได้ในภาวะวิกฤตก่อนที่จะถึงโรงพยาบาล จากเดิมที่ประมาณ 8 นาที จากจุดที่ตั้งของรถไปยังจุดเกิดเหตุ ยังไม่รวมถึงระยะเวลาในการคำนวณระยะทางรถติดร่วมด้วย แต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจะสามารถช่วยคาดการณ์ระยะเวลาที่จะต้องใช้เดินทางไปยังจุดเกิดเหตุได้น้อยลง ผ่านการมองเห็นสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่และการจัดการผ่านการประสานไปยังสำนักการจราจรที่เกี่ยวข้องในการอำนวยความสะดวกก่อนที่รถฉุกเฉินจะเดินทางเพื่อไปถึงจุดเกิดเหตุได้เร็วมากขึ้น
8) มีการวางแผนรูปแบบการใช้งานเทคโนโลยี 5G เหมาะสำหรับการใช้ในรถฉุกเฉิน (Emergency cars) รับมือกับผู้ป่วยที่มีภาวะวิกฤตฉุกเฉิน ที่จะต้องมีการติดตามอาการอย่างใกล้ชิดผ่านอุปกรณ์ Monitor ที่ติดไปกับตัวรถฉุกเฉินได้ เช่น การตรวจดูสัญญาณชีพแบบ Realtime ผ่าน Ipad และอุปกรณ์วัดสัญญาณชีพที่ติดตัวผู้ป่วย และสามารถประกอบการตัดสินใจ ในการให้ความช่วยเหลือเบื้องต้นก่อนที่

จะถูกนำส่งโรงพยาบาลได้ หรือหากมีการติดตั้งกล้องไปกับตัวเจ้าหน้าที่ในการเข้าปฏิบัติการหน้างาน ก็จะสามารถสั่งการได้ทันที

9) ในการนำเอาเทคโนโลยีทางการแพทย์มาใช้งาน ต้องดูงบประมาณของภาครัฐที่เข้ามาจะสนับสนุน คือ ถ้าหากมีการพิจารณาอย่างรวดเร็วก็จะสามารถนำเอามาประยุกต์ใช้ได้ทันที ทั้งนี้ ในแง่ของการลงทุนนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วยเพราะข้อมูลผู้ป่วยที่จะเข้ามาถือเป็นข้อมูลส่วนบุคคล ถ้าหากจะต้องนำใช้เทคโนโลยีก็ต้องสร้างมีการลงทุนในส่วนของ Server ที่จะเป็นข้อมูลเฉพาะของผู้ป่วยและการรักษาความปลอดภัยที่แน่นหนา โดยประมาณการไว้ที่ 2-5 ล้านบาทต่อหนึ่งจังหวัด ในการลงทุน Server เพื่อจะใช้เป็นฐานข้อมูลเชื่อมต่อกับระบบ Sever กลางของ สพฉ. เอง ซึ่งในกระบวนการเปลี่ยนผ่านจาก 4G ไปยัง 5G คาดว่าอาจจะต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 5 ปีในการเปลี่ยนผ่านไปใช้งานแบบเต็มรูปแบบได้

10) ในกรณีการแบ่งช่องของคลื่นความถี่ของ C-band ไปใช้งานในกิจการ 5G ทาง สพฉ.ไม่มีความกังวลใจแต่อย่างใด แต่ทั้งนี้อาจจะต้องฝากในเรื่องการแบ่งช่องไว้เผื่อสถานการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้นและในภาวะวิกฤตต่าง ๆ เพื่อให้บริการในกรณีที่เกิดเหตุร้ายแรงขึ้นได้ทันที อย่างน้อย 1 ช่องคลื่นความถี่ โดยจัดสรรให้เป็นคลื่นความถี่ส่วนกลาง ที่ยังคงไว้ให้ใช้ได้ฟรี และมีปริมาณ Bandwidth ที่มากเพียงพอจะรองรับในกรณีที่เกิดการใช้งานพร้อมกันหลายหน่วยงาน

6. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักบริการคอมพิวเตอร์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) ในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัยมีการให้บริการด้วยเครือข่าย WIFI โดยปกติ User ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นหลัก ทำให้แนวโน้มในการใช้งานในอนาคตส่วนใหญ่เลือกซื้อจากเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อได้เร็วกว่า และราคาถูกกว่า เช่น ถ้า WIFI มีความพร้อมในการใช้งานมากกว่า ก็ต้องซื้อ WIFI มาใช้งาน ในขณะเดียวกันถ้า WIFI คลอบคลุมไม่ทั่วถึงก็ต้องนำ 5G เข้ามาช่วยงาน ในส่วนของ Application ทั้งหมดในมหาวิทยาลัย มุ่งไปสู่ Super App เหมือนกับตัว luca ที่รัฐบาลกำลังดำเนินการอยู่ ซึ่งประชาชนสามารถเช็คค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าปรับ ใบเสร็จต่าง ๆ ได้ เป็นต้น ในทำนองเดียวกันมหาวิทยาลัยมีแนวโน้มในการย้าย Application เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ อาทิ Private Data Personal Data และ Open Data ในด้านการเรียนการสอนที่ผ่านมามีการแพร่ระบาดของ Covid-19 จึงปรับการเรียนการสอนเป็นรูปแบบออนไลน์ หลังจากสถานการณ์ของการแพร่ระบาดเริ่มคลี่คลายลง ทำให้การเรียนการสอนกลับมาสู่รูปแบบ Onsite และ Hybrid ซึ่งรูปแบบ Hybrid เป็นรูปแบบที่มีความสำคัญกับการใช้งาน 5G หรือ Mobile เพื่อเข้ามาส่งเสริมในด้านการเรียนการสอน ในปัจจุบัน Platform ไม่ได้ระบุการใช้งานว่าเป็น WIFI หรือ 5G แต่ Platform ใช้งานอยู่บน Application เมื่อต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต ขึ้นอยู่กับว่า last mile ตัวสุดท้ายคืออะไร ถ้าหาก last mile ในมหาวิทยาลัย แล้ว WIFI สามารถคลอบคลุมได้ทั่วถึง มหาวิทยาลัยก็ต้องสามารถเลือกใช้งาน WIFI โดยมีเหตุผล คือ ไม่มี Cost และมี Database ที่แรงกว่าในขณะเดียวกัน ถ้าหากเขตพื้นที่บริการไม่มี WIFI มีแต่ 5G ซึ่งจะส่งผลกระทบในทันที เพราะถ้าหากนำ 5G มาใช้คุณสมบัติของต้องดีด้วย

เพราะระบบต้องเลือกซื้อแพ็คเกจที่ดี สามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก เห็นว่าในความต้องการของมหาวิทยาลัยเขตพื้นที่บริการของ WIFI ค่อนข้างที่จะคลอบคลุมทั่วถึง ซึ่งผู้ใช้งานมีสิทธิ์เลือกใช้งาน โดยปกติเครื่องของในมหาวิทยาลัยมีการ Switch over ถ้าหากมี WIFI ก็ต้องเชื่อม WIFI ก่อนอยู่แล้ว แต่ถ้าหาก speed ต่ำ ก็ต้องเปลี่ยนมาใช้งาน 5G

2) ข้อมูลภายในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ไม่ได้มีปัญหามากนักกับความล่าช้าในเครือข่ายการสื่อสารยกเว้นการทำงานและการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ เนื่องจากมี Bandwidth ที่ต่ำมาก เช่น Zoom Microsoft Team และ WebEx ต่าง ๆ ต้องมีการการันตีในเรื่องของความหน่วงเวลา (Latency) แต่ถ้าในส่วนของการเข้าถึงข้อมูลจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน WIFI
3) ในอนาคต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้มีการจัดตั้งคณะแพทย์ การเรียน การสอน การดำเนินการในโรงพยาบาล หรือการทำ emergency ต่าง ๆ จะมีการนำ 5G มาใช้งานหรือไม่ถ้าหาก สามารถการันตีความหน่วงเวลาได้ ได้ เครือข่าย 5G จะเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถจัดหาความต้องการของ Network ได้เช่นเดียวกับ WIFI ในการเลือกใช้งานจึงต้องพิจารณาจากต้นทุน ถ้ามีการติดตั้ง WIFI ซึ่งผู้ใช้งานไม่มีผลกระทบกับต้นทุนแน่นอนเพราะผู้ลงทุนโครงสร้างคือ มหาวิทยาลัยหรือคณะแพทย์ฯ แต่เทคโนโลยี 5G ผู้ลงทุนคือ ผู้ให้บริการ ถ้ามองในเรื่องของ Cost model หากมีการผูกกับบริษัทแล้วมีการขึ้นราคา การเข้าถึงก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลง
4) คณะแพทย์หรือบางคณะมีการเลือกใช้ 5G มีโอกาสเพิ่มมูลค่าได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับการใช้ Application เช่น การผ่าตัด Telemedicine ที่ต้องการ Latency ต่ำและดีถ้าหากนำ 5G เข้ามาใช้งานก็เป็นเรื่องดี การจัดตั้งคณะแพทย์อยู่ในขั้นตอนการพูดคุยเตรียมการในเรื่องของโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งมีการใช้ WIFI อยู่แล้ว แต่ในเรื่องของการเข้าถึงข้อมูลและการใช้ Application ยังไม่มีความนิ่งพอ ในขณะเดียวกัน Application ที่นำมาใช้อย่างเช่น ระบบ Realtime ปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานที่ทดสอบระบบนี้ด้วยการใช้งานของ 5G ทางการแพทย์ได้ ซึ่งในส่วนของ WIFI มีการใช้งานอยู่แล้ว และถ้ามีการนำ 5G มาใช้งานก็สามารถช่วยเพิ่มศักยภาพในการทำงานได้ แต่ขึ้นอยู่กับความหน่วงที่ได้รับ
5) ถ้าหากสภามหาวิทยาลัยมีนโยบายให้ฝ่ายบริหารปรับปรุงเรื่องการเรียนการสอน การวิจัย และการทำแล็ปทางไกลให้ดียิ่งขึ้น ท่านคิดว่า 5G มีส่วนช่วยได้หรือไม่ ถ้าหาก last mile เป็นระบบทางไกล เครือข่าย WIFI ไม่สามารถเข้าถึงได้อย่างแน่นอน แต่ถ้านำ 5G ที่สามารถคลอบคลุมได้ทั่วถึงมาใช้งานจะช่วยให้การทำงาน การเรียนการสอนได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมาคอยจัดการเรื่องของอุปกรณ์เพราะผู้ประกอบการเป็นผู้ดำเนินการให้อยู่แล้ว ถ้าหากผู้ประกอบการสามารถการันตีในเรื่องของความพร้อมในการใช้งานได้ ผู้ใช้บริการก็ต้องเลือกใช้งาน 5G
6) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถ้าเทียบกันระหว่างการที่ AIS มาตั้งเสาสัญญาณและสามารถใช้งานได้คลอบคลุมกับมหาวิทยาลัยต้องไปวางสายต่าง ๆ ด้วยตนเอง ถ้ามีรูปแบบกิจกรรม การเรียนการสอนและใช้ฟังก์ชันรูปแบบเดียวกัน ต้นทุนจะต่างกันกี่เปอร์เซ็นต์ สำหรับต้นทุนถ้านับที่ bandwidth คือเท่ากัน แต่ถ้าหากมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการที่ไม่ต้องลงโครงสร้างพื้นฐานและสามารถ

ถอด WIFI ได้หมด ไม่จำเป็นต้องลากสายหรือกระจายสวิตช์ แล้วสัญญาณสามารถเข้าถึงภายในอาคารได้ ก็สามารถเลือกใช้ 5G ได้ แต่ในปัจจุบัน ในมหาวิทยาลัยมีการติดตั้งเสาสัญญาณไม่ว่าจะเป็น AIS และเครือข่ายอื่นๆ ทำให้หน่วยงานไม่ได้ค่าการันตี service ถ้าทุกอย่างผูกเข้ากับเอกชนแล้วเอกชนเปลี่ยน Model หรือราคา จะส่งผลกระทบต่อมหาวิทยาลัย จึงจำเป็นต้องลงโครงสร้างพื้นฐานเป็น WIFI ดังนั้นลักษณะการใช้งานในด้านการศึกษา มหาวิทยาลัยหรือโรงเรียน เมื่อเทียบกับ cost ทำให้การใช้งาน WIFI มีความคุ้มค่ากว่า และมี Service Agreement ที่ควบคุมได้ง่ายกว่า

7) การสื่อสารดาวเทียมในปัจจุบัน ถ้าหากถูกเวนคืนหรือเปลี่ยนช่องความถี่ จะไม่ส่งผลกระทบต่อด้านการศึกษา แต่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ใหม่ที่จะสามารถรับได้

7. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สถาบันพัฒนาศักยภาพด้านดิจิทัล เพื่อ EEC มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ได้ถูกคัดเลือกให้เป็นศูนย์ทดสอบการใช้งาน 5G (5G Testbed) ภายใต้การสนับสนุนจากหน่วยงานของภาครัฐ บริษัทผู้ให้บริการโทรคมนาคมทุกเครือข่าย บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคม รวมทั้งบริษัทกลุ่มผู้มีความต้องการใช้งานเทคโนโลยี 5G เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งกระทะและมีภูเขาล้อมรอบ จึงเหมาะสำหรับการจัดทำเป็นพื้นที่ทดลองแบบปิดได้ โดยมีจุดประสงค์ในการเป็นพื้นที่ทดสอบการใช้งานระบบเทคโนโลยี 5G โดยทำการตั้งเสาส่งสัญญาณภายในพื้นที่และมีตัวป้องกันคลื่นภายในพื้นที่โดยรอบ เริ่มภายในโครงการนี้ได้มี Application ที่เกิดจากการนำร่องใช้งานที่เห็นได้อย่างชัดเจนอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ 1) Autonomous Vehicle หรือมีการใช้งานยานยนต์แบบไร้คนขับ 2) Facial recognition system หรือระบบจดจำใบหน้าเพื่อป้องกันอาชญากรรม และ 3) ระบบ AR/VR ในการสร้างภาพจำลองภายในมหาวิทยาลัย โดยเทคโนโลยีทั้งหมดได้มีการต่อยอดและถูกจัดทำเป็นศูนย์การเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยี Campus academy ในการจัดอบรมเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางด้านเทคโนโลยีให้แก่นิสิตหรือบุคคลภายนอกที่สนใจ ยกตัวอย่างเช่น หลักสูตร IoT หลักสูตร Dynamic balancing เป็นต้น โดยปัจจุบันศูนย์ยังคงทำการจัดอบรมแก่ผู้ที่สนใจได้อยู่ภายหลังจากจบโครงการไปแล้ว ซึ่งทั้งหมดนี้เกิดขึ้นจากการใช้งานเทคโนโลยี 5G ทั้งหมด

2) การดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลกระทบ คิดว่าจะสามารถช่วยยกระดับได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะเทคโนโลยี AR/VR ที่จะสามารถช่วยตรวจสอบระบบข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ยกตัวอย่างในโรงงานอุตสาหกรรมผสมผสานกับการใช้งานเซ็นเซอร์ในการสร้างระบบการทำงานหรือการวางแผนการผลิตได้อย่างแม่นยำลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยจะช่วยในการลดจำนวนแรงงานคนให้ทำงานได้น้อยลง มีระบบการบันทึกข้อมูลและการรายงานผลได้อย่างถูกต้อง สามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้เพื่อคำนวณและคาดการณ์การผลิตได้

3) องค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ภายใต้การให้บริการดังกล่าวนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดและประสบความสำเร็จจากการทำโครงการนี้คือ การเกิดขึ้นของหลักสูตรออนไลน์ทั้งในรูปแบบการเรียนหรือการทำแล็ป โดยคิดว่าเป็น

ประโยชน์อย่างมากสำหรับสถานศึกษาในเรื่องของวิทยาการต่าง ๆ หรือภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการการใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

4) เห็นด้วยที่จะมีการผลักดันนำใช้งานเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย เพราะเชื่อว่าจะสามารถช่วยยกระดับและพัฒนาศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจให้สามารถเติบโตได้ดียิ่งขึ้นและจะสามารถช่วยเพิ่มยกระดับฝีมือของแรงงานไทยให้มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่อไป

8. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) จำกัด

1) ปัจจุบันทางบริษัทฯ ได้เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนทางด้านอุตสาหกรรมคลื่นความถี่ และร่วมทำงานกับหน่วยงานหรือผู้ให้บริการเครือข่ายหลายราย โดยส่วนตัวเห็นว่ามูลค่าคลื่นย่าน MidBand ของC-band จะมีศักยภาพต่อการให้บริการเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นคลื่นที่ถูกจับตามองมาจากหลายประเทศในด้านการประยุกต์ใช้งานเพื่อศักยภาพทางด้านเทคโนโลยี 5G และสามารถช่วยยกระดับภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ให้สามารถขับเคลื่อนไปได้จากการประยุกต์ใช้งาน เพราะคุณสมบัติของเทคโนโลยี 5G นั้น จะจำแนกได้ 3 ประการ คือ การส่งข้อมูลความเร็วสูง (มากกว่า 10 Gbps) มีความเสถียรมากและมีความหน่วงเวลาต่ำ (<10 m/s) และสามารถเชื่อมต่อการใช้งานของอุปกรณ์จำนวนมากในพื้นที่เดียวกัน (1 ล้านเครื่อง/พื้นที่) จึงทำให้มีความน่าสนใจในการใช้งานเทคโนโลยีนี้ในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นอย่างสูง
2) สัดส่วนของของการให้บริการ และมูลค่าที่คาดว่าจะเกิดในอุตสาหกรรมแนวดิ่งได้มากยิ่งขึ้น และสร้างให้เกิด Use Case ให้มากขึ้น ยกตัวอย่างภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่
    a. กลุ่มของอุตสาหกรรม Healthcare ในการใช้งานในรูปแบบของการผ่าตัดทางไกล การใช้งาน Smart Ambulance จะสามารถช่วยเหลือและรองรับการทำงานทางการแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การลดความหน่วงเวลาก็จะสามารถช่วยเหลือได้มากขึ้น โดยยกตัวอย่างข้อมูลผู้ป่วยที่มีปริมาณมากเพื่อส่งต่อไปยังโรงพยาบาลหรือพื้นที่หน้างานในกรณีฉุกเฉิน หรือการผสานเข้าไปกับ IoT ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานและสื่อสารกันไปมาระหว่างอุปกรณ์ได้
    b. กลุ่มอุตสาหกรรม Smart Factory ในการประยุกต์ใช้การขับเคลื่อนไร้คนขับ ยกตัวอย่างงานเหมืองแร่ที่จะต้องใช้งานรถขุดเจาะที่ต้องเสี่ยงภัยเข้าไป หากมีการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยียานยนต์ไร้คนขับในการบังคับรถขุดเจาะภายในเหมืองก็จะสามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่การทำงานของโรงงานได้
3) ในการดำเนินการที่ผ่านมาจะเป็นได้ว่ากระบวนการต่าง ๆ ยังอยู่ในขั้นตอนการเริ่มศึกษาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์แต่เพียงเท่านั้น แต่ยังไม่ได้มีการนำไปใช้งานให้เกิด Use Case อย่างแท้จริง โดยหากเกิดการนำร่องใช้งานแล้ว คิดว่าสัดส่วนมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจจะสามารถขับเคลื่อนได้อย่างแน่นอน โดยคาดการณ์ว่าสัดส่วนทางการตลาดที่จะเข้ามามีบทบาทมากจะอยู่ในส่วนของ 5G to Consumers ในการให้บริการอินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วขึ้น รองรับการทำงานของเทคโนโลยีที่ต้องการความหน่วงเวลาต่ำ

เช่น AR/VR เป็นต้น และในส่วนของ 5G to Business ที่จะถูกประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมในการควบคุมการผลิตจะเห็นอย่างได้ชัดเจน

4) การใช้ย่าน Midband เพื่อ 5G เชื่อว่าจะสามารถช่วยขับเคลื่อนให้เกิดเป็น New Business ใหม่ ๆ เพิ่มยิ่งขึ้น โดยช่วยลดจำนวนแรงงานที่มีภายในตลาดแรงงาน ช่วยยกระดับหรือศักยภาพแรงงานให้เป็นแรงงานที่มีฝีมือ เนื่องจากการทดแทนของเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น แต่ในด้านสิ่งแวดล้อมอาจจะช่วยตอบโจทย์ในเรื่องการคำนวณการลดลงของจำนวน Footprint ที่จะเกิดขึ้น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่จะนำเอาไปประยุกต์ใช้
5) ถ้าไม่ได้ใช้คลื่นในย่านความถี่ C-band เห็นว่าจะขาดโอกาสในการพัฒนาศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจ เพราะขณะนี้การใช้งานเทคโนโลยี 5G ยังคงอยู่ในกระแสการใช้งานอยู่ทั่วโลก หากมีการพัฒนาเทคโนโลยี 5.5G หรือ 6G ขึ้นมา การผลักดันให้เกิด 5G นั้นก็จะเกิดความยากลำบากในการขับเคลื่อนต่อไป
6) ข้อกังวลใจการใช้งานเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน C-band จำนวน 2 ข้อ ได้แก่
    a. หากมีการประกาศใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวเพื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว ผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือจะต้องพบกับปัญหาการรบกวนกันของคลื่นความถี่กับประชาชนที่สามารถรับสัญญาณในช่วงคลื่นนั้นผ่านจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียมในลักษณะจากตะแกรง ในการแก้ปัญหาในส่วนนี้ ทางผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือจะต้องเป็นผู้แบกรับในส่วนต่างของการเยียวยานี้หรือไม่
    b. จำนวนปริมาณผู้ใช้งานจานรับสัญญาณดาวเทียมนั้นมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ยังไม่เคยมีใครได้รับตัวเลขที่แท้จริงนี้เพื่อใช้ประเมินความคุ้มค่าที่จะต้องลงทุนครั้งใหม่
7) ในการดำเนินการของผู้ประกอบการผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือจะต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าที่จะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน และจะต้องพิจารณาแนวทางที่จะเกิดขึ้นจากหน่วยงานผู้กำกับดูแลนโยบายคลื่นความถี่ โดยเชื่อว่าหากมีการจัดการและมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างชัดเจน จะทำให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ามาร่วมลงทุนในตลาดนี้อย่างแน่นอน

9. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTAC)

1) ปัจจุบันทางบริษัทได้ให้บริการ 5G บนคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz โดยได้เริ่มดำเนินการปี พ.ศ.2564 เป็นต้นมา ซึ่งทางบริษัทเป็นผู้ดำเนินการรายแรกของประเทศไทยที่มีการทดสอบใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวเพื่อกิจการ 5G แต่พบว่า คลื่นความถี่ดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมมากกว่าการใช้งานทั่วไป เนื่องจากความพร้อมทางด้านโครงสร้างพื้นฐานในการรองรับยังมีไม่มากเพียงพอ โดยเราได้มีการศึกษา Use Case ที่นำ 5G ไปใช้งานได้จริง ในการ Monitor ผ่านกล้อง CCTV Hight-definition ภายในพื้นที่ของบริษัท หรือการนำไปใช้ในกรณีของบริษัทผลิตไฟฟ้า จึงทำให้เห็นว่าเหมาะสมกับภาคธุรกิจมากกว่า

2) สัดส่วนของของการให้บริการ และมูลค่าที่คาดว่าจะเกิดในอุตสาหกรรม จากสถานการณ์ Covid-19 ได้ส่งผลกระทบอย่างมากกับลูกค้าที่อยู่ในภาคธุรกิจ (B2B) จึงทำให้ภาพการเติบโตของเทคโนโลยี 5G คาดการณ์ได้ยาก เนื่องจากผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นภายหลังสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้การตัดสินใจในการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีเกิดการชะลอตัว และในส่วนของภาคประชาชน (Consumer) Dtac ใช้งานความถี่ย่าน 700 MHz เพื่อให้ได้คุณสมบัติความครอบคลุมโครงข่ายในทุกพื้นที่ แต่ก็ต้องยอมรับว่าผลตอบรับยังไม่มากเพียงพอเนื่องจากปริมาณของ Bandwidth ที่ยังจำกัด (10 MHz×2) ทำให้ผู้ใช้งานส่วนมากนิยมใช้ Operator รายอื่นมากกว่า
3) หากจะมีการนำใช้เทคโนโลยี 5G ที่คลื่นย่าน MidBand หรือช่วง 3500MHz เห็นด้วยอย่างยิ่ง เพราะมีความเสถียรมากและในหลายประเทศทั่วโลกได้มีการใช้งานบนคลื่นความถี่นี้ ทำให้ง่ายต่อการจัดหาอุปกรณ์ แต่ด้วยสถานการณ์ Covid-19 ที่เกิดขึ้น ทำให้การดำเนินการของผู้ประกอบการหยุดชะงักลงส่งผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ความต้องการย่าน 3500 MHz ได้ลดลงมาที่ย่าน 2600 MHz บริษัทเห็นว่าความต้องการคลื่นมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามเห็นว่า 3500 MHz มีความน่าสนใจ แต่คลื่นความถี่ย่าน MidBand อื่นก็มีความน่าสนใจไม่น้อยไปกว่ากัน
4) มีความกังวลใจเรื่องการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ซึ่งทางผู้ประกอบการทางด้านดาวเทียมได้ให้ข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานในย่านนี้กว่า 10-12 ล้านครัวเรือน ปัญหาคือจานรับสัญญาณดาวเทียมเหล่านั้นสามารถรับช่วงคลื่นที่กว้างมาก หากมีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ไปใช้เพื่อกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล อาจเกิดปัญหาการรบกวนของสัญญาณ แต่กลับไม่มีผู้ที่รับผิดชอบที่ชัดเจน จากการหารือร่วมกันระหว่างสำนักงาน กสทช และผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถสรุปประเด็นปัญหาออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1) Guard Band ที่ใช้งานจะกินช่วงคลื่นเข้ามา จากเดิมที่ได้รับจัดสรร 3.4–3.7 GHz อาจจะลดลง เหลือเพียง 3.4-3.6 GHz ในกรณีของการใช้งาน Guard Band ที่ 100 MHz ทางผู้ประกอบการก็รู้สึกว่าไม่คุ้มกับการที่จะต้องลงทุนเพราะต้องสูญเสียผลประโยชน์ไป และ 2) คือการแก้ไขการรบกวนกันด้วย separation distance กับจาน C-band ในระยะ X เมตร ตามแนบท้ายประกาศการประมูลคลื่น ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องไปสำรวจจำนวนจานดำที่อยู่โดยรอบเสาส่งสัญญาณ จึงทำให้ผู้ประกอบการมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และจากประเด็นทั้งสองนำไปสู่การชดเชยจำนวนผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในคลื่นความถี่ดังกล่าว ซึ่งยังไม่มีการระบุชัดว่าใครเป็นผู้รับผิดชอบในส่วนนี้
5) เนื่องจากมีประเทศไทยมีการผลักดันเขตเศรษฐกิจพิเศษ (EEC) ที่มุ่งเน้นให้เกิดอุตสาหกรรมอัจฉริยะหรืออุตสาหกรรมต้นแบบทางด้านเทคโนโลยี บริษัทมีโครงการพื้นที่ทดลองร่วมกับบริษัทใหญ่ ภายใต้ EEC ด้วยสถานการณ์ Covid-19 ทำให้มีการปรับเปลี่ยนไปใช้งานในรูปแบบ WIFI แทน เพราะการใช้งาน 5G ต้องอาศัยความเฉพาะตัวอย่างมากในเรื่องของคุณสมบัติ ภาคอุตสาหกรรมอยู่ในระหว่างการฟื้นตัวจากสถานการณ์โควิท ยังไม่สามารถลงทุนได้ บริษัทก็มีความคาดหวังให้เกิด Use Case ของ 5G ในประเทศไทย

6) คาดหวังว่าการใช้งานเทคโนโลยี 5G จะสามารถตอบประเด็นในอุตสาหกรรมใดในระยะ 5 ปีหรือ 10 ปีนี้ อุตสาหกรรมที่ต้องการคุณสมบัติ Low-latency มักจะเป็นอุตสาหกรรมที่ตอบโจทย์ทางด้านอนาคต เช่น Smart Factory ในการบังคับยานยนต์ไร้คนขับ อุตสาหกรรม Healthcare ในกรณีการผ่าตัดทางไกล และอุตสาหกรรม Entertainment จำพวกเกมส์หรือการตอบสนองของ AR/VR ที่ต้องการความหน่วงต่ำ เป็นต้น โดยเชื่อว่าอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการจะมีความต้องการใช้งานเป็นอุตสาหกรรมแรก
7) ผู้ประกอบการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่หลายราย เห็นว่า ยังไม่ถึงเวลาใช้ 5G ในประเทศไทย เพราะฉะนั้น 4G LTE ยังสามารถเติบโตได้ แม้ประเทศไทยในขณะนั้นถือว่าเป็นประเทศแรกของภูมิภาคที่มีการใช้งาน 5G แต่เมื่อเทียบเคียงการได้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมโทรคมยังไม่สามารถเปรียบเทียบได้เพราะในระดับเดียวกับประเทศไทยยังไม่มีการใช้งาน 5G อย่างเป็นทางการ และหากมีการใช้งานผลลัพธ์ที่จะได้คือในลักษณะการให้บริการไปยังผู้บริโภค

10. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สดช.

1) ปัจจุบันภารกิจของหน่วยงานมีบทบาทและเกี่ยวข้องในเชิงนโยบายที่จะสนับสนุนให้ประชาชนสามารถเข้าถึงและประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้น หน่วยงานจึงไม่ได้พิจารณาคลื่นความถี่ใดเป็นพิเศษ ซึ่งหากพิจารณาในการขับเคลื่อนทางการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G หน่วยงานได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการเพื่อการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ มาเป็นผู้ดูแลกำกับนโยบายที่จะให้มีการส่งเสริม ขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G โดยมีกลุ่มลูกค้าที่สำคัญ คือ ภาคประชาชนหรือหน่วยงานที่มีความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเพื่อภารกิจต่าง ๆ ยกตัวอย่าง การใช้เพื่อยานยนต์อัจฉริยะ การใช้ในการผ่าตัดทางไกล หรือการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น
2) การจัดสรรคลื่นความถี่คิดว่าหากมีการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในคลื่นความถี่ของย่าน C-band นั้นจะส่งผลที่ดีต่อประชาชนในด้านการใช้งานเป็นอย่างมาก เนื่องจากคุณสมบัติของคลื่นความถี่ย่าน C-band ช่วง 3.5 GHz นั้นมีความเสถียรมากและจะทำให้ครอบคลุมการใช้งานอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ดีผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น คือ การรบกวนกันของคลื่นความถี่ที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานคลื่นความถี่ C-band เดิม และผลกระทบต่อผู้ใช้งานเทคโนโลยี 5G มีข้อกังวลใจ คือหากมีการใช้งานร่วมกันจะมีต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งฝั่งผู้ใช้บริการ C-band เดิมและผู้ใช้บริการเทคโนโลยี 5G ในเรื่องของต้นทุนในการเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ ต้องขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการด้วยว่าจะเข้ามาลงทุนหรือไม่
3) ปัจจุบันนี้การใช้งานเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ 700 MHz และ 2.6 GHz นั้นคิดว่ายังไม่เพียงพอ เนื่องจากหลายครั้งในพื้นที่ห่างไกลพบว่าเทคโนโลยี 5G ยังคงไม่ครอบคลุมในทุกพื้นที่ โดยเห็นว่าปริมาณของเดิมที่ผู้ให้บริการมีอยู่นั้นยังคงใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ หากมีการลงทุนเพิ่มในการเช่าประมูลคลื่นความถี่ 3.5 GHz อาจจะเป็นการเพิ่มต้นทุนให้แก่ผู้ให้บริการ

4) ความเห็นต่อมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจของภาคอุตสาหกรรม ปัจจุบัน สดช. ยังไม่ได้ศึกษาหรือวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐกิจ จึงยังไม่สามารถให้คำตอบได้อย่างชัดเจน แต่คิดว่าหากมีการใช้งานจริงก็จะส่งผลต่อภาคธุรกิจในการขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ได้แน่นอน
5) การผลักดันภาคอุตสาหกรรมในระยะแรกของการใช้เทคโนโลยี 5G โดยปกติแล้วหน่วยงานได้ดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม โดยได้มีการจัดทำและปรับปรุงแผนนโยบายเพื่อสนับสนุนการใช้งานเทคโนโลยีเป็นประจำทุก 2 – 5 ปี ตามความเห็นของ ครม. ว่าด้วยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลเพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางของ International Institute for management development หรือ IMD ทั้งนี้ ในการวางแผนการขับเคลื่อนของหน่วยงาน เบื้องต้นแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การส่งเสริมให้มี 5G ครอบคลุมในทุกพื้นที่ของประเทศไทย เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ทุกคน และระยะที่ 2 จะเป็นการส่งเสริมเพื่อใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดเป็น Use Case ที่สำเร็จ โดยมุ่งเน้นไปที่อุตสาหกรรมทางการแพทย์ ด้านการใช้ Tele-medicine และอุตสาหกรรมโรงงานในการขับเคลื่อนยานยนต์อัจฉริยะเพื่อให้เป็นต้นแบบและสามารถขยายไปยังภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ ต่อไปได้
6) หน่วยงานมองความสำเร็จในภาพของ Tele-medicine คาดหวังให้ลดการเข้าถึงหรือระยะทางในการดำเนินการ โดยแพทย์ผู้ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางที่อยู่กรุงเทพอาจใช้วิธีการถ่ายทอดการผ่าตัดไปยังแพทย์ที่ผ่าตัด ณ จังหวัดเชียงใหม่ได้ เป็นต้น ส่วนในด้านอุตสาหกรรมโรงงาน คาดหวังการนำไปใช้งานด้านยานยนต์ไร้คนขับให้สามารถส่งต่อข้อมูลของรถแต่ละคันเพื่อการบริหารจัดการภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้ หรือแม้แต่การนำไปใช้ใน Smart City ในอนาคต
7) หน่วยงานเชื่อว่าแผนพัฒนาดิจิทัลที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันไม่ได้เจาะจงเทคโนโลยีใดเป็นพิเศษ โดยแผนพัฒนาดิจิทัลได้มีการสนับสนุนครอบคลุมในทุกด้านของเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารผ่านดาวเทียม การสื่อสารผ่านระบบสาย การสื่อสารผ่านระบบไร้สายต่าง ๆ เพื่อประกอบเป็น Economy Space และหน่วยงานเห็นว่าหากการพัฒนาทุกด้านพร้อมกัน จะสามารถช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจมูลค่าสูงต่อไปได้
8) หน่วยงานต้องการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทำการศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่ ผลกระทบต่อผู้ใช้งานจานดาวเทียมเดิม หรือจำนวนผู้บริโภคที่ต้องการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G เพราะทางหน่วยงานเป็นเพียงผู้กำหนดแนวโน้มและทิศทางในการใช้ประโยชน์ จึงเห็นว่าหากไม่มีการศึกษาที่รอบด้าน ก็อาจจะส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง และอยากให้มีการศึกษาในกรณีใช้คลื่นย่านต่าง ๆ ร่วมด้วย เพื่อให้เป็นทางเลือกในการดำเนินงานเพื่อขับเคลื่อนต่อไป

11. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย (ททท.)

1) ภารกิจหลักของ ททท. คือการประชาสัมพันธ์ทางด้านการท่องเที่ยวของไทยเพื่อให้เป็นที่รู้จักของนานาชาติและขับเคลื่อนให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ โดยได้ยกตัวอย่างเรื่อง META World หรือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) หรือเทคโนโลยีการผสมผสานโลกเสมือน (Virtual

World) เข้ากับ Application ที่ทางหน่วยงานกำลังอยู่ในกระบวนการพัฒนา Super-Application 3.5 ที่มีชื่อว่า “ALPHA Travel TECH” ซึ่งหน่วยงานเห็นความสำคัญในการผสานเทคโนโลยีโลกเสมือนเข้ากับแอพพลิเคชันเพื่อสร้างแบบจำลองห้องพักหรือสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถรับทราบข้อมูลที่พักและสัมผัสบรรยากาศโดยรอบได้

2) การเกิดขึ้นของเทคโนโลยี 5G เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบหรือ Application ได้ เปรียบเหมือนเป็นถนนที่ราบเรียบสามารถนำทางให้สื่อเข้าถึงเป้าหมายได้มากยิ่งขึ้น แม้การทำงานในปัจจุบันดีเพียงพอแล้ว แต่หากมีการพัฒนาที่มากขึ้น ก็จะช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงและใช้งานระบบเหล่านี้ได้มากยิ่งขึ้น ในเบื้องต้นหน่วยงานประมาณการการพัฒนาระบบไว้ 10 ล้านบาท เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มูลค่าการดำเนินการก็จะยิ่งมีการแข่งขันอัตโนมัติ โดยแบ่งเป็นการพัฒนาตัวระบบในรูปแบบซอฟต์แวร์ การพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์ และการเพิ่มระบบ E-coupon ด้วยเทคโนโลยี Blockchain ในการจำหน่ายในรูปแบบตั๋วออนไลน์ให้แก่นักท่องเที่ยวในการใช้จ่ายร่วมกับหน่วยงานหรือบริษัทการท่องเที่ยวที่เป็นพันธมิตรของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย โดยคิดว่า Application ดังกล่าวจะเป็นตัวเชื่อมต่อกับทุกภาคส่วนเข้าด้วยกันเพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถแจ้งข้อมูลหรือการร้องเรียนต่าง ๆ ภายในระบบได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3) องค์ความรู้หรือมูลค่าที่เกิดขึ้นภายใต้การให้บริการดังกล่าวนี้ ทั้งในเชิงที่จับต้องไม่ได้ (Implicit) และจับต้องได้ (Explicit) จะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยประเมินมูลที่ค่าที่เกิดขึ้นภายหลังการพัฒนาระบบโดยการนำเทคโนโลยี Blockchain จะช่วยให้ทราบข้อมูลและมูลค่าในการใช้งานคูปองที่หน่วยงานภาครัฐสนับสนุนได้จริง เพราะที่ผ่านมาในการดำเนินการโครงการเพื่อส่งเสริมทางด้านการท่องเที่ยวนั้น ไม่สามารถที่จะติดตามมูลค่าของคูปองที่ส่งออกไปได้ว่ามีร้อยละของการนำไปใช้มากน้อยเพียงใด ได้รับข้อมูลจากบริษัทหรือผู้ประกอบการที่แจ้ง ททท. เท่านั้นหากมีการเก็บสถิติการใช้งานก็จะสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาประกอบการพิจารณาและวิเคราะห์แนวโน้มด้านเศรษฐกิจต่อไปได้

4) ความสัมพันธ์ระหว่างสินค้าหรือบริการ จะส่งผลกับลูกค้าหรือภาคประชาชนอย่างไร คิดว่าสามารถช่วยเหลือนักท่องเที่ยวและประชาชนได้มากขึ้น เพราะปัจจุบันนี้หน่วยงานไม่มีระบบการติดตามเรื่องร้องเรียนได้ โดยเหตุที่พบบ่อยและส่งผลต่อภาพลักษณ์การท่องเที่ยวของประเทศไทยคือการที่นักท่องเที่ยวต้องการติดตามข้อมูลการแก้ไขปัญหาเรื่องร้องเรียนที่พบทั้งหมด หากมีระบบการจัดการที่ดีก็จะสามารถติดตามกระบวนการทำงานของแต่ละส่วนที่เกี่ยวข้องได้และมีความน่าเชื่อถือสำหรับนักท่องเที่ยว หรือแม้แต่ผู้ประกอบการสามารถรับทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมดภายใน Application เดียว

5) หน่วยงานของท่านที่มีแนวคิดเรื่อง Smart Coupon ท่านคิดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเข้าถึงของประชาชนหรือนักท่องเที่ยวได้มากน้อยเพียงใด ขณะนี้ทางการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยได้อยู่ในระหว่างการพิจารณานำระบบดังกล่าวมาใช้ เช่นเดียวกับ Hong Kong Tourism Board ก็ได้มี

แนวคิดที่จะใช้งานระบบ Smart Coupon เพื่อเพิ่มศักยภาพในการยิงโฆษณาไปยังนักท่องเที่ยวที่มีศักยภาพในการใช้จ่ายและสร้างรายได้ให้แก่ประเทศ

6) หากมีการนำร่องใช้งานระบบ Smart E-Coupon คิดว่าค่าบำรุงรักษาระบบในส่วนของ E-coupon ทางผู้ประกอบการยินดีที่จะจ่ายเพิ่มให้อย่างแน่นอน โดยรัฐเป็นผู้สนับสนุนให้มีช่องทางการแข่งขันในตลาดเพิ่มขึ้น

12. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด

1) บริษัทใช้คลื่นความถี่ C-band เพื่อดำเนินธุรกิจการให้บริการทางด้านอินเทอร์เน็ตดาวเทียม โดยดำเนินการใน 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบการให้บริการอินเทอร์เน็ตทั่วไปให้แก่ผู้ที่ต้องการใช้งานในพื้นที่ห่างไกล เป็นรายครั้ง และส่วนที่สองคือการให้บริการหน่วยงานที่ต้องการนำคลื่นความถี่ไปจัดสรร หรือใช้งานในลักษณะ Privat Network ขององค์กรนั้น ๆ โดยบริษัทจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อให้บริการแก่ลูกค้าองค์กรเพื่อจัดสรรคลื่นในการทำงานต่อไปอีกทอด
2) ในตลาดปัจจุบันเป็นไปในลักษณะของกิจการโทรทัศน์เสียส่วนใหญ่ในรูปแบบของ Feeder link ไปยังหน่วยงานหรือช่องรายการโทรทัศน์เพื่อทำการตลาด เช่น การถ่ายทอดสดฟุตบอลโลก ซีเกมส์ หรือเอเชียนเกมส์ เป็นต้น ที่จะเป็นการดำเนินการเพื่อทวนสัญญาณจากการรับสัญญาณถ่ายทอดสดต่างประเทศผ่านคลื่นความถี่ย่าน C-band มาใช้ในการถ่ายทอดสดภายในประเทศไทย เป็นต้น รองลงมาเป็นการใช้งานของภาครัฐเพื่อภารกิจต่าง ๆ หรือหากเป็นหน่วยงานเอกชน เช่น แท่นขุดเจาะน้ำมันที่อยู่กลางทะเลและไม่มีตัวเลือกอื่นในการส่งต่อข้อมูล จึงต้องมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียม เป็นต้น
3) สัดส่วนการตลาดมีมูลค่าเป็นเท่าใดหากเทียบกับเทคโนโลยีอวกาศอื่น ๆ ในท้องตลาด ขณะนี้การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทยนั้นคาดการณ์ว่าดาวเทียมไทยคม 6 ได้มีจำนวนสัดส่วนการใช้งานเต็มดวงเป็นที่เรียบร้อย และส่วนของดาวเทียมไทยคม7 คาดว่ามีการใช้งานประมาณครึ่งดวงในขณะนี้ เมื่อเทียบกับสัดส่วนของตลาดแล้วจะพบว่าอัตราการเติบโตของกลุ่มลูกค้าลดลง เนื่องจากราคาในการเช่าใช้คลื่นความถี่ C-band นั้นมีราคาที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับคลื่นความถี่ย่านอื่น แต่ข้อดีของ C-band คือมีปริมาณ Footprint ที่กว้าง ครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ หากในกรณีที่ลูกค้าต้องการใช้งานแค่เพียงอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียม ความจำเป็นในการใช้งานของคลื่นความถี่ดังกล่าวจึงเห็นว่าไม่จำเป็น ยกเว้นแต่ว่าเป็นความต้องการเฉพาะของลูกค้าที่ต้องการใช้งานในย่านความถี่ดังกล่าว
4) การมีคลื่นย่านอื่นที่ไม่ใช่ C-band ที่สามารถนำมาใช้แทนได้หรือไม่ อย่างไร และในกรณีที่หน่วยงานรัฐมาใช้งานจะทำให้ความต้องการทางการใช้งาน C-band เพิ่มขึ้นหรือไม่ คิดว่าหน่วยงานรัฐหากได้รับช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้นก็ยินดีที่จะรับเอาไว้เพื่อการใช้งาน แต่ทั้งนี้ในแง่ของการติดต่อสื่อสาร ก็

สามารถใช้งานในคลื่นความถี่อื่นทดแทนได้หากเป็นไปในลักษณะของการรับ-ส่งข้อมูล เช่น การใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band หรือย่าน Ka-Band เป็นต้น

5) การตลาดในปัจจุบันของ C-band เมื่อเทียบกับย่านอื่นจะอยู่ที่สัดส่วนเท่าใดหากเทียบกับ Ku-Band แล้วจะพบว่า C-band จะอยู่ที่ร้อยละ 70/30 แต่หากอนาคตมี Ka-Band เข้ามาเพิ่มเติม สัดส่วนของ C-band อาจจะลดลงเหลือร้อยละ 20 หรือร้อยละ 10 ก็เป็นได้
6) การใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้บนคลื่นความถี่ย่าน C-band ท่านมีความคิดเห็นอย่างไร ส่วนตัวคิดว่าอยากให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการสำรวจความต้องการใช้งานหรือใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ก่อนที่จะมีการใช้งานจริง เพราะเชื่อว่าความต้องการของประชาชนในการใช้งาน 5G มีเพียงร้อยละ 10-20 เท่านั้น ซึ่งหากมีการใช้งานในย่าน 700 MHz และ 2600 MHz เต็มจำนวนการใช้งานแล้วก็เห็นควรที่จะต้องขยับมาใช้งานในย่านความถี่ 3500 MHz ดังกล่าว ทั้งนี้ เชื่อว่าจะเป็นผลดีกับทุกฝ่ายหากมีการใช้งานในย่านความถี่นี้เพราะจะสามารถใช้งานคลื่นความถี่ที่ตรงกันกับประเทศอื่นทั่วโลกได้ ในแง่ของอุปกรณ์รับสัญญาณก็จะสามารถใช้งานได้
7) หากมีการเรียกคืนคลื่นความถี่ ลำดับแรกคือผู้ผลิตชิ้นส่วนดาวเทียมของประเทศไทย อาจจะต้องพิจารณาในสัญญาการสัมปทานที่เหลืออยู่เพื่อทำการเคลียร์คลื่นความถี่และสงวนคลื่นความถี่ที่จะต้องใช้งาน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในอนาคต ลำดับถัดมาคือประชาชนที่ใช้งานเครื่องรับสัญญาณของจานรับสัญญาณ C-band ในช่วงความถี่นั้น จะเกิดปัญหาจากการรบกวนของสัญญาณทำให้ไม่สามารถรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมได้ ซึ่งทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องทำการออกมาตรการที่ชัดเจนในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ ข้อกังวลใจที่สำคัญคือจำนวนประชากรที่มีการใช้จานรับสัญญาณดังกล่าวยังไม่ทราบตัวเลขที่ชัดเจน จึงทำให้หน่วยงานไม่สามารถคำนวณปริมาณค่าความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้
8) ในฐานะผู้ประกอบการที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ไม่มีข้อกังวลใจ เนื่องจากมีการใช้งานคลื่นความถี่ที่มากกว่า 3700 MHz จึงเชื่อว่าจะไม่เกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ดังกล่าว ทั้งนี้ หากจะมีการเรียกคืนคลื่นความถี่ดังกล่าว ทางหน่วยงานผู้กำกับดูแลควรจะมีนโยบายที่ชัดเจนในการเปลี่ยนถ่ายและทางหน่วยงานควรมีการการันตีการใช้งาน Ku-Band ให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับการใช้งาน C-band ฝากถึงหน่วยงานกำกับดูแล หากทราบจำนวนตัวเลขผู้ใช้งานหรือผู้ที่ได้รับผลกระทบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะสามารถประเมินมูลค่าการชดเชยที่จะเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ หากจะมีการชดเชยทางหน่วยงานรัฐต้องพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนผ่านร่วมด้วย

13. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติจำกัด (มหาชน)

1) ปัจจุบันหน่วยงานมีการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน C-band แต่ไม่สามารถระบุห้วงคลื่นที่ใช้ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากคลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นคลื่นความถี่ที่มีมูลค่าสูง จึงมีการใช้งานในปริมาณที่หนาแน่น ทางหน่วยงานจึงใช้วิธีการเรียกใช้งานในแต่ละครั้งไม่เท่ากันเพราะต้องการหลบหลีก และป้องกันการทับซ้อนกันของช่วงสัญญาณจึงไม่สามารถบอกระยะของ Bandwidth ที่ใช้งานได้อย่าง

แน่นอน โดยปัจจุบันหน่วยงานได้ให้บริการการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band อยู่ใน 2 รูปแบบ คือ 1) การให้บริการในรูปแบบ Broadcast ทั้งการถ่ายทอดทั่วไปและการทวนสัญญาณจากการถ่ายทอดจากงานพิธีการสำคัญ เช่น งานแข่งขันโอลิมปิก เป็นต้น และ 2) รูปแบบ Broadband ในรูปแบบของ Global-SAT ที่ให้บริการผ่านบริการติดตั้ง Internet Access Point บนพื้นที่ห่างไกล เช่น แท่นขุดเจาะที่อยู่กลางทะเล สถานทูตใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานทูตภายในภูมิภาคเดียวกัน เป็นต้น

2) การใช้งานคลื่นความถี่ในการให้บริการของหน่วยงานในส่วนของ Broadcast จะเป็นการให้บริการโครงสร้างพื้นฐานแก่กลุ่มลูกค้าที่เป็นสถานีโทรทัศน์ เช่น กรมประชาสัมพันธ์ ในการส่งสัญญาณเพื่อการถ่ายทอดไปยังช่องโทรทัศน์ท้องถิ่นในแต่ละภูมิภาค เป็นต้น และการให้บริการในส่วนของ Global-SAT ที่ยังคงมีกลุ่มลูกค้าเป็นในภาคธุรกิจในลักษณะ B2B หรือ B2G เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารขององค์กร โดยมีลักษณะการใช้งานเพื่อการสื่อสารพื้นฐานทั่วไป เช่น FAX Internet Voice Data และ Server เป็นต้น
3) สามารถระบุจำนวนตัวเลขในส่วนของ Global-SAT คาดการณ์ประมาณ 50-100 ล้านบาท/ปี และในส่วนของ Broadcast ประมาณ 10 ล้านบาท/ปี
4) คลื่นความถี่ในย่าน C-band ได้เป็นคลื่นที่มีการใช้ประโยชน์มาเป็นระยะเวลานาน หากในอนาคตจะมีการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อใช้งานในด้านกิจการโทรคมนาคมสื่อสารต่าง ๆ ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อหน่วยงานหรือผู้ที่ใช้งานเดิมซึ่งมีปริมาณมากซ้อนทับกันอยู่ โดยปัจจุบันการใช้งานในคลื่นความถี่ย่านนี้จะใช้วิธีการทางเทคนิคเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานซ้อนทับกันระหว่างผู้ประกอบการแต่ละรายและในแต่ละผู้ผลิตอุปกรณ์ได้มีการผลิตชิ้นส่วนเพื่อรองรับคลื่นความถี่ในแต่ระยะที่แตกต่างกันออกไป หากมีการเรียกคืนคลื่นความถี่ย่านนี้ เชื่อว่าจะส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการหลายราย จึงเห็นว่าการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ยังคงมีความต้องการและการแข่งขันที่สูงมากไม่ใช่แค่ในเวทีของประเทศไทยเท่านั้น ยังหมายรวมไปถึงนานาประเทศที่ต้องมีการเรียกใช้ช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน ซึ่งการใช้งานแต่ละครั้งก็ต้องมีการเจรจาเรื่องการขอใช้งานเกือบจะทุกครั้ง โดยเห็นว่าหากนำใช้ในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ International Mobile Telecommunications – IMT) อาจจะส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง โดยได้ยกตัวอย่างกรณีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 26.5 - 27 GHz. ในกิจการ 5G ที่บริเวณปลายหางของคลื่นได้เข้าไปรบกวนในย่านของ Ka-Band ซึ่งขณะนี้อยู่ในกระบวนการจัดการของสำนักงาน กสทช. เช่นเดียวกัน
5) ในกรณีที่มีการเรียกเรียกคืนคลื่นความถี่ในย่านนี้ ต้องดูว่าช่วงของ C-band ที่จะทำการเรียกคืนไปเพื่อการจัดสรรนั้นอยู่ในช่วงคลื่นใดบ้าง และหากพิจารณาว่ายังคงคุ้มค่ากับการลงทุนก็จะต้องพิจารณาราคาจากผู้ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อีกครั้ง เนื่องจากราคาจะผกผันกับความยากง่ายในการรับส่งสัญญาณ จึงไม่สามารระบุได้ว่ามูลค่าที่จะต้องใช้ในการลงทุนมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ หากทางหน่วยงานพิจารณาแล้วว่าไม่คุ้มทุนหรือเกิดกรณีที่ C-band ได้ถูกเวนคืนไปอย่างเต็มช่วง ทางหน่วยงานอาจจะต้องพิจารณาใช้คลื่นความถี่ย่านอื่นในการประกอบธุรกิจต่อไป เช่น การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band เป็นต้น

6) ปัจจุบันนี้ธุรกิจในด้านการให้บริการ Broadcast ยังคงมีการเติบโตอย่างคงที่ โดยจากการประเมินภายหลังสถานการณ์ Covid-19 พบว่าอัตราการเติบโตของเทคโนโลยีมีมากขึ้น จึงทำให้อัตราการใช้โทรทัศน์ดาวเทียมลดลง คิดว่าลดลงประมาณ 20% โดยในส่วนของค่าบริการในการรับสัญญาณ Downlink ที่ส่งลงมาเพื่อให้บริการขยายสัญญาณต่อของหน่วยงาน จะอยู่ที่ประมาณ 400 – 1,000 บาท/นาที ทั้งนี้ ค่าบริการยังไม่รวมกับต้นทุนของอุปกรณ์ ปริมาณหรือจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ใช้ในแต่ละครั้ง และค่าบริการอื่น ๆ เพิ่มเติม โดยแต่ละการถ่ายทอดสดแต่ละครั้งก็ต้องนับตามความนิยมในการรับชมในแต่ละครั้งด้วย

7) การใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band คิดว่าอาจส่งผลกระทบต่อหน่วยงานอื่นในภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคม โดยคนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงก็คงจะเป็นผู้ให้บริการดาวเทียมทุกดวงที่ส่งต่อข้อมูล Downlink ลงมายังประเทศไทย เช่น ดาวเทียมไทยคม4 ที่มีการใช้งาน C-band แบบเต็มวง หรือดาวเทียมต่างประเทศที่สามารถ Downlink ลงมายังประเทศไทย เป็นต้น หากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานเห็นว่าอาจจะไม่กระทบโดยตรงเพราะทาง บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เป็นเพียงผู้ให้บริการทางด้าน Service โดยหากมีการเรียกคืน ทางหน่วยงานก็สามารถเลือกใช้บริการจาก Service อื่นได้

8) เห็นว่าทางสำนักงาน กสทช. ควรมีการศึกษาความต้องการใช้งานเทคโนโลยี 5G ของประชาชนให้มากและรอบด้าน เพราะขณะนี้การใช้งาน 5G ในส่วนของคลื่น 700 MHz และ 2600 MHz ยังคงไม่เต็มประสิทธิภาพดี หากจะมีการเวนคืน C-band เพื่อการใช้งาน 5G ก็อาจจะก่อให้เกิดความไม่คุ้มค่าในการลงทุนครั้งนี้ สำนักงาน กสทช. ควรจัดทำเป็น RoadMap ในระยะ 5-10 ปี เพื่อการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีจึงจะเหมาะสมกว่า

14. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

1) ทางสมาคมฯ ได้มีการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลทางด้านการใช้งานในหลายประเทศ แต่อย่างไรก็ตามในการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band พบว่าในประเทศภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ มีการใช้งานในกิจการดาวเทียมเป็นส่วนมาก เนื่องจากความผันผวนของสภาพอากาศจึงทำให้คลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นที่นิยม และเมื่อพิจารณาในประเทศภูมิภาคฝั่งตะวันตกจะพบว่าคลื่นความถี่ที่ย่าน 3.5 GHz ได้ถูกนำมาใช้งานในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วในหลายประเทศ จากการประชุมร่วมกับสำนักงาน กสทช. ที่ผ่านมาในเรื่องการพิจารณาแบ่งการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เทคโนโลยี 5G ทางสมาคมก็เห็นด้วยกับการพิจารณาแบ่งใช้ประโยชน์ร่วมกันระหว่างทั้งสองกิจการ โดยความถี่เพื่อใช้ในกิจการ IMT ได้พิจารณาที่คลื่นความถี่ 3.4 - 3.7 GHz และพิจารณาคลื่นความถี่สำหรับการให้บริการทางด้านกิจการดาวเทียมที่ 3.7 - 4.2 GHz แทน โดยเหตุผลในการเลือกใช้งานย่าน C-band เนื่องจากอุปกรณ์ในการรับสัญญาณในช่วงคลื่นดังกล่าวมีความแพร่หลายและสามารถเข้าถึงได้มากกว่าหากเปรียบเทียบกับการใช้งานบนคลื่นความถี่อื่น เพราะบริษัทผลิตอุปกรณ์มีมากในตลาด จึงทำให้เกิดการแข่งขันทางด้านราคาที่มากขึ้นและจะสามารถ

ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่จะเข้าถึงเทคโนโลยีได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ สมาคมฯ จึงได้มีมติเห็นชอบหากจะมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวเพื่อก่อให้เกิดการขับเคลื่อนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นของประเทศไทย

2) (AWN) ได้กล่าวเห็นด้วยกับทางสมาคมฯ ในด้านการประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ย่านนี้เพื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทั้งนี้ยังมีข้อกังวลในด้านการซ้อนทับระหว่างสัญญาณกับผู้ใช้งานจานดำภายในประเทศไทย ในส่วนของด้านกิจการสื่อสารในย่าน 2.6 GHz ก็ยังคงใช้งานไม่ได้อย่างเต็มที่หรือเต็ม Capacity หากมีการให้ใช้งาน 3.5 GHz. จะทำให้เกินความต้องการของประชาชนหรือไม่ถ้ามีการจัดสรรในเวลานี้

3) คาดการณ์อัตราการเติบโตของเทคโนโลยี 5G ได้หรือไม่ว่าจะสามารถเติบโตได้มากน้อยเพียงใด และคาดการณ์ว่าคลื่นความถี่ 2.6 GHz ที่มีการใช้งานในปัจจุบันจะสามารถรองรับจำนวนความต้องการใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพในปีใด

   - ผู้แทนบริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด “ไม่สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากสถานการณ์ Covid-19 ทำให้อัตราการเติบโตของ 5G หยุดชะงักไป จึงไม่ได้มีการประเมินแนวโน้มการเติบโตของ 5G ไว้ในขณะนี้ และเพราะด้วยการใช้งานที่ยังไม่เต็มประสิทธิภาพจึงไม่สามารถที่จะให้คำตอบได้ว่าสัดส่วนมูลค่าจะมากน้อยเพียงใด”
   - ผู้แทน บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด“ปัจจุบันคลื่นย่าน 2.6 GHz ได้ถูกนำเอาไปใช้ใน 5G อยู่แล้วในรูปแบบของ Dynamic spectrum sharing คือการใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน แม้ 5G จะเติบโตช้าแต่ทางผู้ประกอบการก็ยังสามารถ utilize ระหว่าง 4G/5G ได้”

4) ปัจจุบันผู้ใช้บริการ 5G คิดเป็นสัดส่วนเท่าใด ผู้แทน บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมูนิเคชั่น จำกัด “ปัจจุบันประมาณการณ์ไว้ที่ 2-5 ล้านราย จากลูกค้า 30-40 ล้านคน”ผู้แทนบริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด “คิดว่ามีตัวเลขใกล้เคียงกับทรู ทั้งนี้สามารถสืบค้นได้จากข้อมูลเปิดเผยรายปีของบริษัทที่ทำรายงานสรุปไว้”

5) ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยฯ “ปัญหาเรื่องการจัดการและวางแผนโยกย้ายผู้ใช้งานคลื่นความถี่ โดยยกตัวอย่างต่างประเทศในการย้ายผู้ใช้บริการไปย่านอื่นเพื่องานกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในย่าน 3.3 - 3.7 GHz โดยตอนนี้ปัญหาคือการใช้งานทับซ้อน ทางสมาคม เห็นว่าไม่ควรให้เป็นภาระของผู้ประกอบการ” ผู้แทน บริษัท ดีแทค ไตรเนต จำกัด “มีความกังวลใจ 2 ด้าน ได้แก่ 1. ทำอย่างไรให้คลื่นที่จะถูกนำเอามาใช้งานนั้นเป็นคลื่นที่จะไม่มีการรบกวนเกิดขึ้น หน่วยงานที่กำกับดูแลควรจะมีตัวเลขของคนที่ใช้งานจานรับสัญญาณดาวเทียมจริง ๆ เพื่อให้ผู้ประกอบการได้ทราบและนำไปจัดทำระยะเวลาในการดำเนินการเพื่อการแก้ไขผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น 2. ราคาในการประมูลคลื่นอย่างสมเหตุสมผล เพราะในการประมูลคลื่นความถี่แต่ละครั้ง ทางบริษัทฯ ก็ต้องเป็นผู้รับต้นทุนในการดำเนินการลงทุน อยากให้มีการพิจารณาเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถได้ใช้งานคลื่นได้จริงและเต็มประสิทธิภาพจากการลงทุน

6) แนวทางการใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band “คาดการณ์ว่าในภาคอุตสาหกรรมโรงงานจะเป็นภาคอุตสาหกรรมแรกที่ได้รับประโยชน์ตอบแทนสูงที่สุด เนื่องจากมีเทคโนโลยีที่เข้ามาแล้วหลากหลาย รองลงมาน่าจะเป็นอุตสาหกรรมทางการแพทย์สำหรับแพทย์ทางไกลเพื่อรักษาพยาบาลในพื้นที่ห่างไกลให้สามารถตอบสนองได้อย่างทันท่วงที”
7) ข้อกังวลใจในการใช้งานคลื่นความถี่ คือผู้ประกอบการไม่ทราบจำนวนผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่แท้จริง เพราะห้วงเวลาที่ผ่านมาในกระบวนการติดตั้งจานรับสัญญาณโทรทัศน์ดาวเทียม ไม่มีการกำกับดูแลอย่างชัดเจน จึงทำให้จานรับสัญญาณบางรายสามารถรับสัญญาณช่วงย่าน 2.6 GHz ได้ หากมีการจัดสรรเพื่อประมูลในย่าน 3.5 GHz. ปัญหาเหล่านี้ใครจะดำเนินการเพื่อลดความเดือนร้อนที่อาจเกิดขึ้นกับภาคประชาชน” ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยฯ “มีข้อกังวลใจเหมือนกันกับผู้ประกอบการรายอื่น ๆ เพราะขณะนี้ไม่ได้มีจำนวนหรือปริมาณผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่อาจจะได้รับผลกระทบอย่างแน่ชัด จึงทำให้ไม่สามารถประเมินผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในกรณีที่ใช้งานคลื่นความถี่ในย่านนี้ได้ การรบกวนของคลื่นอาจส่งผลกระทบต่อระบบได้ แม้แต่ในกรณีของคลื่น 2.6 GHz ยังพบว่ามีการรบกวนกันในบางพื้นที่
8) มีข้อกังวลใจ อยากให้หน่วยงานทางภาครัฐได้เข้ามาช่วยในการผลักดันให้เกิดการนำไปใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพของประชาชน ยกตัวอย่างเช่น สดช.–ในส่วนของด้านการผลักดันทางนโยบายการขับเคลื่อน 5G หรือ DEPA–ในการผลักดันให้เกิด Use Case ของประเทศไทยต่อไป
9) ผู้แทนสมาคมฯ “อยากฝากให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่จะสามารถเอื้อให้เกิดการแข่งขันและดึงดูดผู้ประกอบการเข้ามาในการใช้ประโยชน์ 5G โดยเชื่อว่าหากมีการจัดระเบียบทางด้านการรบกวนกันของคลื่นได้ การผลักดันเพื่อสร้าง Use Case หรือการสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการประกอบธุรกิจของภาคอุตสาหกรรมที่ประกอบไปด้วยการจัดการทางเทคนิคที่ดีและการสร้างการแข่งขันที่เป็นธรรมให้แก่ผู้ประกอบการ”
10) ผู้แทน บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด “กังวลใจในรูปแบบการจัดสรรคลื่น เพราะหลายประเทศมีการจัดสรรคลื่นไปตามสภาพทางเศรษฐกิจและสภาพของอุตสาหกรรม ในปัจจุบันยังไม่มี Use Case ที่ชัดเจนสำหรับ 5G ที่จะสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการได้อย่างชัดเจน มีเพียงการใช้งานเพื่อ WIFI เท่านั้น บริษัทฯ มองเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนว่าเพราะเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกันกับ 4G ที่ผู้ประกอบการได้ลงทุนไปไม่นานก็มี 5G - 6G เข้ามาแล้ว บริษัทฯ จึงต้องคำนึงถึงความคุ้มทุนในการดำเนินงานหากจะต้องจัดสรรคลื่นก็ควรพิจารณาแนวโน้มเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นต่อไปร่วมด้วย”
11) ผู้แทน บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) “คิดว่า 3.5 GHz เป็นคลื่นที่มีความสำคัญอย่างมากในการลงทุนและเห็นว่าคุ้มค่าหรือไม่หากจะต้องลงทุนในการจัดการเพื่อเคลียร์คลื่นให้ชัดเจน โดยไม่อยากให้ทิ้งทุกคนไว้ข้างหลัง”

15. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)

1) ในระยะแรกเริ่มของบริษัทฯ ได้มีการใช้งานในย่านความถี่ดังกล่าวในดาวเทียมไทยคม 1 ดาวเทียมไทยคม 2 ซึ่งใช้งานคลื่นความถี่ Standard C-band Downlink ที่ 3.7 - 4.2 GHz และมีในส่วนของ Ku-Band จำนวน 3 Transponder และเมื่อมีการเปิดใช้งานจนเต็มวงทั้งสองดวง ทางบริษัทฯ จึงได้มีแนวความคิดในการยิงดาวเทียมดวงใหม่ ซึ่งก็คือ ไทยคม 3 โดยเมื่อพิจารณาความต้องการใช้งานก็พบว่ามีปริมาณความต้องการใช้งานจำนวนมาก จึงทำให้ดาวเทียมไทยคม 3 มีการเพิ่มการใช้งานส่วนของ Extended C-band 3.4 - 3.7 GHz. ร่วมด้วยในดาวเทียมไทยคม 3 ซึ่งทางบริษัทฯ เป็นผู้ให้บริการเช่าช่องสัญญาณแก่ผู้ประกอบการที่ต้องการเช่าช่องสัญญาณ โดยรายได้มาจากผู้ประกอบการที่ต้องการเช่าช่องสัญญาณในการถ่ายทอดไป โดยจะจัดเก็บรูปแบบค่า Uplink และค่ากระจายสัญญาณจากการ Downlink กลับมายังจานรับสัญญาณ หรือในรูปแบบการ Rebroadcast และในส่วนของการใช้งาน Internet broadband ไปยังพื้นที่ห่างไกลที่ใช้อินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียม
2) บริษัทฯ ให้บริการผู้ประกอบการที่ต้องการเช่าใช้ช่องสัญญาณ โดยประเทศไทยมีลักษณะที่แตกต่างออกไปจากต่างประเทศ คือ ประเทศไทยมีกลุ่มลูกค้าในส่วนของ Ku-Band เป็นสัดส่วนที่น้อยมาก เนื่องจากปัญหาทางด้านสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการรับสัญญาณภาพ โดยลูกค้าที่ใช้งานในคลื่นความถี่ของ Ku-Band จะมีเพียง ทรูวิชั่นที่ลงทุนในส่วนนี้ และในส่วนของ C-band นั้นส่วนมากจะเป็นกลุ่มลูกค้าผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในประเทศไทย เนื่องจากในอดีตบริการโทรทัศน์ที่เป็นการทั่วไป ได้ทำการรับส่งสัญญาณในช่วงความถี่นี้ ซึ่งจุดสูงสุดของช่วงที่ทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจะอยู่ในช่วงปี พ.ศ.2549 – 2550 โดยคาดการณ์ปริมาณของการใช้งานโทรทัศน์จานดำของประเทศไทยอยู่ที่ 17 ล้านจาน ซึ่งข้อมูลนี้นับรวมทุกผู้ประกอบการแล้ว
3) ในส่วนของดาวเทียมดวงอื่นมีการใช้งานย่านนี้ คือ ดาวเทียมไทยคม 5 ในช่วงคลื่นเดียวกันเพื่อใช้ทดแทนกันและเมื่อไทยคม 5 ได้ปลดระวาง จึงได้มีการถ่ายโอนลูกค้าไปยังกลุ่มดาวเทียมไทยคม 6 และไทยคม 7 ซึ่งใช้ในเพียงย่าน Standard C-band ไม่ได้มีการเปิดใช้งานย่าน Extended C-band เพิ่มเติมแต่อย่างไร ซึ่งในระยะแรกของการถ่ายโอนของกลุ่มลูกค้าจากดาวเทียมไทยคม 5 ออกไปพบว่าประชาชนยังคงสามารถรับสัญญาณได้ทั้ง Extended และ Standard C-band ด้วยวิธีการใช้งาน LNB Universal ที่ติดตั้งอยู่บนจานรับสัญญาณที่ทางผู้ประกอบการได้ติดตั้งไปด้วย ถึงแม้จะไม่มีในส่วนของ Uplink ในช่วงคลื่นนั้นก็ตาม โดยหากทางสำนักงาน กสทช มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในย่านนี้เพื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ก็อาจส่งผลกระทบแก่ประชาชนที่ติดตั้งอุปกรณ์ LNB ชนิดนี้ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย
4) ปัจจุบันไทยคมไม่ได้ถือว่าเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงกับการให้บริการในย่านความถี่ของ Extended C-band เนื่องจากเหตุการณ์ปลดระวางดาวเทียมไทยคม 5 จึงทำให้ไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบได้โดยตรง แต่อย่างไรก็ดี เชื่อว่าผู้ที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงคือประชาชนที่ทำการซื้อ

อุปกรณ์ติดตั้งที่บ้านไปแล้วอย่างถาวร โดยค่าใช้จ่ายส่วนต่างตรงนี้ยังไม่มีใครเป็นผู้รับผิดชอบ ภาระก็อาจจะตกไปอยู่ที่ผู้บริโภค

5) มูลค่าการใช้งาน C-band ของหน่วยงาน เทียบเป็นสัดส่วนในการให้บริการของบริษัทฯ จะแบ่งเป็นรายได้ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ได้จากการ Broadcast และส่วนที่ได้จาก Internet สัดส่วนที่ 50 ต่อ 50 ของรายได้บริษัท โดยภายในปี 2568 ทางบริษัทก็มีแผนที่ต้องยิงดาวเทียมขึ้นไปอีก จึงคาดการณ์ว่าในส่วนของกิจการโทรทัศน์จะสามารถให้บริการแก่ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกมีมูลค่าในการเติบโต 20-25% และสัดส่วน 75-80% จากกิจการอินเทอร์เน็ต
6) ในการดำเนินการทางธุรกิจแบบขายจานรับสัญญาณ ทางบริษัทฯ ได้มีสัดส่วนในธุรกิจนี้ด้วยหรือไม่ ทางบริษัทฯ ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับธุรกิจขายขาดจานรับสัญญาณแต่อย่างใด แต่จะเกี่ยวข้องในส่วนของการเช่าใช้ช่องในกรณีผู้ประกอบการช่องโทรทัศน์ได้มีการผลิตเนื้อหาเพื่อใช้ในการถ่ายทอดและจ้างให้บริษัทฯ เป็นผู้กระจายสัญญาณต่อไป
7) จากการเติบโตขึ้นของโทรทัศน์อินเทอร์เน็ต จำนวนช่องที่เช่าใช้สัญญาณกับบริษัทฯ ได้มีปริมาณลดลงไปบ้างแต่มีปริมาณไม่มาก เนื่องจาก Value Chain ของอุตสาหกรรมนี้มีปริมาณค่อนข้างมาก แม้จะหายไปบางส่วน แต่ก็พบว่ามีผู้เล่นรายใหม่เข้ามาทดแทนอยู่เสมอ จึงเห็นว่าภาพรวมของจำนวนไม่ได้ลดลงเท่าใดนัก
8) การใช้งานความถี่ร่วมกันของ C-band และ 5G จากรายงานการศึกษาของ กสทช. มีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) กำหนดความถี่ให้ 5G ใช้ช่วง 3300–3600 MHz และดาวเทียมใช้ช่วง 3700–4200 MHz 2) Guard band ขนาด 100 MHz 3) ระยะห่างระหว่างสถานีฐาน 5G และจานดาวเทียมไม่น้อยกว่า 130 เมตร 4) สถานีฐาน 5G ใช้กำลังส่ง (EIRP) ไม่เกิน 200 วัตต์ และ 5) ต้องใช้มาตรฐานหัวรับ LNBF โดยทางบริษัทฯ เห็นว่าในส่วนของการปรับเปลี่ยน LNB ให้สามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขที่เสนอแนะนั้น จะเป็นประเด็นที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อประชาชนเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากประชาชนจะต้องเป็นผู้แบกรับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการซื้อตัวรับสัญญาณ LNB 5G Protection และผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่ระบุ ซึ่งเป็นโจทย์ที่ค่อนข้างยาก
9) ปัจจุบันคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานจะพบว่ายังคงมีที่ว่างเหลือสำหรับการใช้งานเป็นจำนวนมาก โดยคิดว่าคลื่นความถี่ในช่วง 3500 MHz ยังคงไม่มีความจำเป็นที่จะนำมาใช้งาน ณ ขณะนี้ ซึ่งหากมีการใช้ประโยชน์ของ C-band ในกิจการ 5G ก็ควรจะอยู่ในแผนการดำเนินการในระยะ 10 ปี เพราะปัจจุบันประเทศอื่นได้มีการลดบทบาทการใช้งาน C-band แต่ประเทศไทยยังคงมีการรักษาคลื่นความถี่ย่านนี้เพื่อให้บริการไปยังประเทศภายในภูมิภาค ในเชิงอุตสาหกรรมโทรคมนาคมควรจะมีการรักษาสภาพไว้ และเนื่องด้วยความต้องการของตลาดที่มีการแข่งขันที่ลดลง เชื่อว่าในปัจจุบันความน่าสนใจของคลื่น 3500 MHz ก็ลดน้อยลงไปเช่นเดียวกัน
10) ข้อกังวลใจทางบริษัทฯ มีความต้องการให้สำนักงาน กสทช พิจารณาความจำเป็นในการใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน C-band เพราะหากมีการเปลี่ยนผ่านการใช้งานเพื่อประโยชน์กิจการสื่อสาร 5G นั้นก็จะส่งผลกระทบต่อภาคประชาชนเป็นวงกว้าง ทั้งนี้ ในปัจจุบันคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานและความ

ต้องการทางด้านเทคโนโลยียังคงมีปริมาณที่น้อย เห็นว่าควรกำหนดให้เป็นแผนในการดำเนินการในลำดับถัดไปจะดีกว่าหรือไม่ และหากในช่วงระยะ 10 ปี ที่มีการปลดระวางดาวเทียมก็จะสามารถช่วยลดประเด็นปัญหาเหล่านี้ออกไปได้ในบางส่วน

16. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA)

1) การใช้ประโยชน์และการสนับสนุน Use Case ของ 5G ทาง DEPA เป็นหน่วยงานส่งเสริมและสนับสนุนดิจิทัล เป้าหมายหลักของ DEPA คือ เพิ่ม GDP ภายในประเทศนอกจากนี้ยังมีกองทุนต่าง ๆ สนับสนุน ส่งเสริม ทดลอง และทดสอบการใช้งาน 5G โดยมีหลักการ คือ มีทุนในมาตรการต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่รายย่อย เช่น พ่อค้า แม่ค้า หรือคนทั่วไป โดยมีการจัดอบรมให้รู้จักเทคโนโลยี จากนั้นสนับสนุนรายย่อยเมื่อต้องการใช้งานเทคโนโลยี 5G เช่น ในด้านการเกษตร ประเทศไทยในปัจจุบันมีการทำการเกษตร แต่ทำแล้วมีรายได้ลดลง ทางหน่วยงานส่งเสริมและสนับสนุนดิจิทัล จึงสนับสนุนโดรนในการพ่นปุ๋ย และมีการแนะนำการลดต้นทุนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จึงได้นำเทคโนโลยี 5G เข้ามาใช้งาน เป็นต้น ทั้งนี้หน่วยงานได้มีการมุ่งเน้นการใช้งาน 5G ในด้านการเกษตร ด้านโลจิสติกส์ ด้านอุตสาหกรรมโรงงาน ด้านการท่องเที่ยวและด้านสุขภาพ ด้วย 5G ที่มี latency ต่ำจะช่วยในเรื่องของ Use Case ได้ เช่น การผ่าตัดทางไกล รถไร้คนขับ เป็นต้น เพราะถ้าหากใช้งาน 4G latency โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1 – 2s แต่การใช้งานในส่วนของ Telemedicine ต้องการ latency ต่ำกว่า 10 ms อ้างอิงจากการทดลองที่มีในประเทศไทย แต่น้อยที่สุดที่สามารถใช้งานได้คือ 50 ms ซึ่ง 5G สามารถรองรับได้ หน่วยงานจึงให้การสนับสนุนกลุ่มอุตสาหกรรมที่ต้องการเปลี่ยนแปลง โดยจัดสรรงบประมาณให้ในบางส่วน
2) กรณีการใช้โดรนในงานเกษตรกรรมที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ หน่วยงานใช้งานบนเครือข่ายใด ใช้ผ่าน Cellular ทั้งหมด โดยใช้คลื่นความถี่ในย่าน C-Band เพราะในปัจจุบัน กสทช. ยังไม่อนุญาตให้ใช้งาน 5G ร่วมกับโดรน
3) หน่วยงานมีการจัดทำ Sandbox ในกรณีการทำเกษตรกรรม โดรนที่ขออนุญาตใช้งานบนคลื่นความถี่ย่าน 2.6 GHz ถ้าหากสามารถใช้งานบนคลื่นความถี่ช่วง 3.5 GHz ได้ จะเป็นผลดีหรือไม่ ถ้าเป็นคลื่นสากลเป็นผลดีอย่างแน่นอน ในมุมมองของหน่วยงานคิดว่าคุณสมบัติของคลื่นทั้ง 2 ดังกล่าว ไม่ต่างกันมากนัก แต่ในมุมมองของส่วนธุรกิจ มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจาก
    - คลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz ยังไม่มีการประมูล
    - คลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz จะมีการประมูลหรือไม่ ยังไม่มีข้อมูล
4) ในแง่ของข้อมูล ประเมินได้หรือไม่ว่าความถี่ช่วง 2.6 GHz น่าจะเต็มเมื่อใดหรือควรไปใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz เมื่อใด ตามแนวโน้มที่มีการประชุมอีกประมาณ 5 – 6 ปี ที่ต้องจะใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz

5) ในแง่นโยบายหน่วยงานเห็นว่า หากมีการนำใช้ 5G เข้ามาใช้ได้เร็วเท่าไหร่ ก็จะส่งผลดีต่อเศรษฐกิจได้เร็วยิ่งขึ้น เพราะในปัจจุบันมีต้นทุนสูง ถ้าหากมีการใช้เป็นจำนวนมากจะส่งผลให้ต้นทุนต่ำลง
6) จากการ Show case การใช้งาน 5G หน่วยงานมี KPI ของคำว่า success คืออะไร ในส่วนของ DEPA จะช่วยจัดการในด้านของ Promotion ช่วยสนับสนุนและสร้าง Ecosystem ดังนั้นเป้าหมายของ DEPA คือช่วยคณะกรรมการ 5G โปรโมท เพื่อตอบสนองนโยบายของ ONDE เท่านั้น ทั้งนี้ ONDE จะเป็นผู้จัดทำแผนและจัดทำ KPI
7) การนำ Use Case ของ 5G มาปรับใช้ ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 1 เมื่อเทียบกับอาเซียน และการสร้างการรับรู้หรือการนำ 5G มาใช้งาน ปัจจุบันการใช้งานผู้ใช้มีผู้สนใจประมาณ 2,000–3,000 คน
8) ถ้า 5G มีพร้อมในการใช้งานและมีการนำมาใช้งานเป็นจำนวนมาก ทำให้มี Demand ที่จะเปิดคลื่น 3.5 GHz เพื่อที่จะนำมาใช้กับ 5G สมมุติว่าต้องการเปิดคลื่น 3.5 GHz เร็ว ๆ นี้ จะมีผลให้ตัวชี้วัดหรือความสำเร็จในการใช้งานเพิ่มขึ้นหรือไม่ ขึ้นอยู่กับประโยชน์ที่เกิดขึ้นในแต่ละฝ่าย ในด้าน commercial dynamics สมมุติว่า กสทช. มีการเปิดประมูลในเร็ว ๆ นี้ สิ่งที่จะเกิดขึ้นคือ Operator จะแข่งกับประมูล จะมีเจ้าใหญ่ที่ได้ Bandwidth สูงสุดไป จากนั้นสิ่งที่ Operator คือการทำการตลาดเพื่อที่จะถอนทุนคืน ทำให้มีการเพิ่มความสำเร็จในส่วนนี้
9) ถ้า กสทช. ต้องแบ่งคลื่นประมูล หน่วยงานคิดว่าควรจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 2 – 3 ปีนับจากนี้ จะเป็นช่วงเวลาที่ดีที่จะมีการประมูล
10) หน่วยงานมีข้อกังวลในเรื่องการใช้ประโยชน์ 5G หรือการที่คลื่น 3.5 GHz ในด้านการตลาด เช่น ด้านตลาดไม่ทราบว่า ถ้าซื้อไปแล้วจะสามารถเพิ่มประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง และเมื่อ Operator เข้าไปคุยกับลูกค้าแล้วได้ปัญหาที่พบและต้องการแก้ไขมา แต่ไม่สามารถหาผู้ที่จะผลิตตามความต้องการลูกค้าได้

17. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมการสื่อสารทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย

1) กรมการสื่อสารทหาร กองทัพไทย ใช้งานคลื่นความถี่ Standard C-Band ดังนี้
    - ไทยคม 7 ในภารกิจของประเทศไทย ที่ 120° ตะวันออก Bandwidth 7.56 MHz ความถี่ Uplink 3828.30 – 3835.86 MHz ความถี่ Downlink 6053.30 – 6060.86 MHz
    - ChinaSat 12 ในภารกิจประเทศซูดานใต้ ที่ 87.5° ตะวันออก Bandwidth 3/3 MHz ความถี่ Uplink 4036 – 4039 MHz ความถี่ Downlink 6261 – 6264 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่กระทรวงดิจิทัลให้การสนับสนุนเพิ่มเติม
2) หากมีการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว กังวลเรื่องการรบกวนของความถี่จากการใช้งานคลื่นความถี่ C-Band และถ้าหากนำคลื่นความถี่ในย่าน C-Band มาใช้งาน 5G ซึ่งความถี่ที่นำมาใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล คือ ความถี่ย่าน 3.4 – 3.7 GHz จึงไม่มีการทับซ้อนกับความถี่ที่ใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากในปัจจุบันกรมฯ ใช้งานความถี่ในย่าน 3.828 – 6.261 GHz แต่เรื่องกำลังส่งของ

ภาคพื้นมีระยะใกล้กว่าดาวเทียม ซึ่งมีกำลังส่งน้อยกว่า อาจจะมีการรบกวนสัญญาณดาวเทียมในภาครัฐได้ เนื่องจาก guard band หรือภาคขยายของจานจะทำให้เกิดการยกของ Noise Floor ทำให้เกิดการรบกวนในย่านที่ใช้งานอยู่ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการสื่อสารและไม่สามารถปฏิบัติภารกิจได้ หากสามารถสนับสนุนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องหรือการแก้ไขปัญหาได้ ก็เห็นด้วยกับการนำคลื่นความถี่ย่าน C-Band มาใช้งานร่วมกับ 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการสื่อสารและงานสารสนเทศที่ไม่กระทบต่อการใช้งานของกองบัญชาการกองทัพไทย

3) ผู้ใช้งานสัญญาณของกรมการสื่อสารทหาร กองทัพไทย มีสถานีลูกข่ายที่ใช้งานเพื่อสนับสนุนการทำงานของกองทัพบกและกองทัพเรือประมาณ 6 สถานี มีสถานีกลางของกรมการสื่อสารทหารซึ่งเป็นสถานีแม่ข่าย 1 สถานี และมีชุดเคลื่อนที่ 5 คัน ในส่วนของ ChinaSat มีการใช้งานที่ประเทศซูดาน 2 สถานี และมีการใช้งานที่สถานีแม่ข่ายของกรมการสื่อสารทหาร 1 สถานี
4) การนำ 5G มาใช้งานบนคลื่นความถี่ย่าน C-Band มีข้อกังวลเรื่องการส่ง Bandwidth ถ้าเครื่องไม่มีมาตรฐานแล้วส่งออกมา จะทำให้เกิดการรบกวนกับ Standard C-Band และคลื่นความถี่ในย่าน 3.4 – 3.7 GHz ในช่วงที่มีการฝึกจะมีปัญหาทุกครั้งที่มีการใช้ไทยคม 5 เนื่องจากมีการรบกวนของสัญญาณ

18. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ

1) หน่วยงานมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ในช่วงคลื่นที่ 3.7 – 4.2 GHz bandwidth 315 โดยมีการใช้งานทั้งทางบกและทางเรือร่วมด้วย โดยทางกองทัพได้มีได้มีสถานีรับส่งสัญญาณ (Hub) เป็นของตนเองเพื่อให้ง่ายการใช้งาน โดยได้มีบริการ 2 ในลักษณะ ได้แก่ 1) การสั่งงานทางยุทธการด้วย VDO Conference และ 2) ในการรับส่งเอกสารทางธุรการในรูปแบบ Data โดยการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าวจะใช้งานในรูปแบบของสถานีติดตั้ง รถโมบายเคลื่อนที่ และติดตั้งไปกับทางเรือร่วมด้วย เรียกว่าเป็นไปในลักษณะของ 2 Ways 3 Application
2) การใช้งานคลื่นความถี่จะสามารถตอบได้ในประเด็นทางความมั่นคง และการประชาสัมพันธ์ไปยังพื้นที่ห่างไกล โดยทางด้านความมั่นคงทางหน่วยงานจะใช้ในการสื่อสารไปยังระหว่างบกและเรือที่ติดตั้งจานรับสัญญาณในระยะมากกว่า 10 ไมล์ทะเล หรือพื้นที่ที่การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังไปไม่ถึง ก็ยังคงต้องใช้งานในลักษณะช่องดาวเทียมในการสื่อสารเพื่อกิจการป้องกันประเทศ และในส่วนของพื้นที่ห่างไกลพื้นที่ชายขอบ ทางหน่วยงานก็ได้มีการใช้งานในคลื่นความถี่ย่านนี้เพื่อการประชาสัมพันธ์กับหน่วยงานหรือบุคคลภายนอกในด้านการปฏิบัติงานของหน่วยงาน ยกตัวอย่าง การสื่อสารเพื่อประชาสัมพันธ์ข่าวไปยังลูกเรือลำอื่น เป็นต้น
3) ในรูปแบบการติดตั้งจานรับสัญญาณบนเรือที่ออกปฏิบัติการนั้น เป็นจานที่ใช้รับสัญญาณในย่านใดบ้าง โดยปกติแล้วในการติดตั้งจานรับสัญญาณที่อยู่บนเรือเพื่อปฏิบัติการทางทะเลนั้น ส่วนมากจะใช้รับสัญญาณคลื่นความถี่ในย่าน Ku-Band มากกว่าการรับสัญญาณ C-band เนื่องจากสัญญาณของ Ku-Band ได้มีช่วงคลื่นความถี่มากกว่า โดยได้มี bandwidth อยู่ที่ 14 Mbps และในส่วนของ C-

band จะอยู่ที่ 3.15 Mbps จึงทำให้ส่วนมาก C-band จะใช้เพื่อภารกิจบนบกในส่วนของพื้นที่ห่างไกล หรือพื้นที่สัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ถึงเป็นส่วนมาก

4) ท่านคิดว่าหากมีการนำใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว จะส่งผลกระทบอย่างไรบ้าง ทางหน่วยงานได้ใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน 3.8 GHz มากที่สุดในการสื่อสาร ทั้งนี้ คาดว่าอาจจะไม่ได้รับผลกระทบมากนักหากจะมีการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่านของ C-band เพราะเชื่อว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องทำการศึกษาและทำการจัดสรรเพื่อผลประโยชน์ที่เป็นธรรมอย่างมากที่สุด จึงไม่ได้มีข้อกังวลใจหรือข้อกังขาหากจะมีการเรียกคลื่นคลื่นเพื่อการจัดสรรใหม่ แต่ในด้านของการลงทุนที่ทางกองทัพได้ดำเนินการติดตั้งเสารับส่งสัญญาณเอง สิ่งที่รับผลกระทบโดยตรงก็คือสถานีที่ได้ติดตั้งไปแล้ว รวมไปถึงรถเคลื่อนที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าว ทั้งนี้ ก็ย่อมส่งผลกระทบไปยังลักษณะการปฏิบัติการที่ทางหน่วยงานปฏิบัติอีกด้วยว่าจะต้องปรับเปลี่ยนไปในทิศทางใด

5) ท่านมีข้อกังวลใจในด้านใดหรือไม่หากมีการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ในคลื่นความถี่ดังกล่าว ขณะนี้ทางหน่วยงานก็ได้เตรียมการรับมือกับทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่าจะมีแนวโน้มหรือทิศทางให้เป็นไปในรูปแบบใด ซึ่งหากเป็นในกรณีการ Co-channel ทางสำนักงาน กสทช จะมีกระบวนการจัดการทางด้านป้องกันการรบกวนอย่างไรบ้าง หรือในกรณีที่มีการเรียกคืนเพื่อใช้ในกิจการ 5G ทั้งหมด ทางสำนักงาน กสทช. จะเข้ามารับผิดชอบหรือชดเชยได้อย่างไร

6) แนวทางการกรณีการใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band ท่านมีความคิดเห็นว่าอย่างไรต่อหน่วยงานของท่าน ทางหน่วยงานเห็นด้วยหากมีการใช้งานเทคโนโลยี 5G เพราะจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้งาน เช่น เส้นใยแก้วนำแสง รถโมบายของหน่วยงาน เป็นต้น แต่ในกรณีที่เป็นในส่วนของพื้นที่ห่างไกลทางบกอาจจะต้องพิจารณาว่าสัญญาณจะครอบคลุมทุกพื้นที่หรือไม่ โดยหากสัญญาณสามารถเข้าถึงพื้นที่ห่างไกลได้ก็จะตอบโจทย์เป็นอย่างยิ่ง

7) ท่านได้วางแผนรูปแบบการนำไปใช้งานเทคโนโลยี 5G กับหน่วยงานของท่านอย่างไร เชื่อว่าจะสามารถพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีความมั่นคงได้แน่นอน ยกตัวอย่างการส่งเสริมจากรัฐในการพัฒนาให้เป็นรัฐบาลดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนประเทศไทย จากเดิมที่กองทัพเรือได้ทำงานในหน้าเดียวก็จะสามารถสื่อสารไปยังหน่วยงานภายนอกให้มีความเข้าใจในบทบาทและหน้าที่ของหน่วยงานได้มากยิ่งขึ้น และในส่วนของการมอบหมายการปฏิบัติงาน เชื่อว่าเทคโนโลยี 5G จะเข้ามาช่วยในการตัดสินใจได้รวดเร็วทันที โดยเฉพาะในด้านความมั่นคงที่ต้องการความรวดเร็วและสามารถบังคับบัญชามีโอกาสเพิ่มความแม่นยำ ลดความเสียหาย และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียมากยิ่งขึ้น

8) ท่านมีข้อกังวลใจของหน่วยงานที่อยากฝากถึงหน่วยงานกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องอย่างไรบ้าง ทางหน่วยงานอยาก จะฝากไปยังสำนักงาน กสทช. ในเรื่องของการจัดสรรคลื่นความถี่ หากเป็นไปได้ทางหน่วยงานความมั่นคงก็ยังคงมีความต้องการให้มีดาวเทียมสื่อสารหรือช่องทางสื่อสารทางดาวเทียมของหน่วยงานความมั่นคงแยกออกมา เพื่อป้องกันการรบกวนการของคลื่นความถี่ต่อไปในอนาคต

19. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย กองตำรวจสื่อสาร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

1) ปัจจุบันตำรวจมีการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน 3.9 GHz ขึ้นไป ถ้าหากมีการนำมาใช้ร่วมกับ C-band ที่อยู่ในย่าน 3.4 – 3.7 GHz จะทำให้เกิดการรบกวนและควบคุมได้ยาก เนื่องจากการใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นวิทยุย่าน LTE หรือช่องวิทยุ VHF ก็ยังมีการรบกวนของสัญญาณ กังวลว่าเมื่อมีการใช้งานร่วมกันจะทำให้การแก้ไขปัญหาในอนาคต
2) ปัจจุบันดาวเทียมที่ใช้งานแบ่งส่วนจากทางกระทรวงมหาดไทยหรือทางตำรวจเช่าใช้จากผู้ให้บริการเอง เป็นดาวเทียมที่ได้รับมาจากกระทรวงกลาโหมและกระทรวงมหาดไทย มี Bandwidth 1.125 และทางตำรวจเช่าเพิ่มในลักษณะ Broadcast เพื่อการประชาสัมพันธ์ไปยังช่องทางสถานีตำรวจทั่วประเทศ
3) หากคิดเป็นสัดส่วนของการใช้งาน หน่วยงานได้มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อภารกิจการรักษาความปลอดภัยให้กับบุคคลสำคัญทั้งในและต่างประเทศที่มาเยือนประเทศไทย แต่ในปัจจุบันมีการใช้งานดาวเทียมน้อยลง เนื่องจากมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาทดแทน เช่น เทคโนโลยี LTE ซึ่งสามารถรองรับข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก อีกทั้ง ลดความยุ่งยากของขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ลงด้วย
4) หน่วยงานมีรถ mobile ที่ติดจานรับสัญญาณดาวเทียม จำนวน 2 คัน และมีเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบเคลื่อนที่จำนวน 2 ชุด
5) กลุ่มงานพัฒนาเทคโนโลยีและบริหารความถี่ นำเอาเทคโนโลยี 5G มาใช้งานมากที่สุด เพราะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงในการสื่อสาร ซึ่งขณะนี้ได้มีเพียงแผนที่คิดไว้
6) ทางหน่วยงานมีข้อกังวลใจในในเรื่องของการรบกวนกันของสัญญาณคลื่นความถี่ เพราะที่ผ่านมาในการจัดสรรคลื่นความถี่ 700 MHz ก็ยังคงพบปัญหาสัญญาณที่เข้ามารบกวนการทำงานของคลื่นวิทยุที่เข้ามาแทรกในการทำงาน โดยหากมีการจัดสรรคลื่นความถี่ก็อยากให้มีการจัดทำเป็นไปในรูปแบบแยกของส่วนงานความมั่นคงออกมาใช้งานก็อาจจะลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และเห็นว่ากิจการ Broadcast ควรที่จะเลิกใช้ C-Band และเปลี่ยนไปใช้งาน Ku-Band ภาคพื้นดินหรือดิจิทัล ควรที่จะใช้ C-Band มาใช้ในด้านการสื่อสาร การโทรคมนาคม และสารสนเทศ เห็นว่าถ้าเป็น Broadcast จะทำให้สิ้นเปลือง Bandwidth มากเกินไป

20. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.)

1) การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อเทคโนโลยี 5G หากพิจารณาตามหลักสากลแล้วจะพบว่าคลื่นความถี่ย่าน C-band ได้ถูกนำมาใช้งานในกิจการโทรศัพท์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฝั่งตะวันตกที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวเพื่อกิจการ 5G ซึ่งทางหน่วยงานสากลที่เกี่ยวข้องคือ ITU ก็ได้มีแผนในการปรับใช้ออกมาอยู่เป็นประจำ แต่เมื่อพิจารณาประเทศไทยแล้วจะพบว่า มี

การใช้งานย่านความถี่นี้แตกต่างออกไป คือใช้เพื่อกิจการดาวเทียมเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิอากาศจึงทำให้ประเทศไทยจึงต้องใช้งานในลักษณะดังกล่าว ซึ่งทางสำนักงาน กสทช. ได้มองเห็นอนาคตในการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าว จึงได้เขียนไว้ในแนบท้ายของแผนแม่บท ไว้เผื่อในกรณีที่มีการเรียกคืนหรือเกิดกรณีของการแบ่งใช้งานทั้ง 2 กิจการ แต่หากจะเริ่มต้นเพื่อดำเนินการก็จะต้องมีการจัดทำ Band-plan เพื่อให้ถูกต้องเหมาะสมตามหลักการดำเนินการ ซึ่งขณะนี้แผนการดำเนินการได้ดำเนินการในขั้นตอนการศึกษาทางเทคนิคเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการนำใช้ 5G ร่วมกับกิจการดาวเทียมของประเทศไทยนั้นควรจะอยู่บน Extended C-band และขณะนี้ทางหน่วยงานอยู่ในกระบวนการรวบรวมผลกระทบเชิงสังคม โดยเชื่อว่าหากผลการศึกษาได้ออกมาครบถ้วนแล้ว ทางสำนักที่เกี่ยวข้องก็จะมีการนำส่งเข้าบอร์ดบริหารเพื่อทำเข้าสู่กระบวนการพิจารณาในลำดับถัดไป

2) การใช้ย่าน Midband เพื่อ 5G จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ 1) กลุ่มของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) ซึ่งของประเทศไทยคือบริษัทไทยคม ที่เป็นผู้ให้บริการทางด้านช่องสัญญาณของดาวเทียม โดยเมื่อพิจารณาจาก Extended C-band ที่มีใช้งาน จะพบว่าอยู่บนสัมปทานของดาวเทียมไทยคม 4 โดยจะหมดอายุการใช้งานจึงไม่มีความกังวลใจแต่อย่างไร แต่ในกรณีของดาวเทียมดวงใหม่อย่าง ไทยคม 6 และไทยคม 7 รวมไปถึงดาวเทียมดวงใหม่ที่จะถูกยิงเข้าสู่วงโคจร ตอนนี้ทางสำนักงาน กสทช ได้มีแนบท้ายระบุไว้ในเป็นที่เรียบร้อยในกรณีการเรียกคืนคลื่นเพื่อการจัดสรรในกิจการอื่น ทาง กสทช จึงไม่มีข้อกังวลใจ และส่วนที่กังวลใจคือส่วนของกลุ่มที่ 2) กลุ่มผู้ให้บริการผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ซึ่งหากพิจารณาในตามข้อกฎหมายแล้วจะพบว่า กลุ่มนี้จะเป็นเพียงผู้เช่าใช้โครงข่ายของกลุ่มที่ 1 เท่านั้น จึงไม่สามารถใช้สิทธิหรือเงื่อนไขของใบอนุญาตได้ ดังนั้น หากจะมีการเรียกคืนคลื่นเพื่อแบ่งใช้ในกิจการโทรศัพท์ ทางกลุ่มจะเป็นผู้เสียประโยชน์ทันที และจะส่งผลทำให้ประชาชนที่มีการซื้อบริการดังกล่าว ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน

3) สำนักงาน กสทช จะมีแนวทางในการเยียวยาประชาชนที่ได้รับผลกระทบอย่างไร จะคล้ายกรณีโทรทัศน์ดิจิทัลหรือไม่ หากพิจารณาตามแง่ของกฎหมายแล้วทางสำนักงาน กสทช. ไม่สามารถดำเนินการชดเชยได้ เนื่องจากเป็นการดำเนินการของผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ไม่ได้รับการอนุญาตโดยตรงจากสำนักงาน กสทช. โดยในกรณีของโทรทัศน์ดิจิทัล เนื่องจากผู้ให้บริการเครือข่ายได้อยู่กรณีของการสัมปทานคลื่น 700 MHz และ 2600 MHz และเข้าข่ายในเรื่องของเงื่อนไขการให้บริการโทรทัศน์สาธารณะสำหรับประชาชนจึงทำให้มีการชดเชย แต่ในกรณีของโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไม่ได้เข้าข่ายนี้จึงทำให้การชดเชยเป็นไปได้ยาก โดยกรณีที่จะสามารถเยียวยาได้คือกรณีของการเรียกคืนคลื่นจากบริษัทที่ได้รับอนุญาตโดยตรงเพื่อการจัดสรรใหม่ โดยใช้จากกฎ Must Have และ Must Carry

4) คาดหวังการใช้ประโยชน์จาก 5G หรือการใช้ C-band ภายใต้เงื่อนไขแบ่งการใช้งานเห็นว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากสำหรับประเทศไทย เนื่องจากจะทำให้การใช้งานคลื่นความถี่ของทั่วโลกเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยยกกรณีโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน

C-band เพื่อกิจการ 5G ของทั้ง 2 เขตภูมิภาคเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงเห็นว่าจะเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนาเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่าง 2 กิจการ

5) ในกรณีที่ทางสำนักงาน กสทช ต้องเป็นผู้เยียวยาความเดือดร้อนที่กำลังจะเกิดขึ้นกับภาคประชาชน ท่านมีแนวทางอย่างไร ส่วนตัวเห็นว่าการใช้วิธีการเยียวยาทางการตลาดจะเป็นตัวช่วยให้แก่ภาคประชาชนได้ดีมากกว่าการเยียวยาผู้ประกอบการโดยตรง เนื่องจากการเปลี่ยนผันของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ภาคประชาชนจะต้องมีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อย่างเลี่ยงไม่ได้ ยกตัวอย่างการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือที่ต้องมีการเปลี่ยนไปตามยุคสมัย จึงเชื่อว่าเทคโนโลยีจะเป็นกลไกสำคัญในการผลักดันกึ่งบังคับให้ประชาชนสามารถเข้าถึงและชดเชยตนเองได้ ทั้งนี้ ในด้านการใช้คลื่นความถี่ในระยะแรกอาจจะต้องมีการสำรวจข้อมูลและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับภาคประชาชนให้เกิดการรับรู้ เพื่อนำไปสู่ระยะการกำหนดแนวทางเพื่อใช้ในการถ่ายโอนภารกิจ และระยะสุดท้ายคือระยะการประมูลคลื่น ก็จะสามารถทำให้การเปลี่ยนถ่ายหรือการนำเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างสมบูรณ์ และหากมีการประมูลคลื่นความถี่จริง โดยหากมีการจัดประมูลคลื่นความถี่ใหม่ เงินที่ได้รับจากการประมูลจะถูกจัดเก็บเข้าคลังหรือเข้ากองทุน ทำให้หน่วยงานไม่สามารถนำเงินมาเพื่อเยียวยาให้กับภาคประชาชนได้โดยตรง

6) ในกรณีของหน่วยงานราชการที่มีความต้องการแบ่งใช้คลื่นความถี่เป็นของตนเอง หากมีการขอเรียกคืนคลื่นเพื่อจัดสรรใหม่ ทางมีความคิดเห็นอย่างไร ในกรณีของหน่วยงานราชการสามารถหารือเพื่อจัดสรรผลประโยชน์ได้ จึงเห็นว่าจะไม่เป็นปัญหาหากมีการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่และแบ่งการใช้งานเพื่อประโยชน์ของราชการ

7) ประเด็นใดที่เป็นข้อห่วงใยหรือข้อกังวลต่อการดำเนินการในการจัดสรรคลื่นความถี่บ้าง มี 2 ประเด็น ได้แก่ 1) จำนวนที่แท้จริงของประชาชนที่จะได้รับผลกระทบในการใช้งานโทรทัศน์ดาวเทียม โดยหากเป็นกล่องรายปี ทางผู้ประกอบการอาจจะไม่ได้รับผลกระทบในส่วนนี้มาก เท่ากับกรณีผู้ประกอบการที่ขายขาดจานรับสัญญาณได้ เนื่องจากสามารถติดตามจำนวนผู้ใช้บริการกล่องรับสัญญาณ 2) ปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่จะเพียงพอไหมสำหรับความต้องการของภาคประชาชน

21. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด

1) การรับชมโทรทัศน์ของประเทศไทยมีจำนวนน้อยลง โดยสิ่งที่บริษัทต้องเผชิญคือการเข้ามาของเทคโนโลยีหรือแพลตฟอร์มโทรทัศน์ออนไลน์ต่าง ๆ ทางบริษัทเห็นว่าทรัพยากรคลื่นมีการใช้งานอย่างสิ้นเปลือง เพราะปัจจุบันผู้ผลิตรายการโทรทัศน์หรือผู้ประกอบการหลายช่องได้มีจำนวนการผลิตที่ลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากภาระต้นทุนที่สูงเมื่อเทียบกับปริมาณจำนวนผู้ชมที่ลดน้อยลง ทำให้ผู้ประกอบการโทรทัศน์หรือผู้ผลิตรายการหลายรายได้ล้มหายไปจากธุรกิจส่วนนี้ ซึ่งทางบริษัทฯ ได้เล็งเห็นข้อจำกัดในส่วนนี้จึงได้มีการขยายธุรกิจไปยังส่วนอื่นเพื่อทำให้บริษัทฯ ยังคงเติบโตและดำเนินธุรกิจต่อไปได้

2) ทางบริษัทฯ ได้ใช้งานในคลื่นความถี่ C-band ที่ได้เช่าใช้งานจากไทยคม 6 และไทยคม 7 ในช่วงคลื่น Standard C-band ในการรับส่งสัญญาณ Broadcast ไปยังกลุ่มลูกค้าของบริษัท โดยทางบริษัทได้ประกอบกิจการ 2 ลักษณะ ได้แก่ ธุรกิจการทวนสัญญาณและธุรกิจทางด้านการกระจายสัญญาณ ซึ่งในส่วนของธุรกิจการกระจายสัญญาณไปยังลูกค้ารายครัวเรือนยังไม่ได้รับผลกระทบมากเท่าใดนัก แต่ในแง่ของธุรกิจของการทวนสัญญาณนั้น หลายครั้งที่ผู้ประกอบการโทรทัศน์หรือผู้ผลิตรายการโทรทัศน์ที่ส่ง Content เข้ามาเพื่อกระจายสัญญาณนั้นได้มีจำนวนต้นทุนที่สูงขึ้นทำให้เกิดการหารือร่วมกันหลายครั้ง เพราะด้วยกฎระเบียบประกาศ Must Have และ Must Carry ของหน่วยงานที่กำกับดูแลในการบังคับใช้ให้ทางผู้ผลิตรายการโทรทัศน์ต้องทำการออกอากาศเพื่อให้ประชาชนสามารถรับชมได้เห็นว่าจะทำให้ผู้ประกอบการที่อยู่ในสิทธิ์ทั้งสองที่จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการเช่าใช้คลื่นเพื่อกระจายสัญญาณทั้งสองช่องทางซ้ำซ้อนกัน คือ C-band และ Ku-Band
3) คลื่นความถี่ย่าน C-band ช่วงใดที่ทางบริษัทได้ทำการเช่าใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ในช่วงการกระจายสัญญาณไปยังบ้านเรือนประชาชนที่ติดตั้งจานจะใช้งาน Standard C-band คือความถี่ของสัญญาณตั้งแต่ 3.6 GHz เป็นต้นไป และใช้อีกครั้งในช่วงคลื่นของ Ku-Band ทั้งนี้ ในการทวนสัญญาณจะใช้ใน Transmit frequency 6.0 GHz เป็นต้นไป เพราะที่ผ่านมาทางบริษัทฯ ผู้ให้บริการเช่าใช้คลื่นความถี่ได้มีการกันช่วงคลื่น Extended C-band ออกไปแล้วเพื่อไม่ให้มีการใช้งานในช่วง 3.4–3.7 GHz ของ C-band
4) สัดส่วนของของการให้บริการ และแนวโน้มมูลค่าที่คาดว่าจะเกิดในอุตสาหกรรม ทางบริษัทมีตัวเลขประมาณการจากการจำหน่ายจานดำไปแล้วตั้งแต่ก่อตั้งบริษัทประมาณ 10 ล้านจาน และจานทึบประมาณ 5 ล้านจาน ทั้งนี้ ทางบริษัทฯ ได้มีการจัดส่งตัวเลขในการจำหน่ายกล่องรับสัญญาณดาวเทียมไปยังหน่วยงานที่กำกับดูแลเป็นประจำทุกปี เชื่อว่าทางหน่วยงานน่าจะมีตัวเลขที่แน่นอนจะถูกจัดเก็บไว้อยู่ แต่สัดส่วนของการใช้งานจานรับสัญญาณทั้งสองคาดว่าปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 50/50
5) ในกรณีที่ย่านความถี่ C-band ถูกนำมาใช้กับ 5G มีความคิดเห็นว่าเป็นเรื่องที่ดีที่จะเข้าสู่การเปลี่ยนผ่าน เพราะประเทศไทยได้มีการใช้งานคลื่นความถี่ที่ซ้อนทับกันระหว่าง 2 คลื่นความถี่ คือระหว่าง C-band และ Ku-Band หากมีการนำใช้ประโยชน์ในย่านความถี่ C-band เพื่อกิจการโทรศัพท์มือถือ ทางบริษัทฯ เห็นด้วยที่จะมีการผลักดันให้การใช้งานเพื่อกิจการ Broadcast ไปยังย่าน Ku-Band ทั้งหมด เพราะจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในเช่าใช้ความถี่ให้เหลือเพียงการใช้ในย่านเดียวและยังจะสามารถลดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ที่อาจเกิดขึ้นด้วยในอนาคต โดยทางบริษัทฯ ได้มีแนวทางการดำเนินการเพื่อส่งรายการโทรทัศน์เข้าสู่ Ku-Band แต่ด้วยสภาพการส่งคลื่นที่ยังจำกัดในด้านการถ่ายทอดให้เป็นโทรทัศน์ความละเอียดสูง (High-definition television - HDTV) ที่ต้องมีการใช้งานจำนวน Bandwidth ที่สูงขึ้น จึงทำให้การถ่ายทอดสัญญาณบนคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ไม่เป็นที่นิยม
6) บริษัทฯ ได้เคยเข้าร่วมการประชุมกับสำนักงาน กสทช ในแนวทางการเรียกคืนคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz และทางบริษัทได้เตรียมการด้วยการปรับเปลี่ยนหัว LNB ให้เป็นรุ่นใหม่ที่สามารถลดการรบกวน

คลื่นได้ หรือหากยังไม่สามารถแก้ไขได้ ทางบริษัทฯ ก็ยินดีที่จะทำการเปลี่ยนจานรับสัญญาณให้แก่ลูกค้าไปเป็นในรูปแบบจานทึบแทน โดยได้ยกตัวอย่างกรณีคลื่น 2600 MHz ที่เกิดปัญหานี้ เชื่อว่าหากมีการเปลี่ยนไปใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ก็อาจจะเกิดปัญหาต่อไปได้ ทางบริษัทฯ จึงได้เสนอเปลี่ยนจานให้ลูกค้าแทนการใช้งานในย่าน C-band เพราะเชื่อว่าหากมีการแก้ไขไปแล้ว ในอนาคตก็จะต้องมีปัญหาเกิดขึ้นอีก

7) ในการเปลี่ยนจากจานตะแกรงในการรับสัญญาณ C-band ไปเป็นในลักษณะจานทึบในการรับสัญญาณ Ku-Band มีราคาค่าเปลี่ยนอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด และใครเป็นคนจ่ายในส่วนนี้ ในกรณีที่มีการรบกวนสัญญาณในพื้นที่ ทางบริษัทฯ ได้ทำการเปลี่ยนจานให้ลูกค้าฟรี เพราะทางบริษัทฯ ได้คำนึงถึงความต้องการรับชมโทรทัศน์ดาวเทียมของลูกค้า ทั้งนี้ ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหากเทียบกันแล้วราคาในการเปลี่ยนอยู่ในหลักร้อย
8) สำหรับคุณภาพในการรับชม เพราะด้วยสภาพข้อจำกัดของ Ku-Band ที่มักจะมีปัญหาหากเกิดสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงด้วยเทคโนโลยีในการรับชมสมัยใหม่ การพัฒนาการรับสัญญาณได้ถูกพัฒนาขึ้นมาก โดยเฉพาะ Hardware เช่น อุปกรณ์กล่องรับสัญญาณในการแปลงเป็นภาพที่ซึ่งสามารถ Stock ภาพไว้อย่างน้อย 20-30 วินาที จึงทำให้การรับชมไม่ได้เกิดปัญหาหากกรณีที่มีฝนตกหนักรุนแรง แต่ปัญหาที่สำคัญคือในส่วนของการผลิตเนื้อหา หรือฝั่งของ Software มากกว่าที่ไม่สามารถสร้างหรือถ่ายทอดความละเอียดของภาพได้ในระดับ TVHD เพราะด้วยข้อจำกัดของคุณสมบัติของคลื่น
9) ข้อกังวลใจในด้านการรบกวนของคลื่นความถี่ เชื่อว่าหากมีการเปลี่ยนย่านความถี่ในกิจการ Broadcast ไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ทั้งหมด จะสามารถช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้การที่จะให้ผู้ประกอบการช่องโทรทัศน์ทั้งหมดย้ายไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ได้นั้น ภาครัฐก็ควรจะมีมาตรการสนับสนุนในการย้ายไปยังคลื่นความถี่ดังกล่าวเช่นเดียวกัน โดยอาจเป็นการเพิ่ม Bandwidth ให้มากยิ่งขึ้นเพื่อให้ผู้ประกอบการทุกช่องสามารถออกอากาศในรูปแบบ HDTV และเชื่อว่าหากทางผู้ประกอบการโทรทัศน์สามารถถ่ายทอดสดแบบ HD ประชาชนส่วนใหญ่ก็พร้อมที่ปรับเปลี่ยนเพื่อสิ่งที่ดีกว่า ซึ่งนับเป็นกลไกทางการตลาดอย่างหนึ่งในการปรับเปลี่ยนไปใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวและเป็นการช่วยย้ายคลื่นความถี่ไปในตัว
10) ปัญหาการบริหารจัดการคลื่นคาดว่าสามารถทำได้เลยในระยะ 1 – 1.5 ปี หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการออกแนวทางหรือนโยบายที่ชัดเจนเพื่อต้องการย้ายคลื่น โดยหากมีการออกนโยบายและแบบแผนที่ชัดเจนก็จะทำให้การดำเนินการเกิดขึ้นรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยส่วนตัวเห็นว่าหากจะมีการชดเชยหรือเยียวยา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องออกแรงจูงใจให้แก่ผู้ประกอบการในการผลิตเนื้อหารายการโทรทัศน์สามารถเข้าถึงการสร้างเนื้อหา TVHD เพื่อถ่ายทอดบนคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ให้ได้ทั้งหมดให้เท่ากันทุกช่อง และผลักดันให้ประชาชนสมัครใจในการเปลี่ยนไปใช้งานจานรับสัญญาณที่สามารถรับคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ได้ ผ่านการให้ประชาชนสามารถจ่ายช่างได้เอง ทั้งนี้ หน่วยงานก็ได้มีรายชื่อจำนวนช่างทั่วประเทศไทยที่ขึ้นทะเบียนเป็นที่เรียบร้อย จึงไม่เป็นที่กังวลใจสำหรับภาค

ประชาชนแต่อย่างไร ส่วนในภาคของผู้ให้บริการทางด้านดาวเทียมก็จะสามารถนำคลื่นไปบริหารเพื่อการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป และภาครัฐก็จะสามารถแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นได้อีกด้วย

22. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด (TUC)

1) แนวทางการกรณีการใช้เทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้คลื่นความถี่ C-band ในอดีตการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน c-band ได้ถูกใช้งานเพื่อกิจการโทรทัศน์ในการ Broadcast โดยได้มีจำนวน Bandwidth ที่กว้างมาก ซึ่งหากมีการปรับเปลี่ยนมาเพื่อใช้งานในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทางบริษัทฯ มีข้อกังวลใจเรื่องการรบกวนของคลื่นความถี่ จากกรณีคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz ที่บริษัทฯ ได้ประมูลไปเมื่อปี ค.ศ. 2020 พบว่าในบางพื้นที่พบปัญหาสัญญาณโทรศัพท์ไปรบกวนการรับภาพของโทรทัศน์ของประชาชนทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณได้ ซึ่งตอนนั้นบริษัทฯ ได้แก้ไขปัญหาโดยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB ของบ้านเรือนที่ได้รับผลกระทบจากการรบกวนเพื่อป้องกันการร้องเรียน แม้จะมีขนาดช่วงคลื่นที่ห่างไกลก็ยังพบปัญหา จึงกังวลใจอย่างมากหากมีการนำใช้คลื่นเดียวกันซึ่งเป็นคลื่นความถี่หลักในการรับสัญญาณ อนึ่ง ปัญหาที่สำคัญที่ทางบริษัทฯ ได้เล็งเห็น คือ การกำหนดคุณสมบัติของ LNB เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น หน่วยงานที่กำกับดูแลก็ยังไม่มีมาตรฐานที่ประกาศใช้หรือมีการบังคับใช้อย่างชัดเจนหากมีการใช้งาน 5G บนคลื่นความถี่ดังกล่าว มีเพียงตัวอุปกรณ์ LNB ที่เป็น Smart Receiver 5G Protection on 2600 MHz แต่เพียงเท่านั้น
2) บริษัทฯ เห็นถึงความสำคัญของคลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นอย่างมากหากมีการใช้จริงก็จะสามารถพัฒนาเทคโนโลยีตลอดจนผลักดันอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ให้ขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานก็มีศักยภาพสำหรับ 5G และเห็นว่ายังมีปริมาณเพียงพอสำหรับรองรับการใช้งาน ทั้งนี้ สิ่งที่สำคัญในการพิจารณาก็คือระยะเวลาที่เหมาะสม โดยเชื่อว่าความต้องการจะเป็นตัวแปรในการขับเคลื่อนการนำคลื่นความถี่ย่าน C-Band มาใช้งาน
3) เห็นว่า 5G จะตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าในภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เนื่องจากที่ผ่านมาบริษัทฯ ได้มีกรณีศึกษา Uses Case ของอุตสาหกรรม Health care ในส่วนของกรณีศึกษาโรงพยาบาลศิริราช (Siriraj World Class 5G Smart Hospital) ผ่านคลื่นความถี่ 700 MHz แต่ก็ยังไม่มีผลสรุปที่ชัดเจนทางด้านประสิทธิภาพ หากมีการใช้เทคโนโลยี 5G ก็จะเป็นประโยชน์ในหลายอุตสาหกรรม ไม่จำกัดเพียงอุตสาหกรรมทางการแพทย์เท่านั้น แต่ก็ขึ้นกับการผลักดันของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องในการส่งเสริม Use Case ที่แท้จริง
4) เห็นว่าในประเด็นทางด้านการย้ายคลื่น จะมีประเด็นทางด้านการรบกวนของคลื่นที่อาจจะเกิดขึ้นได้และนับเป็นเรื่องกังวลใจอย่างมากสำหรับบริษัทฯ เนื่องจากในการรับช่วงคลื่นมาเพื่อใช้งานภายหลังการประมูล ทางผู้ประกอบการจะต้องพิจารณาปัจจัยที่สำคัญหลากหลายปัจจัยประกอบการตัดสินใจ ไม่ใช่มีคลื่นพร้อมใช้งานแต่ต้องพิจารณาความต้องการของกลุ่มลูกค้า

พิจารณาแผนธุรกิจ หรือความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ณ ขณะนั้นด้วย ซึ่งจากประสบการณ์ในกรณีของคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz ทางบริษัทฯ ยังไม่ได้มีการนำใช้งานแผนธุรกิจอย่างเต็มรูปแบบ จึงทำให้ยังไม่ได้วางแผนธุรกิจสำหรับคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz

5) ในการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ประกอบการ อาจอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่ในรูปแบบไม่มีค่าใช้จ่าย แต่ให้ Operator ตอบแทนมูลค่าในรูปแบบที่เป็นประโยชน์เพื่อสาธารณะให้กับประเทศแทน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบบริการฟรีให้แก่ภาครัฐ หรือมีการคิดค่าบริการให้แก่ประชาชนที่อยู่พื้นที่ห่างไกลในราคาที่ต่ำเพื่อสร้างการเข้าถึงได้มากขึ้น เพราะเชื่อว่าจะสามารถสร้างการแข่งขันภายในตลาดได้มากยิ่งขึ้นและจะสามารถกระจายการเข้าถึงเทคโนโลยีของประชาชนได้มากยิ่งขึ้น โดย Operator ก็สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการประมูลไปใช้เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ให้มากยิ่งขึ้น เป็นการขับเคลื่อน Ecosystem ของระบบ 5G ได้มากขึ้นด้วย

6) จากความเห็นคิดทั้งหมดหากทางหน่วยงานกำกับดูแล (สำนักงาน กสทช.) ไม่ได้มีแนวทางในการจัดการการรบกวนของคลื่นที่อาจเกิดขึ้นได้และไม่มีความชัดเจน บริษัทฯ อาจจะต้องตัดใจจากคลื่นความถี่ดังกล่าวแม้จะมีความน่าสนใจมากเพียงใด เนื่องจากทุกวันนี้ทางผู้ประกอบการก็ต้องมีภาระในการแข่งขันกับกลุ่มธุรกิจใหม่ ๆ เช่นเดียวกัน

23. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN)

1) ทางบริษัทฯ เห็นว่าคลื่นความถี่ย่าน 35000 MHz เป็นคลื่นที่มีความน่าสนใจอย่างมาก ถ้ามองในแง่ของ Ecosystem ในแง่ของความกังวลใจด้านการใช้งานร่วมกันกับกิจการดาวเทียม หากพิจารณาแล้วจากกรณีการประมูลคลื่น 2600 MHz ที่ผ่านมา ทางบริษัทฯ ก็ยังคงไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็ม Band กรณีการใช้งาน 5G ในปัจจุบัน เห็นว่าคลื่นความถี่มียังคงเพียงพอต่อความต้องการของกลุ่มลูกค้า เนื่องจากกลุ่มลูกค้า 5G ยังมีปริมาณน้อย บริษัทฯ กังวลด้านการจัดการการรบกวน จึงอยากให้ทางหน่วยงานที่กำกับดูแลได้สร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ให้บริการ
2) ในปัจจุบันบริษัทฯ ยังไม่มีการคาดการณ์ปริมาณการใช้งานเนื่องจากการใช้งานเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทยยังมีปริมาณที่น้อยมาก ในแง่กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมเป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมายนั้นพบว่าภายหลังสถานการณ์ Covid-19 โรงงานอุตสาหกรรมได้มีการชะลอตัวเพื่อลดต้นทุนการผลิต ดังนั้นการปรับเปลี่ยนเพื่อไปใช้งาน 5G ยังมีน้อยมาก และหากพิจารณาในกลุ่มลูกค้าทั่วไปในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า ปริมาณการเติบโตของ 5G ช้าเช่นเดียวกันเพราะยังไม่มีการใช้งานเทคโนโลยีอย่างแพร่หลายเท่าใดนัก มีเพียงใช้งานทางด้านการเพิ่มความเร็วของอินเทอร์เน็ตมากกว่าการประยุกต์ใช้ด้านอื่น
3) เห็นว่าการนำใช้งานเทคโนโลยี (Adoption rate) กลุ่มแรกเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมโรงงานที่จะเป็นผู้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เป็น Smart Factory แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวทางการส่งเสริมจากภาครัฐร่วมที่จะเพิ่มการนำเทคโนโลยี 5G ไปใช้งานเพราะปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งยังใช้งาน Wi-Fi

และเทคโนโลยี LTE ร่วมกัน และปัจจุบันไม่เคยมีการทดสอบผ่านคลื่น 3500 MHz อย่างชัดเจนจนเกิดเป็น Use Case อย่างชัดเจน จึงทำให้ความเชื่อมั่นด้านความต้องการใช้งานความถี่กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมมีไม่มากพอ โดยยกตัวอย่าง Show Casa ของกลุ่ม Smart Factory ในกลุ่มเขตเศรษฐกิจพิเศษ EEC ที่ใช้งานโรงงานขุดเหมืองโดยใช้ยานยนต์ไร้คนขับผ่านเครือข่าย Private Network - 5G หรือการใช้งานในส่วนของ Smart Port ของในพื้นที่ท่าเรือแหลมฉบัง เป็นต้น

4) บริษัทฯ เห็นว่าในการใช้งาน 5G จะต้องพิจารณาความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ซึ่งหากไม่ได้มีการใช้คลื่นย่าน 3500 MHz ทางบริษัทฯ ก็ได้ตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยการขยายเสาเครือข่าย Cell site ให้มีจำนวนมากขึ้น โดยคิดว่าหากมีการเกิดขึ้นของเทคโนโลยี 5G จะมีแนวโน้มในการใช้งานของ Smart IoT เพื่อรองรับธุรกิจพลังงาน เช่น Smart Meter Smart Home และ Smart Grid เป็นต้น และอีกอุตสาหกรรมที่จะเห็นได้ชัดคือกลุ่ม Smart Factory เช่น การใช้ยานยนต์ไร้คนขับ การบังคับเครนภายในโรงงาน หรือแม้แต่การควบคุมการผลิตระยะไกล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาการเติบโตของเทคโนโลยี 5G ในหลากหลายประเทศจะพบว่าอัตราการเติบโตยังมีไม่มาก โดยเทียบกับ 5G Forecast ที่วิเคราะห์ไว้ว่าภายในปี 2023 จะมีการใช้งาน 5G ได้อย่างแพร่หลาย เมื่อเทียบกับประเทศไทยก็พบว่าศักยภาพของเทคโนโลยี 5G ที่มีอยู่บนคลื่นความถี่ 2600 MHz ก็ยังสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้
5) โดยสิ่งสำคัญในการผลักดันเทคโนโลยี 5G คือ ภาครัฐต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อม หรือ 5G Ecosystem ร่วมด้วย เพราะปัจจุบันการใช้งาน 5G บนคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz (รูปแบบที่ bandwidth 30MHz 40MHz 100MHz) ก็ยังไม่มีการสนับสนุนอุปกรณ์ที่สามารถรองรับเทคโนโลยีดังกล่าวได้แม้จะมีการใช้งานจริงแล้วก็ตาม
6) บริษัทฯ เห็นว่าคลื่น 3500 MHz มีความน่าสนใจเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อกังวลในเรื่องของการจัดการปัญหาการรบกวนของคลื่น เพราะอาจจะส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ยังใช้งานจานดำเป็นจำนวนมาก เห็นว่าหากไม่ได้มีการใช้งานในย่าน C-band คิดว่าคลื่นความถี่ในย่าน 27 GHz ก็เป็นความน่าสนใจไม่แพ้กัน
7) บริษัทกังวลเรื่องการรบกวนของสัญญาณที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่และกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เพราะปัจจุบันแม้ทางสำนักงาน กสทช จะมีการศึกษาข้อมูลเพื่อรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วก็ตาม แต่ทางผู้ประกอบการ operator แต่ละรายก็ยังไม่ทราบถึงผลการศึกษาอย่างชัดเจน และในการทดลองก็ไม่ได้มีการเชิญหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าไปร่วมทดสอบ บริษัทฯ จึงยังไม่มีความมั่นใจว่าจะสามารถป้องกันการรบกวนได้ หากมีการทดสอบให้เห็นเชิงประจักษ์กับทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งผู้ให้บริการทางด้านดาวเทียม ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้ให้บริการโทรทัศน์ดาวเทียม ผู้ผลิตชิ้นส่วน ร่วมพิจารณาปัจจัยการป้องกันการรบกวน และสามารถตัดสินใจร่วมกันในแต่ละเงื่อนไข หากกล่าวถึง LNB ที่จะมาใช้งาน บริษัทฯ ขอยกกรณีศึกษาการเกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz ทำให้ภาพที่ได้ของโทรทัศน์

ดาวเทียมภายในพื้นที่ถูกรบกวน จากการติดตั้ง LNB ที่ไม่มีคุณภาพทำให้เกิดความไม่แน่ใจว่า LNB ที่จำหน่ายในปัจจุบันจะสามารถป้องกันการรบกวนได้เพียงใด

8) บริษัทฯ ไม่สามารถระบุระยะเวลาในการเกิด Use Case ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากปัจจุบันมีแต่รูปแบบ Show Cases เป็นส่วนมาก ทั้งนี้ เชื่อว่าความก้าวหน้าของเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับการสนับสนุนให้มี Ecosystem ที่เหมาะสม ทั้งในแง่ของอุปกรณ์ ความพร้อมในการใช้งาน ความมั่นใจของภาคประชาชน ไม่ใช่แค่การใช้คลื่นความถี่อย่างเดียว

24. สรุปการสัมภาษณ์เพื่อแสดงความคิดเห็นการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)

1) สัญญาอายุดาวเทียมของไทยคม 6 และ ไทยคม 7 จะหมดอายุการใช้งานในช่วงปี 2571 ซึ่งหากพิจารณาตามข้อบังคับของ ITU หากหมดอายุของดาวเทียม ก็จะมีระยะเวลาในการดำเนินการเพื่อส่งดาวเทียมขึ้นไปแทนวงโคจรเดิมได้ในระยะ 3 ปี โดยหากไม่ได้มีการส่งขึ้นไปในช่วงระยะเวลาดำเนินการดังกล่าว ก็จะทำให้ประเทศไทยเสียสิทธิ์ในวงโคจรหรือไฟลิ่งนั้นไป โดยระยะเวลาในการยื่นคำขอเพื่อส่งดาวเทียมขึ้นไปใหม่จะต้องดำเนินการในระยะ 5 ปีก่อนหมดอายุการใช้งาน โดยก่อนหน้านี้ประเทศไทยมีการจองสิทธิ์ในการใช้งานมายาวนาน และประเด็นที่สำคัญต่อจากนี้คือประเทศไทยจะยังสามารถจองสิทธิ์ในการใช้งานไฟลิ่งนี้ได้อยู่หรือไม่ โดยหากพิจารณาจากมาตรา 60 ได้ระบุไว้ว่ารัฐต้องรักษาไว้ซึ่งคลื่นความถี่และสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมอันเป็นสมบัติของชาติเพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ประเทศชาติและประชาชน จึงเป็นเรื่องที่ควรพิจารณาว่าจะยังรักษาสิทธิ์นี้ต่อไปหรือไม่ และในส่วนของความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่จะยังมีความต้องการอยู่หรือไม่หากถึงเวลาที่กิจการดาวเทียมไม่มีการใช้งาน เพราะสิ่งที่ต้องคำนึงคือการเติบโตของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดย 6G ก็จะเข้ามามีบทบาทในปี 2030 ความน่าสนใจของคลื่นจะยังคงอยู่หรือไม่

2) ความถี่ในย่าน C-band มีความทนต่อสภาพอากาศได้ดีมาก จึงทำให้มีความเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในการบรรเทาสาธารณภัยต่าง ๆ ได้ หากมองในแง่ของการทดแทนจากคลื่นความถี่อื่นอาจไม่สามารถที่จะทดแทนกันได้ในแง่ของการทนจากการลดทอนสัญญาณ หรือแม้กระทั่งด้านการกระจายสัญญาณแพร่ภาพทางโทรทัศน์ดาวเทียมในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งนับเป็นข้อได้เปรียบของ C-band

3) บริษัทฯ มีแนวทางในการพัฒนาดาวเทียมดวงใหม่ในย่าน C-band อยู่หรือไม่ หรือได้มุ่งเน้นไปยังคลื่นความถี่ย่านใหม่หรือไม่ ทางบริษัทฯ ได้มองไปยังรูปแบบการผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยได้ยกตัวอย่างไทยคม 4 ที่เป็นไปในรูปแบบ Ku-Band Ka-Band และ Hybrid ส่วนในด้านของ C-band ปัจจุบันนี้ยังมีความต้องการใช้งานอย่างหนาแน่นทั้งแง่ของ TVRO หรือ V-SAT ก็ตาม ทั้งนี้ ในการใช้งาน C-band ในอนาคตต่อไปอาจจะอยู่ในรูป Broadcast Telecom หรือแม้แต่การปรับตัวไปใช้งาน Broadband ร่วมด้วย เพราะในหลายประเทศก็ได้มีแนวทางการใช้งาน C-band ในรูปแบบที่หลากหลายเช่นเดียวกัน

4) หากจะต้องมีการสร้างทางเลือกในการปรับเปลี่ยนจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมดของคลื่นความถี่ย่าน C-band ไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ในด้านเทคนิค Spectrum ในส่วนของดาวเทียมจะแตกต่างจากภาคพื้นดิน เนื่องจากกลไกการได้มาซึ่งสิทธิ์การใช้งานของภาคดาวเทียมจะต้องผ่านองค์กรนานาชาติ อย่าง ITU เป็นผู้กำหนด ซึ่งจะต่างกับภาคพื้นดินที่ทางสำนักงาน กสทช จะเป็นผู้จัดสรรการใช้ประโยชน์ ดังนั้น จะมีเรื่องการไฟลิ่งเพื่อการใช้สิทธิ์ในวงโคจรนั้น ๆ ซึ่งต้องพิจารณาสิทธิ์การใช้งานคลื่นความถี่ของภาคดาวเทียมร่วมด้วยเนื่องจากหากมีการเปลี่ยนการใช้งานจาก C-band ไปยัง Ku-Band นั้นจะต้องพิจารณาด้วยว่า Spectrum ไปยัง Ku-Band ณ ขณะนั้นมีเพียงพอหรือไม่ และประเทศไทยมีจำนวนไฟลิ่งเท่าใด คิดว่าผู้ที่จะได้รับผลกระทบคือ 1) ผู้ใช้งานของ C-band ที่จะต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ในการรับ-ส่งสัญญาณ 2) สิทธิ์ในการไฟลิ่งที่อาจจะเสียไป 3) จำนวน User ที่ใช้งานอยู่ปัจจุบัน
5) ในขณะนี้การใช้งานของดาวเทียมไทยคม 6 และไทยคม 7 มีการใช้งานที่ค่อนข้างจะหนาแน่นเป็นอย่างมาก ยกตัวอย่างไทยคม 5 ที่ขาดหายไปทางไทยคมก็ยังต้องย้ายกลุ่มลูกค้าไปยังไทยคม 6 และไทยคม 7 ในบางส่วนด้วย โดยคาดการณ์ว่าหากยังมีลูกค้าในย่านนี้อยู่อย่างหนาแน่น ทางบริษัทฯ ก็ยังคงจะต้องรักษากลุ่มลูกค้านี้ไว้ โดยอาจจะต้องพิจารณาการใช้ไปยังไทยคม 9 ไทยคม 10 ในอนาคตต่อไป ซึ่งข้อดีที่เกิดขึ้นก็จะยังทำให้รักษาสามารถสิทธิ์ไฟลิ่งนี้และยังคงสามารถที่จะรักษากลุ่มลูกค้าเดิมต่อไปได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในอนาคตด้วย ว่าในกลุ่มของ 5G จะมีอัตราการเติบโตมากน้อยเพียงใด และความต้องการใช้งานของกลุ่มลูกค้าจะยังมีอยู่หรือไม่ โดยจะต้องพิจารณาในระยะ 3-5 ปีถัดไป
6) ทางบริษัทฯ คิดว่าระยะ 2 ปี จะสามารถตอบได้ชัดเจนมากกว่านี้ เพราะจะมีในเรื่องของความต้องการใช้งานของแต่ละกลุ่มที่จะเกิดขึ้นอย่างชัดเจน เพราะทางบริษัทฯ ได้มีข้อกังวลใจของการหายไปของสิทธิ์ไฟลิ่งที่อาจทำให้ประเทศไทยเสียโอกาสบางอย่างไปหากจะเรียกนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง ทั้งนี้ในส่วนของเวลาโดยหากจะต้องออกแบบดาวเทียมเพื่อทดแทนล่วงหน้าอาจจะต้องดำเนินการก่อนดวงเดิมจะหมดอายุประมาณ 3 ปี ซึ่งคาดว่าจะเกิดในช่วงปี 2568 ซึ่งขณะนั้นอาจจะสามารถตอบประเด็นได้อย่างชัดเจนได้มากกว่านี้ ซึ่งคาดว่าอีก 2 ปีนับจากนี้อาจจะต้องพิจารณาทางเลือกกันอีกครั้งจากปริมาณความต้องการหลักในการใช้งานว่าส่วนของกิจการดาวเทียมจะยังคงมีความต้องการอยู่หรือไม่เมื่อเทียบกับ 5G

4.2 รายงานการประชุมเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) ภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว

การประชุมในครั้งนี้ได้ดำเนินการจัดขึ้นโดยคณะผู้วิจัยฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในวันอังคารที่ 27 มิถุนายน 2566 เวลา 09.00 น. - 12.00 น. ณ ห้องประชุมเซฟไฟน์ โรงแรมโนโวเทล (ประตูน้ำ) กรุงเทพมหานคร โดยได้รับเกียรติจากผู้แทนสำนักงาน กสทช. ร่วมในการประชุมเฉพาะกลุ่มครั้งนี้ โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งสิ้น 59 ราย (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก)

รูปที่ 29 คณะที่ปรึกษาฯ พร้อมผู้แทนสำนักงาน กสทช ทำการเปิดประชุมเฉพาะกลุ่ม

ในช่วงต้น ผศ.ศิริวัฒน์ พูนวศิน หัวหน้าคณะผู้วิจัยฯ ได้กล่าวขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมและชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการจัดประชุมเฉพาะกลุ่มครั้งนี้ ซึ่งได้ดำเนินการภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ที่ได้มอบหมายให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นทีมวิจัย ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การกำหนดนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รอบคอบ โปร่งใส สอดคล้องต่อการพัฒนาของเทคโนโลยีและสามารถเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศ

ในการดำเนินการที่ผ่านมา ทางผู้วิจัยฯ ได้มีการรวบรวมผลการศึกษาจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับหน่วยงานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อาจจะได้รับผลกระทบในกรณีที่มีการใช้งานในย่านความถี่ดังกล่าว คณะที่ปรึกษาฯ จึงได้จัดให้มีการประชุมเฉพาะกลุ่มครั้งนี้เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและเสนอแนะแนวทางในการดำเนินการร่วมกันจากหน่วยงานที่ได้มีการสัมภาษณ์เชิงลึกและหน่วยงานผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียการใช้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าว โดยการประชุมในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ 1) สรุปร่างแนวทางข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว และ 2) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อร่างแนวทางข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะ

รูปที่ 30 ผศ.ศิริวัฒน์ พูนวศิน หัวหน้าผู้วิจัยฯ

จากนั้น ผศ.ศิริวัฒน์ พูนวศิน หัวหน้าคณะผู้วิจัยฯ ได้ดำเนินการบรรยายสรุปร่างแนวทางข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ปัจจุบันสำนักงาน กสทช. กำหนดนโยบายเบื้องต้นคลื่นความถี่ย่าน 3.4 – 3.7 GHz ในแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ (พ.ศ. 2562) ให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยยังไม่อนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่านดังกล่าวสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล จนกว่าผลการศึกษาการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมกับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลจะแล้วเสร็จ ซึ่งขณะนี้อยู่ระหว่างศึกษาการใช้งานร่วมกัน ดังนั้น การศึกษาวิจัยชิ้นนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความชัดเจนต่อแนวทางการกำหนดนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว (กรอบเวลา 10 ปี ขึ้นไป) โดยพิจารณาผลกระทบทางเทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ และสังคม เพื่อใช้ประกอบและสนับสนุนการกำหนดนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ และทำให้เกิดความชัดเจนต่อแนวทางการดำเนินกิจการของอุตสาหกรรมทุกภาคส่วน รวมทั้งผู้ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่และผู้ได้รับผลกระทบต่อไป

โดยทางคณะที่ปรึกษาฯ ได้พิจารณาแนวทางการกำหนดทิศทางนโยบายการใช้คลื่นความถี่ C-band ซึ่งประกอบไปด้วยการพิจารณา 4 ด้าน ได้แก่

1) การใช้ประโยชน์จากคลื่นย่านความถี่ C-band ที่อาจส่งผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์คลื่นจาก Satellite เป็น 5G IMT
2) ปริมาณคลื่นความถี่สำหรับรองรับการใช้งาน โดยพิจารณาจากปริมาณแบนด์วิธที่พอเพียงและสามารถรองรับ QoS และจำนวนอุปกรณ์ที่ตอบสนอง Technology trend (IoT World)
3) ความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมและปริมาณการใช้งานของ End User ความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมในเชิงการใช้งาน Use Case และปริมาณของ End User ที่จะใช้งาน 5G
4) แนวนโยบายการส่งเสริมของภาครัฐ ภายใต้แนวทางในการสนับสนุนส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากภาครัฐที่เกี่ยวข้อง

โดยในประเด็นเมื่อพิจารณาจากการประเมินจำนวนผู้ใช้งานความถี่คลื่นย่าน C-band (TVRO) โดยอ้างอิงจากกข้อมูลสถิติผู้ติดตั้งจานดาวเทียม จาก Nielsen Media Research ปี 2022 (14,182 คน) ข้อมูล

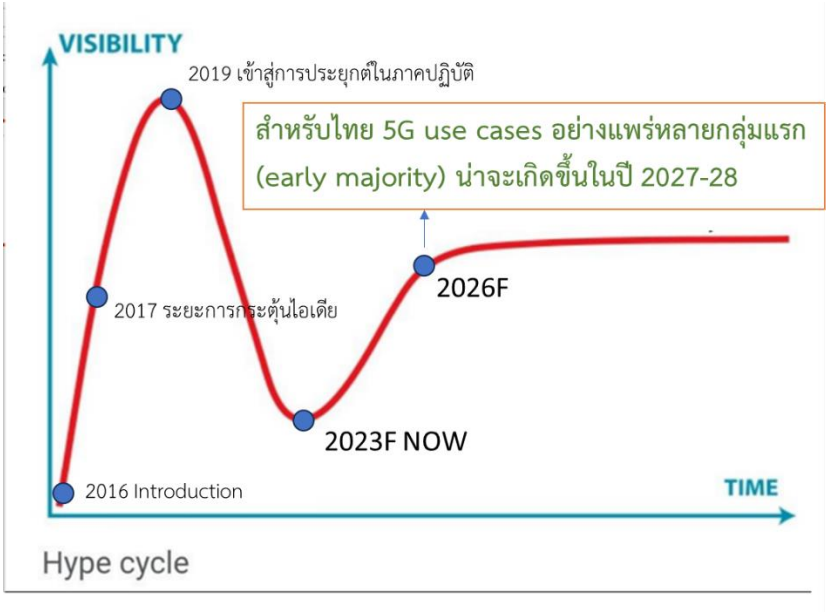
สำรวจการใช้งานจากดาวเทียม C-band จากคณะผู้วิจัย (422 คน) และข้อมูลสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จะพบว่า มีการคาดการณ์จำนวนครัวเรือนที่ติดตั้ง C-band ในปัจจุบันอยู่ที่ 10.12 ล้านครัวเรือน (Upper Bound) และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลการสำรวจการใช้งานผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (สำรวจผ่าน Social Media) ใน 100 คน ที่ติดตั้งจานดาวเทียม C-band ได้มีผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 59 คน หรือร้อยละ 59 (ที่ความมั่นใจร้อยละ 95 ตามหลักการของ Taro Yamane) จึงคาดการณ์ได้ว่าจะมีจำนวนผู้ใช้งานที่ยังคงรับชมผ่านโทรทัศน์ดาวเทียมเฉลี่ยที่ 5.97 ล้านครัวเรือน (Lower Bound)

ปัจจุบันการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

1) ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ปริมาณผู้ถือครองจานดาวเทียม C-band และรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมอยู่ที่ 5.97 ล้านครัวเรือน โดยสัดส่วนนอกเมือง: ในเมืองเป็น 7:3
2) ผู้ให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม มี 2 ส่วนคือ TV ดิจิทัลที่ต้องปฏิบัติตามกฎ Must Carry โดยจะหมดอายุสัมปทานในปี 2571 และช่องโทรทัศน์ทางเลือก ประมาณ 100 ช่อง โดยในอนาคตมีแนวโน้มจะปรับเปลี่ยนเป็น OTT หรือ Streaming มากขึ้น
3) ผู้ใช้งาน Satellite Links ส่วนใหญ่ใช้งานในลักษณะ Communication Link เพื่อรับส่งข้อมูล โดยหน่วยที่ใช้งานหลักจะเป็นหน่วยความมั่นคง และภาคเอกชนกลุ่ม Gas & Oil โดยภาพรวมไม่เกิน 25 หน่วยงาน และใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉิน สำหรับหน่วยงานบรรเทาสาธารณะภัย
4) ผู้ให้บริการดาวเทียม ปัจจุบันมี 2 รายที่ได้รับใบอนุญาต ได้แก่ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (ไทยคม-6) และ ไทยคม (ไทยคม-7) โดยทั้งสองดวงสามารถใช้งานตามอายุภารกิจได้ถึงปี 2571 (อ้างอิงมติ กสทช 19/2563 ณ วันที่ 28 ตุลาคม 2563 กสทช. มีมติให้ยุติการใช้งานคลื่นย่าน 3.4-3.7 GHz ตั้งแต่ 11 กันยายน 2564 เป็นต้นไป)

โดยจากการคาดการณ์สถานการณ์การเติบโตของเทคโนโลยี 5G จากข้อมูลประมาณการพัฒนา 5G และบทเรียนจากการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ของ Gartner ระหว่างปี 2010-2022 พบว่า

- คาดการณ์ทิศทางการพัฒนา 5G ของโลก คือ ปี 2023 เข้าสู่ระยะการเห็นประโยชน์ในภาคธุรกิจ และปี 2026 จะเข้าสู่ระยะการเกิดประโยชน์ในวงกว้าง
- ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะช้ากว่าต่างประเทศ 1-2 ปีเนื่องจากการรับ 5G เริ่มต้นในปี 2020 และสถานการณ์โควิด-19



รูปที่ 31 Hype cycle of 5G technology

โดยเมื่อพิจารณาจากแต่ละสัดส่วนของการเติบโตแต่ละภาคอุตสาหกรรม และการคาดการณ์การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ประโยชน์บนคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จะพบว่าในภาคธุรกิจ ICT จะสามารถเติบโตได้ 48,914 ล้านบาท ภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมจะสามารถเติบโตได้ 46,524 ล้านบาท และภาคโรงงานอุตสาหกรรมจะสามารถเติบโตได้ 39,978 ล้านบาท ตามลำดับ

จากการศึกษาได้มีการคาดการณ์จำนวนผู้ใช้ 5G ในประเทศไทยในปี ค.ศ. 2025 จำนวนผู้ใช้การเชื่อมต่อ 5G ในประเทศไทยคาดว่าจะสูงถึง 26.7 ล้านโหนด ในขณะที่จะมีโครงข่าย 5G ครอบคลุมร้อยละ 92 ของจำนวนประชากร (โดยการเติบโตดังกล่าวจะส่งผลให้เศรษฐกิจมีมูลค่า 6.3 พันล้านบาท ในปี ค.ศ. 2030) โดยถ้ามีการส่งเสริมการนำเข้า 5G Smart Phones ในราคาต่ำกว่า 8,000 บาท ให้มากขึ้น ก็จะสามารถช่วยให้เพิ่มอัตราการซื้อของประชาชนได้ และมีผลการศึกษาว่า Low cost 5G Smart Phones สามารถมีราคาต่ำกว่า 3,500 บาทได้ในอนาคต และอัตราการเติบโตจาก 9% (ใน Q42022) เป็น 15% (Q12023) สำหรับเครื่องโทรศัพท์มือถือ 5G ในราคา 100-200 USD

รูปที่ 32 กรณีศึกษาต่างประเทศ เพื่อกำหนดแนวนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ซึ่งเมื่อพิจารณาแนวทางการกำหนดทิศทางนโยบายการใช้คลื่นความถี่ C-band จะสามารถพิจารณาแต่ละประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

Factor-1: การปรับเปลี่ยน TVRO

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการให้บริการทางด้านธุรกิจการให้บริการติดตั้งจานรับสัญญาณจะพบว่า Trend ของการใช้งานดาวเทียม ปัจจุบันได้มุ่งไปสู่การใช้งานดาวเทียม High-Throughput และ/หรือคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ที่มีศักยภาพในการทนต่อปริมาณฝนที่ดีขึ้น จึงทำให้เกิดแนวทางในการสนับสนุนได้แก่

1. สนับสนุนกลไกเชิงการตลาด เพื่อส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพช่องสัญญาณของคลื่นย่าน Ku-Band ให้ความคมชัดมากขึ้น เพื่อจูงใจต่อผู้รับชมโทรทัศน์ดาวเทียมให้เปลี่ยนจากระบบ C-band เป็นระบบ Ku-Band

2. คลายกฎ Must Carry ลดต้นทุนต่อผู้ให้บริการ TV เพื่อลดการส่งสัญญาณในหลายช่องทาง มุ่งเน้นการให้บริการที่ดีขึ้น

3. สำรวจและลงทะเบียนผู้รับชมโทรทัศน์ดาวเทียม (C-band) ร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ อาทิ กรมการพัฒนาชุมชนหรือสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในการสำรวจ ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ของแต่ละจังหวัด เพื่อให้ได้จำนวน Active Users สำหรับวางแผนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้วย LNB ที่มีมาตรฐาน

4.ทดสอบสัญญาณรบกวน และแก้ไขปัญหา ทดสอบการใช้งาน 5G ย่าน C-band ร่วมกับจานรับสัญญาณดาวเทียม โดยเชิญผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายเข้าร่วม เพื่อสร้างความมั่นใจต่อการติดตั้งใช้งาน

Factor-2: ความพร้อมของอุตสาหกรรมและการใช้งาน

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภาคธุรกิจเห็นความสำคัญในการใช้ประโยชน์จาก 5G over Midband แต่มีข้อกังวลในเรื่องของต้นทุนราคาและกฎระเบียบ ซึ่งจะสามารถสรุปออกมาเป็น 4 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การสนับสนุนการสร้าง 5G Ecosystems ในด้าน Consumers ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในกลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี โดยเน้นในเขตเมือง เพิ่ม Adoption Rate ของการใช้งาน 5G (Awareness) และส่งเสริมการผลิตหรือนำเข้า 5G Mobile Devices อาทิ มาตรการภาษีนำเข้า เป็นต้น

2. ผลักดันนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์ให้เป็นรูปธรรม สนับสนุน หรือส่งเสริมให้เกิดแพลตฟอร์มสาธารณะ ในกลุ่มที่ไว้ใจและมีความสนใจ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ภาคความมั่นคง การศึกษา และการค้าปลีกในระยะแรก

3. ปรับปรุงกฎระเบียบ และคลายข้อกังวลใจ ผ่านกระบวนการยกร่างกฎหมายในด้านความปลอดภัยของข้อมูล และข้อจำกัดในเรื่องการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในเชิงพาณิชย์

4. ส่งเสริมงานวิจัยเชิงพาณิชย์ ที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G โดยเน้นในอุตสาหกรรมหลัก อาทิ การเกษตร พลังงาน การแพทย์ และคมนาคมขนส่ง เพื่อต่อยอดให้เกิด Use Case อย่างต่อเนื่อง

Factor-3: Spectrum ที่ตอบสนองในอนาคต

จากการวิเคราะห์โดยคณะที่ปรึกษาฯ ได้มีข้อเสนอแนะทางด้านการจัดสรร Spectrum ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ดังนี้

1. ประเทศไทยควรจะมีคลื่นในย่าน Midband ประมาณ 2000 MHz (GSMA) สอดคล้องกับ Coleago (2021) ที่ประเมินว่ากรุงเทพควรจะมีคลื่น Midband โดยเฉลี่ย 1940 MHz ในช่วงปี 2025-2030 (ประเมินจากประชากรและความหนาแน่น)

2. Analysys Mason (2020) ระบุว่าค่าแบนด์วิธเฉลี่ยของคลื่นในย่าน Upper Midband อยู่ที่ 470 MHz (จากการประเมินประเทศที่มีใบอนุญาตแล้ว 14 ประเทศ)

3. GSMA ระบุว่าประเทศไทยควรจะมี Spectrum ในย่าน 3.5 GHz อย่างน้อย 300 MHz

4. ค่าเฉลี่ยแบนด์วิธคลื่นในย่าน Midband ของ Asia-Pacific ควรอยู่ที่ 850 MHz (GSMA)

CURRENT IMT SPECTRUM ASSIGNED IN THAILAND

Type of spectrum	Bandwidth assigned	Notes
Low band (sub-1 GHz)	170 MHz	700, 850, 900 MHz
Mid-band (1-7 GHz)	450 MHz	1800, 2100, 2300, 2600 MHz
High bands (above 24 GHz)	2600 MHz	26 GHz

Source: GSMA, APT

รูปที่ 33 ไทยควรมีคลื่นย่าน Mid-Band เพิ่มในช่วงปี 2025 อย่างน้อย 300 MHz เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการ

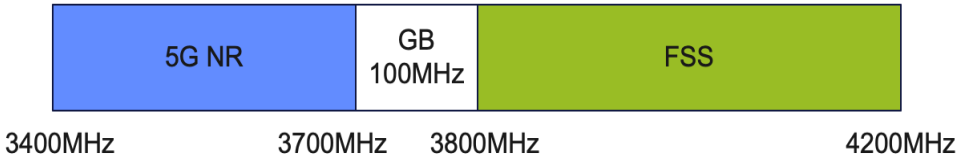
Factor-4: Thailand Policy Support

โดยทิศทางของแผนการใช้ประโยชน์ 5G ระยะที่ 2 จะเป็นเข็มทิศในการพัฒนา Use Case สำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยมีกฎหมายและนโยบาย แผนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13
2. แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2562 - 2566)
3. แผนปฏิบัติการใช้ประโยชน์ 5G ระยะที่ 1
4. นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561 - 2580)

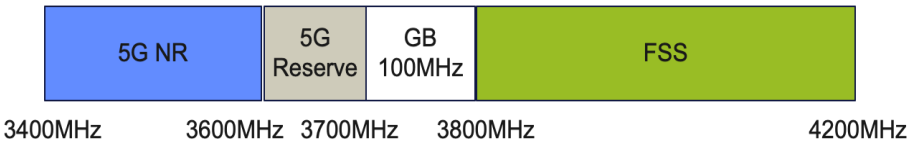
ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำเสนอแผนการดำเนินการรูปแบบที่เป็นไปได้สำหรับคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรภายใต้การดำเนินการของโครงการ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่

1) Case A : 300 MHz + GB 100 MHz



กรณี A หรือ Case A ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่น 300 MHz และมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้

2) Case B : 200 MHz + 100 MHz + GB 100 MHz

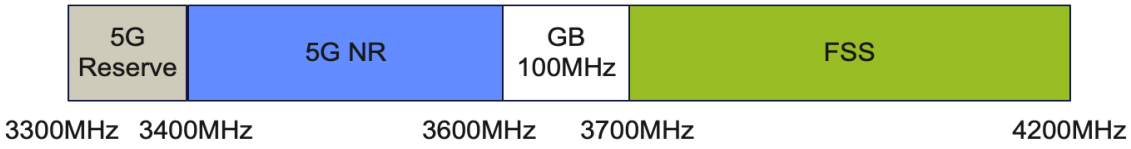


กรณี B หรือ Case B ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่นแบ่งเป็น 200 MHz และ 100 MHz โดยมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้

โดยในกรณี Case A และ Case B คณะที่ปรึกษาฯ คาดว่าสามารถสร้างให้มีการแข่งขันกันได้มากถึง 3 ราย (รายละ 100 MHz) โดยความเสี่ยง คือ การเกิดขึ้นของรายที่ 3 ในตลาด ซึ่งในการเลือกว่าจะสามารถเข้าสู่ Case A หรือ Case B นั้น จะขึ้นกับสถานการณ์และนโยบายที่สนับสนุนของภาครัฐ

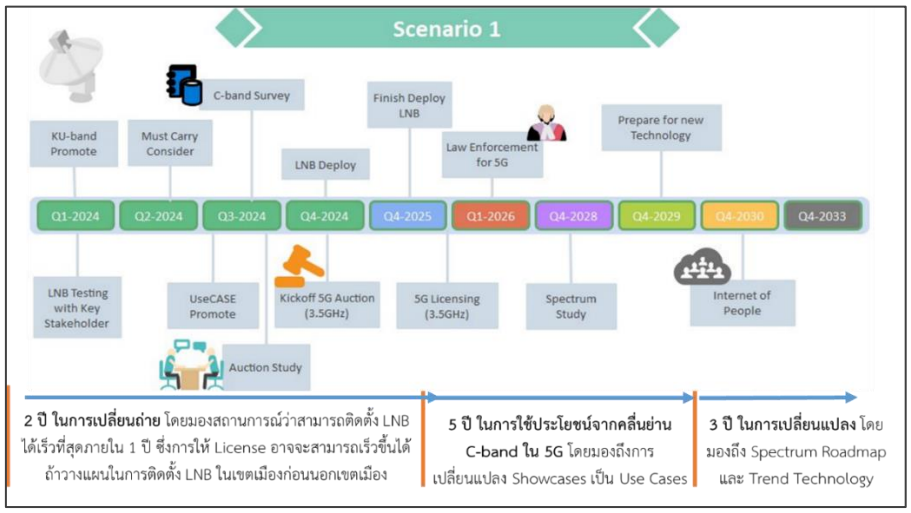
หรือในกรณีที่มีการแข่งขัน 2 ราย (รายละ 100 MHz) โดยอ้างอิงกับจำนวนของผู้ให้บริการหลักในปัจจุบัน และเพิ่ม Bandwidth ของการใช้งาน C-band ของ Satellite ที่ยังมีผู้ใช้งาน ทั้งในส่วนของ TVRO และ VSAT ในห้วง 7-10 ปีที่ดาวเทียมยังมีอายุการใช้งาน ก็จะเข้าสู่กรณีของ Case C

3) Case C : 200 MHz + 100MHz + GB 100 MHz



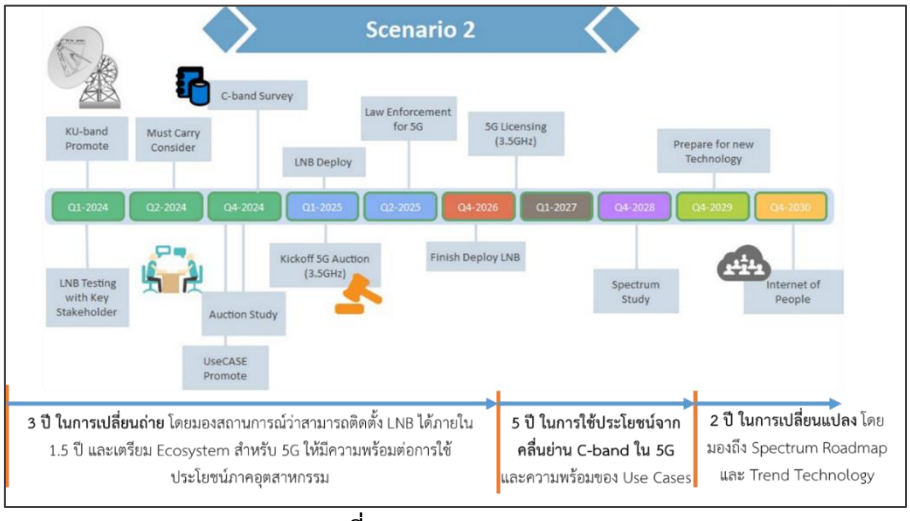
กรณี C หรือ Case C ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่นแบ่งเป็น 200 MHz และ 100 MHz โดยมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้ แต่ยังคงการให้บริการคลื่นในย่านความถี่ Standard C-band ไว้ในกิจการดาวเทียมต่อไป เพื่อสนองความต้องการใช้งานของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือหน่วยงานบรรเทาสาธารณะภัย จนกว่าดาวเทียมในความถี่ย่าน C-band จะหมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2571

ภายหลังจากการนำเสนอข้อมูลเพื่อพิจารณาการจัดสรรการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น คณะที่ปรึกษาฯ จึงได้นำเสนอร่างกรอบนโยบายคลื่นความถี่ C-band ในระยะเวลา 10 ปี เป็นในลักษณะตัวเลือกได้ดังนี้



รูปที่ 34 Policy Option-1

โดยระยะเวลา 2 ปีแรกในการเปลี่ยนถ่าย โดยมองสถานการณ์ว่าสามารถติดตั้ง LNB ได้เร็วที่สุดภายในระยะเวลา 1 ปี ซึ่งการให้ใบอนุญาตอาจจะสามารถเร็วขึ้นได้ถ้าวางแผนในการติดตั้ง LNB ในเขตเมืองก่อนนอกเขตเมือง ถัดมาระยะเวลา 5 ปี จะเป็นการใช้ประโยชน์จากคลื่นย่าน C-band ใน 5G โดยมองถึงการเปลี่ยนแปลง Showcases เป็น Use Case และ 3 ปี ในระยะของการเปลี่ยนแปลงโดยมองถึง Spectrum Roadmap และ Technology trend



รูปที่ 35 Policy Option-2

โดยในระยะเวลา 3 ปีแรก จะเป็นในส่วนของการเปลี่ยนถ่าย โดยมองสถานการณ์ว่าสามารถติดตั้ง LNB ได้ภายใน 1.5 ปี และเตรียม Ecosystem สำหรับ 5G ให้มีความพร้อมต่อการใช้ประโยชน์ภาคอุตสาหกรรม 5 ปี ในการใช้ประโยชน์จากคลื่นย่าน C-band ใน 5G และความพร้อมของ Use Case และ 2 ปีสุดท้าย ในการเปลี่ยนแปลงโดยมองถึง Spectrum Roadmap และ Technology trend

ทั้งนี้ ทั้งสองทางเลือกที่ได้นำเสนอไป คณะผู้วิจัยฯ จัดทำเป็นต้นแบบ เพื่อเปิดให้ทุกภาคส่วนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นต่อการดำเนินการเพื่อจะนำเอาข้อมูลที่ได้รับไปปรับปรุงประเด็นต่าง ๆ นำไปสู่การเผยแพร่นโยบายสาธารณะที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและประชาชนทั่วไปได้ร่วมกันแสดงความคิดอีกครั้ง

รูปที่ 36 นายสืบศักดิ์ สืบภักดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ลำดับถัดมา นายสืบศักดิ์ สืบภักดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ได้เป็นผู้ดำเนินรายการเพื่อสอบถามประเด็นถามตอบ ในช่วงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อร่างแนวทางข้อเสนอแนะ

นโยบายสาธารณะ ซึ่งได้มีประเด็นเพื่อสอบถามไปยังผู้เข้าร่วมประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นในฐานะเป็นผู้แทนหน่วยงาน จะสามารถสรุปประเด็นคำถามได้ดังนี้

<u>ประเด็นถามตอบ</u>

ประเด็นที่ 1 ท่านเห็นว่าข้อเสนอต่อทางเลือกในการจัดสรรคลื่นความถี่ ในกรณี Case A/B/C ในกรณีใดที่เห็นควรว่ามีความเหมาะสม

ผู้แทนสำนักกิจการดาวเทียมสื่อสาร กสทช. — ได้มีความคิดเห็นในด้านประเด็นการจัดสรรคลื่นความถี่ โดยหน่วยงานได้เห็นว่าหากจะมีการใช้งานจริง เป็นไปได้หรือไม่ที่จะมีทางเลือกอื่นนอกเหนือจากการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band เพราะในสถานการณ์ปัจจุบัน ผู้ประกอบการที่อยู่ในส่วนของกิจการดาวเทียมของประเทศไทยนั้นได้ถูกบีบบังคับในทุกด้าน จึงนำเรียนเพื่อพิจารณาผลกระทบที่จะส่งผลต่อผู้ประกอบการให้น้อยที่สุด และยังสามารถใช้งานได้ต่อไปบนย่านความถี่นี้ โดยส่วนตัวเห็นว่า Case B เป็นกรณีที่น่าสนใจอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม ขอให้พิจารณาประเด็นในการศึกษาด้านผลประโยชน์ทางอ้อมของผู้ประกอบการดาวเทียมเพื่อเหลือพื้นที่ให้ใช้งานได้ ณ ย่านความถี่นี้ได้ต่อไป

ผู้แทนบริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด — ให้ความคิดเห็นต่อกรณีที่เสนอมาควรจะมีทางเลือกเพิ่มขึ้นเป็น กรณี D ได้แก่ เสนอให้มีการย้ายผู้ใช้งานหรือประชาชนที่ใช้งาน TVRO จากเดิมที่คลื่นความถี่ย่าน C-band ไปใช้งานภายใต้คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ทั้งหมด เนื่องจากการดำเนินการตามที่เสนอมาทั้ง 3 กรณีนั้น จะต้องมีการใช้เงินงบประมาณเพื่อจัดสรร Guard band ชดเชยไปยังบ้านเรือนประชาชนที่ได้รับผลกระทบ อีกทั้งตัวอุปกรณ์เพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณคลื่น ที่มีราคาที่สูง ซึ่งอาจจะมากกว่าการเปลี่ยนจานรับสัญญาณเพื่อไปรับสัญญาณในย่านความถี่อื่น และจากประสบการณ์ที่ผ่านมาของบริษัท สิ่งที่รบกวนคลื่นความถี่ย่านนี้ที่ชัดเจนคือโซลาเซลล์ UFO ที่มีการรบกวนทั้งย่านของ C-band เพราะมีความถี่ที่ 5.8 GHz ที่ทำให้เกิดปัญหากับลูกค้าของบริษัทฯ และต้องแก้ไขโดยการเปลี่ยนจานรับสัญญาณเป็น Ku-Band จึงจะแก้ปัญหานี้ได้

ผู้แทนกองทัพอากาศ — ให้ความคิดเห็นต่อกรณีการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบัน หน่วยงานได้มีการใช้งานอุปกรณ์ที่ได้รับการจัดสรรตามผู้ผลิต ไม่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานให้สามารถใช้งานคลื่นความถี่ย่านอื่นได้ จึงมีข้อกังวลต่อแผนการจัดสรรอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบันและระหว่างการรอผลิตนั้น หน่วยงานผู้รับผิดชอบจะเป็นหน่วยงานใดเพราะปัจจุบันหน่วยงานความมั่นคงได้ถูกจับตามอง ถ้าต้องใช้งบประมาณเพื่อปรับเปลี่ยนก็จะทำให้การดำเนินการทั้งหมดล่าช้าออกไป จึงต้องการความชัดเจนอย่างมากจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) —เห็นว่าในกรณีที่สำนักงาน กสทช. ได้จ้างที่ปรึกษาฯ เพื่อทำการทดสอบการใช้งานเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน C-band และผู้ประกอบการหลายบริษัทได้รับทราบข้อจำกัดนี้ไปแล้วบางส่วนนั้น เมื่อพิจารณาจากกรณีที่ทางคณะที่ปรึกษาเสนอมาในส่วนของ Case A และ Case B ในทางเทคนิคอาจจะเกิดปัญหาทางด้านอุปกรณ์ LNB ที่สามารถ

ป้องกันในช่วง 3700 – 4200 MHz ได้ แต่ในส่วนของ LNB ที่จะป้องกันได้นั้นยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจน จึงทำให้เกิดข้อกังวลว่าไม่สามารถป้องกันได้ และในส่วนของ Case C เชื่อว่าจะสามารถแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดได้ทั้งหมดในเชิงเทคนิค อีกทั้งยังจะตอบโจทย์แก่ผู้ประกอบการกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ แต่ทั้งนี้เชื่อว่าประเทศไทยอาจจะยังไม่ได้มีความต้องการ Spectrum ที่ 300 MHz เพราะจากการเติบโตอาจจะช้ากว่าที่คาดการณ์ไว้ ในคลื่นความถี่ย่าน C-band ที่มีใช้งานในปัจจุบันของไทยคม ในห้วง 3300 – 4200 MHz ปัจจุบันจะเกี่ยวข้องกับดาวเทียมทั้งหมด 2 ดวง ได้แก่ ดาวเทียมไทยคม 6 ที่ 78.5° ในการใช้งานกิจการโทรทัศน์ และดาวเทียมไทยคม 7 ที่ 120° ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียม (VSAT) แต่การใช้งานของ Ku-Band ปัจจุบันยังอยู่ในส่วนของ Application เพื่อกิจการ Broadband หากจะนำมาใช้งานในกิจการ Broadcast นั้น ก็จะมีความแตกต่างอย่างมากทางด้านเทคนิค จะเกี่ยวกับอุปกรณ์รับสัญญาณภาคพื้น ONTF และสัมพันธ์กับ Guard band และ Satellite Distance ที่จะเป็นประเด็นต่อการวางระบบ 5G และสิ่งสำคัญคือการสำรวจปริมาณการใช้งานจานดำรับสัญญาณดาวเทียม TVRO ที่ยังคงใช้งานอยู่ในปัจจุบัน และปริมาณความต้องการที่จะต้องหารือระดับนานาชาติถึงความเหมาะสมของ Spectrum ที่จะนำมาใช้ร่วมกับ ITU โดยหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน C-band ไปเป็นกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล สิ่งที่จะส่งผลกระทบจะแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ 1) กรณีดาวเทียมไทยคม 6 จะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานจานดำรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งหากไม่มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ก็จะทำให้ภาพล้มทั้งหมด และ 2) กรณีดาวเทียมไทยคม 7 ที่จะมีผลในส่วนของการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การรับสัญญาณเพื่อใช้งาน VSAT ซึ่งอาจจะมีราคาที่ค่อนข้างสูงกว่าอุปกรณ์ของกิจการโทรทัศน์

ผู้แทน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ — ในแง่ของประชาชนที่ได้รับผลกระทบ เห็นว่าการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างมาก โดยเล็งเห็นว่า Case C มีความน่าสนใจอย่างมาก แต่อย่างไรก็ดี อยากให้พิจารณาในเรื่องการสงวนคลื่นความถี่ไว้เพื่อการบรรเทาสาธารณภัยต่าง ๆ สำหรับหน่วยงานในภารกิจที่ใช้งานอยู่ หรือแม้กระทั่งการใช้งานสำหรับ V-SAT โดยถ้าหากมีผู้ประกอบการกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายที่ 3 เกิดขึ้น อาจจะต้องพิจารณาเพิ่มในส่วนของ Bandwidth ที่อาจจะไม่เพียงพอ และได้มีข้อสังเกตเพิ่ม คือ จะต้องมีความจำเป็นในการสำรอง Bandwidth ให้แก่ผู้ประกอบการรายที่ 3 หรือไม่

ผู้แทน บริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด — มีความสนใจใน Case C เป็นอย่างมาก เพราะในการเติบโตทางด้าน 5G ที่ผ่านมาของประเทศไทยนั้นมีอัตราการเติบโตที่มากขึ้น แต่ก็ยังคงมีข้อจำกัดของขนาดคลื่นที่ไม่เพียงพอที่จะสามารรองรับเทคโนโลยีได้ โดยประเทศไทยได้เป็นประเทศแรกของภูมิภาคในการใช้งาน 5G แต่ในความเป็นจริงนั้นคลื่น 2600 MHz หรือ 1800 MHz ก็ยังไม่สามารถที่จะตอบสนองเทคโนโลยีได้เพราะไม่ได้เป็นย่านความถี่หลัก โดยตลาด 5G จะเกิดขึ้นและมีความสำคัญอย่างมากกับอุตสาหกรรมโรงงานต่าง ๆ ในการผลักดัน Digital Transformation ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในการผลักดันเศรษฐกิจให้เติบโต จึงขอฝากให้ทีมที่ปรึกษาพิจารณาถึงมูลค่า Lost Enterprises ในภาคอุตสาหกรรมเป็นไปในจำนวนเท่าใด

ผู้แทน บริษัท อินเทล ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด — ได้เห็นด้วยกับกรณี Case C เนื่องจากว่าจะสามารถช่วยในเรื่องการพัฒนา 5G ในอนาคต เพื่อใช้เป็น Core Band โดยเรื่องที่อยากให้พิจารณาเพิ่มเติมเรื่องขนาดของ Guard band ที่จะนำมาใช้งาน โดยถ้าสามารถลดจำนวนปริมาณของ Guard band ที่ใช้โดยไม่ไปรบกวนของกิจการข้างเคียงได้ ก็จะก่อให้เกิดผลดี สามารถเพิ่มปริมาณคลื่นความถี่ในการใช้งานได้มากขึ้น โดยส่วนตัวเห็นว่า 100 MHz มาจากการศึกษาแรกเริ่มของประเทศฮ่องกงที่ได้เลือกใช้ Guard band ที่ 100 MHz แต่หากปรับเปลี่ยนในบริบทของประเทศต่าง ๆ ก็จะสามารถลดปริมาณคลื่นที่เสียไปได้ จึงอยากฝากให้คณะที่ปรึกษาฯ พิจารณาเพิ่มเติมในส่วนนี้

ประเด็นที่ 2 ความเห็นต่อข้อเสนอแนะในการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band (ทั้ง 2 Scenario) ข้อดีและข้อจำกัด

ผู้แทนบริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด — ได้ให้ความเห็น โดยหากพิจารณาในส่วนของสถานการณ์ที่เสนอมา บริษัทเห็นว่ามีความเป็นได้สูงสุดคือ Scenario 1 ที่จะมีการเปลี่ยนถ่ายในระยะ 1 – 1.5 ปี หากมีการประกาศที่ชัดเจนจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องบริษัทคิดว่าสามารถดำเนินการได้ทันที เพราะที่ผ่านมาบริษัทได้มีการประเมินไว้ล่วงหน้า จึงได้มีการติดสติ๊กเกอร์ QR code ในกล่องรับสัญญาณที่จำหน่ายให้แก่ลูกค้าเพื่อติดตามว่ากล่องรับสัญญาณที่จำหน่ายไปนั้นอยู่ที่ใด และเชื่อมั่นว่าจำนวนช่างตัวแทนของบริษัทมีจำนวนมากเพียงพอที่จะเปลี่ยนถ่ายได้ทั้งหมดภายในระยะเวลาการดำเนินการนี้

ผู้แทน บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมิวนิเคชั่น จำกัด — นำเสนอปัญหาเรื่องการปรับเปลี่ยน LNB จากกลุ่มลูกค้าเดิมที่เคยติดตั้งจานทรูวิชั่น ซึ่งขณะนั้นใช้ระยะเวลาเป็นปีแม้จะมีขนาดกลุ่มลูกค้าที่น้อยและทราบตำแหน่งของลูกค้าแล้ว และอีกรอบคือหลังจากการประมูลคลื่น 700 MHz ที่จะต้องทำการปรับเปลี่ยนในส่วนของผู้ให้บริการที่มีจำนวนเพียง 5 ราย ก็ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการเพียงแค่ปรับเปลี่ยนเสาส่งสัญญาณ 100 ร้อยต้น ก็ยังทำตามที่กำหนดเวลาไว้ไม่ได้เช่นกัน ทำให้เกิดความล่าช้าไปเกือบ 1 ไตรมาส จึงเป็นข้อกังวลของบริษัทฯ ว่า การเคลียร์คลื่นจากผู้ใช้งาน C-band ทั้งหมดอาจจะไม่ตรงหรือล่าช้ากว่าที่คาดไว้แน่นอน ในแง่ของผู้ประกอบการก็ยังไม่กล้าเข้าร่วม

ผู้แทน บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด — ได้ให้ความเห็นต่อกรณีการเลือกใช้ LNB ที่มีความเหมาะสม แต่ในเรื่องระยะของการตั้งเสาสัญญาณ Separation distance ที่จะต้องทำการศึกษาอีกครั้งเพราะที่ผ่านมายังเป็นประเด็นที่ค่อนข้างคลุมเครือในผลการศึกษา อีกทั้งต้องพิจารณาควบคู่ไปกับอัตราการเติบโตของ 5G ประเทศไทย ที่จะต้องหารือกันอีกต่อไปจึงจะทราบถึงความเหมาะสมในการเลือก Scenario ต่อไปที่เหมาะสม

ผู้แทน บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด — จากกรณีศึกษาของประเทศบราซิล พบว่า มีการเลือกใช้ Guard band เพียง 20 MHz และพบว่าเงินที่ได้จากการประมูลสมามารถนำไปใช้ในการชดเชย LNB ได้ จึงฝากที่ปรึกษาในประเด็นนี้ว่าจะสามารถดำเนินการเป็นไปในรูปแบบใดได้ และใน

ส่วนของ Separation distance ที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น และในช่วงของเวลาที่ทำการเคลียร์คลื่นทางสำนักงาน กสทช. จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความชัดเจนและดำเนินการตามที่วางไว้ อีกทั้ง ความน่าสนใจของคลื่นในช่วงเวลานั้นจะยังมีความน่าสนใจมากน้อยเพียงใดอีกด้วย

ผู้แทน บริษัท อินเทล ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด — ได้ให้ความเห็นเรื่อง Separation distance ในกรณีของประเทศเพื่อนบ้านที่ยังคงใช้งานคลื่นความถี่นี้ในสำหรับ FSS จึงอยากให้คณะผู้วิจัยฯ คำนึงถึงข้อนี้ร่วมด้วย และเรื่องของระยะเวลาในการดำเนินการ ในทางการพิจารณาระยะเวลาการดำเนินงานจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่หลากหลาย ทั้งความพร้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มิติการดำเนินงานทางด้านเทคนิค มิติทางด้านเศรษฐกิจที่ยิ่งช้าก็จะยิ่งสูญเสียมากยิ่งขึ้น

ประเด็นที่ 3 ความเห็นต่อการประมาณการมูลค่าเศรษฐกิจ และระยะเวลาในการเกิดการใช้ประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีเพื่อให้เกิด Use Case

ผู้แทน บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี่ (ประเทศไทย) จำกัด — เห็นว่ามีความท้าทายของการดำเนินการทั้ง 2 Scenario ในความเป็นจริงแล้วการดำเนินการอาจจะต้องดำเนินการควบคู่กันในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว อาจจะไม่ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนตามที่วางไว้ ทั้งนี้ ในส่วนของการแบ่งคลื่นความถี่เพื่อจัดสรรอาจช่วยให้การดำเนินการเร็วขึ้น โดยพิจารณาความพร้อมเป็นรายพื้นที่ อีกทั้งยังเสริมในด้านของ Ecosystem ของ 5G ที่จะสามารถช่วยเหลือภาคอุตสาหกรรม ได้มากขึ้น โดยอยากให้พิจารณาเรื่องการใช้ของประชาชนผู้ใช้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ร่วมด้วย ในด้านการส่งเสริมให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมและสามารถผลักดันให้ทุกคนสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ได้มากขึ้นซึ่งจะช่วยเพิ่ม Adoption Rate ได้ดียิ่งขึ้น และสามารถสร้างมูลค่าทางการตลาดของฝั่งผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์ให้เกิดการแข่งขันกันมากยิ่งขึ้น และจากการศึกษาพบว่าประเทศไทยจะมีปริมาณการใช้งาน 5G มากกว่า 4G ในปี 2025 และ 5.5G มีบทบาทในปี 2024 และ 6G ในปี 2023 ต่อไป ทั้งนี้ เชื่อว่าผู้ให้บริการยังไม่ได้ตัดสินใจเลือกใช้ 5G ณ ในเวลานี้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายของผู้ให้บริการหากย้ายมายัง N78 แล้วจะไม่สามารถให้บริการ 4G ได้ จึงเป็นข้อกังวลของผู้ประกอบการว่าการลงทุนจะคุ้มค่าหรือไม่ โดยเหตุผลของปริมาณความต้องการใช้งานของประเทศไทยที่เติบโตช้าสืบเนื่องจากราคาของอุปกรณ์ที่สามารถใช้งาน 5G ยังมีราคาสูง จึงทำให้ความต้องการยังมีจำกัด ในส่วนของการทดลองทดสอบ LNB ทางบริษัทฯ เชื่อว่ามีอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันได้และมีราคาที่เหมาะสมอยู่ในท้องตลาด

ประเด็นที่ 4 ความจำเป็นของ Spectrum 3.7-4.2 GHz สำหรับ C-band Satellite ภายใต้ Scenario ที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต

ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) — ให้ความเห็นต่อการดำเนินการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อกิจการ 5G ซึ่งอาจส่งผลกระทบ 3 ส่วน ดังนี้

- ด้านเทคนิค ที่จะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานจานรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแน่นอนหากมีการใช้งานร่วมกัน

- ด้านการประกอบธุรกิจของบริษัท โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณคลื่นความถี่ที่ลดลงบางส่วนของบริษัท
- การปรับเปลี่ยนสิทธิการใช้งานดาวเทียมจะต้องผ่าน ITU ซึ่งหากมีการปรับเปลี่ยนการใช้งานไปแล้ว การที่จะกลับมาใช้งานในส่วนของกิจการดาวเทียมอีกครั้งก็จะเป็นเรื่องที่ยากเพราะจะต้องไปลงชื่อรอสิทธิ์การเข้าใช้งานอีกครั้งจากประเทศอื่น จึงเห็นว่าอาจจะเป็นการเสียโอกาสของประเทศไทยได้

ผู้แทนกองบัญชาการกองทัพไทย — มีความเห็นในการใช้งาน 3.4-3.7 GHz ปัจจุบันทุกเหล่ายังไม่ได้มีการใช้งานในคลื่นความถี่ย่านนี้ แต่ได้ให้ข้อสังเกตว่ายังจำเป็นหรือไม่ ที่จะเก็บไว้เพื่อใช้เป็นอำนาจในการต่อรองในอนาคต

ผู้แทนมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ — ให้ความเห็นในด้านความจำเป็นของ Spectrum 3.7-4.2 GHz สำหรับเตรียมความพร้อมเพื่อใช้งานในส่วนของสถานการณ์ฉุกเฉิน ในกรณีที่เครือข่ายการสื่อสารล่ม และที่ผ่านมาหน่วยงานต่าง ๆ ของประเทศไทยได้มีรถเคลื่อนที่ในการรับสัญญาณและมีการทดสอบอยู่บ่อยครั้งเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือสถานการณ์ต่าง ๆ

ผู้แทน บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด — ให้ความเห็นต่อข้อกังวลเรื่องการย้ายคลื่นเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าใช้งานได้ทันที โดยอาจสร้างความชัดเจนให้แก่ ผู้ประกอบการ/ผู้ให้บริการทุกราย

สรุปภาพรวมการแสดงความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมประชุม

เมื่อวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นทั้งหมดของผู้เข้าร่วมประชุมที่ได้มีประเด็นจากการถามตอบในที่ประชุมและแบบสอบถามเพื่อแสดงความคิดเห็น พบว่า

ประเด็นที่ 1 ทางเลือกในการจัดสรรคลื่นความถี่ กรณี Case A/B/C พบว่า แม้คณะที่ปรึกษาจะมีแนวทางในการดำเนินการอย่างน้อย 3 ตัวเลือก ผู้เข้าร่วมประชุมส่วนมากให้ความสนใจ Case B และ Case C แต่อย่างไรก็ตามผู้เข้าร่วมประชุมได้มีข้อสังเกตในเรื่องการใช้งาน Guard band เพื่อป้องกันผลกระทบทางด้านความถี่ที่อาจรบกวนในอนาคต โดยให้ความเห็นเพิ่มเติมแก่คณะที่ปรึกษาฯ ในการพิจารณา ได้แก่ 1) อุปกรณ์ Guard band ที่จะสามารถป้องกันการรบกวนของคลื่นในห้วงความถี่ที่ต่ำกว่า 100 MHz (โดยเสนอ ณ 20-50 MHz สามารถป้องกันได้หรือไม่) 2) มีกระบวนการอื่นที่จะสามารถจัดการปัญหาที่อาจเกิดขึ้นร่วมได้หรือไม่ ทั้งนี้ นอกเหนือจากแนวทางการจัดสรรคลื่นที่คณะที่ปรึกษาได้นำเสนอ พบว่ามีข้อเสนอที่น่าสนใจเพิ่มขึ้น คือกรณี Case D ที่ผู้แทนบริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด ได้มีการนำเสนอให้มีการย้ายผู้ใช้งานย่าน C-band ไปยังคลื่นความถี่ย่านใหม่ทั้งหมดเป็นต้น

ประเด็นที่ 2 ความเห็นต่อข้อเสนอแนะ ห้วงเวลาในการใช้งานคลื่นย่าน C-band พบว่า ผู้เข้าร่วมประชุมยังไม่สามารถตอบประเด็นนี้ได้ เนื่องจากอาจเกี่ยวเนื่องกับนโยบายขององค์กรที่แต่ละท่านได้เป็นผู้แทน ทั้งนี้ในการแสดงความคิดเห็นในภาพรวมจะพบว่าการดำเนินการทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นได้ มี 2 ปัจจัยที่สำคัญเกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ความชัดเจนทางด้านนโยบายของหน่วยงานที่กำกับดูแล ผู้ซึ่งที่จะเป็นผู้กำหนดระยะเวลาในการดำเนินการ ตั้งแต่กระบวนการเปิดประมูลคลื่นความถี่และกระบวนการก่อนหน้าที่จะมีการ

ประมูล ได้แก่ การสำรวจผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการปรับปรุงการใช้งานในคลื่นความถี่ย่านนี้ 2) ปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น มีคลื่นความถี่อื่นหรือไม่ ที่มีความน่าสนใจและพร้อมใช้งานนอกเหนือจากย่าน 3500 MHz

ทั้งนี้ ภายใต้การหารือได้มีข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะอื่น คือ ให้มีการดำเนินการคู่ขนานกันระหว่างการเปลี่ยนถ่ายผู้ใช้งาน การสำรวจปริมาณจานดาวเทียมที่ยังมีการใช้งานจริงและการดำเนินการชดเชยหากมีกรณีการร้องเรียน เพราะจะสามารถตอบโจทย์ได้อย่างทันท่วงที

ประเด็นที่ 3 ความเห็นต่อการประมาณการมูลค่าเศรษฐกิจ และระยะเวลาในการเกิด Use Case พบว่า ผู้เข้าร่วมในการประชุมได้มีความเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในด้านการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band จะเป็นส่วนสำคัญของ Core band ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Handset หรืออุปกรณ์ที่เป็นของกลุ่มอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม Vertical industry โดยจะสอดคล้องกับตัวเลขคาดการณ์ทางด้านเศรษฐกิจที่จะเติบโตและเกิด Use Case ที่มากขึ้น โดยในส่วนที่ต้องพิจารณาร่วมคือการที่บริษัทในประเทศไทยได้มีการใช้งานคลื่นความถี่ในรูปแบบ Private Network ซึ่งได้มีการติดตั้งไปแล้วบางส่วน ในฝั่งของผู้ผลิตอีกทั้งยังได้มีการลงทุนจัดหาอุปกรณ์เพื่อรองรับไปแล้วนั้น จึงทำให้เกิดประเด็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมในด้านความน่าสนใจของคลื่นความถี่ย่านนี้ในภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ ในการดำเนินการเพื่อการใช้ประโยชน์ก็จะต้องพิจารณาร่วมกับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับ Private Network ร่วมกับผู้ให้บริการด้วย

ประเด็นที่ 4 ความจำเป็นของ Spectrum 3.7-4.2 GHz สำหรับ C-band Satellite ภายใต้ Scenario ที่จะดำเนินการต่อไปในอนาคต จะพบว่า ในประเด็นนี้ได้มีข้อกังวลใจจากหน่วยงานที่มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่านนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากหน่วยงานภาครัฐ (หน่วยงานความมั่นคง หน่วยงานเพื่อการบรรเทาสาธารณภัย หน่วยงานทางด้านการให้บริการภายใต้สถานการณ์ฉุกเฉิน ฯลฯ) ที่ได้เคยมีการจัดหา/จัดสรรอุปกรณ์เพื่อการใช้งานในย่านความถี่ C-band ว่าจะยังสามารถใช้งานต่อไปได้หรือไม่ และต้องการให้คณะผู้วิจัยฯ ทำการศึกษาความจำเป็นในการใช้งานเพื่อเสนอแนะเป็นแผนในระยะยาว

รูปที่ 37 ภาพการประชุมเฉพาะกลุ่ม

4.3 รายงานการประชุมรับฟังความคิดเห็นสาธารณะภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว

รูปที่ 38 คณะวิทยากร ผู้แทนสำนักงาน กสทช. และคณะที่ปรึกษาฯ ถ่ายรูปร่วมกัน

ในวันที่ 31 สิงหาคม 2566 คณะผู้วิจัยฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้จัดให้มีการประชุมรับฟังความคิดเห็นสาธารณะต่อแนวนโยบายสาธารณะในการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band ภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว ณ ห้อง Platinum Hall ชั้น 3 โรงแรม Grand Fortune Hotel Bangkok เพื่อให้การกำหนดนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องต่อการพัฒนาของเทคโนโลยีและสามารถเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศไทย โดยได้เรียนเชิญหน่วยงานผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด ได้แก่ ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคมเข้าร่วมในการประชุมครั้งนี้ โดยมีจำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด 103 คนรายละเอียดดังนี้

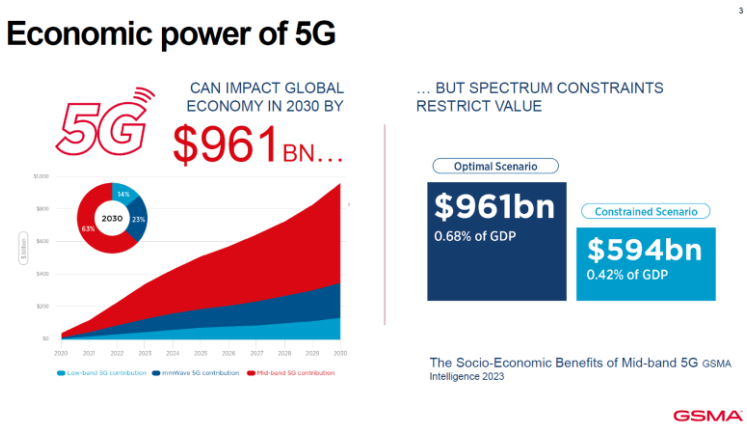
พิธีเปิด 09.30 น.

ช่วงแรกเป็นการบรรยายพิเศษในเรื่อง ความสำคัญของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน C-band โดย Mr. Yishen Chan, Spectrum Director of GSMA APAC. โดยสรุปได้ดังนี้

รูปที่ 39 การบรรยายพิเศษจาก Mr.Yishen Chan, Spectrum Director of GSMA APAC.

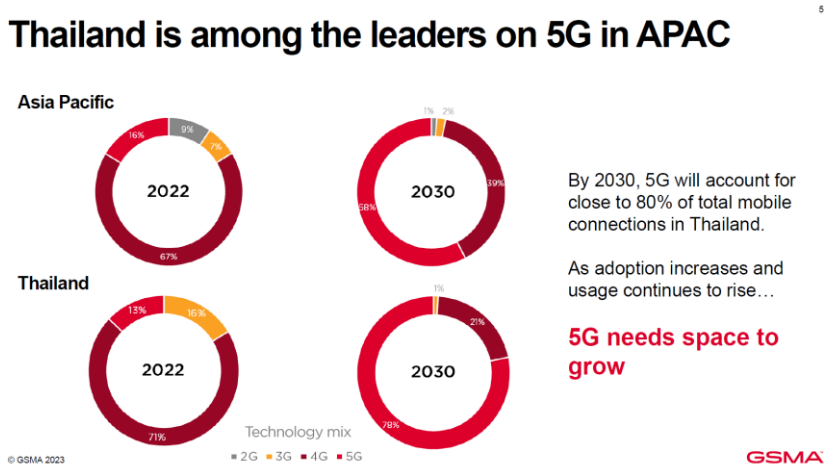
สมาคมผู้ให้บริการเครือข่ายโทรคมนาคม (Global System for Mobile Communications: GSMA) เป็นองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรที่ดำเนินการทางด้านโทรคมนาคมมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1987 มีหน้าที่กำกับดูแลหมายเลขโทรศัพท์มากกว่า 5.5 พันล้านเลขหมาย และมีจำนวนสมาชิกทั่วโลกที่เป็นผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่และประกอบกิจการโทรคมนาคมอื่น ๆ มากกว่า 1,100 ราย โดยมีจำนวนผู้ที่ได้รับ

ผลประโยชน์ทั่วโลกมากกว่า 126 ล้านราย ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจำนวนตัวเลขที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จะพบว่าภายในปี ค.ศ. 2030 หากมีการพัฒนาเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน Mid-band ได้สำเร็จ มูลค่าทางเศรษฐกิจจะสูงถึง 961 พันล้านเหรียญสหรัฐ เมื่อเปรียบเทียบกับการเติบโตบนคลื่นความถี่ย่านอื่น เพราะเทคโนโลยี 5G มีคุณสมบัติที่สามารถช่วยพัฒนาศักยภาพทางเศรษฐกิจได้



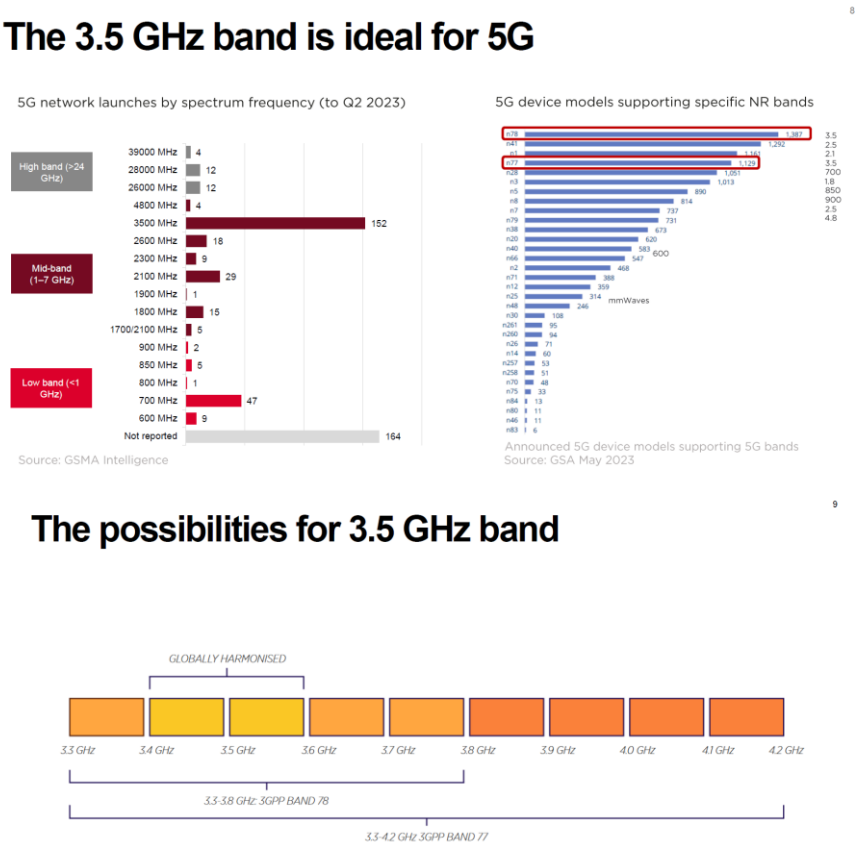
รูปที่ 40 การคาดการณ์มูลค่าทางเศรษฐกิจต่อการนำใช้เทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน Mid-Band

เมื่อพิจารณาคลื่นความถี่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเทคโนโลยี 5G จะพบว่าคลื่นความถี่ที่เหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีจะอยู่ในช่วงคลื่น Upper Mid-Band ที่ 3.5 GHz. ขึ้นไป และเมื่อพิจารณาอัตราการเติบโตของการใช้งานจะพบว่าประเทศไทยมีอัตราการใช้งานเทคโนโลยี 4G ใกล้เคียงกับระดับการใช้งานในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (ข้อมูลปี 2022) และจากการคาดการณ์ในปี 2030 การใช้งานเทคโนโลยี 5G จะเข้ามามีบทบาทมากถึงร้อยละ 80 ของการใช้งานทางด้านกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหมด โดยคาดว่าประเทศไทยจะมีอัตราการเติบโตทางด้านการยอมรับเทคโนโลยีมากขึ้น



รูปที่ 41 การคาดการณ์การเติบโตของเทคโนโลยี 5G ในประเทศไทยโดยเทียบกับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

เมื่อพิจารณาถึงอุปกรณ์รับสัญญาณที่มีอยู่ในท้องตลาด ที่สามารถรองรับเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน 3.5GHz พบว่ามีปริมาณอุปกรณ์ที่มากกว่าคลื่นความถี่ในย่านอื่นที่ใช้เทคโนโลยี 5G



รูปที่ 42 จำนวนอุปกรณ์ที่รองรับคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz.
และความเป็นไปได้ในแนวทางการใช้งานในแต่ละช่วงคลื่นความถี่

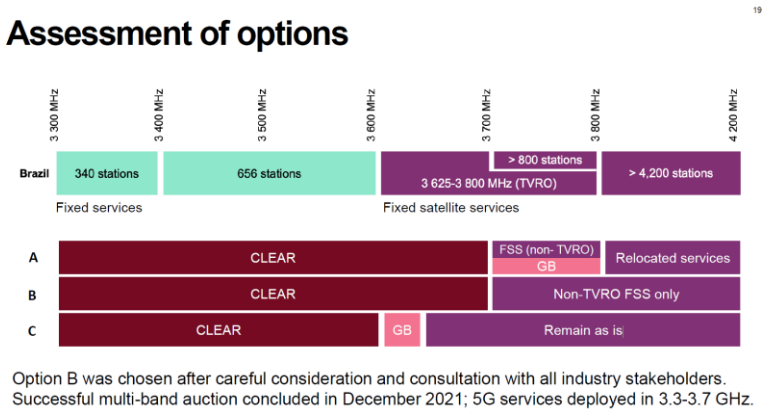
ผู้แทนจาก GSMA ได้ยกตัวอย่างแนวทางการดำเนินการของประเทศบราซิลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประเทศไทย จากกรณีศึกษาประเทศบราซิลได้มีการดำเนินการอยู่ 3 ทางเลือก ได้แก่

1) ทำการโยกย้าย โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยังคลื่นความถี่ที่สูงกว่า 3.8 GHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ และใช้งานในลักษณะร่วมกันระหว่าง 2 กิจการ โดยมี Guard band ที่ 100 MHz

2) ทำการโยกย้าย โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจากเดิมที่อยู่บนคลื่นความถี่ย่าน C-Band ไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band เพื่อเปิดให้มีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ในส่วนของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่จนถึง 4.2 GHz

3) ทำการเรียกคืนคลื่นความถี่บางส่วนในย่าน 3.3-3.6 GHz เพื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่และยังคงมี โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในช่วงคลื่น 3.625 GHz ขึ้นไป และมีการเลือกใช้ Filter ทดแทน

โดยในกรณีศึกษาประเทศบราซิลได้มีการหารือและตัดสินใจเลือกใช้วิธีที่ 2) การย้ายโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นสำหรับประชาชน และยังมีการใช้งานกิจการดาวเทียม ทางหน่วยงานกำกับดูแลของประเทศบราซิลได้จัดให้มีการติดตั้ง LNB Filter ที่มีลักษณะจำเพาะเพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณจากกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้



รูปที่ 43 รูปแบบตัวเลือกในการจัดสรร กรณีศึกษาประเทศบราซิล

Legacy vs. Enhanced Prototype

In May 2020, Anatel requested the industry to develop new LNBF models with some minimum requirements.

- Input Frequency: 3.8-4.2 GHz
- 1 dB Compression Point (P1dB): less than -30 dBm (desirable: less than -25 dBm), in frequency ranges 3.3 to 3.7 GHz and 4.8 and 4.99 GHz
- Noise temperature: lower than 50 K (desirable) or less than 100 K (considering the operation of the StarOne D2 satellite which will have better coverage between +3dB to +6dB compared to the current StarOne C2).

In order not to compromise the C/N (Carrier-to-noise) ratio with the insertion of a filter before the LNA (Low Noise Amplifier), most manufacturers worked to narrow the waveguide of the LNBF: the final effect is that the waveguide works like a high pass filter.

รูปที่ 44 คุณสมบัติ LNB Filter ที่มีการใช้งานในตัวอย่างกรณีศึกษาประเทศบราซิล

สุดท้าย GSMA ได้มีข้อเสนอแนะในการดำเนินการเพื่อให้เทคโนโลยี 5G ในประเทศไทยประสบความสำเร็จ 5 ด้าน ได้แก่

1. ด้านระยะเวลา
   - ดำเนินการตามแผนการใช้คลื่นความถี่สากล
   - จัดเตรียมคลื่นเพื่อรองรับเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้น
   - เตรียมความพร้อมสำหรับการใช้งานในทุกระดับ หรือจัดทำแผนยุทธศาสตร์เพื่อขับเคลื่อน
2. การดำเนินการที่มีประสิทธิภาพ
   - ส่งเสริมการแข่งขันผ่านกลไกตลาดเพื่อสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการเกิดขึ้นของเทคโนโลยี
   - มีการจัดทำกฎเกณฑ์เพื่อสร้างการแข่งขันที่เป็นธรรม
   - มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดซื้อจัดจ้างเพื่อป้องกันการแทรกแซงตลาด
3. ด้านราคา
   - กำหนดให้ราคาเริ่มต้นของคลื่นความถี่ต่ำกว่าราคาประมาณการสำหรับการประมูลคลื่นของผู้ประกอบการเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเข้าร่วมการประมูล

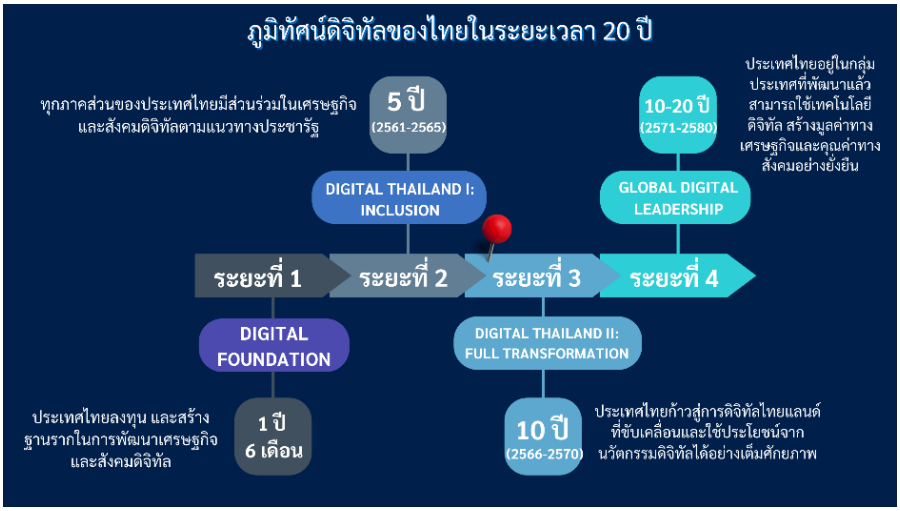
- ค่าธรรมเนียมการใช้คลื่นความถี่รายปี ให้ถือเป็นส่วนหนึ่งของราคาประมูลเพื่อลดรายจ่ายที่ซ้ำซ้อนสำหรับผู้ประกอบการ
- หลีกเลี่ยงค่าธรรมเนียมที่ไม่จำเป็น ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคในการเข้าถึงเทคโนโลยีสำหรับผู้ประกอบการ

4. ข้อกำหนดและเงื่อนไขการลงทุน
   - กำหนดสิทธิ์ต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน และมีความยืดหยุ่น ในการซื้อขายและเปลี่ยนแปลงการใช้งาน
   - กำหนดระยะเวลาการอนุญาติให้ใช้คลื่นได้นานมากขึ้น (20 ปีขึ้นไป)
   - หลีกเลี่ยงข้อผูกมัดที่ยุ่งยากต่อการเข้าใช้
5. จัดทำเงื่อนไขที่เหมาะสม
   - ไม่ควรจำกัดการใช้งาน
   - มีการจัดลำดับความสำคัญของคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ
   - ตัดสินใจในการเลือกใช้งานคลื่นความถี่อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้คลื่นความถี่ในย่านที่ติดกัน

ถัดมาเป็นการบรรยายพิเศษจาก นายภุชพงค์ โนดไธสง เลขาธิการคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในเรื่อง “แนวทางส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G และเทคโนโลยีอวกาศภายใต้การกำกับของรัฐ” โดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 45 การบรรยายพิเศษจาก นายภุชพงค์ โนดไธสง เลขาธิการคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

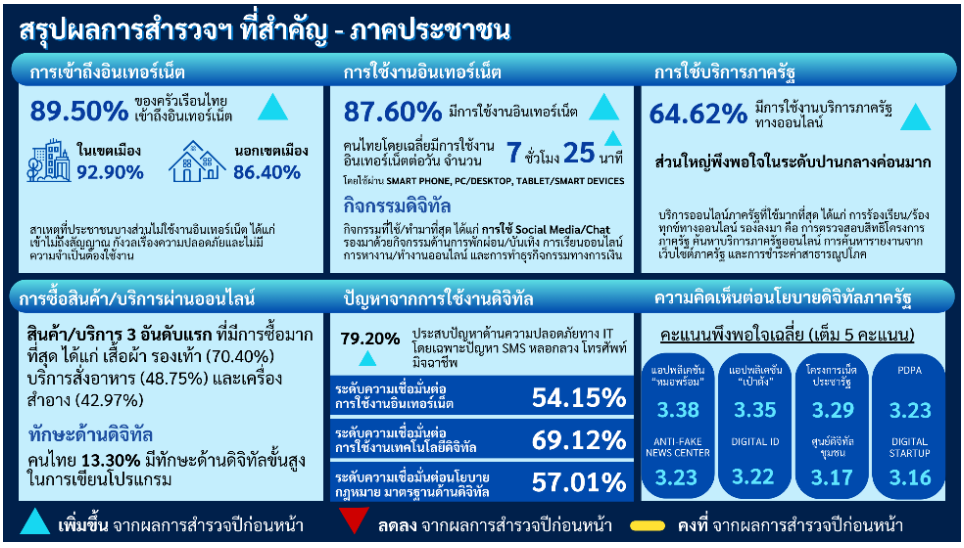
ปัจจุบันสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้มีการจัดทำแผนการใช้ประโยชน์ 5G โดยมีภูมิทัศน์ในการปรับเปลี่ยนในระยะเวลา 20 ปี โดยขณะนี้มีการขับเคลื่อนไปแล้วในระยะที่ 1 ตั้งแต่พ.ศ.2560 เป็นต้นมา และอยู่ในระหว่างการประกาศเพื่อขับเคลื่อนในส่วนของร่างการดำเนินการระยะที่ 2 โดยมีเป้าหมายสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่ 1) การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจดิจิทัล 2) การสร้างโอกาสทางสังคมอย่างเท่าเทียมในการเข้าถึงสื่อดิจิทัล 3) การพัฒนาทุนมนุษย์ให้มีทักษะความรู้ที่เหมาะสมในยุคดิจิทัล และ 4) ปฏิรูปกระบวนการทำงานของภาครัฐ เพื่อให้โปร่งใสและมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล



รูปที่ 46 แผนการขับเคลื่อนภูมิดิจิทัลของประเทศไทยในระยะ 20 ปี

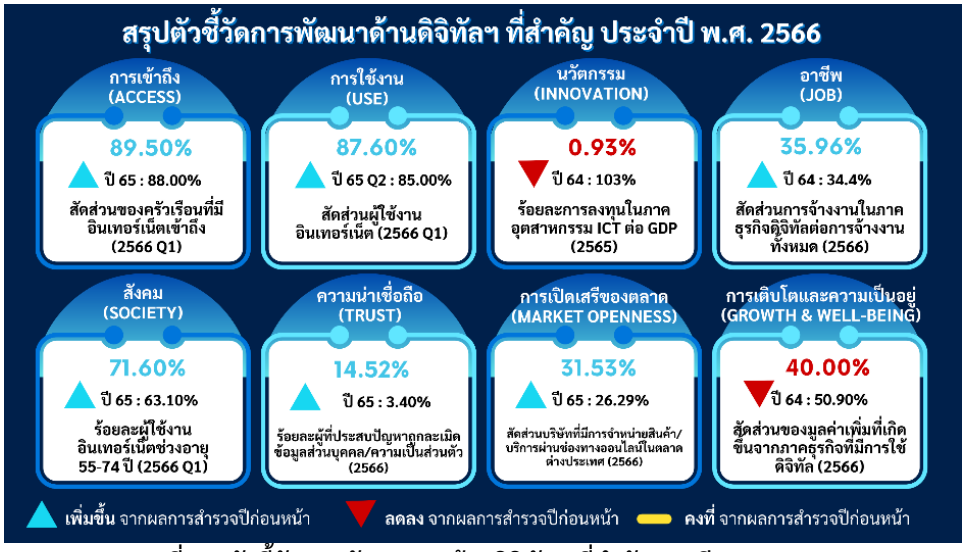
ทั้งนี้ ได้มีตัวชี้วัดการเข้าถึงเป้าหมายต่าง ๆ 3 ด้าน ได้แก่ ตัวชี้วัดที่ 1 มูลค่าเพิ่มของเศรษฐกิจดิจิทัลมีสัดส่วนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ตัวชี้วัดที่ 2 อันดับของ World digital competitiveness ranking จะอยู่ใน 30 อันดับแรกของโลกในปี 2570 และจะเพิ่มเป็น 20 อันดับแรก ในปี 2580 และตัวชี้วัดที่ 3 สถานภาพการเข้าใจดิจิทัลของประชาชนมีคะแนนมากกว่า 75 คะแนน มีคะแนนรวมการเข้าถึงดิจิทัลของคนไทยเฉลี่ยที่ 68 คะแนน ในปี 2565 ดังนั้นเป้าหมายที่จะเกิดขึ้นในปี 2570 จึงคาดว่าจะเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

และจากผลการสำรวจในภาคประชาชนจะพบว่าร้อยละ 89.50 ของครัวเรือนในประเทศไทยสามารถเข้าถึงอินเตอร์เน็ตได้ โดยสาเหตุของการไม่ได้ใช้งานอินเตอร์เน็ตเกิดจากการเข้าไม่ถึงเป็นส่วนใหญ่และกิจกรรมดิจิทัลที่คนไทยใช้มากที่สุดคือการใช้งาน Social Media รองลงมาด้วยกิจกรรมทางด้านบันเทิงและการพักผ่อน และมีปริมาณการใช้งานอินเตอร์เน็ตเฉลี่ย 7 ชั่วโมง 25 นาที ต่อวัน



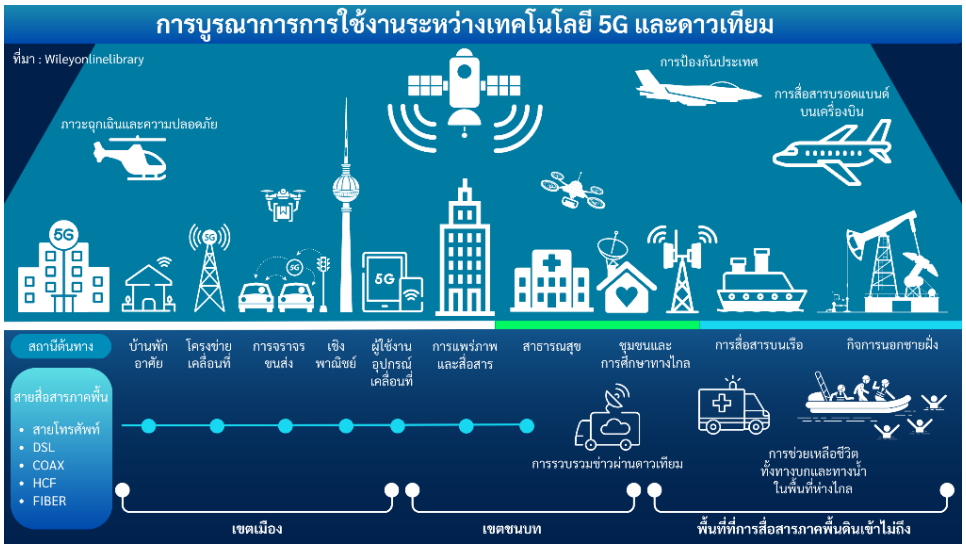
รูปที่ 47 ผลการสำรวจทางด้านการนำใช้เทคโนโลยีของประเทศไทย

เทคโนโลยี 5G ที่จะส่งผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ โดย ในปี พ.ศ.2578 คาดว่ามีมูลค่า 2.3-2.5 ล้านบาท และมีผลต่อการเติบโตของ GDP ที่ร้อยละ 30 โดยคาดว่าจะเกิดขึ้นจากเทคโนโลยี 5G ร้อยละ 10.52 และคาดว่าจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลในปี 2578 จำนวน 38,000 ล้านบาท



รูปที่ 48 ตัวชี้วัดการพัฒนาทางด้านดิจิทัลฯ ที่สำคัญของปี พ.ศ.2566

จากการสำรวจจะพบว่าในปัจจุบันสัญญาณ 5G ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยที่ร้อยละ 87 ของประชากรทั้งหมด โดยแบ่งเป็นพื้นที่ EEC เป็นจำนวน 100% และพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ 99% ประเทศไทยเป็นประเทศแรกในอาเซียนที่ได้มีการใช้เทคโนโลยี 5G และมีการผลักดันอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิด Use Case โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนต่าง ๆ เพื่อเป็นการนำร่องใช้งานได้จริงภายในประเทศ ทั้งทางด้านคมนาคม การศึกษา การแพทย์ หรือการสนับสนุนให้เกิด Smart City



รูปที่ 49 ตัวอย่างการบูรณาการใช้งานเทคโนโลยี 5G และดาวเทียม

จากประเด็นในการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะครั้งนี้ ได้มุ่งเน้นไปยังการใช้เทคโนโลยี 5G มาใช้งานบนคลื่นความถี่ย่าน C-band เนื่องจากความเหมาะสมทางด้านสภาพแวดล้อม ในด้านนโยบายเห็นว่าผู้ที่มี

ส่วนเกี่ยวข้องควรมีการหารืออย่างใกล้ชิด และพิจารณาหลักการสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมกับประชาชนนั้นเป็นอย่างไร การใช้งานควรเป็นรูปแบบใด และเห็นว่าการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ระยะยาวควรทำให้ประชาชนเข้าถึงได้ทุกคนอย่างไรจึงจะเหมาะสม

รูปที่ 50 (ร่าง)นโยบายการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอวกาศและ 5G

การเสวนาหัวข้อเรื่อง "ความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band"

รูปที่ 51 การเสวนาเรื่อง ความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band

ถัดมาเป็นการดำเนินการเสวนาให้หัวข้อ “ความสำคัญในการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band” โดย นายเอกชัย ภัคดุรงค์ หัวหน้าคณะผู้บริหารด้านกลยุทธ์องค์กร บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) และ รศ.ดร.พิสิฐ บุญศรีเมือง กรรมการและรองเลขาธิการด้านวิชาการ สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยมีรายละเอียดการเสวนาดังนี้

ประเด็นที่ 1 คลื่นความถี่ C-band มีความจำเป็นในการนำมาใช้ประโยชน์อย่างไรบ้าง

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ได้นำเสนอรายละเอียดการใช้งาน C-band ในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต โดยได้ให้ความคิดเห็นต่อสถานการณ์ของดาวเทียมที่ยังจำเป็นต้องมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ซึ่งเป็นความถี่หลักของอุตสาหกรรมดาวเทียมไทยและของโลก ในประเทศไทยมีการใช้งานในลักษณะ Direct to home: DTH เป็นจำนวนมาก ในขณะที่ต่างประเทศมีการใช้งานสำหรับ Cable Feed, Backhaul และ Enterprise Data เป็นสำคัญ และจากการศึกษาของบริษัทฯ พบว่า

- แนวโน้มการใช้ C-band ในภาพรวมลดลงเนื่องจากผู้ใช้งานบางส่วนย้ายไป High-throughput Satellite (HTS) หรือ Broadband Access อื่น ๆ มากขึ้น
- การใช้งาน TV Distribution/Broadcasting ยังคงมีอยู่ โดยความต้องการในอนาคตไม่ได้ลดลงในอนาคตแต่ก็ไม่เพิ่มมากขึ้น

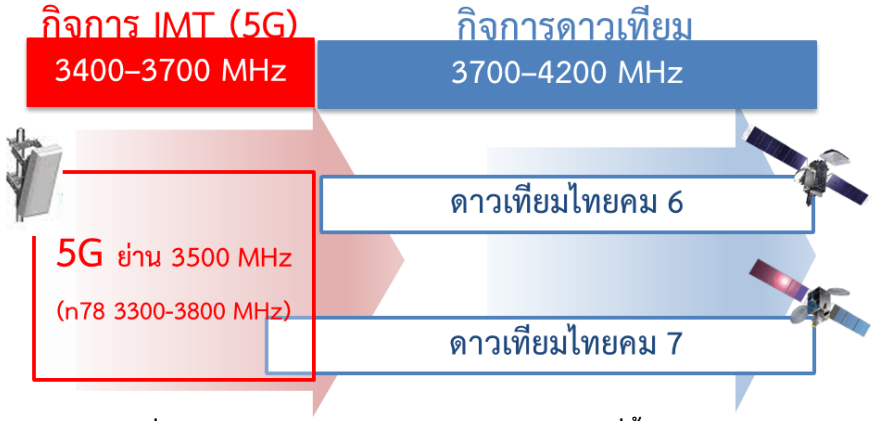
รูปที่ 52 ปริมาณดาวเทียมที่ยังคงมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทย

ทั้งนี้ หากมีการปรับเปลี่ยนมาใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band จะทำให้มีผู้รับผลกระทบหลัก 4 ส่วน ได้แก่

1) Direct-to-Home ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมกว่า 12 ล้าน ครัวเรือน
2) Broadcasting ผู้ประกอบการช่องดิจิตอลและโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมกว่า 200 ช่อง
3) TV Distribution ผู้ประกอบการ Content Distribution ของโทรทัศน์ 21 ช่อง
4) Critical Link ผู้ใช้บริการโทรคมนาคมทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

เมื่อพิจารณาถึงความต้องการในการใช้งานกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว พบว่าปริมาณคลื่นความถี่ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังเพียงพอต่อความต้องการใช้งาน จึงยังไม่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเรียกคืนคลื่นความถี่ในย่าน 3500 MHz เนื่องจากคลื่นความถี่ 5G ในปัจจุบัน ได้แก่ 700MHz 2600MHz และ 26GHz ยังไม่มีการใช้

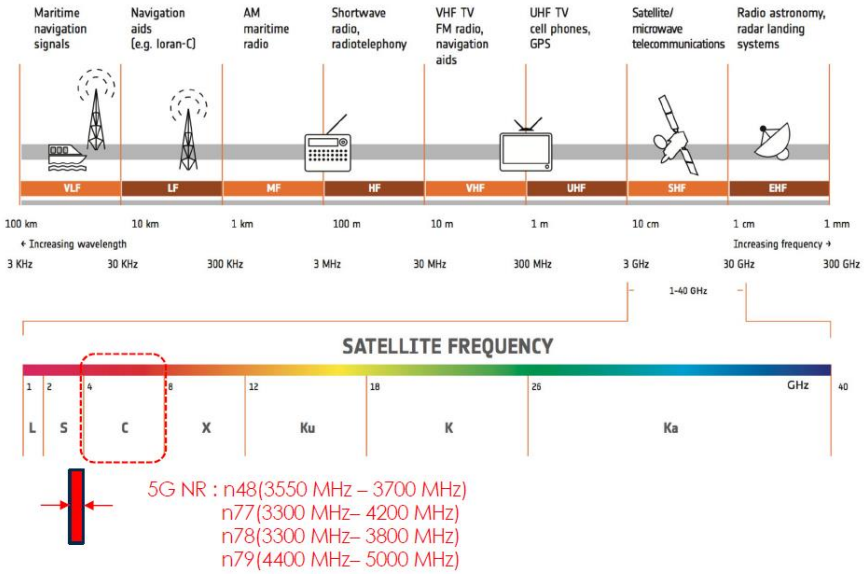
งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้ง ผู้ประกอบการโทรศัพท์เคลื่อนที่มีจำนวนที่ลดลง ทำให้ความต้องการใช้คลื่นความถี่ลดลงตามไปด้วย

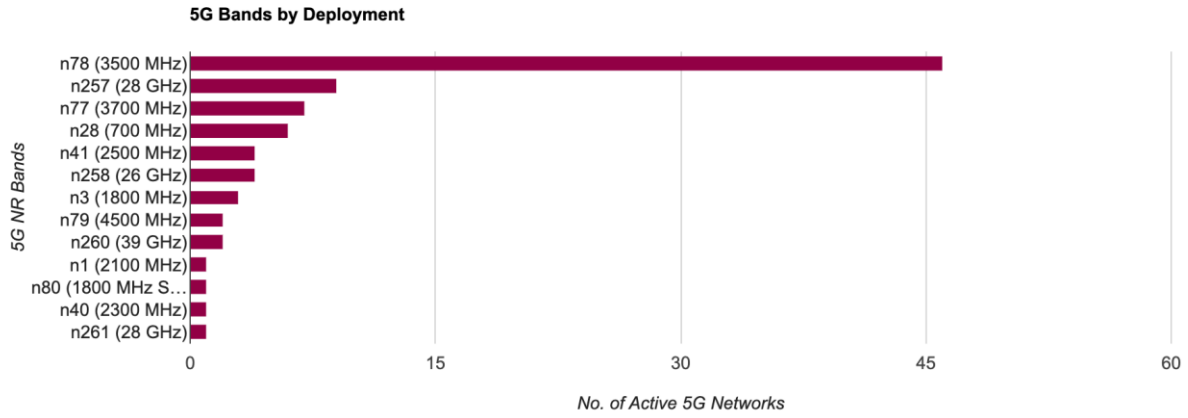


รูปที่ 53 แสดงให้เห็นถึงการซ้อนทับระหว่างความถี่ทั้งสองกิจการ

และหากจะมีการใช้งานร่วมกันระหว่างสองกิจการ บริษัทฯ เห็นว่า จะเกิดการรบกวนในระดับสูง ดังนั้น 5G จึงไม่สามารถใช้งานความถี่ได้ทันที เนื่องจากต้องมีการติดตั้งและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ฝั่งดาวเทียม (LNB/Filter) เพื่อลดผลกระทบ และแม้จะเปลี่ยน LNB แล้ว ผู้ประกอบการฝั่ง Mobile ยังมีข้อจำกัดจากเงื่อนไขทางเทคนิคเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสัญญาณรบกวน เช่น การเว้นระยะห่างระหว่างสถานีของสองระบบ ค่ากำลังส่งสูงสุดของสถานีฐาน ขนาด Guard band เป็นต้น

ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ นำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ประโยชน์ บนคลื่นความถี่ย่าน C-band ในฐานะที่เป็นหน่วยงานในการส่งเสริมและผลักดันให้เกิดการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทั้งหมด





รูปที่ 54 แสดงความสำคัญของคลื่นความถี่ย่าน C-band (ที่มา: The European Space Agency/ 3GPP)

ปัจจุบันระบบการสื่อสารมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ทำให้ปริมาณความต้องการใช้งานการสื่อสารโดยเฉพาะการสื่อสารโทรคมนาคมแบบเคลื่อนที่มีการเติบโตมากขึ้น ซึ่งปริมาณการใช้งานในปัจจุบันไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ทำให้จำเป็นต้องขยายไปในคลื่นความถี่ในย่านอื่น ๆ โดยคลื่นความถี่ที่จะขยายออกไปจำเป็นจะต้องรองรับอุปกรณ์การสื่อสารที่ครอบคลุมและมีปริมาณอุปกรณ์ที่มากเพียงพอในท้องตลาด และจากการสำรวจจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าอุปกรณ์ที่อยู่ในย่าน N78 มีปริมาณมาก และเป็นคลื่นความถี่ในย่านที่จะใช้ในการพัฒนาสำหรับภูมิภาคของประเทศไทย

ประเด็นที่ 2 มูลค่าหรือผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมภายใต้การใช้ประโยชน์ในแต่ละกิจการจะส่งผลอย่างไร

ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้แสดงความคิดเห็นต่อปริมาณมูลค่าทางเศรษฐกิจที่ซึ่งจะเกิดขึ้นจากปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้น หากเปรียบเทียบตัวเลขจากข้อมูลของ BRYCE TECH, STATE OF THE SATELLITE INDUSTRY REPORT (2016 - 2021) ที่มีการสำรวจการใช้ประโยชน์ของแต่ละอุตสาหกรรมที่มีการใช้ประโยชน์จากดาวเทียม พบว่าในการใช้งานให้บริการโทรทัศน์มีจำนวนการเติบโตในระยะ 6 ปี (จากปี 2014 ถึงปี 2020) ลดลงร้อยละ 7 และเมื่อเทียบกับการเติบโตทางด้านการสื่อสารเชิงพาณิชย์ พบว่ามีอัตราเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 2,914 โดยสิ่งที่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลา 10 ปี คือต้นทุนในการจัดส่งดาวเทียมที่ถูกลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่ออุตสาหกรรมดาวเทียมที่มีค่าบริการลดลงและทำให้เกิดความต้องการใช้งานในแต่ละส่วนมากยิ่งขึ้น

	2014	2019	2020	1Y % Change	6Y % Change
Satellite industry					
Satellite service (Revenue)	122.9	123.0	117.8		
Television	95.0	92.0	88.4	-4%	-7%
Radio	4.2	6.2	6.3	2%	50%
Broadband	1.8	2.8	2.8	0%	56%
Fixed	17.0	17.7	15.7	-11%	-8%
Mobile	3.3	2.0	2.0	0%	-39%
EO/Remote sensing	1.6	2.3	2.6	13%	63%
Ground equipment (Revenue)	58.3	130.3	135.3		
Consumer equipment	17.9	17.9	17.5	-2%	-2%
GNSS equipment	31.1	97.4	103.4	6%	232%
Network equipment	9.3	15.0	14.4	-4%	55%
Satellite Manufacturing (Number sat. launched)	208.0	386.0	1,194.0		
Commercial communication	33.3	173.7	1,003.0	477%	2914%
EO/Remote sensing	106.1	104.2	131.3	26%	24%
Others	68.6	108.1	59.7	-45%	-13%
Satellite Manufacturing (Revenue)	15.9	12.5	12.2		
U.S.	10.0	7.8	7.9	1%	-21%
Non-U.S.	5.9	4.7	4.3	-9%	-27%
Launch industry (Revenue,launched)	208.0	386.0	1,194.0		
U.S.	2.4	1.7	2.1	24%	-13%
Non-U.S.	3.5	3.2	3.2	0%	-9%
Launch (Comercially procured)		78.0	94.0		

รูปที่ 55 ผลการสำรวจการเติบโตทางด้านการประยุกต์ใช้งานดาวเทียม

(ที่มา: BRYCE TECH, STATE OF THE SATELLITE INDUSTRY REPORT 2016 - 2021)

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ได้แสดงความคิดเห็นต่อความต้องการใช้งานในปัจจุบันสำหรับการเข้าถึงของประชาชนภายในพื้นที่ห่างไกล โดยการใช้งานโทรทัศน์มีต้นทุนน้อยกว่าและสามารถเข้าถึงสื่อต่าง ๆ ได้มากกว่าการใช้งาน Smart Phone และวิเคราะห์จากข้อมูล พบว่าคุณสมบัติของคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz มีความใกล้เคียงกับย่าน 3500 MHz แต่ปัจจุบันผู้ประกอบการที่ได้รับสิทธิ์ให้ใช้งานคลื่นความถี่ย่านดังกล่าว ก็ยังได้รับผลกระทบจากการรบกวนกันของคลื่น จึงเกิดเป็นคำถามว่าคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานในปัจจุบันยังมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ จำเป็นต้องใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในตอนนี้หรือไม่ และจะคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่

ค่าย ผู้ให้บริการ	คลื่นความถี่ที่ได้							
	700 MHz	850 MHz	900 MHz	1800 MHz	2.1 GHz	2300 MHz	2600 MHz	26 GHz
AIS	30 MHz (ใหม่ 10 MHz)		20 MHz	40 MHz	30 MHz		100 MHz	1200 MHz
true	20 MHz		20 MHz	30 MHz	30 MHz		90 MHz	800 MHz
dtac	20 MHz		10 MHz	10 MHz	30 MHz			200 MHz
nt	20 MHz	20 MHz			30 MHz	60 MHz		400 MHz
รวม (MHz)	90	20	50	80	120	60	190	2600

รูปที่ 56 สถานการณ์การใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันสำหรับผู้ประกอบกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

ประเด็นที่ 3 การใช้ประโยชน์ของคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ในอนาคต 10 ปีข้างหน้าควรจัดสรรในรูปแบบใด

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ผลการศึกษาการใช้ความถี่ร่วมกันระหว่าง 5G IMT และดาวเทียมย่าน 3500 MHz และ 28 GHz โดย ม.พระจอมเกล้าพระนครเหนือใน ปี 2563 พบว่า ถ้ามีการใช้งานร่วมกันของทั้ง 2 กิจการโดยไม่มีการป้องกัน สัญญาณในการถ่ายทอดโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจะล่มทั้งประเทศ ทำให้เกิดปัญหาจอดำ เนื่องจากจานรับสัญญาณดาวเทียมรุ่นก่อนนั้นมีการรับสัญญาณแบบ Wide Band ทำให้เกิดการรบกวนกันระหว่างทั้งสองคลื่นความถี่ และด้วยสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมมีกำลังส่งที่น้อยจึงไม่สามารถสู้กับสัญญาณที่ส่งผ่านเสาส่งสัญญาณได้ แต่ถ้าหากมีการติดตั้ง Filter ก็จะต้องคำนึงถึงเหตุผลด้านเทคนิคร่วมด้วย จะเป็นการผลักภาระให้แก่ประชาชนหรือผู้ประกอบการหรือไม่หากมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งหมด

ความต้องการใช้งานของอุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นมีมากน้อยเพียงใด และเชื่อว่าผู้ประกอบการยังไม่พร้อมสำหรับการประมูลที่จะเกิดขึ้นแน่นอนเนื่องจากคลื่นความถี่ 2600 MHz เดิมยังไม่มีการใช้งานอย่างเต็มรูปแบบ หากต้องประมูลคลื่นความถี่เพิ่มก็อาจเป็นภาระแก่ผู้ประกอบการได้ และเหตุผลถัดไปในการพิจารณาร่วมกันคือการแบ่งการใช้งาน C-band จากทั้งหมด 12 Transponder ในขณะนี้หากต้องการย้ายผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั้งหมดไปยังย่านความถี่อื่น ความถี่ย่านนั้นจะสามารถรองรับทั้งหมดได้หรือไม่ และจะต้องทำการจัดสรรในรูปแบบใด

ขอให้พิจารณาระบุความต้องการของฝั่งกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้อย่างชัดเจน จึงจะสอดคล้องกับทิศทางการขับเคลื่อนอีก 10 ปีข้างหน้า บริษัทฯ เห็นว่าขณะนี้ความต้องการ C-band ยังคงมีอยู่ แต่สิ่งที่ไม่แน่นอนคือความต้องการของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้แสดงความคิดเห็นต่อแนวทางการเติบโตของเทคโนโลยีและความต้องการใช้งาน 5G พบว่ามีอัตราการเติบโตอย่างชัดเจน แต่ทั้งนี้ ในการเติบโตยังมีปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญ แต่เพื่อการขับเคลื่อนให้ดำเนินการได้ทั้งสองภาคส่วนก็จะต้องพิจารณาใน 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การใช้งานร่วมกันระหว่างสองกิจการ หรือ 2) การย้ายผู้ใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน C-band ทั้งหมดไปยังคลื่นความถี่อื่น โดยทั้งสองลักษณะที่เสนอมานั้นจะต้องพิจารณาถึงประโยชน์และความต้องการของผู้ใช้งานทั้งสองฝั่งว่า ณ เวลานั้น ยังมีปริมาณที่มากเพียงพอหรือไม่และคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ โดยเชื่อว่าปริมาณความต้องการในอนาคตของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน

ปัจจุบันกำแพงสำคัญในการเข้าถึงกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ ราคาต่ออุปกรณ์ที่สูงมาก โดยได้เห็นต่างกับการชี้แจงของฝั่งผู้ประกอบกิจการการดาวเทียมถึงเรื่องการเข้าถึงจากโทรทัศน์นั้นมีต้นทุนต่ำกว่า สิ่งที่จะเป็นหัวใจสำคัญในเรื่องนี้คือหากมีกลไกการตลาดช่วยขับเคลื่อนและเกิดการแข่งขันที่มากขึ้น ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการเข้าถึงอุปกรณ์ของประชาชนมากยิ่งขึ้น และการรับชมโทรทัศน์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ดังนั้น การปรับตัวของผู้ประกอบการผู้ให้บริการกิจการโทรทัศน์ก็จะมีเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการในอนาคต

ประเด็นที่ 4 ภาพรวมหรือแนวนโยบายการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน C-band ควรจะเป็นอย่างไร

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) โจทย์สำคัญสำหรับการขับเคลื่อนคือความต้องการใช้คลื่นความถี่มีมากเพียงพอหรือไม่ที่จะนำเอาคลื่นความถี่ย่านนี้มาใช้ประโยชน์ และสุดท้ายหากจำเป็นต้องใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อเทคโนโลยี 5G ก็ขอเสนอให้พิจารณาระยะการเปลี่ยนผ่านทั้งหมด 3 ระยะ ได้แก่ ระยะแรกเป็นการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ระยะที่สองเป็นการใช้ประโยชน์ร่วมกันเพื่อลดผลกระทบทางด้านธุรกิจที่อาจเกิดขึ้นแก่ทั้งสองกิจการและเพื่อเป็นการเตรียมตัวเพื่อการเปลี่ยนผ่านไปยังคลื่นความถี่ย่านอื่น โดยอาจจะเป็นการพิจารณาขยายช่องสัญญาณคลื่นความถี่จากการยิงดาวเทียมเพิ่มขึ้นหรือไม่ และระยะสุดท้ายคือการเปลี่ยนผ่านคลื่นความถี่ทั้งหมดหรือการแบ่งใช้งานเพื่อเทคโนโลยี 5G ในอนาคตในบางส่วน หากเปรียบเทียบสถานการณ์ในขณะนี้ เห็นว่าประเทศไทยอยู่ในระยะที่ควรเตรียมพร้อมและใช้เวลาในการศึกษาให้รอบคอบก่อนที่จะตัดสินใจ เพราะคลื่นความถี่ที่เสียไปไม่สามารถเรียกคืนได้โดยง่าย

ผู้แทนสมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เห็นว่าระยะเวลาในการเปลี่ยนผ่าน ขึ้นอยู่กับอัตราการเติบโตของกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ การเตรียมคลื่นความถี่ให้พร้อมสำหรับเทคโนโลยี 5G มาใช้งานบางส่วนร่วมกับกิจการดาวเทียม อีกปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนระยะเวลาเปลี่ยนผ่าน คือ ความพร้อมของผู้ประกอบการด้วย เนื่องจากผู้ประกอบการจะต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มขึ้นมาจากที่มีในปัจจุบัน นอกเหนือจากภาระค่าใช้จ่ายเพื่อการเข้าประมูลคลื่นความถี่ ในมุมมองระยะกลางควรจะเป็นการใช้งานทั้งสองกิจการรวมกัน และในระยะยาวคาดว่าใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่มากขึ้น

รูปที่ 57 ผศ.ศิริวัฒน์ พูนวศิน หัวหน้าคณะผู้วิจัยฯ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้น ผศ.ศิริวัฒน์ พูนวศิน หัวหน้าคณะที่ปรึกษาโครงการฯ ได้ดำเนินการบรรยายสรุปร่างแนวทางข้อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

จากผลการศึกษาของคณะที่ปรึกษาฯ ได้พิจารณาแนวทางการกำหนดทิศทางนโยบายการใช้คลื่นความถี่ C-band ซึ่งประกอบไปด้วยการพิจารณาทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

1) ผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-Band จาก Satellite เป็น 5G ในกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

2) ปริมาณคลื่นความถี่สำหรับรองรับการใช้งาน โดยพิจารณาจากปริมาณแบนด์วิธที่พอเพียงและสามารถรองรับ QoS และจำนวนอุปกรณ์ที่ตอบสนอง Technology trend (IoT World) ในอนาคต

3) ความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมและปริมาณการใช้งานของ End User ที่จะใช้งานเทคโนโลยี5G

4) แนวทางการสนับสนุนส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากภาครัฐที่เกี่ยวข้อง

จากการประเมินจำนวนผู้ใช้งานความถี่คลื่นย่าน C-band (TVRO) โดยอ้างอิงจากข้อมูลสถิติผู้ติดตั้งจานดาวเทียม จาก Nielsen Media Research ปี 2022 (14,182 คน) ข้อมูลสำรวจการใช้งานจากดาวเทียม C-band จากคณะผู้วิจัย (422 คน) และข้อมูลสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คาดว่ามีจำนวนครัวเรือนที่ติดตั้ง C-band ในปัจจุบัน 10.12 ล้านครัวเรือน (Upper Bound) และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลการสำรวจการใช้งานผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (สำรวจผ่าน Social Media) ใน 100 คน ที่ติดตั้งจานดาวเทียม C-band จะมีผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมอยู่ที่จำนวน 59 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 59 (ที่ความมั่นใจร้อยละ 95 ตามหลักการของ Taro Yamane) จึงคาดการณ์ว่าในปัจจุบันจะมีจำนวนผู้ใช้งานที่ยังคงรับชมรายการโทรทัศน์ผ่านโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเฉลี่ยประมาณ 5.97 ล้านครัวเรือน (Lower Bound)

ปัจจุบัน ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียจากการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

(1) ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ปริมาณผู้ถือครองจานดาวเทียม C-band และรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมประมาณ 5.97 ล้านครัวเรือน โดยสัดส่วนนอกเมือง: ในเมืองเป็น 7:3

(2) ผู้ให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม มี 2 ส่วนคือผู้ประกอบการโทรทัศน์ดิจิทัลที่ต้องปฏิบัติตามกฎ Must Carry โดยจะหมดอายุการอนุญาตในปี 2571 และช่องโทรทัศน์ทางเลือกประมาณ 100 ช่อง ที่ในอนาคตมีแนวโน้มจะปรับเปลี่ยนไปเป็น OTT หรือ Streaming มากขึ้น

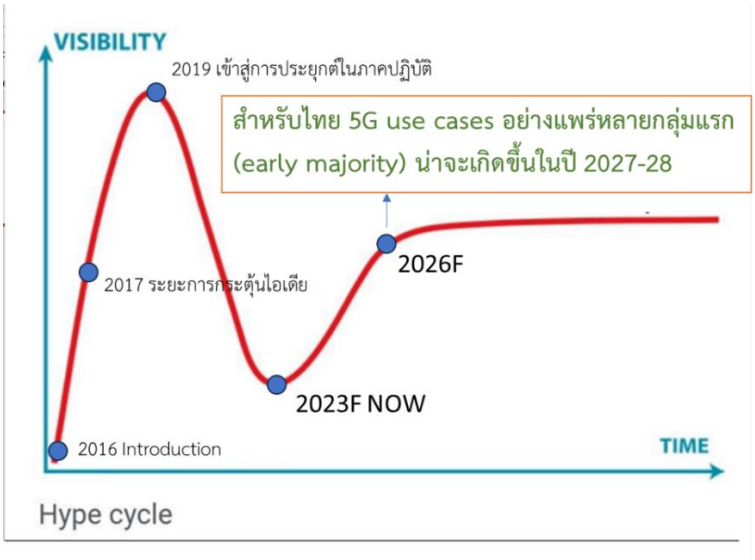
(3) ผู้ใช้งาน Satellite Links ส่วนใหญ่ใช้งานในลักษณะ Communication Link เพื่อรับส่งข้อมูลโดยหน่วยงานเพื่อความมั่นคง และภาคเอกชนกลุ่ม Gas & Oil เป็นผู้ใช้งานหลักมีจำนวนไม่เกิน 25 หน่วยงาน และใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉิน สำหรับหน่วยงานบรรเทาสาธารณะภัย

(4) ผู้ที่ได้รับใบอนุญาตให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมมี 2 ราย ได้แก่ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (ไทยคม-6) และ บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) (ไทยคม-7) โดยทั้งสองดวงสามารถใช้งานตามอายุภารกิจได้ถึงปี 2571 (อ้างอิงมติ กสทช 19/2563 ณ วันที่ 28 ตุลาคม 2563 กสทช. มีมติให้ยุติการใช้งานคลื่นย่าน 3.4-3.7 GHz ตั้งแต่ 11 กันยายน 2564 เป็นต้นไป)

สถานะการเติบโตของเทคโนโลยี 5G จากข้อมูลประมาณการพัฒนา 5G และบทเรียนจากการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ของ Gartner ระหว่างปี 2010-2022 พบว่า

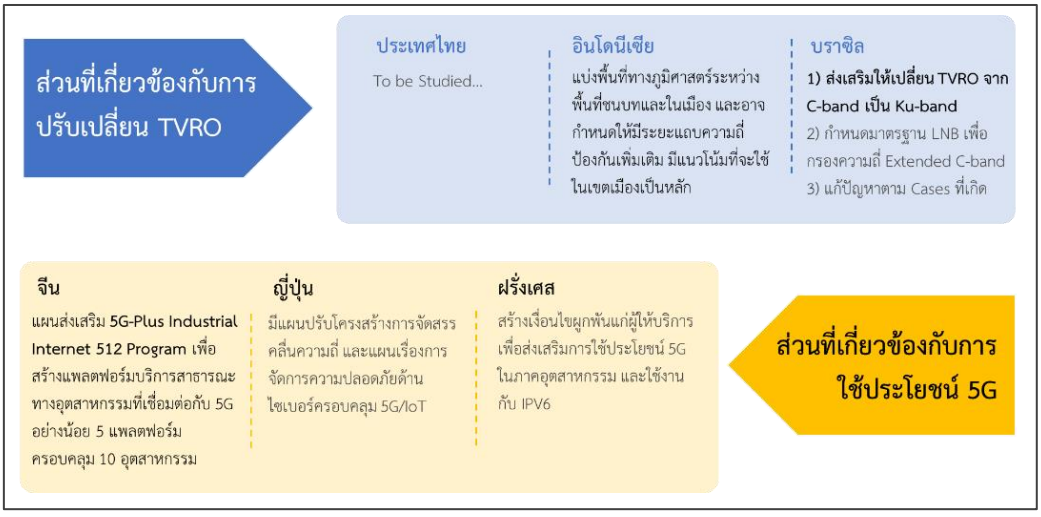
- ในปี 2023 เทคโนโลยี 5G จะเข้าสู่ระยะการสร้างประโยชน์ในภาคธุรกิจ และ ในปี 2026 จะเข้าสู่ระยะการเกิดประโยชน์ในวงกว้าง
- การพัฒนาเทคโนโลยี 5G ในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะช้ากว่าต่างประเทศ 1-2 ปีเนื่องจากการเริ่มใช้งาน 5G เริ่มต้นในปี 2020 และได้รับผลกระทบจากสถานการณ์โควิด-19

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของการเติบโตในแต่ละภาคอุตสาหกรรมและการใช้เทคโนโลยี 5G มาใช้ประโยชน์บนคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz คาดว่าในภาคธุรกิจ ICT จะสามารถเติบโตได้ 48,914 ล้านบาท ภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมจะสามารถเติบโตได้ 46,524 ล้านบาท และภาคโรงงานอุตสาหกรรมจะสามารถเติบโตได้ 39,978 ล้านบาท ตามลำดับ



รูปที่ 58 Hype cycle of 5G technology

จากการศึกษาจำนวนผู้ใช้ 5G ในประเทศไทยในปี 2025 เพื่อเชื่อมต่อ 5G คาดว่าจะสูงถึง 26.7 ล้านโหนด และโครงข่าย 5G ครอบคลุมร้อยละ 92 ของประชากร (โดยการเติบโตดังกล่าวจะส่งผลให้เศรษฐกิจมีมูลค่า 6.3 พันล้านบาท ในปี 2030) และหากมีการส่งเสริมการนำเข้า 5G Smart Phones ในราคาต่ำกว่า 8,000 บาท มากขึ้น ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนการซื้อของประชาชนมากขึ้น และคาดว่าราคาของ 5G Smart Phones อาจต่ำกว่า 3,500 บาทได้ในอนาคต ในส่วนของโทรศัพท์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ที่มีราคาตั้งแต่ 4,000-8,000 บาท คาดว่าอาจต่ำกว่า 3,500 บาทได้ในอนาคต และจะมีอัตราการเติบโตจากร้อยละ 9 ในไตรมาส 4 ของปี 2022 ไปเป็นร้อยละ 15 ในไตรมาส 1 ของปี 2023



รูปที่ 59 กรณีศึกษาที่คณะที่ปรึกษาฯ พิจารณาเพื่อกำหนดแนวนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดทิศทางนโยบายการใช้คลื่นความถี่ C-band มีประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

Factor-1: การปรับเปลี่ยน TVRO

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ให้บริการขายและติดตั้งจานรับสัญญาณพบว่าแนวโน้มการใช้งานดาวเทียม ณ ปัจจุบันได้มุ่งสู่การใช้งานดาวเทียม High-Throughput และ/หรือคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ที่มีศักยภาพในการทนต่อปริมาณฝนได้ดีขึ้น ทำให้เกิดแนวทางในการสนับสนุนได้แก่

1. สนับสนุนกลไกตลาด เพื่อส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพช่องสัญญาณของคลื่นย่าน Ku-Band ให้มีความคมชัดมากขึ้น เพื่อเป็นการจูงใจผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมให้เปลี่ยนจากระบบ C-band เป็นระบบ Ku-Band

2. ผ่อนคลายกฎ Must Carry ลดต้นทุนผู้ให้บริการโทรทัศน์ ลดการส่งสัญญาณหลายช่องทาง และมุ่งเน้นที่การให้บริการ

3. สำรวจและลงทะเบียนผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (C-band) โดยร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ อาทิ กรมการพัฒนาชุมชนหรือสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในการสำรวจข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ของแต่ละจังหวัด เพื่อให้ได้จำนวน Active Users สำหรับวางแผนในการคุ้มครองผู้บริโภคด้วย LNB ที่มีมาตรฐาน

4.ทดสอบสัญญาณรบกวนและการแก้ไขปัญหา โดยทำการทดสอบการใช้งาน 5G ย่าน C-band ร่วมกับจานรับสัญญาณดาวเทียม และเชิญผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายเข้าร่วม เพื่อสร้างความมั่นใจต่อการติดตั้งใช้งาน

Factor-2: ความพร้อมของอุตสาหกรรมและการใช้งาน

จากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภาคธุรกิจ ซึ่งเห็นความสำคัญในการใช้ประโยชน์จาก 5G over Midband แต่มีข้อกังวลในเรื่องต้นทุนราคาและกฎระเบียบ สามารถสรุปได้ 4 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. สนับสนุนการสร้าง 5G Ecosystems ในด้านผู้บริโภค (Consumers) ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในกลุ่มผู้ใช้อายุต่ำกว่า 20 ปี โดยเน้นในเขตเมือง เพิ่มอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ของการใช้งาน 5G และส่งเสริมการผลิตหรือนำเข้า 5G Mobile Devices อาทิ มาตรการภาษีนำเข้า เป็นต้น

2. ผลักดันนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์ให้เป็นรูปธรรม สนับสนุนหรือส่งเสริมให้เกิดแพลตฟอร์มสาธารณะ ในภาคส่วนที่เหมาะสม ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ภาคความมั่นคง การศึกษาและ การค้าปลีก ในระยะแรก

3. ปรับปรุงกฎระเบียบ ผ่านกระบวนการยกร่างกฎหมายด้านความปลอดภัยของข้อมูล และข้อจำกัดในเรื่องการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในเชิงพาณิชย์

4. ส่งเสริมงานวิจัยเชิงพาณิชย์ ที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G โดยเน้นในอุตสาหกรรมหลัก อาทิ การเกษตร พลังงาน การแพทย์ และการคมนาคมขนส่ง เพื่อต่อยอดให้เกิด Use Case อย่างต่อเนื่อง

Factor-3: Spectrum ที่ตอบสนองในอนาคต

จากการวิเคราะห์โดยคณะที่ปรึกษาฯ ได้มีข้อเสนอแนะทางด้านการจัดสรร Spectrum ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย ดังนี้

1. ประเทศไทยควรจะมีคลื่นในย่าน Midband ประมาณ 2000 MHz (GSMA) สอดคล้องกับ Colleague (2021) ที่ประเมินว่ากรุงเทพควรจะมีคลื่น Midband โดยเฉลี่ย 1940 MHz ในช่วงปี 2025-2030 (ประเมินจากประชากรและความหนาแน่น)

2. Analyses Mason (2020) ระบุว่าค่าแบนด์วิธเฉลี่ยของคลื่นในย่าน Upper Midband อยู่ที่ 470 MHz (จากการประเมินจากประเทศที่มีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ (Licenses) แล้ว 14 ประเทศ)

3. GSMA ระบุว่าประเทศไทยควรจะมี Spectrum ในย่าน 3.5 GHz อย่างน้อย 300 MHz

4. ค่าเฉลี่ยแบนด์วิธคลื่นในย่าน Midband ของ Asia-Pacific ควรอยู่ที่ 850 MHz (GSMA)

CURRENT IMT SPECTRUM ASSIGNED IN THAILAND

Type of spectrum	Bandwidth assigned	Notes
Low band (sub-1 GHz)	170 MHz	700, 850, 900 MHz
Mid-band (1-7 GHz)	450 MHz	1800, 2100, 2300, 2600 MHz
High bands (above 24 GHz)	2600 MHz	26 GHz

Source: GSMA, APT

รูปที่ 60 ไทยควรมีคลื่นย่าน Mid-Band เพิ่มในช่วงปี 2025 อย่างน้อย 300 MHz เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการ

Factor-4: Thailand Policy Support

โดยทิศทางของแผนการใช้ประโยชน์ 5G ระยะที่ 2 จะเป็นเข็มทิศในการพัฒนา Use Case สำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยมีกฎหมาย นโยบายและแผนที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

(1) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13

(2) แผนแม่บทกิจการโทรคมนาคม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2562 - 2566)

(3) แผนปฏิบัติการใช้ประโยชน์ 5G ระยะที่ 1

(4) นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561 - 2580)

(5) ร่างแผนปฏิบัติการใช้ประโยชน์ 5G ระยะที่ 2

รูปแบบที่เป็นไปได้สำหรับคลื่นความถี่ที่จะจัดสรร

จากนั้น คณะที่ปรึกษาฯ ได้นำเสนอแผนการดำเนินการรูปแบบที่เป็นไปได้สำหรับคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรภายใต้การดำเนินการของโครงการ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่

1) Case A : 300 MHz + GB 100 MHz

กรณี A หรือ Case A ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่น 300 MHz และมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้

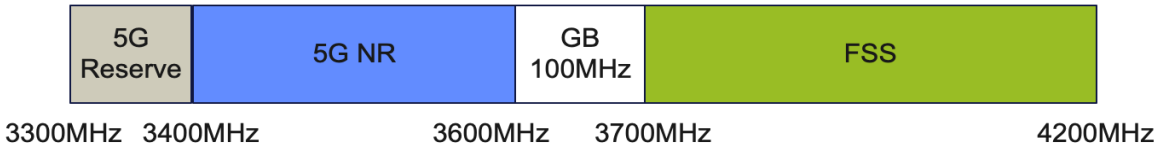
2) Case B : 200 MHz + 100 MHz + GB 100 MHz

กรณี B หรือ Case B ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่นแบ่งเป็น 200 MHz และ 100 MHz โดยมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้

โดยในกรณี Case A และ Case B คณะที่ปรึกษาฯ คาดการณ์ว่าสามารถสร้างให้มีการแข่งขันกันได้มากถึง 3 ราย (รายละ 100 MHz) โดยความเสี่ยง คือ การเกิดขึ้นของรายที่ 3 ในตลาด ซึ่งในการเลือกว่าจะสามารถเข้าสู่ Case A หรือ Case B นั้น จะขึ้นกับสถานการณ์และนโยบายที่สนับสนุนของภาครัฐ

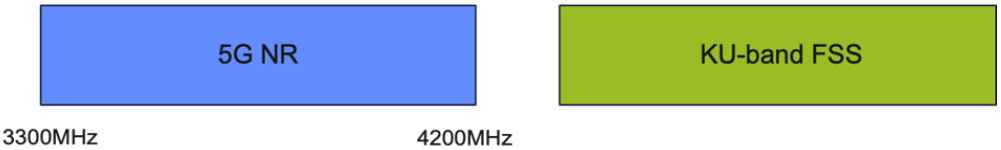
หรือในกรณีที่มีการแข่งขัน 2 ราย (รายละ 100 MHz) โดยอ้างอิงกับจำนวนของผู้ให้บริการหลักในปัจจุบัน และเพิ่ม Bandwidth ของการใช้งาน C-band ของ Satellite ที่ยังมีผู้ใช้งาน ทั้งในส่วนของ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมและ VSAT ในห้วง 7-10 ปีที่ดาวเทียมยังมีอายุการใช้งาน ก็จะเข้าสู่กรณีของ Case C

3) Case C : 200 MHz + 100MHz + GB 100 MHz



กรณี C หรือ Case C ที่มีการจัดสรรช่วงคลื่นแบ่งเป็น 200 MHz และ 100 MHz โดยมี Guard band ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานดาวเทียมได้ แต่ยังคงการให้บริการคลื่นในย่านความถี่ Standard C-band ไว้ในกิจการดาวเทียมต่อไป เพื่อสนองความต้องการใช้งานของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือหน่วยงานบรรเทาสาธารณะภัย จนกว่าดาวเทียมในความถี่ย่าน C-band จะหมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2572

4) Case D : แยกกันใช้คนละย่านความถี่



กรณี D หรือ Case D นั้นจะเป็นการแยกการใช้งานผู้ใช้งานทั้งหมด โดยผู้ใช้งาน โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจะถูกย้ายให้ไปสู่คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band หรือย่านอื่นที่ซึ่งสูงกว่าเพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณทั้งสองกิจการ โดยจะเกิดได้ภายหลังดาวเทียม C-band หมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2572

โดยจากการวิเคราะห์สถานะการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Extended C-band (3.4-3.7 GHz) จะพบว่าปัจจุบันมีประกาศยุติการใช้งานคลื่นย่านนี้สำหรับกิจการดาวเทียม ตามประกาศของสำนักงาน กสทช. ไปแล้ว

และสิ่งที่ควรคำนึงในการใช้สำหรับกิจการ IMT คือการลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวน ดังนั้น คลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band (3.7-4.2 GHz) ซึ่งอายุของดาวเทียมตามภารกิจจะหมดในปี พ.ศ. 2572 นั้นจะมีแนวทางในการดำเนินการไปในทิศทางใด กิจการดาวเทียมมีแนวโน้มที่จะปรับเปลี่ยนจาก C-band เป็น Ku-Band หรือ HTS หรือไม่ และปริมาณการใช้งานเชิงพาณิชย์ของผู้ใช้งานดาวเทียม C-band ภายหลังปี พ.ศ. 2572 จะยังคงเติบโตมากน้อยเพียงใด

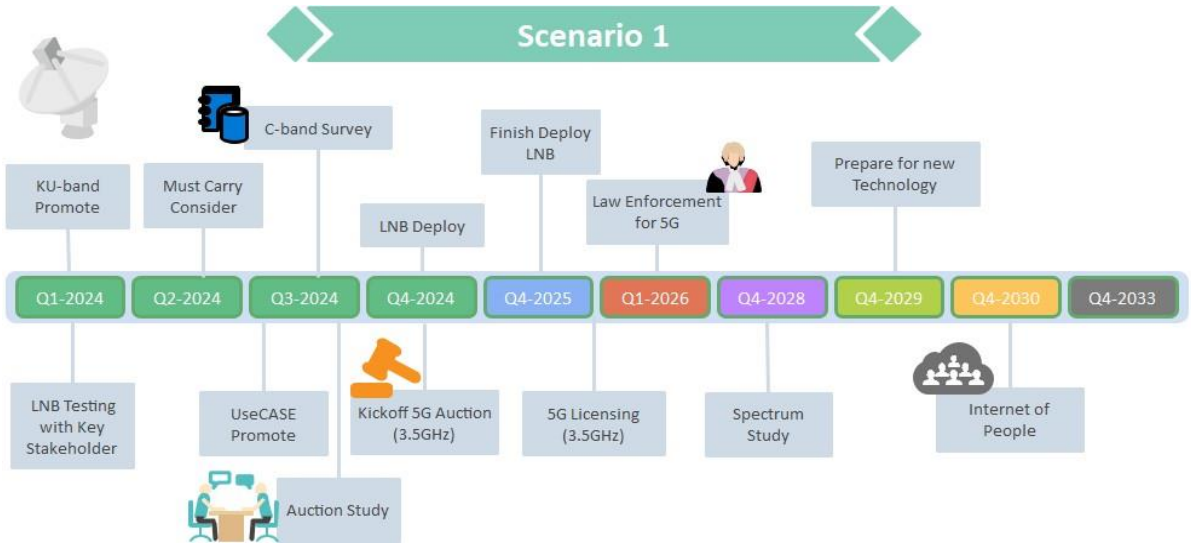
คณะที่ปรึกษาฯ เห็นว่ากรณีที่เป็นไปได้ คือ กรณีที่มีการจัดสรรก่อนปี พ.ศ. 2572 ควรจัดสรรแบบ CASE C เนื่องจากไม่กระทบต่อการใช้ประโยชน์ของคลื่น Standard C-band ในกิจการดาวเทียม และอุปกรณ์ LNB ที่ลดผลกระทบในช่วงดังกล่าวมีอยู่ในท้องตลาด โดย Guard band อยู่ที่ 100 MHz จากผลการทดสอบตามรายงานการศึกษาของสำนักงาน กสทช. และเมื่อภายหลังปี พ.ศ. 2572 ควรพิจารณา CASE C หรือ CASE D โดยปัจจัยสำคัญ คือการใช้ประโยชน์ในกิจการดาวเทียมว่ายังมีปริมาณเพียงพอในเชิงสังคมและเชิงพาณิชย์หรือไม่เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในลำดับถัดไป

รูปแบบระยะเวลาในการดำเนินการ

คณะที่ปรึกษาฯ ขอเสนอร่างกรอบนโยบายคลื่นความถี่ C-band ในระยะเวลา 10 ปี ในลักษณะตัวเลือก ดังนี้

1) รูปแบบที่ 1 (scenario 1)

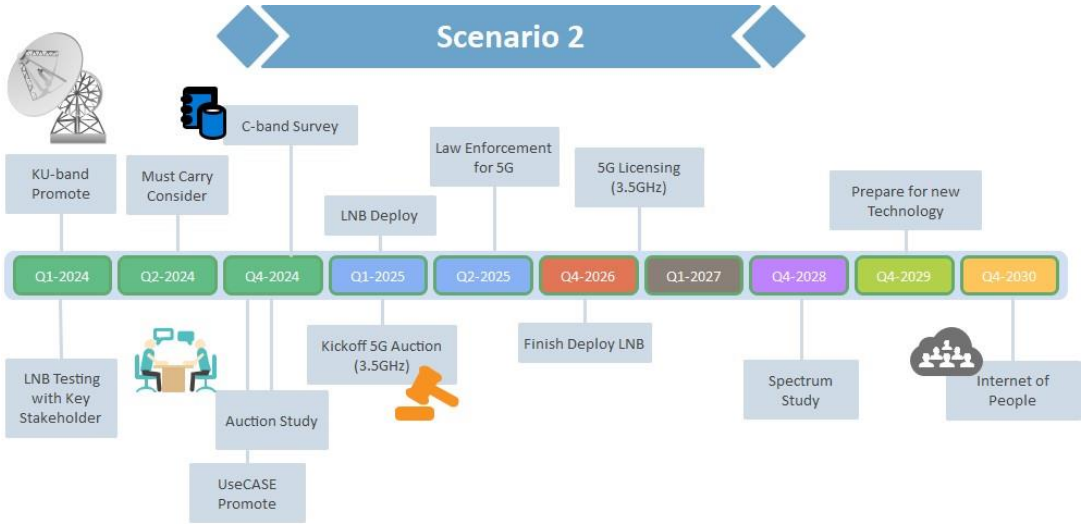
ใช้ระยะเวลา 2 ปีแรก สำหรับการเปลี่ยนถ่าย โดยประเมินสถานการณ์ว่าสามารถติดตั้ง LNB ได้เร็วที่สุดภายใน 1 ปี ซึ่งการให้ใบอนุญาติอาจกำหนดให้เร็วขึ้นได้ ถ้าวางแผนติดตั้ง LNB ในเขตเมืองก่อนนอกเขตเมือง ถัดมาอีก 5 ปี จะเป็นการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ย่าน C-band สำหรับเทคโนโลยี 5G โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงจาก Showcases เป็น Use Case และระยะเวลาอีก 3 ปี สำหรับการเปลี่ยนแปลงต้องพิจารณา Spectrum Roadmap และ แนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยี



รูปที่ 61 Policy Option-1

2) รูปแบบที่ 2 (scenario 2)

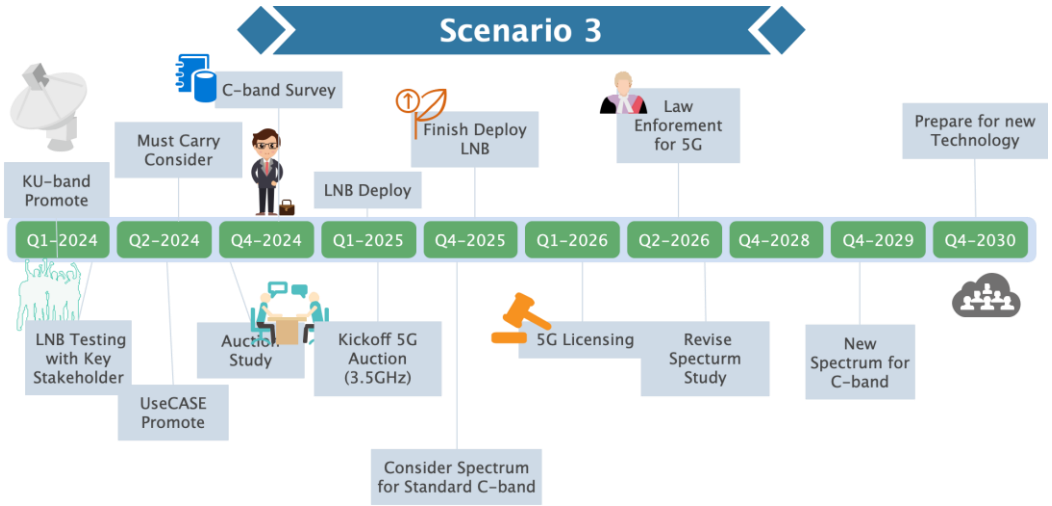
ใช้ระยะเวลา 3 ปี สำหรับการเปลี่ยนถ่าย โดยประเมินสถานการณ์ว่าจะสามารถติดตั้ง LNB ได้ในระยะเวลา 1.5 ปี และดำเนินการคู่ขนานกับการจัดเตรียมระบบนิเวศสำหรับ 5G เพื่อให้มีความพร้อมกับภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจในระดับ 1 หมื่นล้านบาท (ตามการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ) และระยะเวลา 5 ปี ถัดมาต่อยอดใช้ประโยชน์จาก Use Case ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และระยะเวลา 2 ปี ต่อมาเป็นการปรับเปลี่ยนในเรื่องของเทคโนโลยีสมัยใหม่



รูปที่ 62 Policy Option-2

3) รูปแบบที่ 3 (scenario 3)

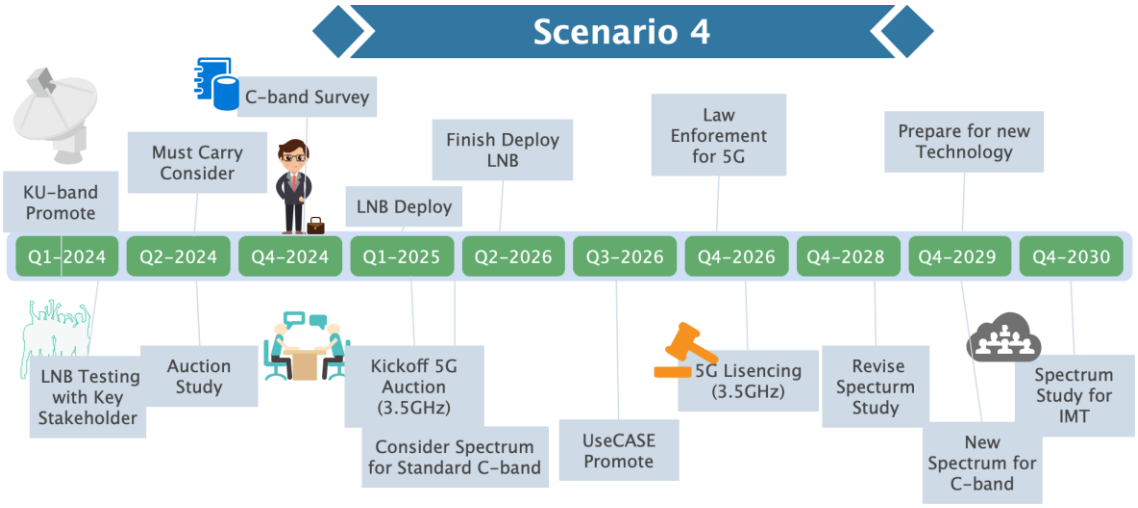
การปรับปรุงรูปแบบที่ 1 โดยเพิ่มเติมเรื่องการพิจารณาความจำเป็นในการใช้ประโยชน์ของคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ซึ่งจะดำเนินการก่อนที่ดาวเทียมจะหมดอายุภารกิจล่วงหน้าอย่างน้อย 3 ปี เพื่อประเมินความคุ้มค่าในเชิงสังคม เศรษฐกิจ และความมั่นคง



รูปที่ 63 Policy Option-3

3) รูปแบบที่ 4 (scenario 4)

การปรับปรุงรูปแบบที่ 2 โดยเพิ่มเติมเรื่องการพิจารณาความจำเป็นในการใช้ประโยชน์ของคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ซึ่งจะดำเนินการก่อนที่ดาวเทียมจะหมดอายุภารกิจล่วงหน้าอย่างน้อย 3 ปี เพื่อประเมินความคุ้มค่าในเชิงสังคม เศรษฐกิจ และความมั่นคง



รูปที่ 64 Policy Option-4

ทางเลือกนโยบายในแต่ละรูปแบบมีปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จและความเสี่ยงที่แตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 58 การวิเคราะห์ปัจจัยทางเลือกนโยบาย

ทางเลือกนโยบาย	ปัจจัยส่งเสริมความสำเร็จ	การบริหารความเสี่ยง
แบบที่ 1 Best Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ย่าน C-band	ความต้องการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในภาคอุตสาหกรรมและผู้บริโภค รวมถึงการใช้ประโยชน์ในรูปแบบ Public Utility ในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่นอกเมือง	ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยน LNB ที่ควรเร่งรัดในการปรับเปลี่ยนในเมืองท่องเที่ยวหรือเมืองอุตสาหกรรมก่อน และการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนจานดาวเทียม C-band ไปเป็น Ku-Band ของกลุ่มผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ที่จำเป็นจะต้องมีนโยบายที่ชัดเจนจากภาครัฐ ในการสนับสนุน
แบบที่ 2 Worst Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ย่าน C-band	ความต้องการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในภาคอุตสาหกรรม และ การสร้างความตระหนักรู้ในการใช้งาน 5G ของผู้บริโภค	ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB โดยควรจะกำหนดการปรับเปลี่ยนในเขตเมืองท่องเที่ยวหรือเมืองอุตสาหกรรมก่อน เพื่อเร่งรัดให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานได้สูงสุด
แบบที่ 3 Best Case และปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมย่าน C-band	การออกกฎหรือระเบียบในการยกเลิกการใช้ประโยชน์จากคลื่น C-band ในกิจการดาวเทียม	การปรับตัวของผู้ใช้ประโยชน์ในกิจการดาวเทียม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานภาครัฐ ควรมีการจัดทำประกาศ กสทช. ว่าด้วยการใช้คลื่นความถี่ในสถานการณ์ฉุกเฉินใน

ทางเลือกนโยบาย	ปัจจัยส่งเสริมความสำเร็จ	การบริหารความเสี่ยง
แบบที่ 4 Worst Case และปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมย่าน C-band		ความถี่ย่าน C-band หรือการประกาศเฉพาะช่วงคลื่นความถี่ที่หน่วยงานความมั่นคงยังมีความจำเป็นต้องใช้งาน

ทั้งนี้ คณะที่ปรึกษาฯ ได้นำเสนอความเป็นไปได้ของประเทศไทยสำหรับผลักดันนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ กรณีการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในระยะยาว (10 ปี) ให้เป็นไปในรูปแบบที่ 2 หรือรูปแบบที่ 4 โดยการพิจารณาทางเลือกขึ้นอยู่กับการประชุมหารือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียก่อนที่อายุของดาวเทียมล่วงหน้า 3 ปี (พ.ศ.2569) ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความต้องการใช้งานในย่าน Standard C-band ในประเทศไทยสำหรับกิจการดาวเทียม ว่ายังมีความจำเป็นต่อภาคสังคมและเศรษฐกิจในระดับใด

ปัจจัยด้านความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น หากตัดสินใจว่าจะยกเลิกการใช้งานความถี่ย่าน C-band สำหรับกิจการดาวเทียม ได้แก่ การจัดการเรื่อง Filing วงโคจรที่ประเทศไทยได้รับจาก ITU โดยเบื้องต้น ผลกระทบจากการตัดสินใจยกเลิก ได้แก่ การไม่ได้รับสิทธิในวงโคจร 78.5E และ 120E (ซึ่งสิทธิ Filing จะหมดใน 3 ปีหลังจากที่วงโคจรดังกล่าวไม่มีการใช้งาน)

ส่วนประเด็นทางด้านความท้าทายของนโยบาย คือ ความสำเร็จในการส่งเสริมให้ผู้ใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ในกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียม ย้ายไปใช้คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band รวมถึงงบประมาณในการปรับเปลี่ยน หรือการตัดสินใจในการออกกฎเกณฑ์การยกเลิกการใช้งาน เพื่อให้เกิดระยะเวลาในการปรับตัวของหน่วยงานต่อไป

รูปที่ 65 หัวหน้าคณะที่ปรึกษาฯ นำเสนอแนวทางนโยบายสาธารณะ

ช่วงการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ

รูปที่ 66 ช่วงการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ

ในช่วงสุดท้ายของการประชุม เป็นการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ โดยมีนายสืบศักดิ์ สืบภักดี อาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ และนายสัณห์ อุทยารัตน์ นักวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินการถาม-ตอบ ซึ่งได้มีวัตถุประสงค์เพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการดำเนินการภายใต้โครงการฯ โดยมีรายละเอียดในการสอบถาม 4 ประเด็น ซึ่งมีรายละเอียดในการรับฟังความคิดเห็นจากที่ประชุม สรุปได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อเสนอแนะต่อการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ในกิจการดาวเทียม

ผู้แทนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มองว่าความต้องการของประเทศไทยในการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1.ด้านเชิงพาณิชย์ และ 2.ด้านประโยชน์สาธารณะ โดยในลักษณะเชิงพาณิชย์ผู้ประกอบการดาวเทียม ยังมีความต้องการใช้งานตามที่ได้เสวนาไปแล้วในช่วงเช้า ทั้งนี้ ส่วนด้านประโยชน์สาธารณะ เห็นว่าควรมีไว้เพื่อเตรียมการรับมือในภารกิจบรรเทาสารธารณะภัยต่าง ๆ เพราะการใช้งานดาวเทียมเพื่อใช้ในการเตรียมการสำรองกรณีเกิดภัยพิบัติ ยังคงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก หากจะมีการใช้โมเดลการดำเนินการของประเทศบราซิลและมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย อยากจะให้พิจารณาความเหมาะสมว่าจะทำได้หรือไม่ และค่าใช้จ่ายจะเป็นอย่างไร ข้อกังวล คือ การเลือกใช้ LNB สามารถป้องกันการรบกวนของคลื่นได้มากน้อยเพียงใด อีกทั้งทางสำนักงาน กสทช. ยังไม่มีแนวทางในการจัดทำมาตรฐานสากลที่เหมาะสมก็จะส่งผลให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ อาจส่งผลให้การดำเนินการตามแผนนี้ล่าช้าออกไปได้

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ได้แสดงความคิดเห็น 2 ประเด็น ได้แก่ 1) ประเด็นด้านความต้องการใช้งานของผู้ใช้งานเทคโนโลยี 5G บนคลื่นความถี่ย่าน C-band ว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการดาวเทียมทั้ง 2 ดวงใช้งานอยู่ในประเทศไทย และคาดว่าความต้องการใช้งานดาวเทียมไทยคม 6 และไทยคม 7 จะยังมีอยู่จนสิ้นสุดสัญญาการอนุญาตใช้งาน ในปี พ.ศ.2572 และในส่วนของต้องการตลาดในอนาคตที่ได้ระบุไว้ในสัญญาการขออนุญาตสิทธิ์วงโคจรของดาวเทียมดวงใหม่ที่จะส่งขึ้นไปยังมีการระบุไว้ในท้ายของสัญญาที่ว่าด้วยการจะต้องมี C-band ร่วมด้วยในดาวเทียมดวงใหม่ จากในอนาคตที่ 78E 120E หรือแม้แต่ 126E ในอนาคต ดังนั้น จึงจะเกี่ยวข้องกับความเห็นที่ 2) ขอให้สำรวจความต้องการและความจำเป็นในการที่จะยังคงสิทธิ์ Filing ของดาวเทียมในย่าน C-band ในอนาคต และเห็นว่าในส่วนของ

Standard C-band อยากให้คงไว้สำหรับกิจการดาวเทียมเพื่อให้บริการแก่กลุ่มลูกค้าเดิมที่มีทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ผู้แทนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มีข้อกังวลกรณีการใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการดาวเทียมและกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่ เนื่องจากปัจจุบันอุปกรณ์ LNB ที่มีคุณภาพนั้นมีราคาแพง และอุปกรณ์ในท้องตลาดยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการป้องกันการรบกวน ซึ่งในการดำเนินการนี้เกี่ยวข้องกับ LNB Filter เฉพาะในส่วนของ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไม่ใช่ LNB Filter ของ VSAT เมื่อพิจารณาทางด้านเทคนิคแล้วความถี่ที่มากกว่า 2.9 GHz ก็จะยังคงถูกรบกวนจากคลื่นความถี่ของโซล่าเซลล์รุ่นใหม่ที่สามารถปล่อยคลื่นรบกวนเข้ามาในระบบได้ เกรงว่าการติดตั้ง LNB นั้นไม่เหมาะสมและไม่คุ้มทุน และอาจเป็นการผลักภาระให้แก่ประชาชนในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าว และในส่วนของ LNB ต้องรับได้ทั้ง 2 โพลาไรซ์ (V/H) แสดงว่าจะต้องใช้ Filter จำนวน 2 ตัว และหากจะทำให้ใช้งานเพียง 1 Filter ก็จะต้องมีอุปกรณ์ในการสลับสัญญาณหรือไม่ ดังนั้น จึงเห็นว่าการเปลี่ยน LNB เพื่อป้องกัน โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมมีอาจไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ในระยะยาวและการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อจัดทำอินเตอร์เน็ตดาวเทียม หรือ VSAT ก็ยังคงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในสภาวะฉุกเฉิน

ผู้แทนจากบริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด เห็นว่าควรพิจารณาจากการใช้งานเป็นหลัก ในการจัดสรรคลื่นความถี่ของต่างประเทศไม่สามารถนำมาใช้ในกิจการโทรทัศน์เหมือนในประเทศไทย ส่งผลให้การจัดการและการจัดสรรเป็นภาระที่ยากขึ้น ปัญหาสำคัญคือคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band นั้นมีปริมาณความถี่น้อยมาก ทำให้ยากต่อการจัดสรรให้กับผู้ประกอบการทุกราย ในขณะที่ย่าน C-band มีความกว้างของช่วงคลื่นมาก ดังนั้น ข้อเสนอในการย้ายช่อง โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยังคลื่น Ku-Band จึงเป็นเรื่องที่ยากในการดำเนินการ จึงควรแบ่งให้มีใช้งานระหว่าง 2 กิจการร่วมกัน คล้ายกับประเทศสหรัฐอเมริกา และเพื่อการเปลี่ยนแปลงที่สมบูรณ์ กสทช. ควรจัดทำแนวทางการดำเนินการที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้ประกอบการดาวเทียมได้เตรียมการอย่างเหมาะสมในอนาคต

ประเด็นที่ 2 ข้อเสนอแนะต่อการจัดสรรคลื่นความถี่ที่เหมาะสมในย่านความถี่ C-band ในห้วง 10 ปี (พ.ศ. 2567-2577)

ผู้แทนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้กล่าวถึงกรณีการติดตั้ง LNB เพื่อการป้องกันการรบกวนของคลื่นนั้น เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง และไม่ใช่ทางออกที่ดีในระยะยาว โดยหากพิจารณาในแง่ธุรกิจหากจะมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น ผู้ประกอบการซึ่งดำเนินการในส่วนของ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย่อมจะมีการปรับเปลี่ยนอย่างแน่นอน ซึ่งจะเป็นการย้ายไปยังคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band หรือคลื่นความถี่อื่นหรือไม่ ก็ต้องพิจารณาแนวโน้มในอนาคตอีกครั้ง

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) เห็นว่าหากต้องการใช้งานร่วมกันในระยะแรกจะส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายมหาศาล และเมื่อสิ้นสุดระยะการใช้งานร่วมกันการโยกย้ายผู้ใช้บริการ จะมีความคุ้มค่าหรือไม่

กรณีของ Case C อาจมีความเหมาะสมเนื่องจากประเทศไทยยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องการการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ต่อไปและเพื่อการวางแผนทางด้านธุรกิจของผู้ประกอบการรายอื่นในระยะยาว

ผู้แทนจากบริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด จากตัวอย่างในประเทศบราซิลมีการย้ายโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจาก C-band ไปยัง Ku-Band ทั้งหมด และเหลือไว้เพียง Application ที่ยังจำเป็นในคลื่นความถี่ย่าน C-band เช่น VSAT หรือ Broadcast แต่สำหรับประเทศไทยอาจต้องพิจารณา Transponder ร่วมด้วยว่าเพียงพอหรือไม่ เห็นด้วยในกรณี Case C ไปสู่ Case D คือการย้ายโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยัง Ku-Band และลดความต้องการใช้คลื่นความถี่ย่าน C-band ให้เหลือเพียง VSAT หรือ Broadcast ที่สำคัญ ทำให้ 5G ใช้งานมากขึ้น โดยการแก้ไขปัญหาระยะแรก คือการย้ายผู้รับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยัง Ku-Band ส่วนกรณีที่เป็นสถานีรับสัญญาณขนาดใหญ่จะใช้วิธีปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ส่วนหนึ่ง เหมาะสมกว่าการใช้งานร่วมกันในระยะยาวที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยน LNB ทั่วประเทศ

ผู้แทนบริษัท ทรู คอร์เปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เห็นว่าความต้องการคลื่นความถี่ของผู้ประกอบการย่อมมีอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งนี้ ในการพิจารณาว่าโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำเป็นจะต้องย้ายหรือไม่ โดยจะต้องพิจารณาจำนวนช่องของ Ku-Band ว่ามีมากพอต่อการย้ายหรือไม่ อีกทั้งจะต้องมีประมาณการการเติบโตของ Ku-Band ร่วมด้วยในอนาคตว่าจะมี Application ใหม่ในคลื่นความถี่ย่านนี้หรือไม่ บริษัทฯ เห็นว่าการปรับเปลี่ยนจากกรณี Case C ไปยัง Case D ตามที่เสนอนั้น อาจเป็นการสร้างความซ้ำซ้อนในการลงทุนหรือไม่

ผู้แทนบริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ตเวอร์ค จำกัด ได้ให้ความเห็นทางด้านการเลือกรูปแบบระยะเวลาในการปรับเปลี่ยน ซึ่งหากมีการเลือก Case ต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้วการคัดเลือกระยะเวลาในการเปลี่ยนผ่านย่อมเหมือนกันทุกช่วงใช่หรือไม่ โดยเห็นว่าในแต่ละเงื่อนไขในการคัดเลือกนั้นจะสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ดำเนินการด้วย จึงเสนอให้นำเสนอในรูปแบบที่ง่ายขึ้นและป้องกันการสับสน

ผู้แทนบริษัท ทรู คอร์เปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ได้สอบถามในการคัดเลือกว่าทำไมคิดว่า Case A และ Case B จะไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเล็งเห็นว่าในอนาคต N78 กำลังจะเข้ามามีทบาทในประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับกำลังความต้องการทางด้านดาวเทียมที่กำลังลดลง ดังนั้น หากจะดำเนินการตาม Standard และ FSS ต่อไป เชื่อว่าจะยังคงมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการในขณะนี้ได้จนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนผ่านในภาคอุตสาหกรรมไปยัง N78 ในอนาคต

ผู้แทนจากบริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด ในกิจการ Broadcast หากไทยคมสร้างดาวเทียมใหม่ในลักษณะ 12 Transponder และมีการขยับคลื่นความถี่จาก 3700 MHz ไปยัง 3800 MHz ก็จะสามารถทำได้และอีกทั้งยังสอดคล้องกับ N78 ซึ่งจะทำให้ช่วงคลื่นระหว่าง 3300-3800 MHz จะตรงกับ 5G NR (New Radio) ของกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลอีกด้วย

ประเด็นที่ 3 ข้อเสนอแนะต่อการประยุกต์ใช้งาน 5G ในภาคอุตสาหกรรม

ผู้แทนบริษัท อีริคสัน (ประเทศไทย) จำกัด ได้ให้ความเห็นต่อการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band (3500 MHz) เพื่อสร้าง Private Network เป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมในอนาคต

เนื่องจากมีคุณสมบัติของคลื่นความถี่ย่าน Mid-band เหมาะสำหรับการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม และเมื่อพิจารณาคุณสมบัติของผู้ใช้เทคโนโลยี 5G ในปัจจุบันจะพบว่าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปและกลุ่มภาคอุตสาหกรรม โดยในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปมีการใช้งานคลื่นความถี่ 2600 MHz ในลักษณะ 4G และ 5G อยู่แล้ว และจะพบว่ายังไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ที่หลากหลายนัก แต่ถ้านำมาใช้งานในภาคอุตสาหกรรมงจะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band เพื่อสร้าง Private Network เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและคุ้มค่าสำหรับอุตสาหกรรมในอนาคต เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมและเสถียร สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในสถานการณ์ที่ต้องการควบคุมและความปลอดภัยในระดับสูง และกำหนดออกใบอนุญาตในลักษณะเฉพาะได้

ผู้แทนบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ได้ให้ความเห็นในฐานะผู้ใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band ไว้ว่า เห็นด้วยกับการนำไปใช้งานด้านใดด้านหนึ่งเป็นการเฉพาะ เนื่องจากแต่เดิมทางบริษัทฯ ได้มีการใช้งาน VSAT เพื่อการบินมานานและได้มีปริมาณความต้องการใช้งานลดลงไปเป็นจำนวนมาก ทำให้การใช้งานของบริษัทฯ ได้สงวนไว้เพียง ¼ Transponder ในการใช้งานติดต่อระหว่างภูมิภาค โดยในการประชุมระดับสากลทางด้านการบินไม่ว่าจะองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (IKO) หรือสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (ITA) ก็เคยได้ร่วมหารือเรื่องการนำ C-band เพื่อมาใช้ในกิจการการบิน จึงเห็นว่าการนำเอาคลื่นความถี่ย่าน C-band มาใช้ในรูปแบบ Private Network สำหรับภาคอุตสาหกรรมมีความเหมาะสม

ผู้แทนสำนักกิจการดาวเทียมสื่อสาร สำนักงาน กสทช. ได้ให้ข้อเสนอแนะต่อเรื่องผลการศึกษาตัวป้องกันการรบกวนสัญญาณที่เคยทดลองใช้งานภายในพื้นที่ปิด โดยทดลองใช้งานในช่วงคลื่นคล้ายกับ Cases C จึงเสนอแนะให้ที่ปรึกษานำเอาผลการทดลองไปศึกษาต่อยอดเพิ่มเติม และในประเด็นทางด้านสิทธิ์การเข้าใช้วงโคจรของดาวเทียมนั้น ได้ระบุอยู่ในรัฐธรรมนูญซึ่งยากต่อการแก้ไข เพื่อให้การรักษาสิทธิ์ในวงโคจรนี้จะต้องดำเนินการอย่างไรต่อไปได้

ผู้แทนจากบริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด ได้ให้ความเห็นต่อการรักษาสิทธิ์วงโคจร โดยหากประเทศไทยจะดำเนินการเพื่อเสีย C-band ไปบางส่วน สิทธิ์ในวงโคจรก็จะยังคงเดิมแค่อาจจะเสียไปในบางส่วนของย่าน แต่ไม่ได้หมายความรวมถึงการสูญเสียสิทธิ์เป็นการถาวร จึงไม่ขัดกับหลักรัฐธรรมนูญ

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) แจ้งที่ประชุมว่าอาจมีการเสียเสียสิทธิในวงโคจร 120E แต่คลื่นความถี่หรือสิทธิ์ต่าง ๆ ก็จะยังคงอยู่ต่อไป

ประเด็นที่ 4 ข้อเสนอแนะต่อทางเลือกเชิงนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band ในระยะ 10 ปี

ผู้แทนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ให้ความเห็นว่าควรมีการทดลองในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งก่อนเริ่มการใช้งานจริงเพื่อศึกษาผลกระทบในเบื้องต้น โดยอาจแบ่งระยะในการศึกษาจากการทำการทดลองในพื้นที่ปิดและขยายออกไปสู่หัวเมืองต่าง ๆ ในอนาคตเพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของการดำเนินการ

ผู้แทนที่ปรึกษาฯ กสทช. แจ้งที่ประชุมเรื่องแนวทางการดำเนินการ กสทช. สำหรับกรณีนี้ไม่มีนโยบายในการชดเชย และเห็นว่า Filter LNB ไม่สามารถป้องกันการรบกวนได้แน่นอน จึงไม่อยากให้ประชาชนทั่วไปเกิดความเข้าใจผิด

ผู้แทนบริษัท ทรู คอร์เปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เห็นว่า LNB ที่มีคุณสมบัติในการป้องกันคลื่นย่าน 3800 – 4200 MHz ที่เป็นการสั่งทำพิเศษโดยหน่วยงานกำกับดูแลของประเทศบราซิล ถือเป็นกรณีที่น่าสนใจ หากมีการประยุกต์ใช้ในระยะแรกของการใช้ระหว่าง 2 กิจการร่วมกัน และหากจะมีการปรับเปลี่ยนก็เห็นว่าให้เป็นการขับเคลื่อนโดยกลไกตลาด ส่วนระยะเวลาในการดำเนินการอาจมากกว่า 2-3 ปีได้ ระยะเวลาที่เสนออาจจะน้อยเกินไปมีความเสี่ยงที่อาจจะทำให้ไม่สำเร็จ

ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) อยากให้ที่ปรึกษาฯ ได้ศึกษาร่วมกับหน่วยงานกำกับดูแลอีกครั้ง โดยเห็นว่าการขับคลื่อนของตลาดอาจมีไม่มากพอและมีความเสี่ยงที่จะไม่ประสบความสำเร็จ

ผู้แทนจากบริษัท มิว สเปซ แอนด์ แอดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด เสนอ กสทช. จะต้องกำหนดมาตรฐาน LNB อย่างชัดเจนว่าจะต้องเป็นไปในลักษณะใดและเห็นว่าหากมีการประกาศใช้ก็จะเป็นการขับเคลื่อนทางการตลาด ในการให้ผู้ได้รับผลกระทบย้ายไปยังส่วนอื่นแทนที่จะต้องมีการออกมาตรการชดเชย

ผู้แทนบริษัท สามารถคอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ฝากเน้นย้ำในด้านการศึกษาในส่วนของธุรกิจทางด้าน Data communication ร่วมด้วย นอกเหนือจากธุรกิจของ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเช่นการให้บริการตัวส่ง-ภาครับในพื้นที่ห่างไกลที่จำเป็นต้องใช้งาน C-band

ผู้แทนบริษัท พีเอสไอ คอร์ปอเรชั่น จำกัด เห็นว่าการรบกวนเป็นการป้องกันยาก จึงเล็งเห็นว่าควรจะให้เป็นการย้ายผู้ใช้งาน โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยัง Ku-Band ทั้งหมดและยังคงเหลือ Application ในส่วนของ C-band ที่จะต้องใช้ในภารกิจต่าง ๆ เชื่อว่าจะเป็นที่ยอมรับได้ของลูกค้าและช่างที่จะต้องปรับแก้ปัญหาได้แน่นอน มากกว่าจะต้องมาแก้ไขปัญหาอยู่เป็นระยะ และทางบริษัทเชื่อมั่นในศักยภาพว่าจะสามารถปรับเปลี่ยนได้แน่นอนในระยะ 2 ปีได้

สรุปข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม

ประเด็นที่ 1 ข้อเสนอแนะต่อการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ในกิจการดาวเทียม

- คลื่นความถี่ย่าน C-band ยังคงมีความจำเป็นสำหรับกิจการดาวเทียม เนื่องจากยังใช้ในการกระจายสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินไปยังสถานีส่งสัญญาณในภูมิภาค และยังรองรับการให้บริการอาทิ VSAT, SCADA รวมถึงในพื้นที่ห่างไกลที่สัญญาณโทรคมนาคมอื่นๆ เข้าไม่ถึง โดยหากมีความจำเป็นจะต้องปรับเปลี่ยนจะต้องไม่กระทบกับผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม
- ยังคงจำเป็นอยู่ เพราะเป็นคลื่นความถี่ทั่วโลกใช้ย่าน Standard เดียวกัน ปรับเปลี่ยนยาก และมีการใช้งานแบบ Reuse อยู่แล้วควรคงไว้ ในส่วน Guard band เทคโนโลยีก็รบกวนกันได้เต็มที่ เพราะการใช้อุปกรณ์ไม่เหมือนกัน ควรเปลี่ยน Slot เว้นช่องว่างที่จะไม่ให้ส่งผลกระทบกัน
- ยังมีความจำเป็น เพราะกลุ่มผู้สูงอายุยังมีความคุ้นเคยกับการใช้งานประเภทนี้อยู่ในจานดาวเทียมของบ้านเรือนประชาชนทั้งในเขตเมืองและในเขตนอกเมือง

- สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) มีภารกิจในการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล (DTT) ทั่วประเทศ 168 สถานี (โดยการใช้งานการเชื่อมโยงสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปยังสถานีส่งโทรทัศน์) ซึ่งความถี่ย่านดาวเทียม C-band มีคุณภาพสัญญาณที่แข็งแรงกว่าการใช้งาน Ku-Band และขอให้คำนึงถึงประโยชน์ในการกระจายข่าวสารถึงประชาชน ทั้งช่องทางผ่านดาวเทียมและภาคพื้นดิน (แบ่งแบบ 500 MHz ใช้งาน Bandwidth (หากเปลี่ยนใช้งานการเชื่อมโยงผ่านทาง Cable (Fiber) แต่การให้บริการยังไม่เสถียร)
- มีความจำเป็นเพื่อให้มีอยู่ โดยเฉพาะการเชื่อโยงสัญญาณโทรทัศน์ระหว่างสถานีภายนอกกับสถานีในประเทศ กรณีถ่ายทอดสัญญาณที่มีคุณภาพสูง การทวนสัญญาณซ้ำสำหรับเชื่อมโยงสัญญาณจากสถานีข่ายไปยังเครื่องส่งต่าง ๆ การใช้งานในกิจการดาวเทียม ไม่ได้มีแต่ TV แต่ยังมีด้าน Data, IP และอื่น ๆ ที่จะต้องพิจารณาร่วมด้วย
- เห็นว่าไม่มีความจำเป็น เพราะมีคลื่นความถี่ย่านอื่น เช่น Ku-Band และมี Board Band ที่สามารถทดแทนได้
- เห็นว่าความต้องการทางด้านใช้งานของกิจการดาวเทียมได้มีน้อยลง และมีช่องทางอื่นที่ถูกกว่า

ประเด็นที่ 2 ข้อเสนอแนะต่อการจัดสรรคลื่นความถี่ที่เหมาะสมในย่านความถี่ C-band ในห้วง 10 ปี (พ.ศ. 2567-2577)

- ควรจะแบ่งคลื่นความถี่ระหว่าง IMT กับ FSS อย่างชัดเจน และ Case D ควรจะเป็นทางเลือกสุดท้าย ถ้าทำได้ เพราะจะมีต้นทุนต่ำสุด ซึ่งขึ้นอยู่ว่า FSS จะย้ายไปได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ควรจะแบ่งให้ IMT มีคลื่นความถี่อย่างน้อย 400 MHz เพื่อให้มี Bandwidth เพียงพอสำหรับ 5G การใช้งานเทคโนโลยีทั้ง Public และ Private
- กรณี Case C ใช้ทั้ง DTT ผ่าน DVB-S2 (C-band) และ Mobile ช่วย Extend 300 MHz หรือมาตรฐาน N78
- ย่านความถี่เดิมของ C-band ที่ใช้กับงานดาวเทียมไม่ควรจัดสรรไปทำอย่างอื่น ที่จะทำให้เกิดกระบวนการรบกวนของสัญญาณจากการรับดาวเทียม เพราะจะต้องปรับปรุงอุปกรณ์หากพื้นที่เกิดการรบกวนกันขึ้นได้ และยังไม่ควรจัดสรรไปใช้ในกิจการอื่นในช่วงที่ยังไม่จำเป็นหรือยังไม่มีความพร้อม
- Data Communication บน Satellite น้อยลง ความต้อการ 5G Data Communication มากขึ้น แบ่งความถี่กันโดยให้มี Guard Band จำนวนหนึ่งเพื่อกันการรบกวน ความกว้างขึ้นอยู่กับผลการศึกษา

ประเด็นที่ 3 ข้อเสนอแนะต่อการประยุกต์ใช้งาน 5G ในภาคอุตสาหกรรม

- ในช่วงแรกผู้ประกอบการ IMT ในประเทศไทยอาจไม่พร้อมลงทุนเพิ่ม ควรส่งเสริมให้มีผู้ประกอบการขนาดเล็กเพื่อให้บริการ Private Networks สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ซึ่งอาจเริ่มด้วย Bandwidth ขนาด 50 – 100 MHz

- คาดว่าในทุกอุตสาหกรรมสามารถนำ 5G มาใช้งานได้ โดยเห็นว่าการทำ 5G Use Case มีความจำเป็นต้องมี Platform ให้หลายองค์กรได้ทดลองและอยากให้จัดสรรในส่วนของคลื่น 5G ได้มาลองใช้หรือใช้จริงเร็วที่สุด ในระยะกลาง โดยจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 100 MHz สำหรับ Private Network เพื่อส่งเสริม 5G ในอุตสาหกรรม ในระยะสั้น อาจจะให้ความถี่ในย่าน 3.3 – 3.7 มาใช้เลย เพราะว่าง พร้อมใช้ และยังไม่มีความต้องการชัดเจนจาก Public Network ใน Long-term Higher Bandwidth สำหรับ Private Network อาจจะมีความจำเป็น ซึ่งการทำ Private Network ก็จะทำให้การใช้งาน 5G ง่ายขึ้น และหลีกเลี่ยงปัญหาจาก FSS เพราะ Private Network จะถูกใช้งานในบริเวณจำกัด และเจ้าของพื้นที่สามารถบริหารการรบกวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เทคโนโลยี 5G จะทำให้เกิดแอปพลิเคชั่นใหม่ เช่น Video Streaming ซึ่งเข้ามาแทนที่ระบบเดิมใช้สำหรับ On-air แก่ผู้บริโภคบางส่วน และเห็นว่าในอนาคตการใช้งานด้านอุตสาหกรรมข้อมูล และ IoT จะมีปริมาณมากขึ้น อาทิ
    - ปรับใช้งานกับอากาศยานไร้คนขับ (Sward Drone) เพราะในอีก 5-10 ปีข้างหน้าเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับน่าจะพัฒนามากกว่าปัจจุบัน รวมถึงเทคโนโลยีด้านความมั่นคงด้วย
    - ใช้กับด้านสุขภาพ (การสาธารณสุข) เพราะเป็นปัจจัยพื้นฐาน ถ้ามีการรักษาและการวินิจฉัยที่ถูกต้อง จะทำให้ไม่สูญเสียเวลาในการรักษา ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในด้านสาธารณะสุขมากยิ่งขึ้น
    - ใช้งานเป็น Critical Network สำหรับกิจการคมนาคมของประเทศ ทั้งในส่วนภาพใหญ่ที่เป็น Multi Model Transportation และภาพเล็กในกิจการของแต่ละ Model (บก/น้ำ/อากาศ/ราง) โดยทางอากาศจะถูกใช้เป็น Mission Critical Communication สำหรับกิจการการบินตามข้อกำหนดการใช้งานเครือข่าย 5G สำหรับ Airport ซึ่งส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศและการสร้างความสามารถในการแข่งขันมากขึ้น
    - อุตสาหกรรมการขนส่งของประเทศ สร้าง Mobility ให้เกิดขึ้น การเปลี่ยน Platform ขนส่ง ลดการรอคอย ลดเที่ยวเปล่า / อุตสาหกรรมการบิน Critical Core Network, Comply Standard ICAO (Recommendation) ส่งผลให้ Turn Over Rate ของสายการบินดีขึ้น ส่งผลให้เศรษฐกิจของประเทศขับเคลื่อนไป เป็น Hub ดาวเทียมการบิน โดยสร้าง Core Network ให้เกิดขึ้นจริง
- ควรยกเลิกการประมูลใบอนุญาต แต่ปรับเปลี่ยนเป็นการจ่ายค่าธรรมเนียมในแบบ On-demand (ใช้มาก จ่ายให้ กสทช. มาก) ตามปริมาณ และจำนวนผู้ใช้บริการ เพราะค่าใบอนุญาตหรือค่าสัมปทานในแรกเข้านั้นคือต้นทุนและภาระของผู้ประกอบการอย่างแท้จริง ผู้ประกอบการมีหนี้ก้อนใหญ่ตั้งแต่ยังไม่เริ่มดำเนินการ และต้องทำให้การใช้งานครอบคลุมมีเสถียรภาพถึงจะนำมาใช้สนับสนุนภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประเด็นที่ 4 ข้อเสนอแนะต่อทางเลือกเชิงนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band ในระยะ 10 ปี

- นโยบายควรสนับสนุนโดยมองจากผลประโยชน์โดยรวมเป็นสำคัญ ปัจจุบัน Network 5G ใช้งานไม่ถึง 30% ของความจุ และผู้ประกอบการโทรศัพท์โทรศัพท์เคลื่อนที่ลงทุนกับการประมูลคลื่นความถี่ก่อนหน้า และระบบ 5G ยังไม่ใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อกิจการดาวเทียมในเขตภูมิภาคและทั่วโลก แต่ถ้ามีการสำรวจและวิจัยถึงแนวทางการกำหนดช่วงความถี่ที่เหมาะสม ไม่ให้เกิดการรบกวนกันก็สามารถทำได้
- Phase ที่ 1 ให้เริ่มแบบ Case C จากนั้นทำการพิจารณาทุก ๆ 2-3 ปี แล้วก้าวไปสู่แบบ Case D โดยเฉพาะที่สำคัญต้องให้ภาระที่ตกไปอยู่ที่ผู้ประกอบการให้น้อยที่สุด และขอให้มีการเปลี่ยนผ่านด้วยแรงจูงใจ ตัวอย่างเช่น ถ้าย้ายจาก C-band ไป Ku-Band ภายใน 2 ปี จะได้รับการช่วยเหลือ (อาจจะจำกัด 1 ล้านรายแรกฟรี)
- ควรสนับสนุนทั้ง 2 ฝ่าย ทั้งในส่วนของ Mobile และ Broadcasting โดยอาจแบ่งความถี่ใช้งาน 300 MHz ให้ Mobile และ Broadcasting 500 MHz ก่อนในระยะแรก และจูงใจโดยพัฒนาช่องรายการคลื่น Ku-Band ให้มีความหลากหลายและคุณภาพชัดขึ้น

ปิดการประชุม 16.30 น.

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนานโยบายสาธารณะ ในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ย่าน C-band

5.1 บทนำ

ในการนำเสนอแนวคิดเพื่อการขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะในการบริหารคลื่นความถี่ในย่าน C-band โดยพิจารณาถึงปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่

ด้านที่ 1 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่

การพิจารณาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน C-band เพื่อกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็น 5G IMT

ด้านที่ 2 ความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมและผู้ใช้งาน

เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างมูลค่าที่เกิดขึ้นภายใต้การปรับเปลี่ยนการใช้งานดังกล่าว รวมถึงความพร้อมของสังคมที่จะขับเคลื่อนการใช้งานโดยมี Use Case ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ด้านที่ 3 ความต้องการแถบความถี่ (Bandwidth) ในการใช้งาน

การขับเคลื่อนในด้านนี้จะเป็นไปตามข้อเสนอแนะในเชิงการใช้งาน รวมถึงความต้องการของเทคโนโลยีต่อแถบความถี่เป็นสำคัญ

ด้านที่ 4 การสนับสนุนจากนโยบายภาครัฐที่เกี่ยวข้อง

เป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ รวมถึงทิศทางของภาคอุตสาหกรรมหลัก และผู้ใช้งานอื่น ๆ ในประเทศไทย

จากปัจจัยการส่งเสริม สนับสนุน คณะผู้วิจัยฯ พิจารณา เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลใน 6 ด้าน ได้แก่ แนวโน้มเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม นโยบายภาครัฐ และกฎหมาย (ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ) ร่วมกับข้อมูลในการสำรวจจำนวนผู้ใช้ประโยชน์จากคลื่น C-band ในประเทศไทย และความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ในย่านนี้ ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เพื่อนำมาประมวลผลสร้างเป็นรูปแบบหรือความเป็นไปได้ในเชิงนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ย่าน C-band ของประเทศไทยในระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า

5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยจากข้อมูลจากการสำรวจ ข้อมูลแวดล้อม และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

5.2.1 สรุปการสำรวจผู้ใช้ประโยชน์ในคลื่นความถี่ C-band

คณะผู้วิจัยฯ ได้ทำการสำรวจข้อมูลจำนวนผู้ใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ภายใต้มติ กสทช. ครั้งที่ 19/2563 เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2563 ที่มีมติให้ยุติการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3.4 GHz – 3.7 GHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ตั้งแต่วันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้

กลุ่มผู้ใช้กล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

- จำนวนครัวเรือนที่ติดตั้งจานรับสัญญาณในย่านความถี่ C-band เพื่อรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) ทั่วประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2565 มีประมาณ 10.12 ล้านครัวเรือน (โดยคำนวณจากฐาน

สถิติเพื่อเทียบสัดส่วนหรือปริมาณจำนวนผู้ใช้กล่องสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม และข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิจาก Nielson Media Research ในปี พ.ศ. 2564)

- จำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (TVRO) จากการติดตั้งจานดาวเทียม C-band มีจำนวน 5.97 ล้านครัวเรือน (ประเมินจากการสำรวจข้อมูลเชิงสถิติของคณะผู้วิจัย) ด้วยความมั่นใจร้อยละ 95 ตามหลักการของ Taro Yamane
- ในปีพ.ศ. 2565 โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ยังคงเป็นย่านที่ได้รับความนิยมมากกว่าโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ Ku-Band ในสัดส่วน 3.15 : 1
- เขตพื้นที่ที่มีจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band เรียงตามลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ ภาคกลาง (2.86 ล้านครัวเรือน) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2.79 ล้านครัวเรือน) ภาคเหนือ (1.68 ล้านครัวเรือน) ภาคใต้ (1.53 ล้านครัวเรือน) และเขตกรุงเทพมหานคร (1.25 ล้านครัวเรือน)
- เมื่อเปรียบเทียบความนิยมของโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ระหว่างในเขตเมืองและเขตนอกเมือง พบว่าโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ได้รับความนิยมสำหรับครัวเรือนในเขตนอกเมืองมากกว่าครัวเรือนในเขตเมือง แต่ไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ครัวเรือนในเขตนอกเมืองใช้ความถี่ในย่านความถี่ C-band ในสัดส่วนเท่ากับ 75.4 และเขตในเมืองในสัดส่วนเท่ากับ 60.1 (เทียบกับจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั้งหมดภายในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)
- เมื่อเปรียบเทียบจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band พบว่า
    - ภาคเหนือ ในเมืองมีจำนวนประมาณ 350,000 ครัวเรือน และนอกเมืองประมาณ 1,340,000 ครัวเรือน
    - ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในเมืองมีจำนวนประมาณ 380,0000 ครัวเรือน และนอกเมืองประมาณ 3,420,000 ครัวเรือน
    - ภาคกลาง ในเมืองมีจำนวนประมาณ 760,000 ครัวเรือน และนอกเมืองประมาณ 2,100,000 ครัวเรือน
    - ภาคใต้ ในเมืองมีจำนวนประมาณ 300,000 ครัวเรือน และนอกเมืองประมาณ 1,230,000 ครัวเรือน

ซึ่งในภาพรวมทั้งประเทศ จำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ในเมืองมีจำนวนประมาณ 3,030,000 ครัวเรือน และนอกเมืองมีประมาณ 7,090,000 ครัวเรือน

กลุ่มผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

ในภาพรวมพบว่ามีกลุ่มผู้ประกอบการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในประเทศไทยที่ได้รับใบอนุญาตจาก กสทช. จำนวน 18 รายที่จะต้องปฏิบัติตามกฎ Must Carry และกลุ่มผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทางเลือกประมาณ 100 ช่องบนคลื่นความถี่ย่าน C-band

กลุ่มผู้ใช้งานการสื่อสารผ่านดาวเทียม

พบว่าการใช้งานในส่วนนี้จะใช้ในลักษณะของ VSAT เพื่อใช้เป็น Communication Link ในการติดต่อสื่อสารข้อมูล ทั้งในภาครัฐในพื้นที่ห่างไกล อาทิ หน่วยงานความมั่นคง และภาคเอกชนในกลุ่มอุตสาหกรรมด้าน Oil & Gas และประมง ซึ่งโดยรวมมีจำนวนไม่เกิน 25 หน่วยงาน ตลอดจนการใช้เป็น Emergency Link สำหรับใช้งานในสภาวะฉุกเฉินของหน่วยงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยหรือหน่วยงานสาธารณสุข

กลุ่มผู้ให้บริการดาวเทียม

ปัจจุบันมีผู้ให้บริการ 2 รายคือ NT: บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (ผ่านดาวเทียมไทยคม-6) และบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) (ผ่านไทยคม-7) โดยใช้ในคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band เป็นหลัก ซึ่งดาวเทียมดังกล่าวทั้งสองดวงจะหมดอายุการใช้งานตามภารกิจในปี พ.ศ. 2571

5.2.2 ปัจจัยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่

ภายใต้การประเมินปริมาณผู้ใช้งาน TVRO ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่ของประเทศไทยที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากการรบกวนสัญญาณในช่องข้างเคียง ถ้ามีการเปลี่ยนการใช้คลื่นความถี่ย่าน Extended C-band จากกิจการดาวเทียมมาเป็นกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) โดยจำนวนครัวเรือนที่ติดตั้งจาน C-band ในปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีปริมาณถึง 10.12 ล้านครัวเรือน

คณะผู้วิจัยฯ ได้ทำการสำรวจในเชิงสถิติเพิ่มเติมในการหาปริมาณผู้ใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ยังใช้งานอยู่ โดยจัดทำเป็นแบบสำรวจข้อมูลผ่าน Social Media (Facebook CSRS Thailand) ให้ประชาชนทั่วไปร่วมตอบคำถามว่ามีการติดตั้งจานดาวเทียมแบบใด และมีการรับชมโทรทัศน์ผ่านช่องทางใด จำนวน 422 คน (มีค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ตามหลักการของ Taro Yamane) และได้ข้อสรุปว่า “ใน 100 คนของผู้ที่ติดตั้งจานดาวเทียม C-band รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 59 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 59”

กลุ่มประชาชนผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย่าน C-band ที่อาจได้รับผลกระทบด้านสัญญาณรบกวนจากการให้บริการ 5G จึงคาดว่าจะมีปริมาณ 5.97-10.12 ล้านครัวเรือน หากประเมินค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB (Low Noise band) ที่จะต้องป้องกันคลื่นรบกวนจากย่านที่ กสทช. กันไว้สำหรับกิจการ IMT อยู่ที่ประมาณ 1,500-2,000 บาทต่อครัวเรือน (รวมค่าติดตั้ง โดยราคาที่ประเมินเฉพาะส่วนการปรับเปลี่ยนจานหรืออุปกรณ์ LNB เท่านั้น) ก็จะพบว่าจะต้องใช้งบประมาณ 8,955-20,240 ล้านบาท โดยใช้เวลาในการดำเนินการประมาณ 1-1.5 ปี

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยน หรือการติดตั้งอุปกรณ์ LNB พบว่ามีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง จึงได้พิจารณากรณีศึกษาการปรับเปลี่ยนของประเทศที่มีรูปแบบการให้บริการคล้ายคลึงกับประเทศไทย (อยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร และมีให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมแก่ประชาชนทั่วประเทศ) อาทิ อินโดนีเซีย และบราซิล พบว่าแนวทางการดำเนินการเป็นดังนี้

สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล ใช้แนวคิดในการปรับเปลี่ยน 3 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1 การให้ประชาชนเปลี่ยนการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจาก C-band ไปยัง Ku-Band

รูปแบบที่ 2 การปรับปรุงอุปกรณ์ LNB ให้กรองความถี่ย่าน 3.4-3.7 GHz

รูปแบบที่ 3 แก้ไขปัญหาเป็นรายกรณี ในเขตชนบทที่ปริมาณการติดตั้ง 5G ยังไม่มาก

สาธารณรัฐอินโดนีเซีย อยู่ระหว่างการศึกษารูปแบบการดำเนินการในการปรับเปลี่ยน โดยเน้นเขตเมืองมากกว่าเขตพื้นที่นอกเมืองหรือพื้นที่ห่างไกล และการทดสอบอุปกรณ์ LNB ที่สามารถใช้งานได้จริงในการป้องกันสัญญาณรบกวน ซึ่งปัญหาของอินโดนีเซียจะรุนแรงกว่าบราซิลในด้านการใช้งาน เนื่องจากมีปริมาณดาวเทียมใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน C-band มากกว่า 7 ดวงที่ให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

ดังนั้นสำหรับประเทศไทย เพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนการเปลี่ยนแปลง จึงควรใช้แนวคิดการตลาดนำ และสอดคล้องกับแนวคิดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้แก่ผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม โดยมีรูปแบบดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สนับสนุนการส่งเสริมการตลาดผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย่าน Ku-Band

โดยในขั้นตอนนี้ หน่วยงานภาครัฐเป็นผู้ให้การสนับสนุนการผลิตคอนเทนต์ หรือการเพิ่มคุณภาพการรับชมที่คมชัดมากขึ้นในช่องสัญญาณ Ku-Band ซึ่งจะเป็นการจูงใจให้ประชาชนปรับเปลี่ยนการใช้งานรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในความถี่ย่าน C-band มาเป็นความถี่ในย่าน Ku-Band และจะช่วยลดจำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบลงได้

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาเรื่องกฎ Must Carry

โดยพื้นฐานของ กสทช. ได้กำหนดให้ผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ได้รับใบอนุญาตจำนวน 18 ราย จะต้องส่งสัญญาณในทุกแพลตฟอร์มตามกฎ Must Carry ถ้ามีการพิจารณาผ่อนปรนกฎดังกล่าว ก็จะช่วยลดต้นทุนของผู้ประกอบการ และนำต้นทุนที่ลดลงไปใช้ในการส่งเสริมการตลาดในการปรับเปลี่ยนตามขั้นตอนที่ 1 ได้เพิ่มขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การสำรวจข้อมูลผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

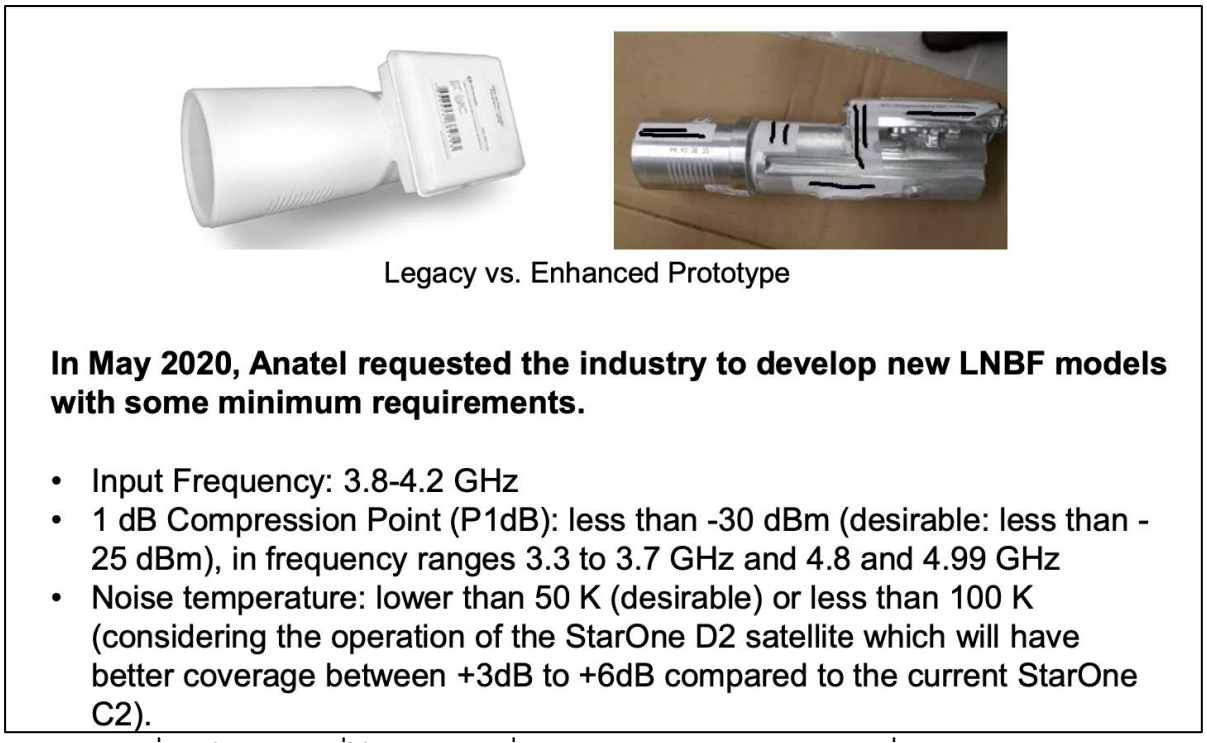
การสำรวจข้อมูลควรมีรายละเอียดที่ประกอบด้วยข้อมูลตำแหน่งที่ตั้ง รูปแบบของการรับชมโทรทัศน์ (ปัจจุบันมีการรับชม 3 รูปแบบได้แก่ รับชมผ่านดาวเทียม รับชมผ่านภาคพื้นดิน และรับชมผ่านอินเตอร์เน็ต) และการติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมเพื่อให้ทราบว่าเป็นจานรับสัญญาณประเภทใด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงในเรื่องของปริมาณผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมและควรดำเนินการร่วมกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของประชาชนอยู่แล้ว อาทิ กรมการพัฒนาชุมชน (สำรวจข้อมูล จปฐ หรือ “ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน”) สำนักงานสถิติแห่งชาติ (สำรวจข้อมูลประชากร) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับ

พิจารณาขึ้นทะเบียนในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB โดยมีปัจจัยสำคัญด้านเวลาในการสำรวจ คือ ภายหลังการใช้กลไกตลาดประมาณ 6 เดือน ควรจะต้องรอให้การตลาดใช้ระยะเวลาดำเนินการไปแล้วอย่างน้อย 6 เดือน เพื่อลดจำนวนผู้รับชมผ่านโทรทัศน์ดาวเทียม C-band

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบและกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ LNB

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดสอบอุปกรณ์ LNB ล่าสุดที่จะใช้งานเป็นมาตรฐานนั้น ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมยังมีความกังวลในเรื่องของสัญญาณรบกวน เพราะยังทดสอบไม่ครบถ้วน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องจัดให้มีการทดสอบเพิ่มเติม โดยเชิญผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายเข้าร่วม และทดสอบการใช้อุปกรณ์ LNB ที่มีในตลาดที่นำเข้าหรือผลิตขึ้นในทุกตราอักษรเพื่อสร้างมาตรฐานและให้เกิดการยอมรับร่วมกันก่อนที่จะออกเป็นมาตรฐานในการใช้งาน เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ประกอบการกิจการโทรคมนาคมแบบเคลื่อนที่ในการติดตั้งเสาสัญญาณ 5G ในอนาคต และให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมว่าสามารถให้บริการแก่ประชาชนที่ยังเลือกรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจากจานรับสัญญาณในความถี่ย่าน C-band ได้

ข้อมูลเบื้องต้นจาก GSMA แสดงตัวอย่างมาตรฐาน ของประเทศบราซิล LNB ในย่านความถี่ 3.8-4.2 GHz ซึ่งจะสอดคล้องกับย่านความถี่ n78 ของ ITU ที่ใช้งานย่านความถี่ 3.3-3.8 GHz



รูปที่ 67 ข้อมูล LNB ที่ใช้สำหรับความถี่ 3.8-4.2 GHz ของประเทศบราซิล (ที่มา: GSMA, 2566)

กล่าวโดยสรุปจุดสำคัญของปัจจัยนี้คือ ใช้ตลาด ลดจำนวนผู้ใช้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band และการทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างความมั่นใจแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

5.2.3 ปัจจัยด้านความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมและผู้ใช้งาน

ในด้านความพร้อมของการใช้งานที่จะตอบสนองในเชิงเศรษฐกิจและสังคมนั้น เพื่อให้เกิดภาพที่ชัดเจนจากการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่า

- **การใช้งาน Use Case** ในเชิงอุตสาหกรรมจากการคาดการณ์ในเชิงเทคโนโลยีโดย GSMA ปี ค.ศ. 2030 ในแต่ละด้านเป็นดังนี้

ตารางที่ 59 รูปแบบการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ในอนาคต (ปี ค.ศ. 2030) (ที่มา GSMA)

รูปแบบการใช้งาน	อัตราการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี
eMBB	42%
URLLC	10%
mMTC	16%
FWA	32%

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์พบว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ คือ การรับส่งข้อมูลที่มีปริมาณมหาศาล (Big Data) และการใช้ทดแทนสายใยแก้วนำแสงในพื้นที่ห่างไกลมากกว่าการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของความหน่วงต่ำและการเชื่อมต่อ IoT ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติมคือการใช้งานหรือปริมาณผู้ใช้ ซึ่งมีการคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2568 ปริมาณผู้ใช้งานโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล 5G จะเป็น 26.7 ล้านโหนด ซึ่งถือว่ามีแนวโน้มการใช้งานที่สูงขึ้นจากปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2566) 12 ล้านโหนด

- **ข้อมูลเชิงสังคม** โดยคณะผู้วิจัยฯ ได้จัดเก็บข้อมูลเชิงสถิติจากแบบสอบถามการยอมรับการใช้เทคโนโลยี (TAM) ผ่าน Social Media จำนวน 422 คน และได้สรุปข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้

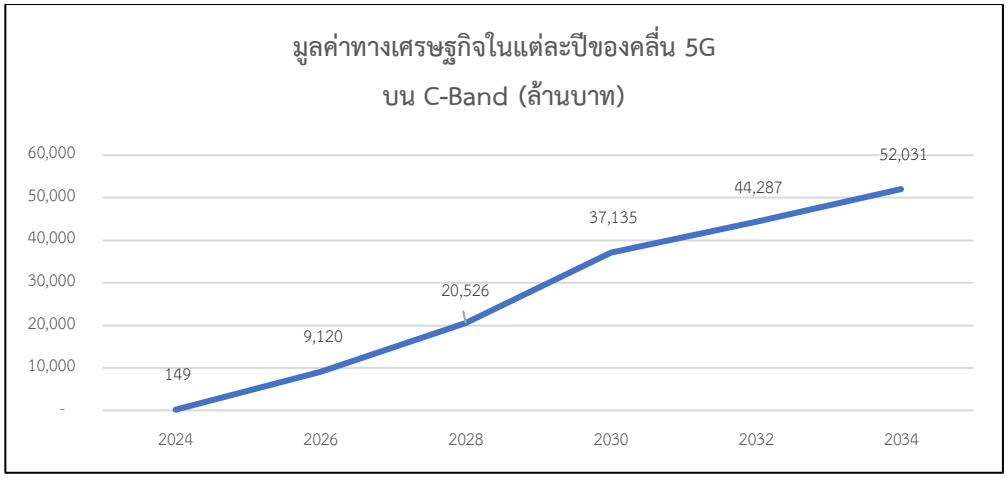
ตารางที่ 60 การสำรวจข้อมูลการยอมรับการใช้เทคโนโลยี 5G ของประชาชน (ที่มา: คณะผู้วิจัยฯ, 2566)

ทัศนคติ	ระดับเฉลี่ย (%)	เขตที่พักอาศัย	ช่องทางการรับชมโทรทัศน์	อาชีพ	อายุ
การรับรู้ประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G	**85.86**	NS	การใช้อินเทอร์เน็ตทำให้รับรู้ประโยชน์มากกว่า	NS	NS
การรับรู้ความง่ายในการใช้เทคโนโลยี 5G	**84.66**	NS	กลุ่มใช้อินเทอร์เน็ตรับรู้ดีกว่า	NS	กลุ่มอายุน้อยจะรับรู้ดีกว่ากลุ่มผู้สูงอายุ
ความไว้ใจในเทคโนโลยี 5G	**81.47**	กลุ่มในเมืองไว้ใจมากในขณะที่กรุงเทพฯ น้อยที่สุด*	กลุ่มอินเทอร์เน็ตดีที่สุด กลุ่มโทรทัศน์ดิจิทัลน้อย	Industry/Defend /Student ไว้ใจมาก	
การต่อต้านเทคโนโลยี 5G	**56.89**	NS	NS	NS	NS
ความกังวลใจในเทคโนโลยี 5G	**74.05**	**กลุ่มที่ไว้ใจสูงจะมีความกังวลสูง (ประเด็นในเรื่องความปลอดภัยต่อข้อมูลส่วนบุคคล)**			
อิทธิพลทางสังคมที่มีต่อเทคโนโลยี 5G	**77.65**	ควรส่งเสริมกลุ่มคนที่อายุน้อยกว่า 20 ปี ที่มีพื้นฐานการใช้อินเทอร์เน็ต และอยู่ในเขตเมือง จะช่วยสนับสนุนต่อการใช้งาน 5G ได้ดีกว่าสนับสนุนกลุ่มผู้สูงอายุ			
ความตั้งใจใช้งานเทคโนโลยี 5G	**85.64**	กลุ่มที่ไว้ใจสูงจะมีความตั้งใจในการใช้งานเทคโนโลยีสูง ซึ่งถ้าปรับปรุงข้อกังวลใจลงได้จะช่วยเพิ่ม **Adoption Rate ในการใช้งาน 5G**			

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีนัยยะสำคัญ และ * หมายถึง กลุ่มในเมือง คือ กลุ่มที่มีที่พักอาศัยในเขตอำเภอ เทศบาล (ยกเว้นในกรุงเทพ และปริมณฑล)

เมื่อพิจารณาแล้วพบว่ากลุ่มคนอายุช่วง 20 ปี จะมีการใช้เทคโนโลยีและรับรู้ได้ดีกว่ากลุ่มผู้สูงอายุ และสร้างอิทธิพลต่อสังคมในการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า ในขณะที่กลุ่มผู้ใช้ที่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม โรงงาน ความมั่นคง และภาคการศึกษา ประสงค์ใช้งานเทคโนโลยีหรือ Use Case เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต แต่ยังมีข้อกังวลใจในเรื่องของความปลอดภัยในข้อมูล

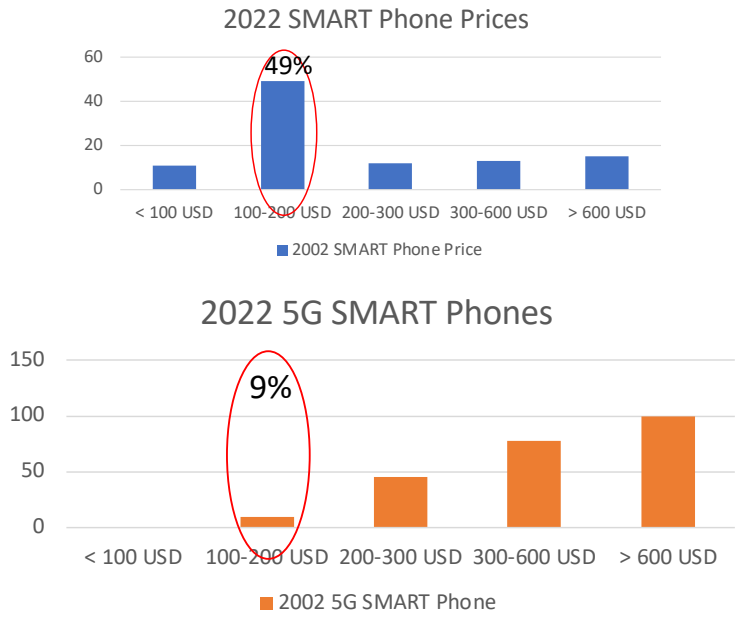
- **ในภาพของเศรษฐกิจ** เมื่อใช้โมเดลประเมินจาก Garner ปี พ.ศ. 2565 จะพบว่าประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะเกิดการใช้ประโยชน์จาก Use Case ได้อย่างแพร่หลายในปี พ.ศ. 2570 หรือ พ.ศ. 2571 หรือระยะเวลาอีก 4-5 ปีนับจากปัจจุบัน ซึ่งโอกาสที่จะมีการใช้อย่างแพร่หลายจะเกิดในภาคอุตสาหกรรมค้าปลีก Retail (e-Commerce) การใช้งานในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม และกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป (B2C) ซึ่งสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ประชาชาติต่อหัว (จากการใช้คลื่นความถี่ 5G C-band ในระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2567 - พ.ศ. 2577) ซึ่งคาดว่าจะมีผลประโยชน์ที่เกิดจาก Use Case 20,526 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2571 และจะมีมูลค่าสูงถึง 52,031 ล้านบาท ในปีพ.ศ. 2577)



รูปที่ 68 มูลค่าในเชิงเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมและภาคประชาชนอันเกิดจากคลื่น 5G ในย่าน C-band ระยะ 10 ปี (พ.ศ. 2567-พ.ศ. 2577) (ที่มา: คณะผู้วิจัยฯ , 2566)

เมื่อพิจารณาตลาดการซื้ออุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2565 พบว่าตลาดในช่วง 3,500-8,000 บาท มีสัดส่วนการขาย ร้อยละ 49 ในขณะที่มีอุปกรณ์ 5G อยู่ในช่วงดังกล่าวร้อยละ 9 ซึ่งถือว่าน้อยมากหากต้องการจะเร่งรัดในการใช้อุปกรณ์ 5G ในตลาดผู้บริโภค (Consumer)

นอกจากนี้ Deloitte Report Technology media and Telecommunication Prediction 2023 รายงานว่าสามารถผลิต Low cost 5G Smart Phones ที่มีราคาต่อหน่วยต่ำกว่า 3,500 บาทได้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ 5G ได้มากขึ้น



รูปที่ 69 ตลาดการซื้อขายอุปกรณ์เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทย

(ที่มา: 5G Device Ecosystem Development (Huawei,2023))

- **ข้อมูลในเชิงสิ่งแวดล้อม** พบว่าการตอบโจทย์ความยั่งยืน (SDGs) โดยการนำเทคโนโลยี 5G มาช่วยองค์กรทั้งในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม และการบริการในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ด้วย ESG (Environmental, Social, and Governance) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพและการดำเนินงานทางธุรกิจขององค์กรจากมุมมองที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม สังคม และการบริหารงานที่ดี โดยร่วมกับ AI ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับ IMT 2030

  โดยบทบาทที่แท้จริงของโทรคมนาคมที่มีต่อ ESG คือ ‘ทำอย่างไรให้โทรคมนาคมมีส่วนช่วยให้อุตสาหกรรมอื่นลดการปล่อยมลพิษได้ 10 เท่าตัว’ (GSMA) สอดคล้องกับบทความ “เอไอเอส” ฉายภาพเศรษฐกิจดิจิทัล เชื่อม “ESG” บทบาทโทรคมนาคมต่อสังคม สิ่งแวดล้อม (publica, 2023)

รูปที่ 70 บทบาทของ 5G สำหรับ ESG (publica, 2023)

- **แนวนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G ในต่างประเทศ** โดยคณะผู้วิจัยฯ ศึกษาใน 3 ประเทศ ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐฝรั่งเศส และประเทศญี่ปุ่น พบว่ามีการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ในภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรมต้นแบบ ตลอดจนการทบทวนในเรื่องของ Spectrum Roadmap รวมถึงกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะเรื่องความปลอดภัย และการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ในด้านคมนาคมขนส่งและพลังงาน

ดังนั้นเมื่อพิจารณาปัจจัยดังกล่าวข้างต้น จึงควรพิจารณาแนวทางในการขับเคลื่อนดังต่อไปนี้

การขับเคลื่อนที่ 1: สนับสนุนการสร้าง 5G Ecosystem ในด้านผู้บริโภค หรือตลาด Consumer

ในการพัฒนาและสร้าง Ecosystem ในตลาด Consumer นั้นควรจะเน้นใน 2 ด้านกล่าวคือ

1) การสร้างอิทธิพลในเชิงสังคม ต่อการใช้ประโยชน์จาก 5G โดยควรจะเน้นประชากรในกลุ่ม Generation Z (Gen Z) ที่เข้าถึงการการใช้อินเตอร์เน็ตมากกว่า โดยกลุ่มดังกล่าวควรจะอยู่ในเขตเมือง ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจจะพบว่ากลุ่มดังกล่าวจะส่งเสริมให้คนรอบข้างใช้งานหรือใช้ประโยชน์จาก 5G ได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เป็นการเพิ่มความตระหนักรู้
2) การสนับสนุนหรือส่งเสริมการผลิตหรือนำเข้า 5G Mobile Device ในตลาดที่ระดับราคาต่ำกว่า 8,000 บาท ซึ่งราคาดังกล่าวเป็นราคาที่ประชากรในกลุ่ม Generation Z หรือ First Jobber เข้าถึงได้ อาทิ การออกมาตรการลดภาษีนำเข้า เป็นต้น

การขับเคลื่อนที่ 2: ผลักดันนโยบายส่งเสริมการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม

จากข้อมูลในภาคเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม พบว่าในเบื้องต้นภาครัฐต้องมีการส่งเสริมหรือผลักดันให้เกิดแพลตฟอร์มสาธารณะในอุตสาหกรรมที่ส่งผลในเชิงเศรษฐกิจและสังคม โดยผลการศึกษาพบว่าควรจะสนับสนุนให้เกิดในภาคโรงงานอุตสาหกรรม ภาคความมั่นคง ภาคการศึกษา และภาคค้าปลีก-ค้าส่ง (รวม e-Commerce) ซึ่งภาคดังกล่าวมีความต้องการใช้งานและเข้าใจถึงประโยชน์ในการใช้งาน โดยส่วนที่สำคัญคือการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตอบสนองต่อ ESG เพื่อให้ธุรกิจมีการเติบโตอย่างยั่งยืนในอนาคต

การขับเคลื่อนที่ 3: ปรับปรุงกฎหมายและการใช้ประโยชน์

จากข้อสังเกตจากการสำรวจข้อมูลเชิงสถิติเบื้องต้นของคณะผู้วิจัยฯ พบว่าแต่ละกลุ่มอาชีพมีความกังวลต่อการใช้งานเทคโนโลยีโดยเฉพาะในเรื่องความปลอดภัยของข้อมูล ประกอบกับกฎหมายหรือระเบียบในการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยสนับสนุนการทำงานในแต่ละอุตสาหกรรมยังมีข้อจำกัด

การยกร่างกฎหมายในด้านความปลอดภัยของข้อมูล การปรับระเบียบ กฎเกณฑ์ในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G จึงเป็นอีกหนึ่งกลไกในการขับเคลื่อนให้เกิด Use Case มากขึ้น โดยจะเห็นได้จากบทเรียนจากต่างประเทศ อาทิ ประเทศญี่ปุ่น หรือสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่ดำเนินการปรับปรุงกฎหมายหรือระเบียบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จาก 5G มากขึ้น หรือแม้แต่สาธารณรัฐฝรั่งเศสที่กำหนดในเงื่อนไขของการประมูลคลื่นความถี่ 5G Mid Band ให้มีการพัฒนา USE CASE และการประยุกต์ใช้กับ IPV6 เพื่อสร้างความปลอดภัยในการใช้ข้อมูล

การขับเคลื่อนที่ 4: ส่งเสริมงานวิจัยเชิงพาณิชย์

ส่งเสริมงานวิจัยที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G โดยเน้นในอุตสาหกรรมหลัก อาทิ การเกษตร พลังงาน การแพทย์ และคมนาคมขนส่ง ฯลฯ เพื่อต่อยอดให้เกิด Use Case อย่างต่อเนื่อง

5.2.4 ปัจจัยด้านความต้องการแถบความถี่ในการใช้งาน

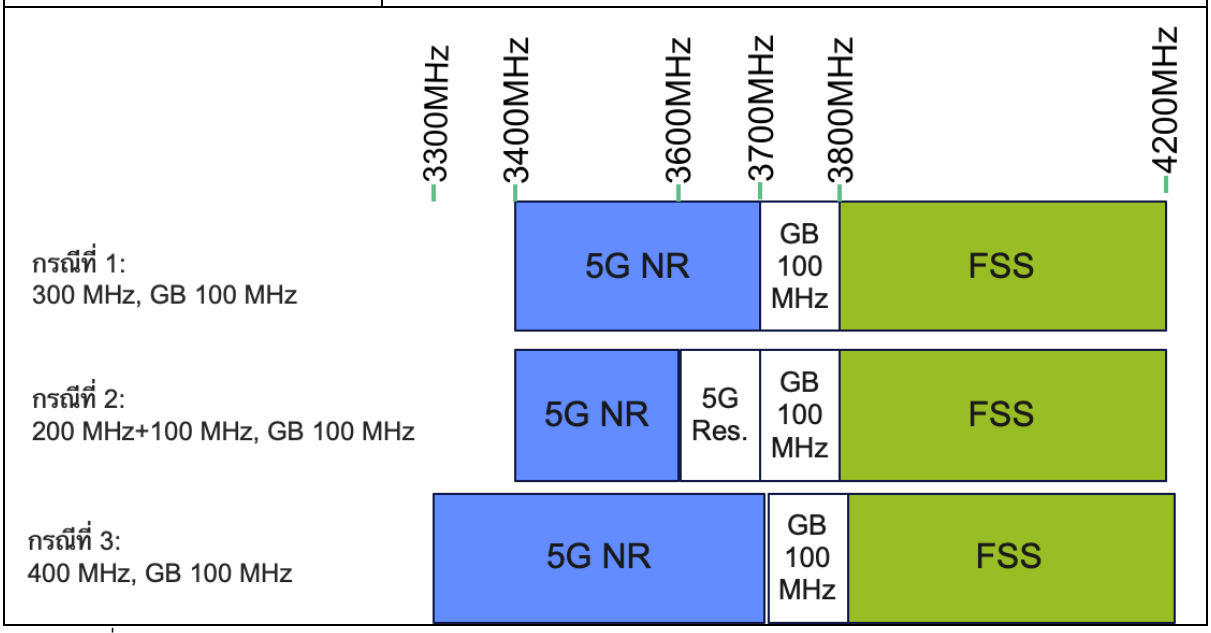
ปัจจัยนี้ส่วนที่สำคัญได้แก่เทคโนโลยีที่จะเข้ามามีบทบาทในอนาคต ซึ่งจากข้อมูลด้านเทคโนโลยีพบว่าการที่จะพัฒนา 5G Advance หรือ 5.5G ในอนาคตนั้น ประเทศไทยควรจะมี Spectrum อย่างน้อย 2,000 MHz ในย่าน Mid Band (1-7 GHz) ในปี พ.ศ. 2573 แต่ในปัจจุบันประเทศไทยมีการให้ใบอนุญาตเพียง 450 MHz (ในย่าน Lower Mid Band หรือ 1-3 GHz) ซึ่งโดยเฉลี่ยประเทศที่มีการใช้งานคลื่นในย่าน Mid Band เฉลี่ยใช้งานอยู่ที่ 850 GHz ในเอเชีย-แปซิฟิก และมีรายงานจาก GSMA ระบุว่าประเทศไทยควรมีคลื่นในย่าน Upper Mid Band (3-7 GHz) อย่างน้อย 300 MHz

ดังนั้นข้อเสนอของคณะผู้วิจัยฯ ต่อปัจจัยดังกล่าวโดยสรุปคือ ประเทศไทยควรจะมีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน Upper Mid Band (3-7 GHz) ในปริมาณอย่างน้อย 300 MHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) และหากยังคงการใช้งานในส่วนกิจการดาวเทียม ก็ควรพิจารณาเรื่อง Guard Band ตามข้อสรุปด้านเทคนิคจากผลการศึกษาการรบกวนสัญญาณในคลื่น 3500 MHz ของ กสทช. จำนวน 100 GHz

และจากมติของ กสทช. 19/2563 วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2563 เรื่องการยุติการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.4-3.7 GHz ในกิจการดาวเทียม เพื่อนำมาใช้กับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และมติ 5/2566 วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 เรื่องการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.3-3.4 GHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมคลื่อนที่สากลนั้น ทำให้สรุปแนวทางการจัดสรรคลื่นได้ 3 กรณีดังนี้

ตารางที่ 61 รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ C-band

กรณีการจัดสรร	รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ C-band



ซึ่งการพิจารณา Guard Band (GB) ถึงแม้ว่าการศึกษาจากต่างประเทศพบว่าสามารถใช้ GB ได้น้อยกว่า 100 MHz ไม่ว่าจะเป็น สหรัฐอเมริกา บราซิล แต่จากผลการศึกษาความเป็นไปได้เชิงเทคนิคที่ผ่านมาของ กสทช. ที่มีการทดสอบแล้ว ยังคง GB ที่ 100 MHz ประกอบกับการทดสอบยังไม่ครอบคลุมอุปกรณ์ LNB ของทุกตราอักษร ดังนั้นคณะผู้วิจัยฯ จึงยังคงเลือกใช้ GB ที่ 100 MHz เพื่อให้สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนได้

ในกรณีที่ 1 และ 2 นั้น จะมีการแข่งขันกัน 3 ราย (รายละ 100 MHz) และมี**ความเสี่ยง** คือ การเกิดขึ้นของรายที่ 3 ในตลาดปัจจุบัน ซึ่งการเลือกว่าจะเป็นกรณีที่ 1 หรือ 2 นั้นขึ้นอยู่กับสถานการณ์และนโยบายของภาครัฐ แต่ข้อจำกัดที่สำคัญคือการใช้ GB ในส่วนของ Standard C-band ทำให้ Bandwidth ของกิจการดาวเทียมลดลง และจำเป็นจะต้องมีการทดสอบอุปกรณ์ LNB ในท้องตลาดใหม่ทั้งหมด

ในกรณีที่ 3 ข้อดี คือ มีแถบคลื่นความถี่ถึง 5 ช่วง โดยการประมูลอาจจะประมูล 2 ช่วง (ช่วงละ 100 MHz) ก่อน หรือประมูล 5 ช่วงไปพร้อมกันได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และนโยบายภาครัฐในขณะนั้น (คล้ายกับกรณีที่ 1 และ 2) รวมถึงยังคงการให้บริการคลื่นในย่านความถี่ Standard C-band ไว้ในกิจการดาวเทียม ซึ่งยังมีความต้องการใช้งานอยู่ในหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน หรือหน่วยงานบรรเทาสาธารณะภัย จนกว่าดาวเทียมในความถี่ย่าน C-band จะหมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2572 อีกทั้งยังสอดคล้องกับมาตรฐานการใช้งานความถี่ในย่าน n78 (3.3-3.8 GHz) ของ 5G ตามข้อเสนอแนะของ ITU

และจากการรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) ในวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2566 พบว่าโดยส่วนใหญ่เลือกกรณีที่ 3 เพราะเห็นว่าจะส่งผลกระทบน้อยที่สุดในการปรับเปลี่ยน และยังสามารถคงการให้บริการในกิจการดาวเทียมได้อย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าแนวโน้มเทคโนโลยีในส่วนของดาวเทียมจะมุ่งไปในความถี่ย่าน Ku-Band แต่ความต้องการใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน C-band นั้น ในประเทศไทยยังมีปริมาณและความต้องการใช้งานอยู่

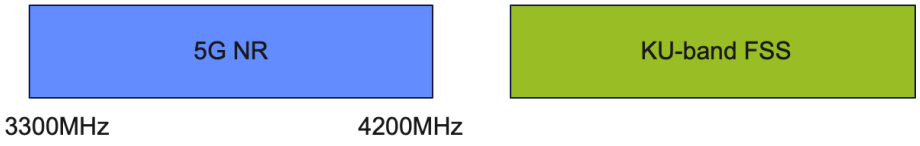
อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอเพิ่มเติมจากการรับฟังความคิดเห็น โดยยกกรณีทางเลือกเพิ่มเติมว่าให้มีการใช้คลื่นความถี่ C-band ตั้งแต่ 3.3-4.2 GHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ในขณะที่กิจการดาวเทียมให้ย้ายไปใช้ในคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ข้อดี คือ การไม่มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นอย่างสิ้นเชิง แต่ข้อจำกัดคือ จะต้องปรับเปลี่ยนผู้ใช้จานดาวเทียม C-band ทั้งหมดไปเป็น Ku-Band โดยจากตัวเลขการประเมินอยู่ที่ 10.12 ล้านครัวเรือน มีค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนเฉลี่ย 1,500-2,000 บาทต่อราย และจะมีค่าใช้จ่ายรวม 15,180-20,240 ล้านบาท ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และยังมีค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหน่วยงานความมั่นคงหรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่ใช้งานในการรับส่งข้อมูลผ่านดาวเทียม

โดยคณะผู้วิจัยฯ มีความเห็นว่าทางเลือกที่ 3 ในการจัดสรรคลื่นความถี่ จะทำให้การเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยีเป็นไปได้อย่างรวดเร็วกว่ากรณีอื่น ๆ เนื่องจากมีผลการศึกษาด้านเทคนิคในเบื้องต้นแล้ว และสามารถใช้ประโยชน์จากทั้งกิจการดาวเทียมและกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยที่มีผลกระทบในด้านสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด

การพิจารณาอีกส่วนที่มีความสำคัญ ได้แก่การใช้งานในกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมยังมีความจำเป็นไปจนสิ้นสุดอายุการใช้งานของดาวเทียมในย่านความถี่ C-band โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ในส่วนของ VSAT และ ภารกิจในสถานการณ์ฉุกเฉิน ของหน่วยงานภาครัฐ โดยรูปแบบที่เป็นไปได้ภายหลังอายุดาวเทียมสิ้นสุด มี 2 รูปแบบคือ

แบบที่ 1 ยังมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยมีผู้ใช้งานในส่วนของ VSAT และ Emergency ของหน่วยงานภาครัฐ และผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ Standard C-band ยังรับชมอยู่

แบบที่ 2 จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band ให้กับกิจการอื่น โดยเฉพาะกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ตามแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีของโลก ในภูมิภาคที่ 1 และ 2 ที่นำย่านความถี่ Standard C-band มาประยุกต์ใช้ โดยผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมและผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย้ายไปอยู่ในความถี่ย่าน Ku-Band



รูปที่ 71 รูปแบบความเป็นไปได้ในการจัดสรรคลื่น ภายหลังดาวเทียม C-band หมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2572 ในกรณีที่มีการยุติการใช้คลื่น Standard C-band สำหรับกิจการดาวเทียม

5.2.5 ปัจจัยด้านการส่งเสริมหรือนโยบายจากภาครัฐ

จากการศึกษาในด้านนโยบายของภาครัฐ และบทเรียนที่ได้จากกรณีศึกษาในต่างประเทศ พบว่า

1) ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยอยู่ในช่วงการสร้างการรับรู้ที่มีต่อการใช้ประโยชน์จาก 5G โดยการส่งเสริมการสร้าง Show Case ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งยังไม่มีการกำหนดตัวชี้วัดที่ชัดเจนในเรื่องการนำไปใช้ประโยชน์ หรือมีปัจจัยด้านเศรษฐกิจที่ทำให้ยังไม่สามารถพัฒนาให้สามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า
2) บทเรียนจากต่างประเทศพบว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิ ญี่ปุ่น จีน เกาหลี ฝรั่งเศส เป็นต้น มีการใช้ประโยชน์หรือมีการผลักดันการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเป้าหมายของแต่ละประเทศ
3) สำหรับประเทศไทยมีการสร้างหมุดหมายที่สำคัญ โดยมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม และนำเทคโนโลยีใหม่มาปรับใช้และต่อยอดในภาคการผลิตและบริการ โดยให้ครอบคลุมทั้งภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาคการท่องเที่ยว ภาคขนส่ง และผู้ประกอบการต่าง ๆ โดยจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 ได้มีการส่งเสริมการต่อยอดในอุตสาหกรรม 4 ประเภท ได้แก่ ภาคการเกษตรและการแปรรูป ภาคยานยนต์ไฟฟ้า ภาคการสาธารณสุข และการผลิตอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์อัจฉริยะ

ดังนั้นการขับเคลื่อนปัจจัยนี้จะเป็นไปตามแผนการส่งเสริมการปฏิบัติการใช้ประโยชน์จาก 5G ระยะที่ 2 ของกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมที่ยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา เพื่อเป็นการกำหนดแนวทางในการพัฒนาและต่อยอดอุตสาหกรรมของประเทศไทย

รูปที่ 72 ร่างยุทธศาสตร์แผนปฏิบัติการใช้ประโยชน์จาก 5G ระยะที่ 2 (สดช, 2566)

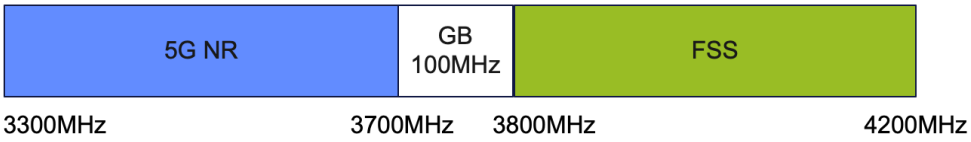
5.3 การวิเคราะห์คลื่นความถี่ย่าน Extended C-band (3.3-3.7 GHz)

จากมติของ กสทช. 19/2563 วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2563 เรื่องการยุติการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.4-3.7 GHz ในกิจการดาวเทียม เพื่อนำมาใช้กับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และมติ 5/2566 วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 การใช้คลื่นความถี่ย่าน 3.3-3.4 GHz สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล

ดังนั้นในปัจจุบันคลื่นความถี่ย่าน Extended C-band จึงถือได้ว่าไม่มีผู้ใช้งาน และสามารถนำมาใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลได้ แต่ส่วนที่สำคัญคือผลกระทบของการใช้งานคลื่นความถี่ในย่านนี้ ที่จะไปรบกวนการใช้งานคลื่นความถี่ย่านข้างเคียง โดยเฉพาะคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band ที่มีผู้ใช้งานสื่อสารผ่านดาวเทียม และการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเป็นสำคัญ

จากปัจจัยผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ ที่ได้กล่าวไปข้างต้น พบว่าการนำคลื่นย่าน Extended C-band มาใช้ได้นั้น ส่วนที่สำคัญคือ การลดผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้งานคลื่นความถี่ย่านข้างเคียง ไม่ว่าจะเป็นการปรับเปลี่ยนการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจาก C-band เป็น Ku-Band การพิจารณาถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ LNB ที่จะช่วยลดการรบกวนสัญญาณจากการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ Standard C-band หรือแม้แต่การวางแผนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในหน่วยงานภาครัฐ ที่จะช่วยให้การใช้คลื่น Extended C-band สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากปัจจัยด้านความต้องการแถบความถี่ในการใช้งาน การสัมภาษณ์เชิงลึก การรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม และการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ พบว่ารูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ C-band ควรจะมีรูปแบบดังรูปที่ 73



รูปที่ 73 รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ที่น่าเป็นไปได้

ซึ่งการดำเนินการจัดสรรดังกล่าวนี้จะช่วยลดผลกระทบต่อสัญญาณรบกวนและเป็นไปตามมาตรฐานข้อเสนอแนะของ ITU ในเรื่องย่านความถี่ในการใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล พร้อมกับการพิจารณาถึงปริมาณความต้องการใช้งานในกิจการดาวเทียมที่มีแนวโน้มลดลง แต่ยังมีความจำเป็นในการใช้งานในเรื่องของการถ่ายทอดสด การรับส่งข้อมูล รวมถึงการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในช่วงแรก โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาดังนี้

1) รายงานการศึกษาภายใต้โครงการศึกษาวิจัยเพื่อเสนอแนะนโยบายสาธารณะด้านการบริหารคลื่นความถี่ สำหรับกรณีการใช้คลื่นความถี่ร่วมกันระหว่างกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เทคโนโลยี 5G และกิจการอื่นในย่านความถี่ 3500 MHz และ 28 GHz และมีข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันมิให้สัญญาณจาก 5G รบกวนกับกลุ่มภาคประชาชนผู้รับชมทั่วไป (กสทช) ว่าควรจะให้กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ใช้ช่วง 3300 – 3600 MHz และดาวเทียมใช้ช่วง 3700 – 4200 MHz และ Guard band ขนาด 100 MHz เป็นสำคัญ

2) ผลการการดำเนินการปรับเปลี่ยนของบราซิล ในการปรับเปลี่ยนและลดการใช้งานของกิจการดาวเทียม โดยมีการย้ายผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปในการย่านความถี่ Ku-Band โดยอิงจากผลการศึกษาที่ได้กล่าวไปและรายงานประกอบของ GSMA

5.4 การวิเคราะห์คลื่นความถี่ย่าน Standard C-band (3.7-4.2 GHz)

เนื่องด้วยการใช้งานคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ในปัจจุบันเป็นการให้บริการในกิจการดาวเทียมเป็นสำคัญ โดยมีผู้ให้บริการหลัก 2 รายได้แก่ บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ซึ่งทั้งสองรายให้บริการดาวเทียมไทยคม-6 และไทยคม-7 ที่จะสามารถให้บริการได้ถึงปี พ.ศ. 2572 (ตามอายุภารกิจดาวเทียม) ดังนั้นการให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียม และการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ยังคงสามารถให้บริการได้จนถึงปี พ.ศ. 2572 ซึ่งคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ก็ยังคงมีความจำเป็นสำหรับกิจการดาวเทียมในห้วงระยะเวลาดังกล่าว

อย่างไรก็ดีภายหลังปี พ.ศ. 2572 การใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการดาวเทียม มีแนวโน้มชัดเจนว่าจะเปลี่ยนไปใช้คลื่นความถี่ Ku-Band หรือ Ka-Band เพื่อให้มีอัตราการรับส่งข้อมูลเพิ่มขึ้น และจากรายงานโครงการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศไทยของ กสทช. พบว่าแนวโน้มรูปแบบการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะใช้งานอยู่ 3 ลำดับแรก ได้แก่ การรับส่งข้อมูลภายในธุรกิจหรือองค์กรที่มีฐานในพื้นที่ห่างไกล (Enterprise Data/VSAT) การส่งต่อสัญญาณ (Distribute) และการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Direct to Home: DTH) เป็นหลัก

ประกอบกับปริมาณความต้องการใช้ความถี่จากปัจจัยด้านความต้องการแถบความถี่ในการใช้งานของกิจการ 5G ที่มีความต้องการคลื่นความถี่ในย่าน Mid-band อย่างน้อย 2000 MHz ภายใน ปี พ.ศ.2573 ซึ่งปัจจุบันมีอยู่เพียง 450 MHz รวมกับที่จัดสรรจากข้อเสนอแนะตามรูปที่ 73 อีก 500 MHz รวมกันเพียง 950 MHz ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ และแนวโน้มของการนำคลื่นในย่าน Standard C-band มาใช้งานในกิจการ 5G ในภูมิภาคอื่นของโลก (ในเขตภูมิภาค 1 และ 2 ของ ITU)

รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ที่เป็นไปได้ สำหรับการใช้งานดาวเทียมในอนาคต และความต้องการแถบความถี่ในกิจการ IMT 5G ตามรูปที่ 71 โดยกิจการดาวเทียมจะถูกปรับเปลี่ยนไปอยู่ที่ Ku-Band

โดยความเสี่ยงของการปรับเปลี่ยนการใช้งานในย่านความถี่ Standard C-band เป็น Ku-Band จะมีประเด็นดังต่อไปนี้

- ช่องสัญญาณสำหรับรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ Ku-Band มีความอ่อนไหวต่อสภาพอากาศมากกว่าในย่านความถี่ C-band อาจทำให้เกิดความไม่พอใจ
- คุณภาพของภาพและเนื้อหาในช่องรับสัญญาณ Ku-Band ที่ต่ำกว่าช่องรับสัญญาณ Standard C-band ในปัจจุบัน
- หน่วยงานภาครัฐอาจจะต้องการ การสนับสนุนงบประมาณในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ

แนวทางในการบริหารความเสี่ยงดังกล่าวสามารถสรุปดังนี้

1) กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ภาครับและการติดตั้งในย่าน Ku-Band สำหรับการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมให้มีคุณภาพมากขึ้น หรือการใช้เทคนิค Site diversity เพื่อลด Outage Probability ในสภาวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย
2) การผ่อนปรนกฎ Must Carry ตามแนวคิดปัจจัยผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่
3) ควรออกประกาศ กสทช. ว่าด้วยการยุติการใช้งานคลื่นความถี่ในช่วง 3.7-3.8 GHz เพิ่มเติมสำหรับกิจการดาวเทียมล่วงหน้าอย่างน้อย 3-4 ปี เพื่อให้เกิดการปรับตัวของผู้ที่เกี่ยวข้อง
4) จัดให้มี Prioritize Emergency Channel ในส่วนของ 5G พร้อมอุปกรณ์สนับสนุนที่จำเป็น เพื่อใช้เป็นช่องสัญญาณสำรองฉุกเฉินสำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

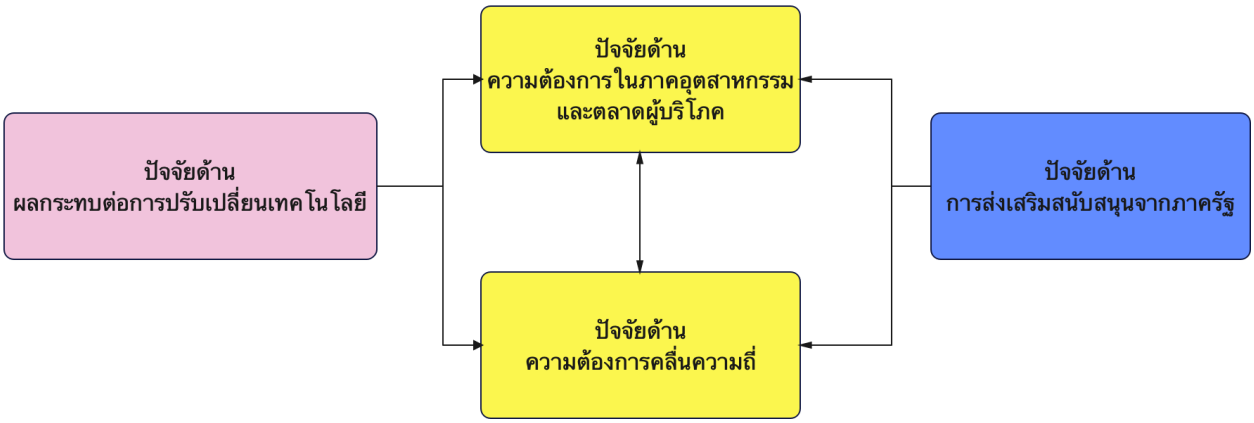
ผลจากการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ พบว่าปริมาณความต้องการใช้งานใน C-band ยังมีความต้องการอยู่ ถึงแม้ว่าจะลดน้อยลง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ในส่วนของการรับส่งข้อมูลการใช้งานในภารกิจบรรเทาสาธารณภัย มีปริมาณความต้องการในระดับเดิม ซึ่งหมายความว่า ความเป็นไปได้ในการย้ายการใช้งานไปสู่ Ku-Band ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้ในรูปแบบการใช้งานในกลุ่มอื่น ๆ ที่มิใช่ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

โดยสรุปแล้ว ควรเลือกรูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่แบบ Case C หรือเป็นไปตามรูปที่ 73 ซึ่งจะเหมาะสมกับแนวทางความต้องการใช้งาน โดยลดปริมาณการใช้งานในย่านความถี่นี้ลงเพื่อเป็น Guard band 100 MHz และเป็นไปตามแนวโน้มการใช้งานตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

5.5 รูปแบบของนโยบายสาธารณะที่เป็นไปได้

จากข้อสรุปปัจจัยการขับเคลื่อนในแต่ละด้าน และการวิเคราะห์คลื่นความถี่ย่าน C-band จะเห็นได้ว่าแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน โดยปัจจัยด้านผลกระทบจะเป็นปัจจัยแรกที่จะผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยี ซึ่งส่วนที่สำคัญคือการลดผลกระทบและลดจำนวนของผู้ใช้งานในคลื่นย่าน C-band ในปัจจุบัน โดยเฉพาะกลุ่มผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีจำนวนระหว่าง 5.97-10.12 ล้านครัวเรือน (จากผลการประเมินข้อมูลเชิงสถิติของคณะผู้วิจัยฯ)

ในส่วนที่สองคือความพร้อมของผู้ใช้บริการ และความต้องการใช้คลื่นความถี่ โดยต้องสามารถรองรับเทคโนโลยีที่สูงขึ้น เพื่อให้เกิด Use Case หรือการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศซึ่งจะสัมพันธ์กับการส่งเสริมจากภาครัฐ เพื่อรองรับการเติบโตของเทคโนโลยีในอนาคต



รูปที่ 74 ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยการขับเคลื่อนนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ C-band ในระยะ 10 ปี

ดังนั้นคณะผู้วิจัยฯ จะแบ่งกรอบระยะเวลาเป็น 3 ช่วง ได้แก่

ช่วงที่ 1 การเปลี่ยนถ่ายจากการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ในย่าน C-band จากกิจการดาวเทียมเป็นกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล ซึ่งหลักหรือหมุดหมายที่สำคัญ (Milestone) ได้แก่ การสำรวจที่ตั้งและการใช้งานจานดาวเทียม C-band การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB และการจัดสรรคลื่นความถี่อย่างเหมาะสม โดยมีกิจกรรมการทดสอบการรบกวนระหว่าง 2 กิจการ กิจกรรมด้านการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ 5G และกิจกรรมด้านการส่งเสริมการตลาดจาน Ku-Band เป็นปัจจัยสนับสนุน

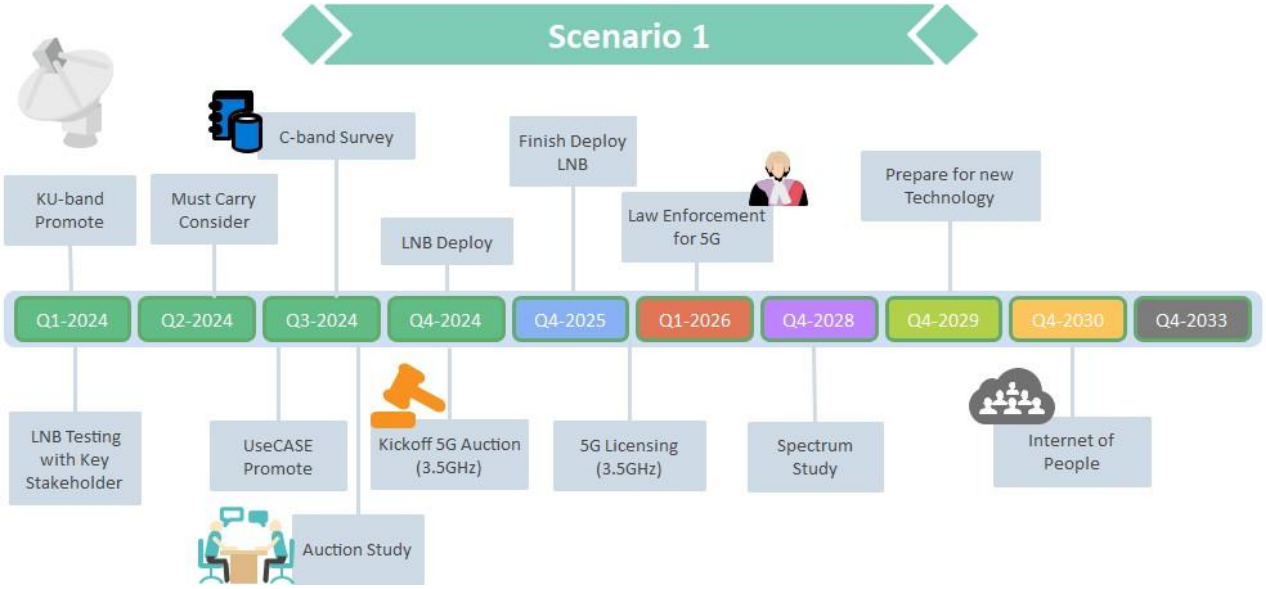
ช่วงที่ 2 การใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ทั้งในกิจการดาวเทียมและกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ IMT ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญคือ การออกใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่าน Extended C-band และการผ่อนปรนกฎระเบียบหรือการปรับปรุงให้มีความทันสมัย เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลทั้งในส่วน 5G และ Space Economy โดยมีกิจกรรมการศึกษาแนวทางในการประมูลหรือกิจกรรมด้านการวางแผนคลื่นความถี่ ในอนาคตเป็นส่วนสำคัญ ก่อนที่ดาวเทียมไทยคมทั้งสองดวงที่จะหมดอายุตามภารกิจในปี พ.ศ. 2572 และควรพิจารณาถึงความจำเป็นในการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band ในส่วนของผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมด้วย

ในอนาคตหากมีแผนการใช้งานกิจการดาวเทียมในคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band จำเป็นจะต้องประกาศยกเลิกการใช้งานโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน Standard C-band เป็นการล่วงหน้าอย่างน้อย 3 ปี เพื่อลดผลกระทบต่อผู้ใช้งานดาวเทียมที่ยังเหลืออยู่ อาทิ ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงระบบการรับชมจากคลื่นความถี่ย่าน C-band เป็นต้น

ช่วงที่ 3 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี โดยประเด็นที่สำคัญคือประเทศไทยจะต้องมุ่งไปสู่ IMT-2030 และการวางแผนด้านการจัดสรรคลื่นความถี่ในระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า เพื่อให้ตอบสนองต่อโลกความจริงเสมือนกับโลกกายภาพที่จะเกิดการหลอมรวมเข้าด้วยกัน หรือการเกิดทรัพย์สินดิจิทัลในโลกเสมือนขึ้นในอนาคต ประเด็นในช่วงนี้คือแนวโน้มของเทคโนโลยี และนโยบายการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จาก 5G และกิจการอวกาศของภาครัฐ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยฯ จึงได้ดำเนินการจัดทำแนวทางของนโยบายสาธารณะในระยะยาว (กรอบเวลา 10 ปี) เป็น 4 ทางเลือก โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในเชิงเทคนิค และระยะเวลาในการเกิดมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีวิธีคิดแบบ Best Case และ Worst Case ดังนี้

5.5.1 แบบที่ 1 Best Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ย่าน C-band



รูปที่ 75 แนวนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band แบบที่ 1

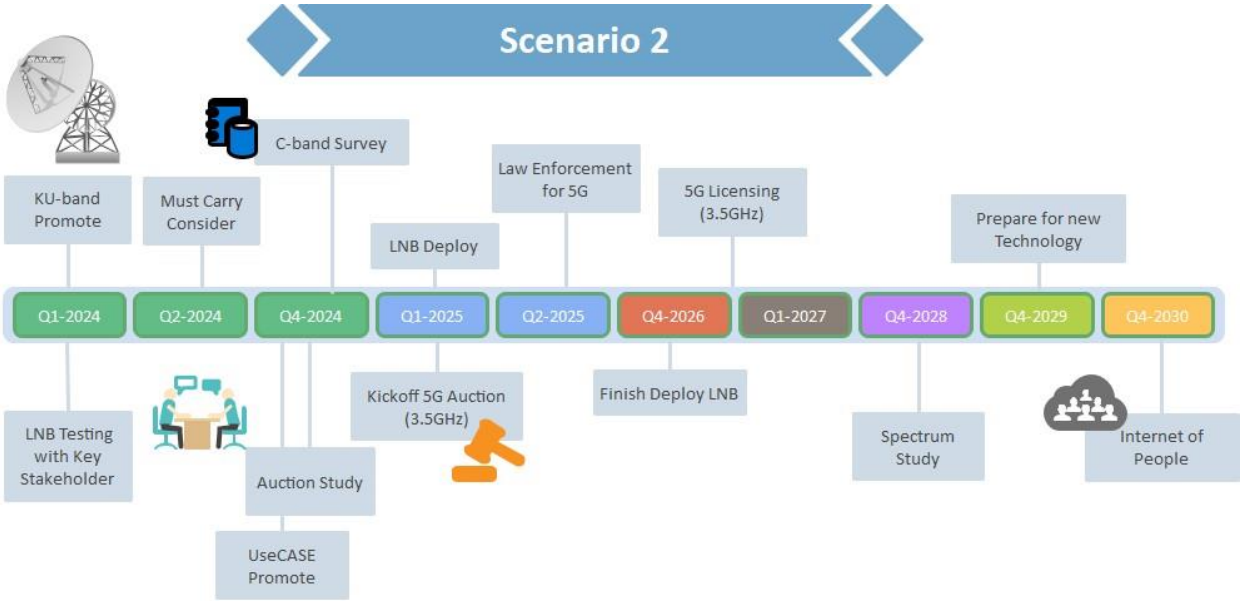
- **ช่วงที่ 1: 2 ปีแรก** เห็นว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์ LNB ได้เร็วที่สุดภายใน 1 ปี ซึ่งการให้ใบอนุญาต กำหนดให้เร็วขึ้นได้ ถ้าวางแผนในการติดตั้งอุปกรณ์ LNB ในเขตเมืองก่อน เนื่องจากการสำรวจพบว่า เขตเมืองมีการติดตั้งจานดาวเทียม C-band น้อยกว่า และการลงทุนมีความคุ้มค่ามากกว่า
- **ช่วงที่ 2: 5 ปีถัดมา** เป็นการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G บนคลื่นย่าน C-band โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก Showcases เป็น Use Case และสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีนัยยะสำคัญในระยะ 3 ปี (ประเมินจากแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ของคณะผู้วิจัยฯ)
- **ช่วงที่ 3: 3 ปีสุดท้าย** ระยะการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีโดยพิจารณา Spectrum Roadmap และ แนวโน้มเทคโนโลยี เพื่อรองรับการพัฒนาของเทคโนโลยี 6G ในอนาคต

โดยรูปแบบที่ 1 นี้มี**ปัจจัยส่งเสริม**ได้แก่ ปริมาณการใช้งาน 5G ในภาคอุตสาหกรรม และการนำเข้าอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ในราคาถูก หรือการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ลักษณะ Fixed Wireless Access (FWA) โดยมุ่งไปที่การให้บริการสาธารณะในพื้นที่นอกเมืองหรือพื้นที่ห่างไกลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศ รวมถึงทิศทางแผนปฏิบัติการใช้ประโยชน์จาก 5G ในระยะที่ 2 ด้วย

ข้อจำกัดคือระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB ทั้งประเทศในช่วงเวลา 1 ปี ซึ่งอาจจะมีความเสี่ยงที่จะดำเนินการไม่แล้วเสร็จ โดยแนวทางบริหารความเสี่ยงคือ ควรจะกำหนดให้การเปลี่ยนอุปกรณ์ เริ่มจากในเขตเมืองก่อน โดยเน้นตามแหล่งท่องเที่ยวหรือพื้นที่อุตสาหกรรมที่มีปริมาณการใช้งาน 5G หนาแน่น

จากนั้นจึงเริ่มเปลี่ยนอุปกรณ์ในเขตพื้นที่นอกเมือง และพื้นที่ห่างไกลตามลำดับ ซึ่งจะสัมพันธ์กับข้อมูลการประเมินการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band สำหรับกิจการดาวเทียมที่การใช้งานในเขตเมืองต่อเขตนอกเมืองเป็นอัตราส่วน 3:7 ดังนั้นการออกใบอนุญาตอาจจะเป็นเมืองท่องเที่ยว หรือเมืองที่จะเกิดนิคมอุตสาหกรรม

5.5.2 แบบที่ 2 Worst Case และคงการใช้ประโยชน์ 2 กิจการในคลื่นความถี่ C-band



รูปที่ 76 แนวนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band แบบที่ 2

- **ช่วงที่ 1: 3 ปีแรก** เห็นว่าสามารถติดตั้งอุปกรณ์ LNB ได้ภายใน 1.5 ปี และมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียม Ecosystem สำหรับ 5G ให้มีความพร้อมต่อการใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรม
- **ช่วงที่ 2: 5 ปีถัดมา** เป็นการใช้ประโยชน์จากคลื่นย่าน C-band ใน 5G โดยประเมินว่าการเปลี่ยนแปลงจาก Showcases เป็น Use Case เกิดความล่าช้ามากกว่า 3 ปี เนื่องจากสถานการณ์โควิด-19
- **ช่วงที่ 3: 2 ปีสุดท้าย** ระยะการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีโดยพิจารณา Spectrum Roadmap และ แนวโน้มเทคโนโลยี เพื่อรองรับการพัฒนาเทคโนโลยี 6G ในอนาคต

โดยปัจจัยที่จะทำให้รูปแบบที่ 2 **ประสบผลสำเร็จ**ได้คือปริมาณการใช้งาน 5G ในภาคอุตสาหกรรมที่จะเข้ามาผลักดัน โดยจากผลการศึกษาวิจัยพบว่าควรจะมุ่งไปที่กลุ่มโรงงาน/ความมั่นคง/การศึกษา/การค้าปลีก ในระยะแรก ที่มีความมั่นใจในการใช้เทคโนโลยี และแก้ไขข้อกังวลเรื่องกฎหมาย รวมถึงการสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับ Generation Z ที่จะเปลี่ยนแปลงหรือสร้างอิทธิพลในการเปลี่ยนแปลงเชิงสังคม และการเพิ่มปริมาณการใช้อุปกรณ์ Smart Device

ข้อจำกัด เนื่องจากรูปแบบที่ 2 เป็นการเน้นในการพัฒนา 5G Environment และการใช้กลไกตลาดนำในการปรับเปลี่ยนจาน C-band เป็น Ku-Band ซึ่งถือเป็นความท้าทายของภาครัฐอย่างมาก ดังนั้นจึงอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงได้ไม่มาก หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน

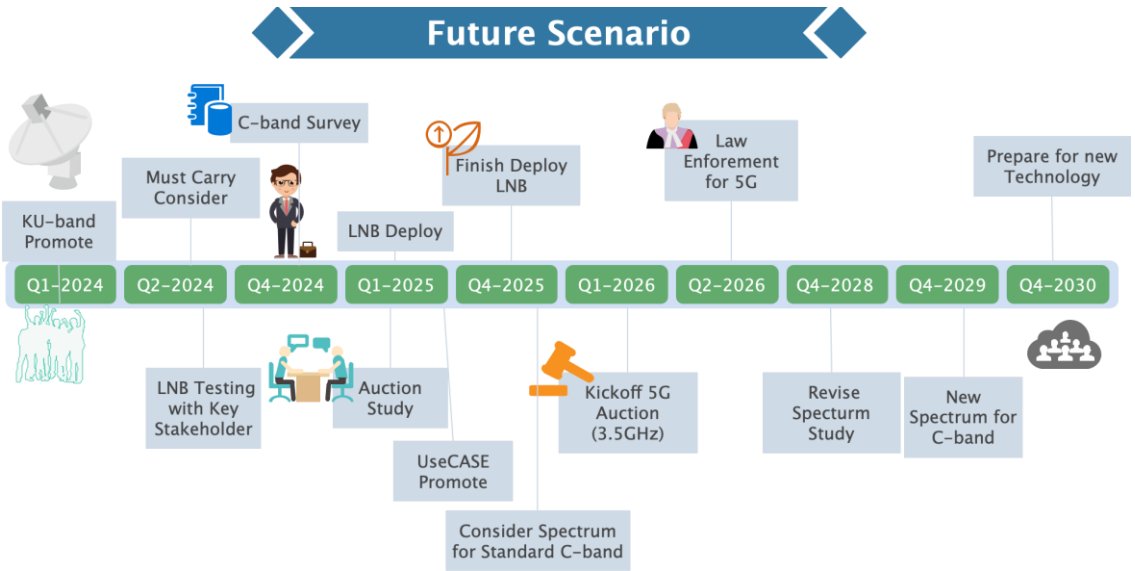
จากการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม ในวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2566 พบว่าผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ แสดงความกังวลเกี่ยวกับการดำเนินการของภาครัฐในช่วงที่ 1 ว่าจะสามารถบริหารจัดการได้ทันต่อกรอบระยะเวลาได้หรือไม่ ไม่ว่าจะเป็นแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 ก็ตาม

กิจกรรมสำคัญที่ผู้รับฟังความคิดเห็นส่วนใหญ่พิจารณาคือ กิจกรรม C-band Survey ที่จะสำรวจข้อมูลจุดติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม เพื่อใช้เป็นข้อมูลหลักในการวางแผนติดตั้งอุปกรณ์ LNB และการทดสอบสัญญาณรบกวน ซึ่งจะมีผลกระทบกับผู้ใช้งานคลื่นในย่าน Standard C-band ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะหน่วยงานความมั่นคง

ไม่ว่าจะเลือกแบบที่ 1 หรือแบบที่ 2 การวางแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน C-band มีความสำคัญสำหรับการพิจารณาใช้ประโยชน์ 5G Digital Economy และ Space Economy ที่จะเกิดขึ้นจากการแบ่งปันการใช้ประโยชน์คลื่นในย่านความถี่ C-band ร่วมกันระหว่าง 2 กิจการ ในกรณีที่เลือกการจัดสรรคลื่นกรณีที่ 3 (ตารางที่ 61) มีการประเมินจากงานวิจัยว่าจะทำให้เกิดมูลค่ากว่า 50,031 ล้านบาท ในระยะเวลา 10 ปี จากการใช้ประโยชน์จากคลื่น C-band ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ทั้งนี้ยังไม่นับรวมมูลค่าใบอนุญาตที่จะเกิดจากการประมูลคลื่นความถี่

จากการประชุมรับฟังความคิดเห็นเฉพาะกลุ่ม (Focus Group) ยังมีประเด็นที่สำคัญคือ การจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band ภายหลังปี พ.ศ. 2571 ซึ่งถือเป็นจุดสำคัญในการนำคลื่นย่านความถี่ดังกล่าวมาสร้างมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในอนาคต ดังนั้นคณะผู้วิจัยฯ จึงได้พัฒนานโยบายทางเลือกแบบที่ 3 และแบบที่ 4 ขึ้น โดยอ้างอิงแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เพื่อให้เกิดภาพที่สมบูรณ์ในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Standard C-band ไปอยู่ในคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น

5.5.3 แบบที่ 3 Best Case และปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมย่านความถี่ C-band



รูปที่ 77 แนวนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band แบบที่ 3

แนวคิดของนโยบายสาธารณะในแบบที่ 3 จะคล้ายคลึงกับแบบที่ 1 แต่ส่วนที่เพิ่มเติมได้แก่ การพิจารณาถึงการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band (3.7-4.2 GHz) ซึ่งจากข้อมูลการสัมภาษณ์เชิงลึก และข้อมูลการใช้ประโยชน์ของผู้ใช้งานดาวเทียม พบว่ายังมีปริมาณการใช้ของผู้ใช้งานในหน่วยงานภาครัฐในรูปแบบของ VSAT และ Emergency และผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band อยู่จนถึงปี พ.ศ. 2572 รวมถึงใบอนุญาตให้บริการโทรทัศน์จะสิ้นสุดลงในปี พ.ศ. 2572 ทำให้ในช่วงแรกการจัดสรรคลื่นความถี่ C-band ยังเป็นลักษณะของการแบ่งคลื่นใช้งานระหว่าง 2 กิจการ โดยยึดรูปแบบการจัดสรรคลื่นในกรณีที่ 3 (ตารางที่ 61) เป็นสำคัญ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการใช้งานดาวเทียมในย่านความถี่ C-band พบว่าผู้ให้บริการดาวเทียมมีแนวโน้มที่จะให้บริการในคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น อาทิ Ku-Band หรือ Ka-Band เพื่อให้ได้อัตราการรับส่งข้อมูลที่เร็วขึ้นในอนาคต ประกอบกับการประมูลวงโคจรเมื่อต้นปีพ.ศ. 2566 ที่บริษัทสเปซ เทค อินโนเวชั่น จำกัด (STI) ซึ่งเป็นบริษัทลูกของบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ชนะการประมูลวงโคจรดาวเทียม 2 ชุด ได้แก่ วงโคจร 78.5E (ข่ายงาน A2B และ LSX2R) และวงโคจร 119.5E (ข่ายงาน IP1, P3 และ LSX3R) , วงโคจร 120E (ข่ายงาน 120E) ใช้สำหรับการให้บริการบรอดแบนด์ (Thaipost, 2023) โดย

- **เฟสที่ 1** สร้างดาวเทียมขนาดเล็ก (10 Gbps) จำนวน 2 ดวง มูลค่ารวม 65.6 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณ 2,181 ล้านบาทต่อดวง ระยะเวลาก่อสร้าง 2 ปี และคาดว่าจะเริ่มให้บริการได้ในปี 2568 มีอายุการใช้งานประมาณ 8 ปี
- **เฟสที่ 2** มีแผนสร้างดาวเทียมขนาดใหญ่ (100 Gbps) คาดว่ามีมูลค่า 238.3 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณ 7,917 ล้านบาท ระยะเวลาก่อสร้าง 4 ปี คาดว่าจะเริ่มให้บริการในไตรมาส 3 ปี 2570 อายุการใช้งานประมาณ 15-16 ปี

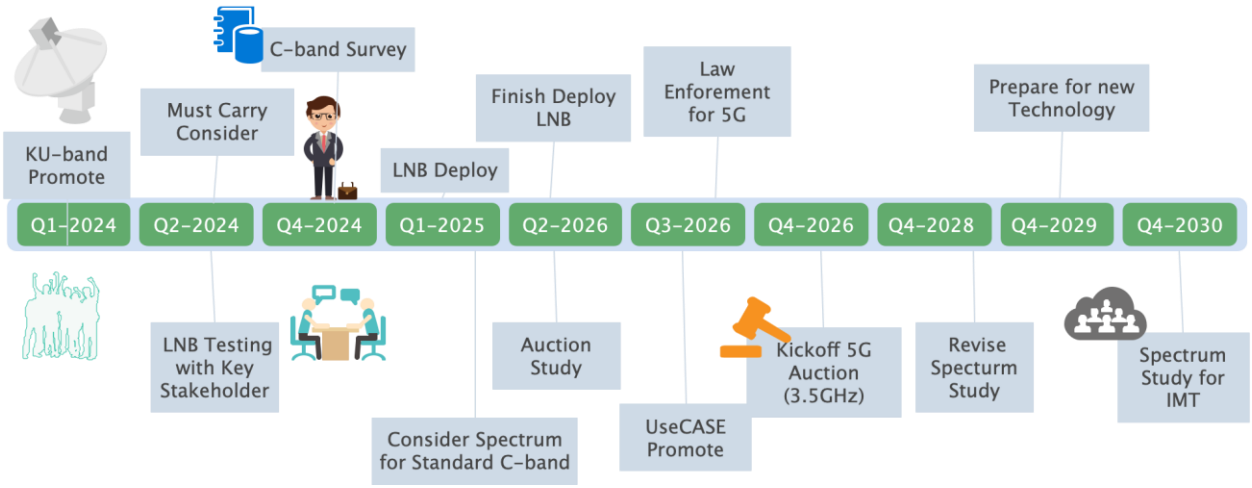
และยังพบว่าการให้บริการของดาวเทียมดวงใหม่ไม่ได้อยู่ในย่านความถี่ C-band อีกทั้งยังมีเงื่อนไขที่จะต้องให้บริการแก่หน่วยงานภาครัฐโดยให้สามารถใช้ช่องสัญญาณได้โดยไม่คิดมูลค่า

ดังนั้น ทางเลือกแบบที่ 3 จึงมี**ปัจจัยที่จะช่วยให้เกิดผลสำเร็จ**คือ การปรับเปลี่ยนผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปใช้คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ซึ่งจะต้องมีการผ่อนปรนกฎ Must Carry และการสนับสนุนผู้ผลิตคอนเทนต์ในระบบ Ku-Band ตามปัจจัยการขับเคลื่อนด้านการเปลี่ยนแปลง C-band (ปัจจัยด้านที่ 1) โดยมีกลยุทธ์หลักคือ

1) ภาครัฐจะต้องออกกฎบังคับการเปลี่ยนแปลงผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจากระบบ C-band เป็น Ku-Band ภายหลังหมดอายุภารกิจดาวเทียมปัจจุบัน ประกอบกับการผ่อนปรนกฎ Must Carry
2) จัดเตรียมช่องสัญญาณฉุกเฉินในสถานการณ์ที่การสื่อสารปกติไม่สามารถใช้งานได้ โดยใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ในย่านความถี่ใหม่ตามที่ได้กำหนดไว้ในเงื่อนไขแนบท้ายการประมูลของดาวเทียมดวงใหม่

ความเสี่ยงของเรื่องดังกล่าวได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ของการรับส่งข้อมูลของหน่วยงานที่จะได้รับผลกระทบทางตรง อาทิ หน่วยงานความมั่นคง (รถสื่อสาร หรือสถานีรับส่งสัญญาณ) และแรงต้านในระดับประเทศในเรื่องการประกาศยกเลิกการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band สำหรับกิจการดาวเทียม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือสิทธิของการใช้งานในตำแหน่งวงโคจร ซึ่งควรจะมีการรอประกาศ กสทช. ว่าด้วยการใช้คลื่นความถี่ในสถานการณ์ฉุกเฉินในความถี่ย่าน C-band บางส่วน หรือประกาศ กสทช. ว่าด้วยคลื่นความถี่ที่หน่วยงานความมั่นคงยังจำเป็นต้องใช้งาน (ในกรณีที่ผู้ให้บริการดาวเทียมยังให้บริการในคลื่นความถี่ย่าน C-band) เพื่อลดแรงต้านทานที่จะเกิดขึ้นด้วย

5.5.4 แบบที่ 4 Worst Case และปรับเปลี่ยนผู้ใช้งานระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมย่านความถี่ C-band



รูปที่ 78 แนวนโยบายสาธารณะในการบริหารจัดการคลื่นความถี่ C-band แบบที่ 4

แนวทางในแบบที่ 4 นี้เป็นการผสมระหว่างแบบที่ 2 (ในช่วง 5 ปีแรก) และแบบที่ 3 (ในช่วง 5 ปีหลัง) ดังนั้น**ความเสี่ยง**ของทางเลือกในแบบที่ 4 จะขึ้นอยู่กับการพิจารณาการใช้คลื่นความถี่ในย่าน Standard C-band ว่าจะนำไปใช้ในกิจการใด โดย

1) **ใน 5 ปีแรก** เป็นการแบ่งการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ระหว่าง 2 กิจการ เพื่อให้เกิดมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงรอให้หมดอายุใบอนุญาตในเรื่องของการให้บริการโทรทัศน์ ที่ยังอ้างอิงกับกฎ Must Carry และรอหมดอายุภารกิจดาวเทียม C-band ซึ่งแนวโน้มของเทคโนโลยีจะมุ่งไปสู่คลื่นความถี่อื่นที่สามารถรับส่งสัญญาณได้รวดเร็วมากขึ้น รวมถึงในการสร้างดาวเทียมใหม่ของประเทศไทยก็มิได้มุ่งเน้นคลื่นย่านความถี่ C-band ดังนั้นการจัดสรรคลื่นความถี่ยังเป็นไปตามในกรณีที่ 3
2) **ใน 5 ปีหลัง** ให้ผู้ใช้ประโยชน์จากการสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยเฉพาะผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมย้ายไปใช้ในคลื่นความถี่ย่าน Ku-Band หรือ Ka-Band ในอนาคต เพื่อเพิ่มปริมาณการใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลได้

5.6 สรุปทางเลือกรูปแบบของนโยบายสาธารณะที่เป็นไปได้

ตารางที่ 62 ทางเลือกของนโยบายบริหารคลื่นความถี่ C-band ที่เป็นไปได้

ทางเลือกนโยบาย	ปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จ	การบริหารความเสี่ยง
แบบที่ 1	ความต้องการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในภาคอุตสาหกรรมและผู้บริโภค รวมถึงการใช้ประโยชน์ในรูปแบบ Public Utility ในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่นอกเมือง	ระยะเวลาในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ LNB โดยควรจะกำหนดการปรับเปลี่ยนในเขตเมืองท่องเที่ยวหรือเมืองอุตสาหกรรมก่อน เพื่อเร่งรัดให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานได้สูงสุด
แบบที่ 2	ความต้องการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในภาคอุตสาหกรรมและผู้บริโภค รวมถึงการเร่งรัดให้เกิดความตระหนักรู้ ต่อการใช้งาน 5G ของผู้บริโภค	การใช้กลไกตลาดนำ เพื่อการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การรับสัญญาณดาวเทียม C-band เป็น Ku-Band ในช่วงแรก จำเป็นจะต้องมีนโยบายจากภาครัฐที่ชัดเจนในการสนับสนุนการปรับเปลี่ยน
แบบที่ 3 แบบที่ 4	การออกกฎ หรือระเบียบในการยกเลิกการใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในกิจการดาวเทียม	การปรับตัวของผู้ใช้ประโยชน์ในกิจการดาวเทียมซึ่งส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานภาครัฐ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน หรือสิทธิในเรื่องของการใช้งานในตำแหน่งวงโคจร ซึ่งประเด็นที่จะลดแรงต้านได้ควรจะมีการประกาศการใช้คลื่นความถี่ในสถานการณ์ฉุกเฉินในความถี่ย่าน C-band หรือการประกาศ กสทช. ว่าด้วยคลื่นความถี่ที่หน่วยงานความมั่นคงยังมีความจำเป็นต้องใช้งานเป็นการเฉพาะ

แนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดจากสถานการณ์การใช้ประโยชน์จากคลื่นความถี่ C-band ในปัจจุบัน คือ แนวนโยบายสาธารณะในแบบที่ 2 โดยต้องพิจารณาถึงความต้องการใช้งานในย่าน Standard C-band ในประเทศไทยสำหรับกิจการดาวเทียม ว่ายังมีปริมาณที่เพียงพอต่อการให้บริการเชิงพาณิชย์สำหรับผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมหรือไม่ ซึ่งแนวทางคือการย้ายเฉพาะผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเท่านั้น และยังคงการใช้งานในกลุ่มผู้ใช้งานอื่น ๆ ตามผลของการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ รวมถึงผลการทดสอบได้รับการยอมรับจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายหรือไม่

ความเสี่ยงในกรณียกเลิกการใช้งานคลื่น C-band ทั้งย่านความถี่สำหรับกิจการดาวเทียม คือ **เรื่อง Filing วงโคจรที่ประเทศไทยได้รับจาก ITU** ผลกระทบคือ สิทธิในวงโคจร 78.5E และ 120E (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ บมจ ไทยคม ณ วันที่ 10 กรกฎาคม 2566) ซึ่งสิทธิ Filing จะหมดภายหลัง 3 ปีหลังจากที่วงโคจรดังกล่าวไม่มีการใช้งาน ซึ่งถ้าประเทศไทยต้องการรักษาสิทธิดังกล่าวจะต้องมีการดำเนินการในกิจการดาวเทียม ดังนั้นความเสี่ยงในเรื่องนี้จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ถ้าเป็นการย้ายเฉพาะผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

จำนวน	ไฟลิ่ง	วงโคจร	สถานะ	ย่านความถี่ C-band Downlink	การดำเนินการตามข้อบังคับวิทยุ (ITU's Radio Regulations)
1	THAICOM-C1	50.5E	ขั้นสมบูรณ์ (N)	3625 – 4200 MHz	ได้แจ้ง ITU ขอระงับการใช้งานคลื่นความถี่ชั่วคราวจนถึง 27 พ.ย. 2567
2	THAICOM-N1		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3400 – 4200 MHz	
3	THAISAT-51E	51E	ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	อยู่ระหว่างกระบวนการตีพิมพ์โดย ITU (ส่งเอกสารเมื่อ 25 เม.ย. 2566)
4	THAICOM-A2B	78.5E	ขั้นสมบูรณ์ (N)	3700 – 4200 MHz	มีการใช้งานคลื่นความถี่โดยดาวเทียมไทยคม 6 และไทยคม 8
5	THAICOM-A2		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3700 – 4200 MHz	
6	THAICOM-N2		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3700 – 4200 MHz	
7	THAICOM-Q2		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3700 – 4200 MHz	
8	THAISAT-78.5E		ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	BIU โดยใช้คลื่นความถี่บนดาวเทียมก่อน 5 พ.ค. 2571 (ไฟลิ่งหมดอายุ)
9	THAISAT-119.5E	119.5E	ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	BIU โดยใช้คลื่นความถี่บนดาวเทียมก่อน 5 พ.ค. 2571 (ไฟลิ่งหมดอายุ)
10	THAICOM-A3	120E	ขั้นสมบูรณ์ (N)	3700 – 4200 MHz	มีการใช้งานคลื่นความถี่โดยดาวเทียมไทยคม 7
11	THAICOM-A3B		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3400 – 4200 MHz	
12	THAICOM-N3		ขั้นสมบูรณ์ (N)	3600 – 4200 MHz	
13	THAISAT-120E		ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	BIU โดยใช้คลื่นความถี่บนดาวเทียมก่อน 13 ม.ค. 2570 (ไฟลิ่งหมดอายุ)
14	THAISAT-126E	126E	ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	BIU โดยใช้คลื่นความถี่บนดาวเทียมก่อน 24 ธ.ค. 2569 (ไฟลิ่งหมดอายุ)
15	THAISAT-142E	142E	ขั้นต้น (C)	3400 – 4200 MHz	BIU โดยใช้คลื่นความถี่บนดาวเทียมก่อน 19 ม.ค. 2572 (ไฟลิ่งหมดอายุ)

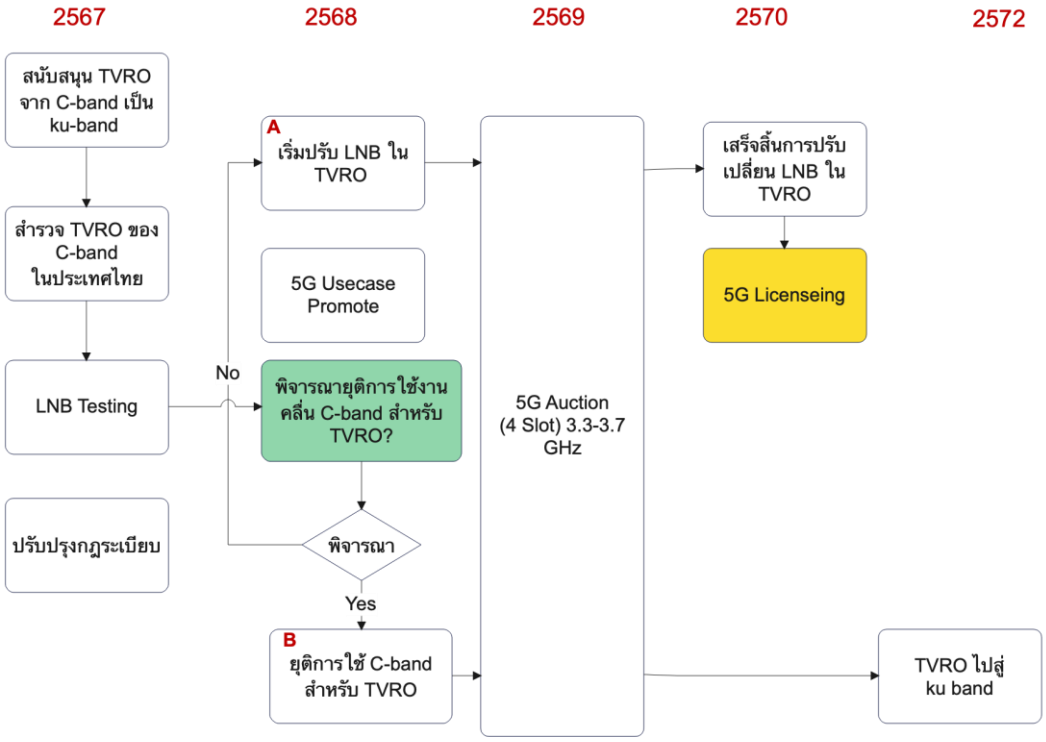
Thaicom Plc. Proprietary & Confidential

รูปที่ 79 ข้อมูลสถานะ Filing ของดาวเทียมในย่าน C-band ของประเทศไทย (ที่มา: บมจ. ไทยคม, 2566)

กล่าวได้ว่าความท้าทายในการผลักดันนโยบายการบริหารคลื่นความถี่ C-band นี้ได้แก่ การส่งเสริมให้ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในคลื่นความถี่ย่าน C-band ย้ายไปใช้คลื่นความถี่ย่าน Ku-Band ว่าจะประสบผลสำเร็จในระดับใด และจะเป็นคำตอบสำคัญในเรื่องงบประมาณในการปรับเปลี่ยน หรือการตัดสินใจในการออกกฎเกณฑ์การยกเลิกการใช้งานคลื่นความถี่ C-band ในกิจการดาวเทียม นำไปสู่การปรับตัวของหน่วยงานที่มากพอในการเปลี่ยนแปลง รวมถึงการออกกฎในการใช้คลื่นความถี่ในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉิน โดยอาจจะออกประกาศว่าเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน หน่วยงานสามารถใช้ช่วงคลื่นความถี่ย่านนี้ในการสื่อสารได้

กล่าวโดยสรุปแล้ว การวางแผนการบริหารจัดการคลื่นความถี่ย่าน C-band ระยะยาว (10 ปี) ถือเป็นหมุดหมายที่สำคัญของประเทศในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ได้แก่ การทบทวนความจำเป็นในการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน C-band ในกิจการดาวเทียมในช่วงงปี พ.ศ. 2572 เพื่อดาวเทียม C-band ของประเทศไทยทั้ง 2 ดวง หมดอายุตามภารกิจ (ปี พ.ศ. 2572) และใบอนุญาตให้บริการโทรทัศน์หมดอายุ

โดยประเด็นที่พิจารณาในการขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์คลื่น C-band ในระยะยาว มีด้วยกัน 2 ประเด็นได้แก่ 1) การทดสอบ LNB ตามความสำเร็จของประเทศบราซิล (ให้ทุกคนสามารถใช้งานในกิจการดาวเทียมในย่านความถี่ 3.8-4.2 GHz) โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายยอมรับในผลการทดสอบ และ 2) การพิจารณาความต้องการใช้งานสำหรับกิจการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-band ว่ายังมีความคุ้มค่าหรือไม่



รูปที่ 80 แนวทางการขับเคลื่อนในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2572

รูปที่ 80 แสดง**แนวทางและกระบวนการขับเคลื่อนนโยบายการใช้ประโยชน์คลื่นความถี่ย่าน C-band ในช่วงเวลาก่อนปี พ.ศ. 2572** เริ่มจากการสนับสนุนให้กลุ่มผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม ย้ายการรับบริการไปย่าน Ku-Band โดยใช้กลไกตลาดและพิจารณายุติการให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมสำหรับย่าน C-band แต่ยังคงการใช้งานสำหรับกลุ่มสื่อสาร และกลุ่มการใช้งานสำหรับภารกิจป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ที่มีความต้องการใช้งานในปริมาณที่สูง (ตามข้อเสนอแนะจากการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ) โดยในกรณี A รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่จะเป็นดังรูปที่ 81 และในกรณีที่ยุติการให้บริการ TVRO ในย่าน C-band (กรณี B) การจัดสรรคลื่นความถี่จะเป็นไปดังรูปที่ 82 และปรับเปลี่ยนผู้ใช้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมไปสู่ย่าน Ku-Band

รูปที่ 81 รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ ในกรณีที่ไม่ยุติการให้บริการ TVRO ในคลื่น C-band

รูปที่ 82 รูปแบบการจัดสรรคลื่นความถี่ ในกรณีที่ไม่ยุติการให้บริการ TVRO ในคลื่น C-band

บรรณานุกรม

A Kankanhalli, HL Lee HW Kim. (2016). *Investigating decision factors in mobile application purchase: A mixed-methods approach.* 53(6).

Advanced Television. (22 June 2022). เข้าถึงได้จาก https://advanced-television.com/2022/06/02/study-c-band-usage-by-satellite-networks/

Ajuntament de Barcelina. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://ajuntament.barcelona.cat/: https://ajuntament.barcelona.cat/ca/

Ali Alizadeh, Sara Quach and Nicolas Hamelin Arash Vahdat. (2021). *Would you like to shop via mobile app technology? The technology acceptance model, social factors and purchase intention*. Australasian Marketing.

Amsterdam Smart Vity. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://amsterdamsmartcity.com/: https://amsterdamsmartcity.com/

Blanca Hernández, Julio Jiménez, และ Ma José Martín. (March 2008). Extending the technology acceptance model to include the IT decision-maker: A study of business management software. *28*(3), หน้า 112-121. doi:https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.11.002

CMDF & Thai publica. (12 01 2023). *Setinvestnow*. เข้าถึงได้จาก https://www.setinvestnow.com/th/knowledge/article/264-esg-driven-society-26

Deepak Chawla, และ Himanshu Joshi. (2020). The moderating role of gender and age in the adoption of mobile wallet. *Foresight, 22*, หน้า 483-504. doi:https://doi.org/10.1108/FS-11-2019-0094

(ม.ป.ป.). *Development of Best Practice Guides for 5G Ecosystem Development in ASEAN.* เข้าถึงได้จาก https://asean.org/wp-content/uploads/2022/02/03-ASEAN-5G-Ecosystem-Best-Practices-Guide_Final-Report_SG_ASEC_TL_PH_MY.pdf

(ม.ป.ป.). *Development of Best Practice Guides for 5G Ecosystem Development in ASEAN.* เข้าถึงได้จาก https://asean.org/wp-content/uploads/2022/02/03-ASEAN-5G-Ecosystem-Best-Practices-Guide_Final-Report_SG_ASEC_TL_PH_MY.pdf

Everett M.Rogers. (2008). The Fourteenth Paw: Growing Up on an lowa Farm in the 1930s.

Fred D. Davis. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology.* MIS quarterly: 13.

fujisawast. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://fujisawast.com: http://fujisawast.com

Global Satellite Coalition. (ม.ป.ป.). *C-BAND IS CRITICAL FOR SATELLITE SERVICES* . เข้าถึงได้จาก AsiaSAT: https://www.asiasat.com/system/files/2019-12/GSC%20-%20C-band%20is%20critical%20for%20satellite%20servcies.pdf

GSMA. (2019). *Roadmap for C-band.* เข้าถึงได้จาก https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/08/GSMA_Roadmap-for-C-band-spectrum-in-ASEAN_WEB.pdf

GSMA. (2022). *Infrastructure Sharing Agreements in China Support 5G Deployment.* เข้าถึงได้จาก www.gsma.com: https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2022/03/Infrastructure-Sharing-Agreements-in-China-Support-5G-Deployment.pdf

Hussain Mohammad Abu-Dalbouh. (2013). A Questionnaire Approach Based on the Technology Acceptance Model for Mobile Tracking on Patient Progress Applications. *Journal of Computer Science*. เข้าถึงได้จาก http://www.thescipub.com/jcs.toc

Ilias Panagiotopoulos, และ George Dimitrakopoulos. (October 2018). An empirical investigation on consumers intentions towards autonomous driving. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 95*, หน้า 773-784. doi:https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.08.013

J. H., Schouten, J. W., & Koenig, H. F. McAlexander. (2002). Building brand community. *66*(1), 38-54.

Jong Kyu Choi, และ Ji Yong Gu. (9 July 2015). Investigating the Importance of Trust on Adopting an Autonomous Vehicle. *International Journal of Human–Computer Interaction*, หน้า 692-702. doi:https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070549

José Albuquerque. (2007). *ITU.* เข้าถึงได้จาก ITU: https://www.itu.int/itunews/manager/display.asp?lang=en&year=2007&issue=08&ipage=C-band

Kanwaldeep Kaur, และ Giselle Rampersad. (2018). Trust in driverless cars: Investigating key factors influencing the adoption of driverless cars. *Journal of Engineering and Technology Management, 48*, หน้า 87-96. doi:https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2018.04.006

Lingling Gao, และ Xuesong Bai. (8 April 2014). A unified perspective on the factors influencing consumer acceptance of internet of things technology. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 26*(2), หน้า 211-231. doi:https://doi.org/10.1108/APJML-06-2013-0061

Lisa Schmidthuber, Daniela Maresch, และ Michael Ginner. (June 2020). Disruptive technologies and abundance in the service sector - toward a refined technology acceptance model. *Technological Forecasting and Social Change, 155*. doi:https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.06.017

M. C., Turnley, W. H., & Bloodgood, J. M. Bolino. (2002). Citizenship behavior and the creation of social capital in organizations. *27*(4), 505-522.

M., Habibi, M. R., & Richard, M. O. Laroche. (2013). To be or not to be in social media: How brand loyalty is affected by social media?. *33*(1), 76-82.

Magid Igbaria, และ Saroj Parasuraman. (1989). A Path Analytic Study of Individual Characteristics, Computer Anxiety and Attitudes toward Microcomputers. *Journal of Management, 15*(3), หน้า 373-388. doi:https://doi.org/10.1177/014920638901500302

Michael Cooney. (ม.ป.ป.). *Networkworld*. เข้าถึงได้จาก https://www.networkworld.com: https://www.networkworld.com/article/3136150/darpa-looking-to-develop-drone-destroying-personnel-protection-system.html

Naoki Kanehisa. (27 February 2023). *cms.law*. เข้าถึงได้จาก https://cms.law/en/int/expert-guides/cms-expert-guide-to-5g-regulation-and-law/japan

Nidhi Singh, และ Neena Sinha. (January 2020). How perceived trust mediates merchant's intention to use a mobile wallet technology. *Journal of Retailing and Consumer Services, 52*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.101894

Patrick Vyncke. (2002). Lifestyle Segmentation: From Attitudes, Interests and Opinions, to Values, Aesthetic Styles, Life Visions and Media Preferences. *European Journal of Communication, 17*(4), 445-463. doi:https://doi.org/10.1177/0267323102017004030 1

Stockholms stad. (ม.ป.ป.). *Stockholms stad*. เข้าถึงได้จาก https://international.stockholm.se/: https://international.stockholm.se/

SugarAsia magazine. (17 พฤษภาคม 2565). *SugarAsia magazine*. เข้าถึงได้จาก https://sugar-asia.com/: https://sugar-asia.com/

Suzanne Amaro, และ Duarte Paulo . (February 2015). An integrative model of consumers' intentions to purchase travel online. *Tourism Management, 46*, หน้า 64-79. doi:https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.06.006

Thaipost. (20 Feb 2023). *Thaipost*. เข้าถึงได้จาก Thaipost: https://www.posttoday.com/business/690896

Tommi Laukkanen, Suvi Sinkkonen, และ Marke Kivijärvi. (6 November 2007). Innovation resistance among mature consumers. *Journal of Consumer Marketing*. doi:https://doi.org/10.1108/07363760710834834

Viswanath Venkatesh, Michael G. Morris, Gordon B. Davis, และ Fred D. Davis. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly, 27*, หน้า 425-478. doi:https://doi.org/10.2307/30036540

World Economic Forum. (2020). *The Impact of 5G: Creating New Value across Industries and Society*.

WTC. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://wtc.co.th/digital-transformation/smart-education/: https://wtc.co.th/digital-transformation/smart-education/

กสทช. (2561). เทคโนโลยี 5G กับผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย : Smart Contract และผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมไทย. หน้า 1-14.

เดเทคอน. (2019). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความต้องการใช้งานดาวเทียมในประเทศไทย.* กรุงเทพมหานคร: กสทช.

มติชน. (7 สิงหาคม 2562). *มติชนออนไลน์*. เข้าถึงได้จาก www.matichon.co.th: https://www.matichon.co.th/lifestyle/tech/news_1615254#google_vignette,

วนัทยา มงคล. (22 ธันวาคม 2564). *Eisai hhc*. เข้าถึงได้จาก https://hhcthailand.com: https://hhcthailand.com/top-7-smart-cities-in-the-world/

อิสรภาพแห่งความคิด. (31 ตุลาคม 2565). เข้าถึงได้จาก www.thaipost.net: https://www.thaipost.net/education-news/253196/

ภาคผนวก ข กระบวนการสุ่มตรวจของ Nelson

1. การสุ่มจังหวัดตัวอย่าง (Sampling Provinces)

ลักษณะทางภูมิภาคของประเทศไทย และการสุ่มจังหวัดตัวอย่างประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 ภูมิภาคหลัก คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง (รวมภาคตะวันตก และ ภาคตะวันออก) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นเมืองหลวง และจังหวัดข้างเคียง 3 จังหวัด (ได้แก่ สมุทรปราการ, ปทุมธานี และ นนทบุรี) เป็นพื้นที่ที่มี ลักษณะเฉพาะของตัวเอง จึงได้ทำการแยกออกมาจากภาคกลาง และเรียกว่า กรุงเทพฯ และจังหวัดข้างเคียง - Greater Bangkok (GBKK) รวมเป็นทั้งหมด 5 ภาค พื้นที่ 4 ภาคที่ไม่รวม GBKK นั้น เรียกโดยรวมว่า ส่วนภูมิภาค หรือ Upcountry ในส่วนของภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และ ภาคใต้ จะมีการแบ่งพื้นที่ ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ออกเป็น ตอนบน (Upper part) และ ตอนล่าง (Lower part) ในส่วนของภาคกลาง จะแบ่งพื้นที่ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ออกเป็น 3 ส่วน คือ ตอนกลาง (Central-Central), ตะวันตก (West-Central) และ ตะวันออก (East-Central)

การสุ่มเลือกจังหวัดตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของส่วนภูมิภาคนั้น จะมีกระจายออกไปตามลักษณะทางภูมิภาค และ ภูมิศาสตร์ที่ได้มีการแบ่งไว้ข้างต้น

2. กรอบการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Frame)

กรอบการสุ่มตัวอย่างในกรุงเทพฯและจังหวัดข้างเคียง (GBKK) และต่างจังหวัดใน เขตเทศบาล (URBAN) ในจังหวัดตัวอย่าง เขตเทศบาลในอำเภอเมืองจะถูกเลือกเป็นตัวแทนของเขตเทศบาลใน จังหวัดนั้น ๆ ในขณะที่กรุงเทพฯ และจังหวัดข้างเคียง (GBKK) เขตเทศบาลจะหมายรวมพื้นที่ทั้งในและนอกเขตเทศบาล พื้นที่เหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า หน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก – Primary Sampling Unit (PSU) ซึ่งแต่ละหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลักจะมี 100 หลังคาเรือนโดยประมาณ การแบ่งหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก จะอาศัยคุณสมบัติทางภูมิศาสตร์ เช่น ถนน, ซอย, แม่น้ำ, คลอง และ ขอบเขตของเทศบาล เป็นต้น และจะมีการกำหนดหมายเลขเฉพาะให้หน่วยการสุ่มตัวอย่างหลักเหล่านี้ เพื่อใช้สำหรับเป็นแม่แบบของกรอบการสุ่มตัวอย่าง (Master Sampling Frame) ต่อไป

กรอบการสุ่มตัวอย่างต่างจังหวัดนอกเขตเทศบาล (RURAL) เพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ นอกเขตเทศบาล เราจะใช้หมู่บ้านทั้งหมดในจังหวัดนั้น ๆ เป็นแม่แบบ ของกรอบการสุ่มตัวอย่าง (master sampling frame) และ หมู่บ้าน จะเป็นหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก – Primary Sampling Unit (PSU)

3. วิธีการสุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการรสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling)

- **ขั้นตอนที่ 1:** การเลือกหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก (PSU) ในพื้นที่กรุงเทพฯ และจังหวัดข้างเคียง ในเขตเทศบาล และ นอกเขตเทศบาล โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างมีระบบ (systematic sampling) ใช้จุดเริ่มต้นจาก ตัวเลขสุ่ม และตามด้วยช่วงเว้นนับที่คำนวณได้ เพื่อสุ่มหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลักจากกรอบการสุ่มตัวอย่าง

- **ขั้นตอนที่ 2:** การเลือกหลังคาเรือน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างมีระบบ (systematic sampling) พื้นที่กรุงเทพฯ และจังหวัดข้างเคียง และต่างจังหวัดในเขตเทศบาล: ในหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก (PSU) ซึ่งมี ประมาณ 100 หลังคาเรือน สุ่มเลือกหลังคาเรือนที่จะเข้าสัมภาษณ์ โดยใช้จุดเริ่มต้นและเว้นนับไปทุก ๆ 3 หลังคาเรือน พื้นที่ต่างจังหวัดนอกเขตเทศบาล: หนึ่งหมู่บ้าน เปรียบเสมือนหนึ่งหน่วยการสุ่มตัวอย่างหลัก (PSU) แต่เนื่องจากจำนวนหลังคาเรือนในแต่ละหมู่บ้าน มีจำนวนแตกต่างกันไป อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า 100 หลังคาเรือน แล้วจึงคำนวณช่วงเวลานับจากจำนวนหลังคาเรือนทั้งหมด หารด้วยจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ต้องการ โดยจุดเริ่มต้นคือ เลขตัวสุดท้ายของเลขที่หมู่บ้าน โดยหนึ่งหมู่บ้านจะสัมภาษณ์ได้ไม่เกิน 4 ชุด
- **ขั้นตอนที่ 3:** การเลือกผู้ตอบแบบสำรวจ ในหลังคาเรือนที่ถูกสุ่มเลือกได้จากขั้นตอนที่ 2 เลือกผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุ 18–69 ปี เป็นหัวหน้าครัวเรือน หรือ ผู้ตัดสินใจในการเลือกสินค้าอุปโภคในบ้าน และ จะต้องอาศัยใช้ชีวิตอยู่ในบ้านหลังนี้ อย่างน้อย 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว (FACE to FACE Interview)

ภาคผนวก ค. การสำรวจปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ C-band

ค.1 กลุ่มผู้ใช้กล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

จำนวนครัวเรือนรวมที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน C-Band

จากการสืบค้นข้อมูลการสำรวจจากสำนักงานสถิติแห่งชาติในปีพ.ศ. 2562 และพ.ศ. 2563 พบว่ามีผู้รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยประมาณ 12.66 ล้านครัวเรือน และ 12.96 ล้านครัวเรือน ตามลำดับ และจากการสืบค้นข้อมูลจาก Nielsen พบว่าในปีพ.ศ. 2555 มีผู้รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยประมาณ 6.8 ล้านครัวเรือน เมื่อนำชุดข้อมูลดังกล่าวนี้ มาทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ polynomial ลำดับที่ 2 ดังสมการต่อไปนี้

$$y = ax^2 + bx + c$$

โดยที่ x คือ ระยะเวลา (ปี) จากปีพ.ศ. 2555

y คือ ค่าประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยในปีที่ x นับจากปี พ.ศ.2555

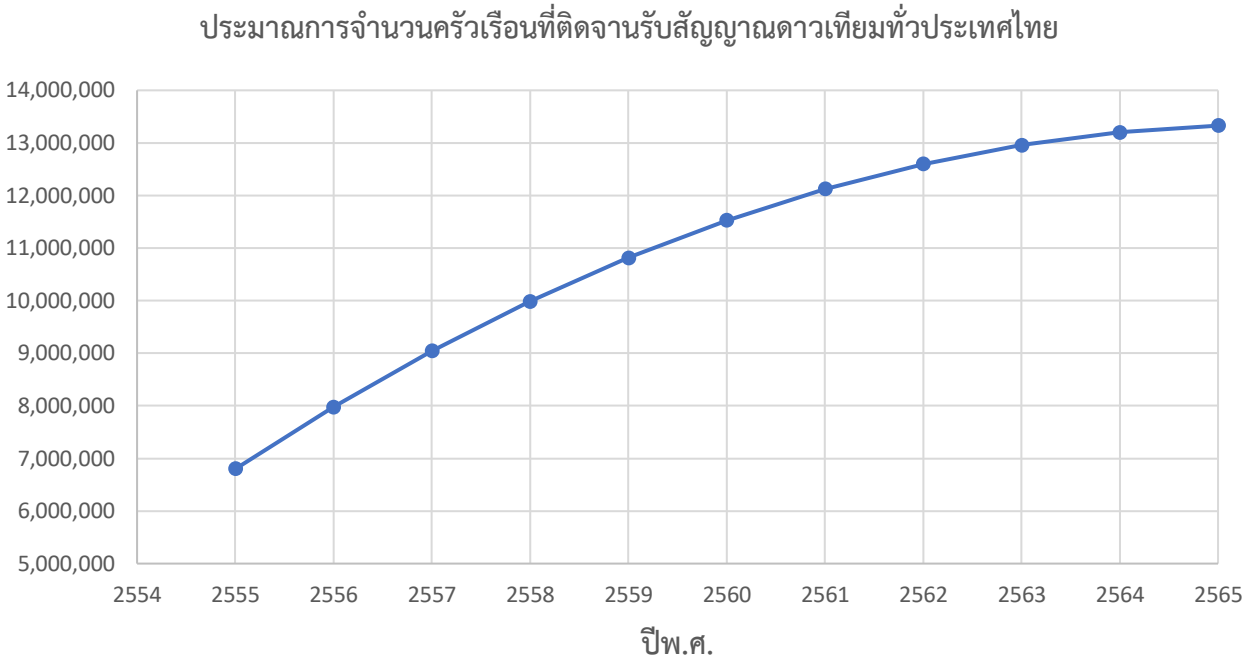
โดยพบว่า $a = -58571.43, b = 1238571.43$ และ $c = 6800000$ ทำให้ได้ค่าประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยในปีที่ x นับจากปีพ.ศ. 2555 ตามสมการต่อไปนี้

$$y_{C+KU} = -58571.43x^2 + 1238571.43x + 6800000$$

ตารางที่ 63 แสดงค่าประมาณการครัวเรือนที่รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทย (ล้านครัวเรือน) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึงปี พ.ศ. 2565

ปี พ.ศ.	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565
ประมาณการครัวเรือนที่รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทย (ล้านครัวเรือน)	6.80	7.98	9.04	9.99	10.82	11.53	12.12	12.60	12.96	13.20	13.33

จากตารางที่ 63 แสดงตัวเลขจำนวนครัวเรือนที่รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยที่ประเมินได้จากสมการในแต่ละปีนับตั้งแต่ พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2565 ซึ่งประเมินได้ว่าในปี พ.ศ. 2565 มีปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยประมาณ 13.33 ล้านครัวเรือน



รูปที่ 83 แสดงตัวเลขจำนวนครัวเรือนที่รับบริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมทั่วทั้งประเทศไทยที่ประเมินได้จากสมการแบบจำลองคณิตศาสตร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึงปีพ.ศ. 2565

การประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน C-Band จะใช้การสุ่มตัวอย่างทางสถิติในปี พ.ศ. 2565 โดย Nielsen ซึ่งได้ทำการสุ่มตัวอย่างในช่วงมิถุนายน 2564 ถึงมิถุนายน 2565 จำนวน 14,186 ครัวเรือน (Unweighted) ทั่วทุกภาคของประเทศไทย (ภาคผนวก ข)

ตารางที่ 64 ค่าจำนวนตัวอย่าง (Weighted) จากการสุ่มประชากรครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band ทั่วประเทศไทยในปีพ.ศ. 2565

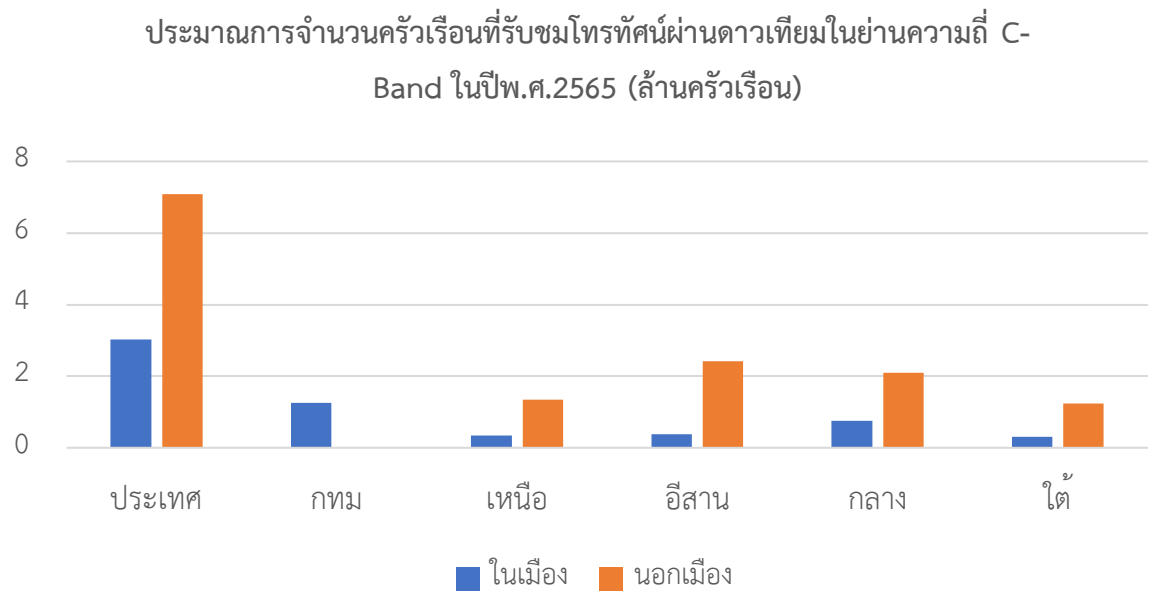
จำนวนตัวอย่าง (Weighted)	เขตในเมือง		เขตนอกเมือง		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ภาคเหนือ						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	1,482		2,931		4,413	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	654	100	2,338	100	2,992	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	461	70.5	1,781	76.2	2,242	74.9
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	193	29.5	557	23.8	751	25.1
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	1,895		5,448		7,343	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	833	100	4,271	100	5,104	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	501	60.1	3,220	75.4	3,721	72.9
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	332	39.1	1,050	24.6	1,384	27.1
ภาคกลาง						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	2,813		4,131		6,944	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	1,406	100	3,552	100	4,958	100

จำนวนตัวอย่าง (Weighted)	เขตในเมือง		เขตนอกเมือง		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	1,007	71.6	2,801	78.9	3,808	76.8
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	398	28.3	752	21.2	1,150	23.2
ภาคใต้						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	1,311		2,439		3,750	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	555	100	2,079	100	2634	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	397	71.5	1,645	79.1	2,042	77.5
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	158	28.5	434	20.9	592	22.5
กรุงเทพมหานคร						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	5,222				5,222	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	2,068	100			2,068	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	1,670	80.8			1,670	80.8
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	398	19.2			398	19.2
รวมทั้งประเทศ						
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์	12,723		14,949		27,672	
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	5,516	100	12,240	100	17,756	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	4,036	73.2	9,447	77.2	13,482	75.9
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	1,480	26.8	2,793	22.8	4,273	24.1

เมื่อนำจำนวนประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 13.33 ล้านครัวเรือนมาคิดสัดส่วน จะได้การประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในปี พ.ศ. 2565 แยกเป็นในย่านความถี่ C-Band และความถี่ Ku-Band จำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทยในตารางที่ 65 ตารางที่ 65 จะได้ตัวเลขประเมินปริมาณครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ทั่วประเทศในปีพ.ศ. 2565 ประมาณ 10.12 ล้านครัวเรือน (และประมาณ 3.21 ล้านครัวเรือนสำหรับย่านความถี่ Ku-Band) ดังแสดงใน รูปที่ 86

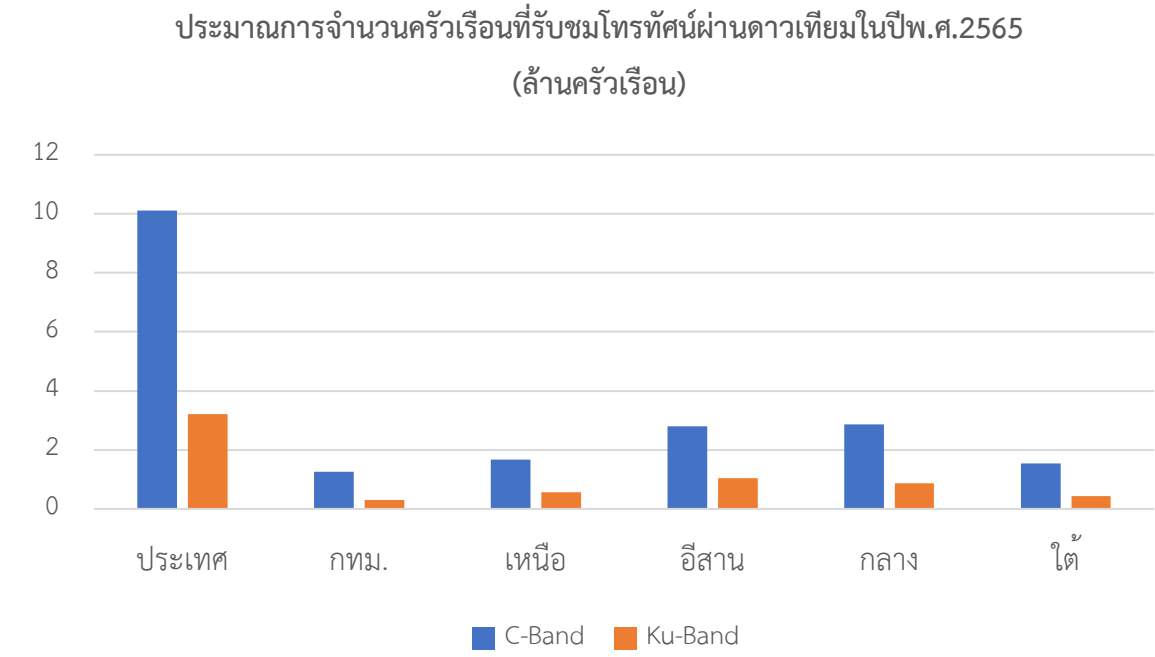
ตารางที่ 65 ค่าประมาณการจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ต่าง ๆ ทั่วทุกภาคของประเทศไทยในปีพ.ศ. 2565

จำนวนประมาณการ (ล้านครัวเรือน)	ทั้งประเทศ		กทม.		ภาคเหนือ		ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคกลาง		ภาคใต้	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เขตในเมือง												
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	4.14	100	1.55	100	0.49	100	0.63	100	1.06	100	0.42	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	3.03	68.7	1.25	80.6	0.35	71.4	0.38	60.3	0.76	71.7	0.30	71.4
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	1.11	25.2	0.30	19.4	0.14	28.6	0.25	39.7	0.30	28.3	0.12	28.6
เขตนอกเมือง												
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	9.19	100			1.76	100	3.21	100	2.67	100	1.56	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	7.09	77.1			1.34	76.1	2.42	75.4	2.10	78.7	1.23	78.8
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	2.10	22.9			0.42	23.9	0.79	24.6	0.56	21.0	0.33	21.2
รวมทั้งประเทศ												
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม	13.33	100	1.55	100	2.25	100	3.83	100	3.72	100	1.98	100
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบ C-Band	10.12	75.9	1.25	80.6	1.68	74.7	2.79	72.8	2.86	76.9	1.53	77.3
ครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ในระบบ Ku-Band	3.21	24.1	0.30	19.4	0.56	24.9	1.04	27.2	0.86	23.1	0.44	22.2



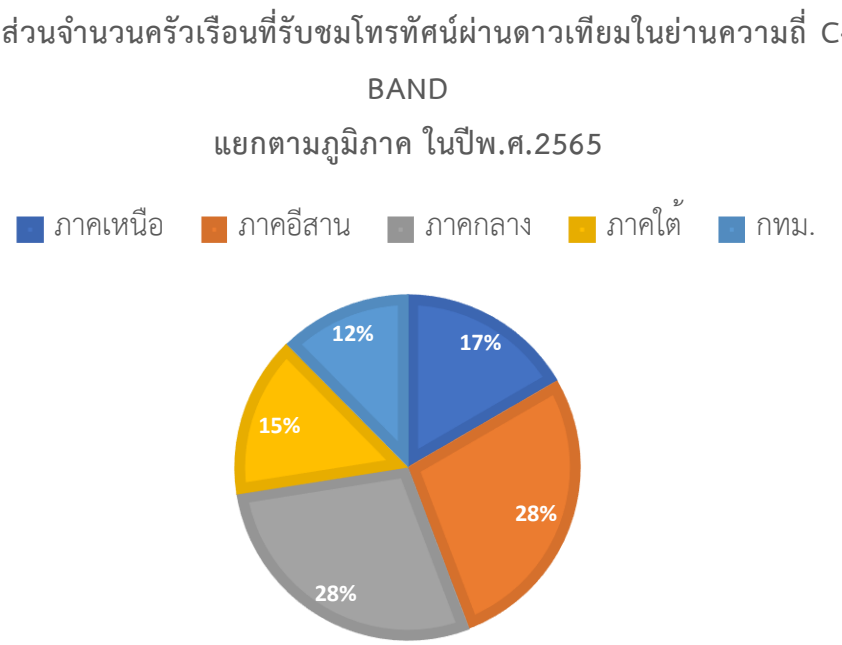
รูปที่ 84 แสดงกราฟประมาณการจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ในปีพ.ศ.2565 (ครัวเรือนในเขตกรุงเทพมหานคร คิดเป็นในเมืองทั้งหมด)

จากรูปที่ 84 แสดงกราฟประมาณการจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ในปี พ.ศ.2565 โดยครัวเรือนในเขตกรุงเทพมหานคร คิดเป็นในเมืองทั้งหมด ซึ่งพบว่าในภาพรวมทั้งประเทศ โทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน C-Band เป็นที่นิยมในเขตนอกเมืองมากกว่าเขตในเมืองในสัดส่วนประมาณ 7:3



รูปที่ 85 แสดงกราฟประมาณการจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในปี พ.ศ.2565 โดยเปรียบเทียบระหว่างย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band แยกตามภูมิภาค

จากรูปที่ 85 แสดงกราฟประมาณการจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในปีพ.ศ.2565 โดยเปรียบเทียบระหว่างย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band แยกตามภูมิภาค ซึ่งพบว่าในภาพรวมทั้งประเทศโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน C-Band เป็นที่นิยมมากกว่าในย่าน Ku-Band ในสัดส่วนประมาณ 10:3



รูปที่ 86 แสดงกราฟประมาณสัดส่วนจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ในปีพ.ศ. 2565 โดยเปรียบเทียบแยกตามภูมิภาค (โดยเทียบกับจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ทั้งประเทศ)

จากรูปที่ 86 แสดงกราฟประมาณสัดส่วนจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ในปีพ.ศ.2565 โดยเปรียบเทียบแยกตามภูมิภาค ซึ่งพบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางมีสัดส่วนจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่าน C-Band มากที่สุด (เทียบกับจำนวนครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในย่านความถี่ C-Band ทั้งประเทศ) เท่ากับประมาณร้อยละ 28 รองลงมาได้แก่ภาคเหนือ ประมาณร้อยละ *17* ภาคกลาง ประมาณร้อยละ *15* และกรุงเทพมหานคร ประมาณร้อยละ 1

นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยฯ ยังได้มีการสำรวจข้อมูลผ่าน Social Media จากผลการสำรวจ ตามผลการจัดเก็บข้อมูลในเชิงสังคม พบว่า ใน 100 ครัวเรือนที่ติดตั้งจาน C-band มีครัวเรือนที่รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 59 ครัวเรือน (จากการจัดเก็บข้อมูล 422 ตัวอย่าง) หรือร้อยละ 59 ดังนั้นจำนวนผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจะมีจำนวน 5.97 ล้านครัวเรือน ด้วยความมั่นในร้อยละ 95 (ตามหลักการของ Yamane)

ค.2 กลุ่มผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม

ในปัจจุบัน ผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในประเทศไทยที่ได้รับใบอนุญาติจาก กสทช. จะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเรื่อง MUST CARRY กล่าวคือ จำเป็นจะต้องส่งผ่านสัญญาณออกอากาศในทุกช่องทาง รวมถึงผ่านช่องสัญญาณดาวเทียมทั้งในย่านความถี่ C-band และ Ku-Band โดยข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (ETDA) (Workpoint today, 9 มีนาคม 2566) พบว่าคนไทยราว 26 ล้านคนหรือเกือบ 1 ใน 3 ของประชากรไทยรับชมคอนเทนต์ผ่าน OTT (Over-The-Top) หรือบริการรับชมวิดีโอตามความต้องการ (Video on Demand)

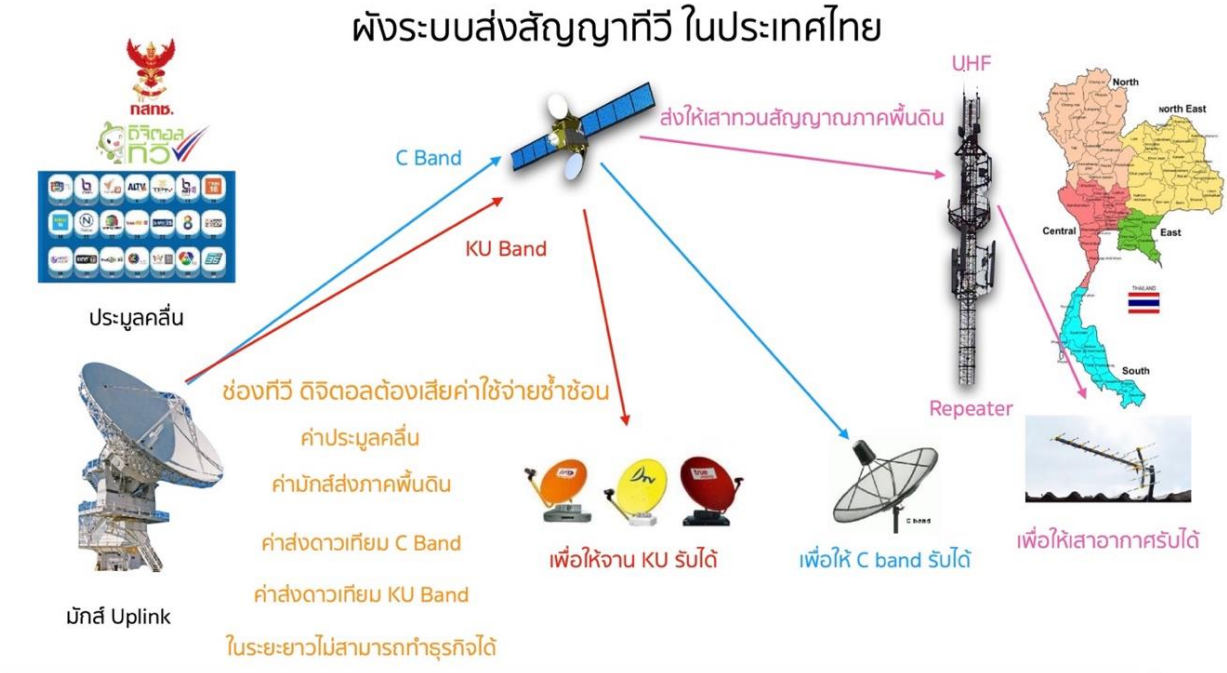
ในปัจจุบันกลุ่มผู้ประกอบการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่ใช้งานผ่านคลื่น C-band จะมีจำนวนประมาณ 100 ช่อง (รวมกลุ่มผู้ให้บริการโทรทัศน์ดิจิทัลที่ได้รับใบอนุญาติจาก กสทช.) และในรายที่ได้รับการอนุญาตที่เป็นโทรทัศน์ดิจิทัล จะหมดสัมปทานในปี 2571

จากรูปที่ 87 แสดงผังระบบแพร่กระจายสัญญาณโทรทัศน์ในทั่วภูมิภาคของประเทศไทย โดยสัญญาณโทรทัศน์จะถูกส่งผ่านไปยังสถานีดาวเทียมภาคพื้นดิน เพื่อยิงสัญญาณคลื่นทั้งในย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band ขึ้นไปยังดาวเทียม (Uplink) เพื่อทำหน้าที่ทวนสัญญาณในอวกาศ แล้วส่งสัญญาณคลื่นทั้งในย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band กลับมายังโลก (Downlink) สัญญาณ Downlinkที่ส่งกลับมายังพื้นโลกจะมีผู้รับ 2 ประเภท ได้แก่ ผู้รับในส่วน TVRO ที่จะรับสัญญาณ Downlink นี้โดยตรงผ่านจานรับสัญญาณแบบ C-Band หรือ Ku-Band และผู้รับในส่วนสถานีทวนสัญญาณ (Repeater) ภาคพื้นดิน เพื่อทวนสัญญาณโทรทัศน์ที่ได้รับมาจากดาวเทียม แล้วแพร่กระจายโดยใช้คลื่นย่านความถี่ UHF เพื่อส่งต่อให้สายอากาศแบบก้างปลาตามบ้านเรือนในรูปแบบที่เรียกว่า โทรทัศน์ดิจิตอล

ในปัจจุบัน ด้วยข้อกำหนด Must Carry ทำให้การแพร่กระจายสัญญาณโทรทัศน์ในช่องปกติ (โทรทัศน์ดิจิตอล) ผู้ประกอบการจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ดังนี้ (PSI, 2 พฤษภาคม 2566)

- ค่าประมูลคลื่น
- ค่า Mux เพื่อแพร่กระจายสัญญาณ UHF ในภาคพื้นดิน
- ค่าส่งสัญญาณในย่านความถี่ C-Band ผ่านดาวเทียม
- ค่าส่งสัญญาณในย่านความถี่ Ku-Band ผ่านดาวเทียม

ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวโดยรวมแล้ว มีผลค่อนข้างมากต่อการประกอบธุรกิจ โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ที่มีภาวะการแข่งขันค่อนข้างสูง (เช่น จากโทรทัศน์อินเทอร์เน็ตที่แทบไม่มีค่าใช้จ่ายดังกล่าว) อย่างไรก็ตาม ข้อได้เปรียบของ (PSI, 2 พฤษภาคม 2566) ระบบแพร่กระจายสัญญาณโทรทัศน์เช่นนี้คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะไม่ขึ้นกับจำนวนผู้รับ (ซึ่งแตกต่างกับกรณีโทรทัศน์อินเทอร์เน็ตที่มีค่าใช้จ่ายขึ้นกับจำนวนผู้รับ เนื่องจากจะต้องจัดหา Servers มากขึ้น) ในขณะที่รายรับที่เกิดขึ้นจะขึ้นกับจำนวนผู้รับชม (Ratings)



รูปที่ 87 ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัล ภายใต้กฎ Must Carry (ที่มา: PSI)

ค.3 กลุ่มผู้ใช้บริการการสื่อสารภาครัฐและเอกชน

กลุ่มผู้ให้บริการการสื่อสารในภาครัฐและเอกชน โดยส่วนใหญ่จะใช้ช่องสัญญาณในคลื่นความถี่ C-Band สำหรับประโยชน์ดังนี้

- Emergency Link เพื่อภารกิจป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ ซึ่งผู้ใช้งานโดยส่วนมากมักจะเป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงมหาดไทย และกระทรวงสาธารณสุข เป็นสำคัญ โดยจะใช้เป็นโครงข่ายสำรองในการติดต่อสื่อสาร
- Communication Link เพื่อการติดต่อสื่อสาร ซึ่งผู้ใช้งานโดยส่วนมากมักจะเป็นหน่วยงานความมั่นคง และหน่วยงานภาคเอกชนในอุตสาหกรรมประมง เรือเดินสมุทร และแท่นขุดเจาะน้ำมัน เป็นต้น การใช้งานในกลุ่มนี้จะเป็นการเช่าใช้ Transponder จาก บมจ. ไทยคม เป็นหลัก และมีบางส่วนที่มีการเช่าใช้งานจาก NT ดังนั้นการใช้ประโยชน์ความถี่ในย่าน C-Band ในกลุ่มนี้จะกำหนดโดยปริมาณความจุจาก Transponder ที่ได้รับ และจากข้อมูลการให้สัมภาษณ์ทุกหน่วยงานภายใต้โครงการวิจัย พบว่ามีความพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนช่องทางการใช้งานที่สามารถนำมาทดแทนได้ ไม่ว่าจะเป็น Ku-Band หรือการใช้ในช่วงคลื่น Standard C-band โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐ ซึ่งสามารถปรับตัวได้ทันที

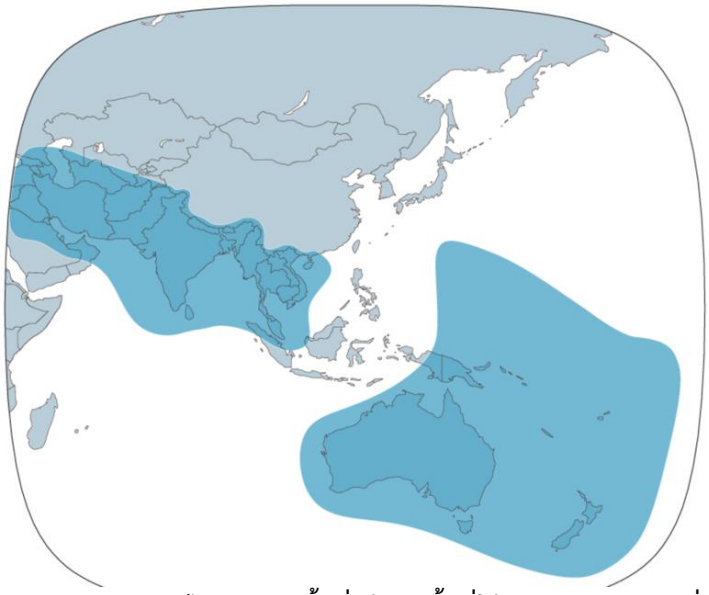
ค.4 กลุ่มผู้ประกอบการดาวเทียม

ผู้ประกอบการดาวเทียมในปัจจุบันของประเทศไทย จะมีด้วยกัน 2 หน่วยได้แก่

บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)

ดาวเทียมไทยคม 7 ประจำอยู่ที่วงโคจรตำแหน่ง 120 องศาตะวันออก ให้บริการด้วยระบบ C-band มีทั้งสิ้น 14 Transponders รองรับบริการบรอดคาสต์และดาต้า สามารถตอบสนองความต้องการด้านการ

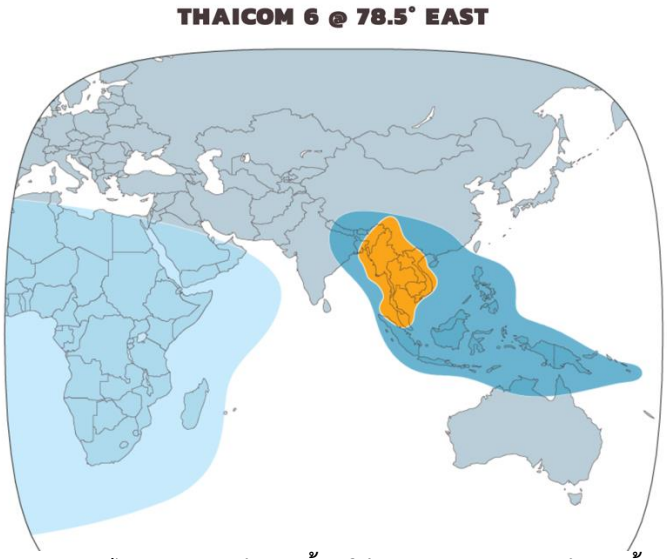
สื่อสาร เพื่ออุตสาหกรรมบันเทิงและผู้ประกอบการโทรคมนาคม ในภูมิภาคเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และโอเชียเนีย



รูปที่ 88 พื้นที่ให้บริการของดาวเทียมไทยคม-8 (พื้นที่สีฟ้าคือพื้นที่ให้บริการ C-band) ที่มา: Thaicom.net

บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) หรือ NT

ให้บริการดาวเทียมไทยคม 6 ในวงโคจรที่ตำแหน่งยอดนิยม 78.5 องศาตะวันออก ตำแหน่งเดียวกับดาวเทียมไทยคม 8 ให้บริการด้วยระบบ C-Band และ Ku-Band กำลังสูง เพื่อรองรับบริการด้านบรอดคาสต์และดาต้า เช่น บริการ DTH บริการส่งช่องรายการผ่านดาวเทียม ตลอดจนบริการโครงข่ายผ่านดาวเทียมและบริการ IP Trunking มีพื้นที่บริการครอบคลุมพื้นที่ Sub-Saharan ในภูมิภาคแอฟริกาและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 89 พื้นที่ให้บริการดาวเทียมไทยคม-6 (สีฟ้าคือพื้นทีให้บริการ C-band สีส้มคือพื้นที่ให้บริการ Ku-Band) ที่มา: Thaicom.net

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ในภาคอุตสาหกรรม

ความต้องการใช้งานในแนวดิ่งหรือในภาคอุตสาหกรรม หรือการใช้งานเพื่อเพิ่มมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมนั้นจะมีดังต่อไปนี้

1) การใช้ในอุตสาหกรรมการแพทย์ (SMART Medicine)

1.1) การแพทย์ทางไกล (Telemedicine)

ระบบการติดตามผู้ป่วยจากระยะไกล (Remote Patient Monitoring)

การติดตามผู้ป่วยระยะไกล โดยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง 5G จะทำให้ระบบการดูแลรักษาสุขภาพทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาศัยเครือข่าย IoT ที่สามารถติดตามอุปกรณ์ต่าง ๆ อาทิ การวัดชีพจร อุปกรณ์วัดวิเคราะห์ โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะส่งผลการตรวจวัดให้แพทย์รับทราบตามช่วงเวลา ทำให้ผู้ป่วยไม่ต้องเดินทางมาสถานพยาบาลบ่อยครั้งเพื่อตรวจเบื้องต้น อีกทั้งแพทย์ยังสามารถดูแลผู้ป่วยได้ทันการณ์หากค่าการตรวจวัดแสดงถึงความผิดปกติ อาทิ ความดันโลหิตสูงในระดับอันตราย หรือคลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติ โดยอาจส่งทีมแพทย์เข้าไปรักษา หรือแจ้งให้ผู้ป่วยปรับยาที่รับประทาน หากแพทย์รับทราบความผิดปกติจากข้อมูลที่ส่งมาก่อนที่ผู้ป่วยจะสังเกตพบอาการผิดปกติของตนเอง ทำให้แพทย์สามารถให้การรักษาผู้ป่วยก่อนเกิดภาวะวิกฤตได้ การติดตามผู้ป่วยระยะไกลจึงมีส่วนช่วยชีวิตผู้ป่วยได้ทัน

ผลกระทบของการตรวจสอบผู้ป่วยทางไกลที่เปิดใช้งาน 5G

จากการสำรวจผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพ ได้ข้อสรุปว่าการตรวจสอบผู้ป่วยทางไกลที่เปิดใช้งาน 5G จะส่งผลกระทบต่อมาตรการหลัก 3 ประการสำหรับผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ ดังนี้

(1) ผู้ป่วยนอนในโรงพยาบาลน้อยลง

การติดตามผู้ป่วยทางไกลช่วยเพิ่มพื้นที่ว่างในโรงพยาบาล โดยลดจำนวนผู้ป่วยในที่ต้องได้รับการดูแลและติดตามข้ามคืน ส่งผลให้ลดความล่าช้าในการส่งต่อการดูแลผู้ป่วย (เช่น ความล่าช้าในการส่งต่อผู้ป่วยหรือการย้ายไปยังหอผู้ป่วยอื่น) ทำให้สามารถไปรักษาผู้ป่วยรายอื่นที่ต้องการการรักษาได้ในทันที

(2) เพิ่มช่องทางให้กับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในการพบผู้ป่วยในชุมชน

ตลอดทั้งปีบุคลากรทางการแพทย์จะไปเยี่ยมผู้ป่วยในชุมชน ตัวอย่างเช่น แพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่ไปเยี่ยมผู้ป่วยสูงอายุ พยาบาลผดุงครรภ์ไปเยี่ยมแม่มือใหม่ การตรวจติดตามผู้ป่วยทางไกลจะช่วยลดความจำเป็นในการเข้าพบผู้ป่วยในบางกรณีได้

(3) ผู้ป่วยนอกมาโรงพยาบาลน้อยลง

แพทย์ผู้เชี่ยวชาญจากระยะไกลสามารถทราบถึงข้อมูลสุขภาพแบบเรียลไทม์ หากพบว่าสุขภาพผู้ป่วยอยู่ในเกณฑ์ปกติ สามารถแจ้งให้ผู้ป่วยทราบได้ทันที จะช่วยลดความจำเป็นในการมาโรงพยาบาลได้

1.2) การให้คำปรึกษาทางไกล (Health Teleconsultant)

ด้วยการคมนาคมขนส่งที่ไม่สะดวก โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่อยู่ห่างไกล หากไม่มีเหตุจำเป็น จะไม่มีประชาชนเข้ารับการตรวจรักษาหรือการตรวจสุขภาพ ดังนั้น Telemedicine จึงเป็นทางเลือกใหม่ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ เพิ่มศักยภาพในการเข้าถึง การใช้โครงข่าย 5G เป็นทางเลือกที่จะทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่เร็วขึ้นและสามารถเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญได้สะดวก เช่น การพูดคุยทางไกลด้วยภาพและเสียง (video Conference) วิธีนี้จะช่วยให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่อยู่อีกสถานที่หนึ่งสามารถซักประวัติผู้ป่วย สั่งตรวจร่างกาย วินิจฉัยโรค และประเมินสภาวะทางจิตใจของผู้ป่วยได้ ทำให้ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญได้ทันท่วงที ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการเดินทาง สามารถนัดแพทย์ได้ตามเวลาที่สะดวก ไม่จำเป็นต้องไปคอยที่โรงพยาบาลเป็นเวลานาน อีกทั้งการให้คำปรึกษาระยะไกลยังช่วยในการวินิจฉัยโรคในระยะแรก (เช่น มะเร็งผิวหนังและโรคผิวหนังอื่นๆ) สิ่งนี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยแต่ยังช่วยให้ผู้ให้บริการด้านการแพทย์สามารถทำงานเชิงรุกได้มากขึ้น

ปัจจุบันในต่างประเทศได้เปิดบริการปรึกษาแพทย์ทางไกลและมีแนวโน้มเติบโตสูง โดยผู้ป่วยสามารถเลือกและนัดหมายเวลาปรึกษาแพทย์ผ่านแอปพลิเคชันที่เป็นเสมือนแพลตฟอร์มได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในรูปแบบ Video Call อย่างเช่นในประเทศสหรัฐฯ ที่มี Startup นำเสนอแอปพลิเคชันลักษณะนี้ อาทิ CareClix, Doctor On Demand, AmWell, Teladoc และ iCliniq ขณะที่บางรายมีการผสานเทคโนโลยี VR ในการให้บริการด้วย เช่น XRHealth ซึ่งคาดว่าในอนาคตจะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น โดยมีตัวอย่างการใช้งานดังนี้

การรักษาไวรัสโคโรนา ในประเทศจีน

China Telecom,ZTE และ West China Hospital of Sichuan University ดำเนินการวินิจฉัยไวรัสโคโรนาจากระยะไกลผ่านการให้คำปรึกษาผ่านวิดีโอทางไกลบนพื้นฐาน 5G จากสถานการณ์ในสถานที่จริง ZTE ได้ใช้อุปกรณ์ CPE เพื่อให้บริการ 5G โดยใช้สัญญาณ 5G กลางแจ้ง ในขณะที่สร้างจุดครอบคลุมในอาคาร โดยที่สถานีฐาน 5G ในอาคารถูกสร้างขึ้นและเชื่อมต่อถึงกัน และห้องประชุมสำหรับการวินิจฉัยและการรักษาทางไกลในโรงพยาบาล West China เชื่อมต่อกับระบบการวินิจฉัยและการรักษาทางไกลเป็นครั้งแรก ทั้งนี้ ZTE ได้ดำเนินการก่อสร้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการทดสอบความเร็ว และทดสอบระบบกระจายสัญญาณ 5G ในอาคารที่จุดหลักอีกจุดหนึ่งของระบบการวินิจฉัยและการรักษาระยะไกล โรงพยาบาล West China และศูนย์คลินิกสาธารณสุขเฉิงตู จึงได้ดำเนินการให้คำปรึกษาผ่านวิดีโอทางไกล โดยในขั้นตอนต่อไป ZTE จะสร้างระบบวินิจฉัยโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาจากระยะไกล 5G ของจีนที่ครอบคลุม 3 ระดับ ได้แก่ มณฑลเสฉวน เมือง และเทศมณฑล เพื่อให้เป็น “เครือข่ายเดียว” สำหรับการวินิจฉัยทางไกลในโรงพยาบาลด่านหน้าที่ช่วยอู่ฮั่น

หุ่นยนต์กายภาพ AIS ในประเทศไทย

หุ่นยนต์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างแพทย์ และกลุ่มผู้ถูกเฝ้าระวังหรือผู้ป่วย ให้สื่อสารโต้ตอบผ่านระบบ VDO Conference ด้วยภาพความละเอียดสูง ช่วยให้แพทย์สามารถคัดกรอง ประเมินความเสี่ยงตลอดจนการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นได้ เพราะการวิเคราะห์ผ่านภาพหรือวิดีโอ มักเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ หากเครือข่ายมีแบนด์วิธต่ำ อาจทำให้การสื่อสารขัดข้อง ซึ่งหมายความว่าผู้ป่วยจะต้องรอการรักษานานขึ้นและ

ผู้ให้บริการอาจให้บริการผู้ป่วยได้ไม่เต็มที่ ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายโดยใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง 5G จึงจะทำให้การรับส่งข้อมูลทางการแพทย์ขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็วและน่าเชื่อถือ จะทำให้แพทย์ พยาบาล สามารถควบคุม สั่งการการทำงานของหุ่นยนต์ได้จากระยะไกล เช่น ติดตามอาการของผู้ถูกเฝ้าระวังผู้ติดเชื้อไวรัสโควิด-19 ทำให้มอนิเตอร์ผู้ป่วยได้รวดเร็วขึ้น ไม่ต้องเข้าไปสัมผัสกับผู้ถูกเฝ้าระวังด้วยตนเอง ทั้งผู้ป่วยและแพทย์จะสามารถมั่นใจได้ว่าจะได้รับข้อมูลตามที่ต้องการได้แบบเรียลไทม์และแพทย์จะสามารถให้การดูแลรักษาตามความต้องการและความคาดหวังของผู้ป่วย นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาและสามารถเข้าถึงแพทย์ได้รวดเร็วขึ้น เนื่องจากหุ่นยนต์บริการทางการแพทย์ จะสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดและบันทึกสัญญาณชีพ (Vital Sign) เช่น วัดความดัน, วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG), วัดชีพจร, วัดอุณหภูมิ และส่งต่อข้อมูลไปยังแพทย์ เพื่อประเมินผลได้ทันที

ในปัจจุบัน ยังต้องมีการเฝ้าระวังการติดเชื้อไวรัสโควิด-19 อย่างเคร่งครัด หุ่นยนต์จะเข้ามาช่วยลดอัตราความเสี่ยงในการติดตามเฝ้าระวังอาการระหว่างผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโควิด-19 กับบุคลากรทางการแพทย์ได้

ผลกระทบของการให้คำปรึกษาระยะไกลที่เปิดใช้งาน 5G

จากการสัมภาษณ์และการสำรวจไปยังบุคลากรทางการแพทย์ การให้คำปรึกษาระยะไกลจะส่งผลกระทบต่อมาตรการหลัก 3 ประการ สำหรับผู้ให้บริการด้านสุขภาพ ดังนี้

(1) ลดอัตราการพลาดนัด

ปัจจุบันผู้ป่วยยังมีการพลาดนัด เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลสถานพยาบาล ทำให้การเดินทางมาตามนัดหมายไม่สะดวก อีกทั้งยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การให้คำปรึกษาทางไกลจึงเป็นตัวช่วยในการลดอัตราการพลาดนัดของผู้ป่วยได้ดี **Invalid source specified.**

(2) เพิ่มให้แพทย์พบผู้ป่วยมากขึ้น

การให้คำปรึกษาทางไกลช่วยลดความถี่ของบุคลากรทางการแพทย์ในการเดินทางไปหาผู้ป่วยในชุมชน เช่น การตรวจทานหลังคลอด เป็นต้น การให้คำปรึกษาทางไกลผ่าน video Conference จึงช่วยเพิ่มช่องทางให้แพทย์เข้าถึงผู้ป่วยได้มากขึ้น

(3) ลดเวลารอคอยสำหรับการดูแลผู้ป่วย

การให้คำปรึกษาระยะไกลมีประโยชน์ต่อการดูแลขั้นทุติยภูมิ (เช่น การส่งต่อผู้ป่วยโดยแพทย์ขั้นปฐมภูมิ) ช่วยลดเวลารอคอยในการรักษา เช่น ตรวจพบโรคได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ จัดการได้อย่างถูกต้องและป้องกันภาวะแทรกซ้อนใด ๆ ซึ่งอาจนำไปสู่ตัวเลือกการรักษาที่แพงขึ้นและใช้เวลานานขึ้น

1.3) การผ่าตัดทางไกล (Remote Surgery) และการช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินทางไกล (Remote Emergency Rescue) ตัวอย่างเช่น

การผ่าตัดกระตุ้นสมองส่วนลึก (Deep Brain Stimulation หรือ DBS) ของผู้ป่วยที่เป็นโรค Parkinson ในประเทศจีน ในปี 2019 แพทย์ในประเทศจีนประสบความสำเร็จในการทดลองผ่าตัดทางไกลด้วยสัญญาณ 5G เป็นครั้งแรกของโลก โดยแพทย์ได้ทำการผ่าตัดผ่านระบบคอมพิวเตอร์และวิดีโอ ความคมชัด

สูง ซึ่งเชื่อมต่อการสั่งการสู่หุ่นยนต์ผ่าตัด (Surgical Robots) ในโรงพยาบาลปลายทางของผู้ป่วย อาทิ การผ่าตัดกระตุ้นสมองส่วนลึก (Deep Brain Stimulation หรือ DBS) ของผู้ป่วยที่เป็นโรค Parkinson ที่อยู่ห่างไกลออกไปจากโรงพยาบาลกว่า 3,000 กิโลเมตร ทั้งนี้ด้วยคุณสมบัติเด่นของ 5G ที่มีสัญญาณความเร็วสูงและความหน่วงต่ำ ทำให้ลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดและสูญเสียชีวิต

การทดลองการช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินทางไกล (Remote Emergency Rescue) ในประเทศจีน

โดยประเทศจีนทดลองการช่วยเหลือผู้ป่วยฉุกเฉินทางไกล (Remote Emergency Rescue) โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ ณ โรงพยาบาล สวมใส่แว่นตา VR เพื่อตรวจสอบสถานการณ์ภายในรถฉุกเฉิน (Smart ambulances) อีกทั้งข้อมูลต่าง ๆ เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) และภาพถ่ายอัลตราซาวด์ของผู้ป่วยฉุกเฉิน จะถูกเชื่อมต่อไปยังจอแสดงผลที่ห้องฉุกเฉินในโรงพยาบาลอย่าง Real Time ทำให้แพทย์สามารถวินิจฉัยอาการ (Remote Diagnosis) และให้คำแนะนำเจ้าหน้าที่ที่อยู่บนรถฉุกเฉิน เพื่อให้การช่วยเหลือเบื้องต้นแก่ผู้ป่วยได้ นอกจากนั้นเมื่อเคสฉุกเฉินนี้มาถึงโรงพยาบาล แพทย์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งรับรู้ข้อมูลมาพอสมควรแล้ว สามารถเตรียมพร้อมเพื่อการรักษาที่ตรงจุดและทันท่วงที

การสแกนอัลตราซาวนด์ที่ควบคุมจากระยะไกล

British Telecom (BT) , University Hospitals Birmingham NHS Foundation Trust (UHB), Medical Devices Testing and Evaluation Center (MD-TEC) , WM5G ร่วมกันสาธิตการสแกนอัลตราซาวนด์ควบคุมระยะไกลผ่านเครือข่าย 5G สาธารณะ

การสาธิตนี้เป็นการจำลองแพทย์ภาคสนามทำการสแกนอัลตราซาวนด์กับผู้ป่วย ภายใต้คำแนะนำระยะไกลของแพทย์ที่สามารถตีความภาพอัลตราซาวนด์ได้แบบเรียลไทม์ เซ็นเซอร์อัลตราซาวนด์โดยแพทย์ภาคสนามจะถูกควบคุมโดยแพทย์เฉพาะทางระยะไกล ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ *Joystick* ที่ควบคุมจากระยะไกลได้ จากนั้นจะส่งสัญญาณควบคุมผ่านเครือข่าย 5G ไปยังถุงมือหุ่นยนต์ที่แพทย์ภาคสนามสวมใส่ ถุงมือจะสร้างแรงสั่นสะเทือนเล็กน้อยไปยังตำแหน่งที่แพทย์เฉพาะทางต้องการให้เซนเซอร์อัลตราซาวนด์ ซึ่งช่วยให้แพทย์เฉพาะทางสามารถควบคุมตำแหน่งเซ็นเซอร์จากระยะไกลได้ ขณะเดียวกันยังสามารถเห็นภาพอัลตราซาวนด์ได้แบบเรียลไทม์

นอกจากนี้ ยังมีกล้องในรถพยาบาลซึ่งส่งสัญญาณภาพความละเอียดสูงภายในรถพยาบาลมายังหน้าจอที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ทำงานของแพทย์ ภาพดังกล่าวจะถูกถ่ายทอดผ่านการเชื่อมต่อ 5G ดังนั้นแพทย์จึงสามารถดูทั้งการตรวจอัลตราซาวนด์ที่ดำเนินการโดยแพทย์ภาคสนาม และดูภาพรวมทั้งหมดภายในรถพยาบาลได้ความเร็วของ 5G จะช่วยให้แพทย์ได้ภาพที่คมชัดและเชื่อถือได้

รถฉุกเฉินของศูนย์บริการการแพทย์ฉุกเฉินศิริราช (SiEMS) ในประเทศไทย

การติดตั้งระบบการแพทย์ทางไกล Telemedicine เชื่อมสัญญาณ 5G เพื่อให้เจ้าหน้าที่ในรถฉุกเฉินของศูนย์บริการการแพทย์ฉุกเฉินศิริราช (SiEMS) ใช้กล้องที่ติดตัวอยู่ส่งข้อมูลที่ชัดและแม่นยำแบบเรียลไทม์ ทำให้แพทย์เห็นผู้ป่วยเสมือนไปอยู่จุดเกิดเหตุเอง ส่งผลให้สามารถเริ่มต้นการรักษาได้ทันเวลา ซึ่งนับเป็นต้นแบบของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการของโรงพยาบาล อำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้บริการ

1.4) การใช้เทคโนโลยี VR,AR ทางการแพทย์

การประยุกต์ใช้ AR ระหว่างการผ่าตัด

ในเดือนมิถุนายน 2020 ศัลยแพทย์ John Hopkins ทำการผ่าตัดโดยใช้ AR เป็นครั้งแรกกับผู้ป่วยที่ยังมีชีวิต หนึ่งในการผ่าตัดคือการเชื่อมข้อกระดูกสันหลัง และอีกวิธีหนึ่งคือการผ่าตัดเอาก้อนมะเร็งออกจากกระดูกสันหลังที่เรียกว่า คอร์โดมา (Chordoma) การผ่าตัดครั้งนี้ประสบความสำเร็จและผู้ป่วยก็ฟื้นตัวได้ดีเช่นกัน ในการผ่าตัดด้วย AR ช่วยให้แพทย์และผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์มองเห็นด้วยรังสีเอกซ์เพื่อค้นหาอวัยวะในร่างกายของผู้ป่วย แพทย์ไม่จำเป็นต้องมองหน้าจอต่าง ๆ เพื่อดำเนินการผ่าตัดอีกต่อไป ช่วยประหยัดเวลาและโฟกัสไปที่ผู้ป่วยได้ดีขึ้น

การใช้ AR เพื่อสนับสนุนการแพทย์

AccuVein สตาร์ทอัพของ Medtech ใช้เทคโนโลยี AR เพื่อให้พยาบาลทำงานได้ง่ายขึ้น Vinny Luciano ผู้เชี่ยวชาญด้านการตลาดของ AccuVein กล่าวว่า ในการเจาะเลือดมีมากถึง 40% ที่เจาะไม่โดนตำแหน่งเส้นเลือดดำ บริษัทช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถเจาะเลือดได้ดีและแม่นยำมากขึ้น โดยใช้เครื่องสแกนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ฉายภาพบนผิวหนังและแสดงให้พยาบาลหรือแพทย์เห็นตำแหน่งของเส้นเลือดที่อยู่ในร่างกายของผู้ป่วย Luciano ประเมินว่ามีการใช้กับผู้ป่วยมากกว่า 10 ล้านคน ทำให้การเจาะเลือดแม่นยำมากขึ้น 3.5 เท่า เทคโนโลยีดังกล่าวสามารถช่วยเหลือบุคลากรทางการแพทย์และเพิ่มทักษะในทางการแพทย์ได้

Hololens เปลี่ยนการศึกษาทางการแพทย์และการศึกษากายวิภาคศาสตร์

Case Western Reserve University และ Cleveland Clinic ได้ร่วมมือกับ Microsoft เพื่อเปิดตัวแอปพลิเคชัน HoloLens ที่เรียกว่า HoloAnatomy เพื่อให้เห็นภาพร่างกายมนุษย์ ด้วยชุดหูฟัง HoloLens ของ Microsoft ผู้ใช้แอปสามารถมองเห็นทุกอย่างตั้งแต่กล้ามเนื้อไปจนถึงเส้นเลือดที่เล็กที่สุดด้วยโมเดลโฮโลแกรมแบบไดนามิก เชื่อว่าจะสามารถปฏิวัติการศึกษาทางการแพทย์เนื่องจากผู้เรียนจะสามารถเห็นร่างกายมนุษย์ในรูปแบบ 3 มิติ แทนวิธีการเรียนปกติที่มองเห็นภาพขาวดำและคำอธิบายที่เป็นลายลักษณ์อักษรในหนังสือ

การสร้างความผ่อนคลายผู้ป่วยด้วย Medical VR

ขณะที่มีการรักษาตัวที่โรงพยาบาล ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะกังวลเกี่ยวกับอาการป่วยของตนเอง อีกทั้งยังคิดถึงครอบครัวและเพื่อน ๆ เทคโนโลยี VR สามารถช่วยให้ผู้ป่วยรู้สึกผ่อนคลายและวิตกกังวลน้อยลงขณะอยู่ในโรงพยาบาล

ในการศึกษานำร่อง ผู้ป่วยที่เข้ารับการผ่าตัดที่โรงพยาบาลเซนต์จอร์จในลอนดอนมีตัวเลือกในการใช้ชุดหูฟัง VR ก่อนและระหว่างการผ่าตัดเพื่อดูทิวทัศน์ มีจำนวนผู้เข้าร่วม 100% ซึ่งผู้ป่วย 1 รายสามารถระบุได้ในหลายกรณี พบว่า เมื่อสวมชุดหูฟัง VR สามารถให้ความรู้สึกผ่อนคลายมากถึง 94% มี 80% รู้สึกเจ็บปวดน้อยลงหลังจากสวมชุดหูฟัง และมี 73% รู้สึกกังวลน้อยลง แสดงให้เห็นว่า การนำเทคโนโลยี AR เข้ามาใช้ในทางการแพทย์ สามารถช่วยให้ผู้ป่วยผ่อนคลายได้

เร่งการฟื้นตัวในการทำกายภาพบำบัด

สำหรับผู้ป่วยที่รอดชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองหรือการบาดเจ็บที่สมอง เวลาเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการฟื้นฟู หากเริ่มฟื้นฟูร่างกายได้เร็วเท่าไร โอกาสที่ผู้ป่วยจะกลับมาใช้ชีวิตปกติก็เร็วขึ้นเท่านั้น Neuro Rehab VR จึงได้มีแนวความคิดในการนำเสนอแนวทางการบำบัดทางกายภาพสำหรับผู้ป่วยดังกล่าว โดยร่วมมือกับแพทย์และนักบำบัด บริษัทพัฒนาการฝึกอบรม VR ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อปรับแต่งการออกกำลังกายแต่ละแบบให้เหมาะกับความต้องการในการรักษาของผู้ป่วย จุดมุ่งหมายคือการทำให้การทำกายภาพบำบัดสนุกยิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ป่วย วิธีดังกล่าวได้รับการพิสูจน์แล้วว่าได้ผลจริง ในการศึกษา นักวิจัยพบว่าหลังจากการบำบัดด้วย VR เด็กที่เป็นอัมพาตทางสมองมีพัฒนาการในการเคลื่อนไหวที่ดีขึ้นอย่างมาก

2) การใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม (SMART Manufactory)

การตรวจสอบและควบคุมระยะไกล

การตรวจสอบภาคสนามของโรงงานผลิตต้องการข้อมูลทางเทคนิคจำนวนมากเกี่ยวกับอุปกรณ์ของโรงงาน และต้องการความเชี่ยวชาญจากช่างเทคนิคภาคสนาม นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานยังมีช่างเทคนิคที่มีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับอุปกรณ์ของโรงงาน กระบวนการ และการดำเนินงานสำหรับการแก้ไขปัญหาอย่างจำกัด

การใช้เทคโนโลยี Augmented และ Virtual Reality ร่วมกับ 5G สามารถทำให้งานปฏิบัติการหลายอย่างสำหรับองค์กร เช่น การตรวจสอบภาคสนาม ความช่วยเหลือระยะไกลสำหรับการแก้ไขปัญหาและการซ่อมแซม ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดหาอุปกรณ์ด้วยการใช้ AR ให้กับช่างเทคนิค เพื่อช่วยเหลือช่างเทคนิคภาคสนามที่มีความเชี่ยวชาญทางเทคนิคน้อยกว่า ผ่านจอแสดงผลเพื่อดำเนินการบำรุงรักษาและซ่อมแซมต่อไป ด้วย 5G ที่มีแบนด์วิธสูงที่จะช่วยให้สามารถส่งข้อมูลจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถส่งวิดีโอ รูปภาพ และเนื้อหาความจริงเสริมจากภาคสนามไปยังหัวหน้างานหรือผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการวิเคราะห์ ซึ่งความเป็นจริงเสริมสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลซ้อนลงบนโลกแห่งความเป็นจริงได้ ทำให้มองเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ง่ายขึ้น เช่น สามารถใช้แสดงตำแหน่งของแก๊สรั่วได้ เป็นต้น โดยมีตัวอย่างการใช้ตัวอย่างการใช้งาน

โรงงานอัจฉริยะ Tallinn ประเทศเอสโตเนีย

Ericsson ได้ทดลองกับ Overlay AR ในโรงงานอัจฉริยะ Tallinn ประเทศเอสโตเนีย เพื่อแก้ไขปัญหาและซ่อมแซมบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า การแก้ไขปัญหาแผงวงจรเป็นงานที่ต้องใช้ทักษะสูงและใช้เวลานานประมาณร้อยละ 50 ของเวลาทั้งหมดใช้ไปกับการค้นหาข้อมูลจากเอกสาร คู่มือ และแผนผัง ด้วยการนำ AR เข้ามาช่วยตรวจจับข้อผิดพลาด ทำให้ใช้เวลาในการตรวจสอบโดยเฉลี่ยลดลง 15% นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ให้น้อยลง ส่งผลให้ประหยัดพลังงานและลดการใช้สารเคมีได้.

Telia, Nokia, Intel ทดลองวิเคราะห์วิดีโอแบบเรียลไทม์ที่โรงงาน Nokia

Telia และ Nokia ร่วมกับ Intel ก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างพื้นฐาน 5G ซึ่ง Cloud และศูนย์ข้อมูลกำลังสร้างกระบวนการอุตสาหกรรมดิจิทัลใหม่ ในการทดลองแสดงให้เห็นว่าบริษัทต่าง ๆ สามารถใช้ความสามารถด้าน 5G ที่มี low latency เป็นพิเศษและแบนด์วิธสูงกับการวิเคราะห์วิดีโอ เพื่อปรับปรุงและ

เปลี่ยนแปลงการผลิตในสภาพแวดล้อมการผลิตได้ ในการทดลองที่โรงงาน Nokia ใน Oulu ประเทศฟินแลนด์ ฟีดวิดีโอของกระบวนการในสายการผลิตได้รับการตรวจสอบและวิเคราะห์ด้วยแอปพลิเคชันการวิเคราะห์วิดีโอจาก Finwe สตาร์ทอัพชาวฟินแลนด์ด้วย Intel 5G Mobile Trial Platform ฟีดวิดีโอถูกส่งต่อผ่านเครือข่าย 5G และผ่านเครือข่ายไฟเบอร์ของ Telia ไปยังศูนย์ข้อมูลของบริษัทในเฮลซิงกิ ด้วยการเชื่อมต่อเครือข่ายที่รวดเร็วและ low latency แอปพลิเคชันการวิเคราะห์วิดีโอจึงสามารถแจ้งเตือนสายการผลิตได้ทันทีถึงความผิดปกติในกระบวนการ สามารถแก้ไขได้แบบเรียลไทม์เพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือและคุณภาพ

ระบบอัตโนมัติในโรงงาน

ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรม 4.0 และ IoT ทำให้องค์กรจำนวนมากหันมาใช้ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (AGV) เพื่อขนส่งวัสดุและงานในโรงงาน (เช่น Forklift AGV, towing AGV, unit load handlers, heavy burden carriers, autonomous mobile robots) เป็นยานพาหนะที่เคลื่อนที่โดยอัตโนมัติ ไม่จำเป็นต้องป้อนข้อมูลหรือควบคุมโดยมนุษย์ ใช้สำหรับการขนย้ายสินค้า อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ด้วยระบบนำทางด้วยเลเซอร์ และการสื่อสารกับระบบควบคุมผ่านสัญญาณ 5G ความสามารถในการขนส่งและลำเลียงสินค้าอัตโนมัตินี้ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในไลน์การผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ จัดการระบบคลังสินค้า หรือการขนส่งสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม

ยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (AGV) เดินทางตามเส้นทางที่กำหนดหรือสายไฟบนพื้นหรือใช้คลื่นวิทยุหรือเลเซอร์สำหรับการนำทาง ทำให้ AGV ถูกใช้อย่างกว้างขวางในการผลิตและคลังสินค้าเพื่อขนส่งวัสดุและผลิตภัณฑ์จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง รวมถึงการขนถ่ายรถบรรทุกหรือรถพ่วงและการเคลื่อนย้ายสต็อกในคลังสินค้า ข้อมูล AGV รวมกับระบบขององค์กรสามารถรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสร้างข้อมูลเชิงลึก ลดความไม่แน่นอนและสนับสนุนการตัดสินใจ หนึ่งในความท้าทายที่สำคัญในการจัดการกับ AGV จำนวนมากในโรงงานผลิต คือ การเชื่อมต่อ AGV มักพึ่งพา WiFi หรือ RFID ในการสื่อสารระหว่างยานพาหนะและระบบควบคุม แม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้จะทำงานได้ดีในแอปพลิเคชันจำนวนมาก แต่ก็ประสบปัญหาในสภาพแวดล้อมที่แออัด ซึ่ง AGV หลายตัวพยายามสื่อสารกันหรือสื่อสารกับตัวควบคุมส่วนกลาง เมื่อมี WiFi ในโรงงานไม่เสถียร ทำให้เกิดความขัดข้อง ส่งผลให้การผลิตและรายได้ลดลงอย่างที่ควรจะเป็น การเชื่อมต่อ 5G ได้แก้ปัญหาในการเชื่อมต่อ AGV กับ WiFi ด้วย 5G ที่มีแบนด์วิธสูง และ low latency ครอบคลุมทั่วทั้งโรงงาน ทำให้มั่นใจได้ว่าการทำงานของ AGV เป็นไปอย่างราบรื่น อีกทั้งยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์โรงงานได้ง่าย

การใช้งานยานพาหนะนำทางอัติโนมัติของ OSRAM

โรงงาน OSRAM ใน Schwabmunchen เลือกใช้แพลตฟอร์มแบบบูรณาการ โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/5G ร่วมกับการรวมกันของ *edge Cloud* ในพื้นที่และ *edge Cloud* ของผู้ให้บริการ เพื่อให้สอดคล้องกับ low latency ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน AGV เพื่อลดปัญหาเครือข่ายการสื่อสารระหว่าง AGV และทรัพยากรคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้การประมวลผลร่วมกับ AGV ยังช่วยให้มั่นใจได้ถึง low latency ในขณะเดียวกัน Ericsson เน้นว่า AGV ในพื้นที่อุตสาหกรรมแต่เดิมได้รับการออกแบบให้ทำงานผ่าน Wi-Fi ซึ่งมีข้อจำกัดตั้งแต่เริ่มต้น หาก AGV เกิดความขัดข้องทำให้เครื่องหยุดทำงานและต้องได้รับการแก้ไขโดยมนุษย์

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาด้วยความก้าวหน้าในการเชื่อมต่อเซลลูลาร์และ 5G ทางด้าน AGV ได้ขยับเข้าใกล้การเป็นหุ่นยนต์อัตโนมัติด้วย 5G ทำให้ AGV สามารถใช้อัลกอริธึมการนำทางเซ็นเซอร์ LiDAR เทคโนโลยีการมองเห็นและการแชร์แผนที่เสมือนเพื่อตรวจจับวัตถุด้วยตนเองและเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติผ่านสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่ง Wi-Fi ไม่สามารถรองรับได้

บริษัท ไดซิน จำกัด (นิคมอุตสาหกรรมนวนคร)

จากสถานการณ์การระบาดของโควิด 19 บริษัท ไดซิน จำกัด ได้เห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีและระบบอัตโนมัติ ที่ต้องปรับตัวสู่โรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) โดยความร่วมมือกับเนคแทคและดีแทค นำเทคโนโลยี 5G มาแก้ปัญหา (Pain point) จากกระบวนการผลิตด้วย AGV (Automated Guided Vehicle) รถลำเลียงชิ้นส่วนในกระบวนการผลิตเดิมซึ่งไม่สามารถควบคุมการผลิตให้แม่นยำ โดยเฉพาะการติดตามตำแหน่งทำให้เกิดการสูญเสียเวลาในการผลิต ส่งผลให้เกิดต้นทุนในการขนส่งชิ้นส่วนภายในโรงงาน และอาจจะทำให้เกิดอันตรายจากการขนส่งอีกด้วย

ในกระบวนการผลิตไดซินได้นำ AGV หรือรถลำเลียงชิ้นส่วน ซึ่งเป็นหัวใจหลักของกระบวนการผลิตที่กำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่และหยุดได้ด้วยแถบแม่เหล็กซึ่งมีผลต่อการผลิตได้ตามเป้าหมาย อีกทั้งยังมีความแม่นยำและมีระบบติดตามแบบเรียลไทม์ รวมทั้งกำหนดเส้นทาง (mapping) อย่างแน่นอน สำหรับ AGV แบบเดิมไม่สามารถตอบโจทย์กระบวนการผลิตได้อีกต่อไป ดังนั้น โซลูชัน 5G ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้แบบเรียลไทม์และแม่นยำจะมาตอบโจทย์การเป็นโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) เรื่องควบคุมอัตโนมัติและเซนเซอร์ ในรูปแบบ Internet of Things (IoT) ที่สามารถพัฒนาสู่ IoT อื่น ๆ ร่วมกัน และสามารถนำข้อมูลส่งเข้าระบบคลาวด์และนำมาวิเคราะห์ (Data Analytics) อีกทั้งยังรองรับ Big Data เพื่อพัฒนาสู่ดิจิทัลเต็มรูปแบบ สำหรับ AGV ของไดซิน จะติดตั้งชิมดีแทคเพื่อส่งสัญญาณ 5G สู่แพลตฟอร์มในการใช้งานลำเลียงชิ้นส่วนเข้าสู่แต่ละกระบวนการผลิตอย่างแม่นยำ โดยไม่ต้องใช้คนมาเฝ้าระวังอีกต่อไป

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (AMR) เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญที่จะช่วยให้อุตสาหกรรมการผลิตมีความยืดหยุ่นและชาญฉลาด โดยจะพัฒนากระบวนการผลิต คลังสินค้า และกระบวนการโลจิสติกส์ ให้อัจฉริยะและทันสมัย โดยทั่วไป AMR ต้องคำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อม มีการวางแผนเส้นทางแบบไดนามิก การหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางและการวางตำแหน่งได้ทั่วโลก การทำงานร่วมกันแบบไร้คนควบคุมในสายการผลิต AMR ทำให้ระบบโลจิสติกส์อัตโนมัติและไร้คนขับเป็นไปได้ ซึ่งรวมถึงการดำเนินการแบบไร้คนควบคุม ในคลังสินค้า AMR ใช้การหยิบสินค้าจากบุคคล เป็นการดำเนินการหยิบอัจฉริยะ อีกทั้งยังสามารถเคลื่อนย้ายและดำเนินการในขั้นตอนการสต็อกสินค้าเข้าและออก ในส่วนของการกระจายและการเลือกวัสดุไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในอาคารโรงงาน ระบบ AMR สามารถขยายได้ทั่วทั้งโรงงานอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น เมื่อขนถ่ายสินค้า หุ่นยนต์สามารถย้ายสินค้าไปยังคลังสินค้าที่กำหนดได้โดยอัตโนมัติ สินค้าจะเข้าและออกจากคลังสินค้าโดยอัตโนมัติ และการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างโรงงานหรือคลังสินค้าจะได้รับการลงทะเบียนโดยอัตโนมัติ ฟังก์ชันเหล่านี้

ต้องการให้หุ่นยนต์สนับสนุนการนำทางอัตโนมัติ โดยใช้คุณสมบัติต่าง ๆ เช่น การนำทางด้วยเลเซอร์ การนำทางด้วยภาพและการวางตำแหน่งดาวเทียม

Ericsson และ Audi ทดสอบเทคโนโลยี 5G สำหรับการใช้งานระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม

Ericsson และ Audi ประสบความสำเร็จในการทดสอบความสามารถในการสื่อสาร 5G Ultra-Reliable Low Latency Communications (URLLC) กับแอปพลิเคชันระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมในชีวิตจริงที่ห้องปฏิบัติการโรงงานของ Ericsson ในเมือง Kista ในเดือนมกราคม 2020 การสาธิตล่าสุดที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของ 5G URLLC ทั้งสองบริษัทได้สร้างเซลล์หุ่นยนต์ที่คล้ายกับที่ทำงานในโรงงานของ Audi ในปัจจุบัน แต่ผ่านการเชื่อมต่อ 5G ด้วย latency ที่ต่ำมากและความน่าเชื่อถือของ 5G URLLC หากพนักงานในโรงงานเข้าถึงหุ่นยนต์จะหยุดทันที ทำให้ปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายสำหรับบุคลากรขณะทำงานกับเครื่องจักร การตอบสนองทันทีพร้อมการรับประกันความน่าเชื่อถือนี้ไม่สามารถทำได้ผ่าน Wi-Fi แบบดั้งเดิม การใช้เครื่องจักรอัตโนมัติที่ปราศจากสายไฟช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น ความคล่องตัวและประสิทธิภาพของสายการผลิตได้อย่างมาก เนื่องจากเซลล์หุ่นยนต์ที่ใช้การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบมีสาย ถูกจำกัดในแง่ของการใช้พื้นที่สำหรับ 5G URLLC ต้องการเพียงการเชื่อมต่อเครือข่ายก็สามารถใช้งานในส่วนไหนก็ได้ภายในโรงงาน ส่งผลให้การตั้งค่าการผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนย้ายได้ง่าย

ระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มผลผลิต

ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมได้ปฏิวัติกระบวนการผลิต ช่วยให้มีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากขึ้นในการผลิตสินค้า นอกจากนี้ยังช่วยลดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตได้ ระบบอัตโนมัติยังช่วยให้โรงงานสามารถทำงานได้ตลอดเวลาเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต โดยที่ระบบควบคุมมักใช้กับเทคโนโลยี เช่น เซ็นเซอร์ IoT, กล้อง AI, และหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อจัดการงานซ้ำ ๆ ได้

โดยการเปลี่ยนไปใช้การเชื่อมต่อ 5G จะช่วยให้สามารถนำระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมมาใช้ในวงกว้างได้ ตัวอย่างเช่น การสื่อสารไร้สายที่มี Low Latency สำหรับ 5G จะทำให้การตรวจสอบและควบคุมเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ง่ายขึ้น ทำให้ผู้นำในอุตสาหกรรมมีข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการดำเนินงานของโรงงานมากขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมอาจใช้ 5G เพื่อเชื่อมต่อกล้องวิชั่น AI ตามสายการผลิตเพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์และปรับปรุงประสิทธิภาพและผลผลิต การเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์จากอุปกรณ์อุตสาหกรรมและกระบวนการผลิตจะช่วยให้โรงงานเห็นรูปแบบการผลิตในเชิงลึกมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถระบุลำดับกระบวนการผลิตที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลนี้ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายและปรับปรุงวงจรการผลิตได้

อนาคตของการผลิตภาคอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์จะพึ่งพาระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์มากขึ้น โรงงานและคลังสินค้าจะอัจฉริยะขึ้นโดยมีระบบที่มีประสิทธิภาพในการจัดการการไหลของสินค้า สิ่งนี้จะส่งผลให้กระบวนการมีความคล่องตัวและคุ้มค่า ทำให้ธุรกิจสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ง่ายขึ้น

การตรวจสอบอุปกรณ์ของโรงงาน Summit Steel Osaka ประเทศญี่ปุ่น

โรงงาน Summit Steel Osaka เป็นโรงงานแปรรูปเหล็กแผ่นและเป็นโรงงานที่รับเหล็กแผ่นม้วนขนาดยักษ์จากผู้ผลิตเหล็กมาตัดและแปรรูปให้เป็นรูปแบบที่ลูกค้าต้องการ โรงงานแห่งนี้ได้นำเทคโนโลยี 5G เข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้า ในการทำงานจากเดิมผู้ปฏิบัติงาน

ตรวจสอบขดลวดในกระบวนการด้วยสายตา หากมีข้อบกพร่อง ผู้ปฏิบัติงานจะตรวจสอบความลึก ขนาด สี และเงื่อนไขอื่นๆ พนักงานถ่ายรูปข้อบกพร่องและส่งไปยังผู้ที่มีหน้าที่ตรวจสอบ เมื่อพิจารณาถึงความต้องการของลูกค้า ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจจากรูปถ่ายว่าสามารถจัดส่งผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่ หากไม่สามารถตัดสินใจได้จากภาพถ่ายเพียงอย่างเดียว ก็ต้องมาที่โรงงานเพื่อสังเกตข้อบกพร่อง แต่เมื่อนำ 5G เข้ามา กระบวนการแบบดั้งเดิมก็เปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง โดยใช้กล้อง 8K line-scan ที่ใช้ในการตรวจสอบภาพอัตโนมัติมีความสามารถในการสแกนต่อเนื่องด้วยความเร็วสูงและความแม่นยำในการตรวจสอบสูง ในกระบวนการตรวจสอบกล้องจะส่งภาพความละเอียดสูงของขดลวดไปยังเซิร์ฟเวอร์ AI ผ่าน 5G และ AI จะระบุว่ามีข้อบกพร่องหรือไม่ และตรวจหาตำแหน่งของข้อบกพร่องในขดลวดตามข้อมูลที่ส่งไป วิดีโอที่ความละเอียดสูงจะสามารถตรวจสอบคุณภาพของขดลวดได้ อีกทั้งยังสามารถระบุข้อบกพร่องขนาดเล็กมากได้จากตำแหน่งระยะไกล

ความปลอดภัย

หนึ่งในความท้าทายด้านความปลอดภัยที่สำคัญของโรงงานผลิต คือ ศักยภาพในการโจมตีทางไซเบอร์ การโจมตีเหล่านี้อาจสร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่ออุปกรณ์ของโรงงานและทำให้กระบวนการผลิตหยุดชะงัก นอกจากนี้ โรงงานผลิตยังเสี่ยงต่อการถูกโจมตีทางกายภาพ เช่น การโจรกรรมหรือการก่อกวน โรงงานผลิตจำเป็นต้องตระหนักถึงความเป็นไปได้ของการจารกรรมทางอุตสาหกรรม สายลับขององค์กรสามารถขโมยข้อมูลที่เป็นความลับเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้บริษัทของตนเสียเปรียบในการแข่งขัน

การปรับใช้ 5G/LTE แบบส่วนตัวช่วยให้ผู้ผลิตมีวิธีจัดการกับความท้าทายด้านความปลอดภัยบางประการ ด้วยการปรับใช้เครือข่ายส่วนตัว 5G/LTE และการรักษาความปลอดภัยปลายทางที่จำเป็นบนอุปกรณ์ของโรงงาน ผู้ผลิตสามารถจำกัดการเข้าถึงเครือข่ายและควบคุมว่าใครสามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานของโรงงานได้ อีกทั้งยังสามารถตรวจจับและป้องกันภัยคุกคามในเครือข่าย 5G ส่วนตัว รับรองความถูกต้องของอุปกรณ์ที่พยายามเชื่อมต่อกับเครือข่าย และบล็อกการสื่อสารที่ไม่ได้รับอนุญาตแบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ 5G ยังให้ฟีดวิดีโอแบบเรียลไทม์คุณภาพสูงสำหรับการเฝ้าระวังได้อีกด้วย

การติดตั้งกล้องไร้สายของ Konecranes

เมื่อต้นปี 2565 Edzcom และ Nokia ได้ประกาศแผนการสร้างเครือข่าย 5G แบบ Standalone (SA) ส่วนตัว สำหรับบริษัท Konecranes สัญชาติฟินแลนด์ที่โรงงานของบริษัทในเขต Hyvinkää Konecranes ผู้ผลิต บริการเครนและอุปกรณ์ยก นำเครือข่าย 5G ส่วนตัว มุ่งสู่ "งาน R&D ขั้นสูง" โดยการนำ 5G มาใช้ในการรักษาความปลอดภัยในโรงงาน โดยการติดตั้งกล้องไร้สายความละเอียดสูงเพื่อปรับปรุงความปลอดภัยของโรงงาน และความสมบูรณ์ในการดำเนินงาน

บริษัท กรี อิเลคทริค (ไทยแลนด์) จำกัด ประเทศไทย

Gree บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศรายใหญ่ที่สุดของโลก ก็ได้มีการนำ 5G เข้าไปใช้เช่นกันในระบบตรวจสอบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ โดยพวกเขาได้ใช้เทคโนโลยี Edge Computing ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายบรรจุภัณฑ์ รวมทั้งฉลาก และป้ายแปะอื่นๆ ซึ่งเป็นงานที่ไม่ยากนักและเหมาะสมกับการประมวลผลใน Edge โดย

Gree ได้เปลี่ยนการตรวจสอบมาเป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมด ซึ่งช่วยลดภาระ ประหยัดเวลา อีกทั้งยังลดข้อผิดพลาดอันอาจเกิดจากการทำงานของมนุษย์อีกด้วย

Haier Group เมืองชิงเต่า ประเทศจีน

Haier Group Corporation ตั้งอยู่ในชิงเต่า มณฑลซานตง มีความเชี่ยวชาญในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภคและเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น เครื่องซักผ้า ไมโครเวฟ ตู้แช่ไวน์ ตู้เย็น และเตาอบ เป็นต้น โรงงานอัจฉริยะมีเป้าหมายเชิงกลยุทธ์หลายประการเพื่อส่งเสริมการนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น Haier Group รวมแพลตฟอร์มบริการคลาวด์และแพลตฟอร์มการปรับแต่งจำนวนมากที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจพบปัญหาใด ๆ ในระบบ ช่วยให้แก้ไขข้อผิดพลาดได้ตั้งแต่เนิ่นๆ ก่อนที่จะส่งผลถาวรต่อผลิตภัณฑ์หรือประสิทธิภาพทางอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Haier, China Mobile, Huawei และ M-Star ได้เปิดตัวโซลูชันร่วม 5G Smart Factory แห่งแรกของโลก โรงงานอัจฉริยะ 5G ใช้ระบบอัจฉริยะสำหรับการตรวจจับคุณภาพ การบำรุงรักษา การทำงานร่วมกันของเครื่องจักร การขนส่งวัสดุ การจัดการพลังงาน และความปลอดภัย บรรลุเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ในการเป็นหนึ่งในตัวอย่างการพัฒนาและการผลิตที่ยั่งยืน ระบบ Machine Vision 5G ได้รับการติดตั้งในโรงงานของ Haier ในเมืองชิงเต่า ประเทศจีน ปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการตรวจจับด้วยภาพอัจฉริยะ และลดค่าใช้จ่ายในการปรับใช้และการบำรุงรักษา ด้วยการอัปเดตซอฟต์แวร์ โรงงานยังสามารถอัปเดตแอปพลิเคชันได้ทันที ซึ่งช่วยลดผลกระทบของการหยุดชะงักของการบริการที่เกิดจากการอัปเกรดและการบำรุงรักษาในทางอุตสาหกรรม เทคโนโลยีเหล่านั้นยังสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์ใหม่และเวลาในการออกสู่ตลาด จึงทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงได้รวดเร็วขึ้น

Bosch Connected Factory , Blaichach ประเทศเยอรมนี

โรงงานที่เชื่อมต่อกันใน Blaichach เป็นโรงงานชั้นนำของ Bosch สำหรับการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ มีระบบความปลอดภัยในการผลิต เช่น ระบบควบคุมเสถียรภาพการทรงตัวของรถ (ESP) และระบบเบรกป้องกันล้อล็อก (ABS) โรงงานใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในกระบวนการผลิต ในแต่ละวันจะใช้แท็บเล็ตเพื่อตรวจสอบชิ้นส่วน ตรวจสอบเครื่องจักร และติดตามกระบวนการ โดยให้ข้อมูลที่มีคุณภาพ ซึ่งโดยปกติแล้ว ผู้ควบคุมเครื่องจักรต่าง ๆ จะมองข้าม นอกจากนี้ Bosch Connected Factory ยังมีระบบสนับสนุนผู้ปฏิบัติงานจะแสดงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการและนำเสนอวิธีแก้ไขที่เป็นไปได้ อีกหนึ่งเทคโนโลยีอัจฉริยะที่ใช้ใน Blaichach Connected Factory คือ Nexeed เป็นชุดซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยกลุ่มอุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อกันเพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการผลิตดำเนินไปอย่างราบรื่น ซอฟต์แวร์นี้อ่านข้อมูลที่จำเป็นจากเซ็นเซอร์มากกว่า 60,000 ตัว ส่งข้อมูลนี้ไปยังไคลเอนต์ (Client) ที่เหมาะสมได้ตรงเวลา ดังนั้นทีมงานจึงสามารถติดตามการดำเนินการผลิตทั้งหมดและทำการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ได้

นวัตกรรมเหล่านี้ที่ใช้ในโรงงานมีส่วนทำให้การผลิตระบบความปลอดภัย ESP/ABS เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ โรงงานยังใช้ Hydroelectric Energy และมีการตรวจสอบ อีกทั้งมีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานผ่านซอฟต์แวร์ ช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า

Digital twin

Digital Twin เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญของยุค Industry 4.0 ที่สามารถสร้างแบบจำลองและให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการผลิตทั้งหมด ปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเริ่มใช้ประโยชน์จาก Digital Twin กันมากขึ้น เพราะเป็นวิธีที่คุ้มค่าในการสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ วิเคราะห์ และประเมินผลการจำลองโมเดล ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดียิ่งขึ้น สำหรับการทำงานของเทคโนโลยี Digital Twins นั้นจะอาศัยการบูรณาการ3 เทคโนโลยีดิจิทัลเข้าหากัน อันได้แก่

1) เทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง เป็นลักษณะเทคโนโลยีการสร้างวัตถุเสมือนแบบ 3D
2) เทคโนโลยี IoT เป็นเทคโนโลยี Sensor และการเชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อSensor ของอุปกรณ์ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์ต้นแบบแล้ว ก็จะทำการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เชื่อมต่อถึงกันเพื่อการเก็บและส่งต่อข้อมูลไปประมวลผล
3) เทคโนโลยีวิเคราะห์ประมวลผลคุณภาพสูง เป็นเทคโนโลยีวิเคราะห์ประมวลผลเป็นแบบขั้นสูงอันเกิดขึ้นจากการนำศักยภาพของเทคโนโลยี 5G มาเสริมประสิทธิภาพเทคโนโลยีประมวลผล ด้วยเพราะ 5G มีประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบนิเวศแบบ IoT ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น จึงทำให้การรับ - ส่งข้อมูลไปยังเทคโนโลยีประมวลผลทำได้แบบ Realtime ทั้งรวดเร็ว ครบถ้วน และแม่นยำมากขึ้น จนได้มาซึ่งชุดข้อมูลที่มีความละเอียด และมีคุณภาพมากพอที่จะนำใช้เป็นฐานในการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงขึ้นมาใหม่

การนำ Digital Twin มาใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิต จะมีส่วนช่วยใน 3 ด้านได้แก่

(1) ปรับปรุงการออกแบบระบบ โรงงานสามารถใช้ Digital Twin ในการวางแผนและทดสอบสายการผลิตใหม่ พร้อมค้นหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและพื้นที่ที่ควรปรับให้เหมาะสมก่อนสร้างระบบทางกายภาพ เทคนิคการสร้างภาพจำลองด้วย Digital Twin ทำให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจน วางแผนการทำงานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ ช่วยประหยัดทั้งเวลาและเงินทุน

(2) การทดสอบผลิตภัณฑ์ใหม่ ในอดีตฝ่ายวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ต้องใช้เวลาทดลองและตรวจสอบข้อผิดพลาดอย่างยาวนาน เพื่อคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิมให้ดีขึ้น แต่ด้วยเทคโนโลยี Digital Twin ทำให้ผู้ผลิตสามารถทดสอบการตั้งค่าระบบ รวมทั้งการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายและรวดเร็วโดยไม่จำเป็นต้องผลิตจริง จึงช่วยลดความเสี่ยงจากการคำนวณที่ผิดพลาดซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้นตามไปด้วย

(3) การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยปกติ ฝ่ายผลิตจะรวบรวมข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับเครื่องจักรเป็นประจำอยู่แล้ว เช่น ระดับความชื้น การเคลื่อนไหว การสั่นสะเทือน ฯลฯ แต่ในปัจจุบัน เพียงแค่มีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ IoT (Internet of Things) กับเทคโนโลยี Digital Twin ก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านมุมมองที่ครอบคลุมของระบบได้ในทันที รวมทั้งการตรวจสอบความผิดปกติของการใช้งาน หรือปัญหาของ

เครื่องจักรที่ไม่คาดคิดและอาจสังเกตเห็นได้ยาก จึงช่วยให้ทีมงานได้รับทราบและหาทางป้องกันล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดปัญหาจนทำให้กระบวนการผลิตต้องหยุดชะงักหรือเกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน

พัฒนารถยนต์แห่งอนาคต บริษัทยานยนต์ชั้นนำอย่าง Porsche, BMW และแบรนด์อื่นๆ

บริษัทยานยนต์ชั้นนำอย่าง Porsche, BMW และแบรนด์อื่นๆ กำลังพัฒนารถยนต์แห่งอนาคตด้วยเทคโนโลยี Digital Twin ทำให้ตอนนี้บริษัทต่าง ๆ สามารถจำลองโมเดลต้นแบบได้ทุกประเภทโดยไม่ต้องใช้ต้นทุนสูงเหมือนแต่ก่อน

นอกจากนี้ เครื่องมือสร้างแบบจำลอง Digital Twin อย่าง CAD (Computer Aided Design) หรือโปรแกรมออกแบบ 3D ต่าง ๆ ยังได้รับการพัฒนาให้สามารถ Render ได้ในทันที จึงเหมาะกับการใช้ทดสอบประสิทธิภาพผ่านสถานการณ์จำลอง รวมถึงการปรับเปลี่ยนกลไกเชิงฟิสิกส์ เช่น การศึกษาว่ารถยนต์จะวิ่งในภูมิประเทศที่แตกต่างกันเป็นอย่างไร ไม่เพียงแค่นั้น บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ยังสามารถใช้ Digital Twin เพื่อออกแบบระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ด้วยข้อมูลระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล และจำลองรายละเอียดของสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในทุกรูปแบบ ซึ่งจำเป็นต่อการทดสอบตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในการพัฒนายานพาหนะที่สามารถตอบสนองได้อย่างแม่นยำ แม้ไม่มีคนขับอยู่

TATA Consultancy Services

TATA Consultancy Services (TCS) บริษัทผู้ให้คำปรึกษาและบริการในการช่วยธุรกิจให้เข้าสู่โลก Digital Transformation IoT และ 5G จะช่วยตอบโจทย์ของธุรกิจที่ท้าทาย เช่น เทรนด์ในการลดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนที่เริ่มถูกผลักดันอย่างจริงจัง นำมาจากสหภาพยุโรปที่มีการกำหนดอัตราการปลดปล่อยพลังงาน โดยเฉพาะกระบวนการผลิตสินค้าที่จะนำมาเข้ามาในสหภาพที่จะมีผลประโยชน์ทางการค้า ด้วยเหตุนี้เองผู้ผลิตจึงต้องหาทางที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามาติดตามกระบวนการผลิตของตน ซึ่ง TCS เองเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้ เชื่อว่าการใช้ IoT จะช่วยสร้างข้อมูลให้ธุรกิจสามารถติดตามระบบการผลิตได้

โดย TCS ยังนำเสนอโซลูชัน TCP IP2 หรือบริการ SaaS สำหรับสร้างตัวตนบนเสมือน (Digital Twins) และต่อยอดด้วยระบบ AI ที่ช่วยวิเคราะห์การทำงานได้ รวมถึง DigiFleet หรือโซลูชันวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกเพื่อติดตามสถานภาพการทำงานและบริการจัดการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนทีมงานคุณภาพที่พร้อมให้คำปรึกษาอย่างมืออาชีพ ทั้งหมดนี้เพื่อช่วยให้ลูกค้าสามารถตอบโจทย์ Green Energy ได้นั่นเอง แน่นอนว่าการทำงานของ IoT ที่อยู่บนโครงข่าย 5G จะช่วยให้ภาคธุรกิจสามารถเพิ่มโอกาสใหม่ ๆ ได้อย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน

3) การใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตร (SMART Agriculture)

3.1) การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

การติดตามแมลง

โดยฝูงตั๊กแตนที่เข้ามาในพื้นที่การเกษตรหรือแมลงฝูงเล็ก ๆ ก็สามารถทำลายพืชได้ในเวลาอันสั้น การระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G สามารถถ่ายโอนข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วจากเซ็นเซอร์ในภาคสนามที่กำหนดไว้ จอร์แดน กล่าวว่า สิ่งเหล่านี้สามารถวัดสิ่งต่าง ๆ เช่น วัดปริมาณความ

หนาแน่นของแมลงตลอดจนการวัดสภาพดินได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G เพื่อค้นหาเครื่องจักรในฟาร์มได้อย่างแม่นยำ

การติดตามปศุสัตว์แบบเรียลไทม์

ความสามารถในการค้นหาและตรวจสอบปศุสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะในพื้นที่ดอนและทุ่งเลี้ยงสัตว์เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากสำหรับเกษตรกร หากข้อมูลการการบริโภคอาหารและความอุดมสมบูรณ์ของวัวสามารถส่งกลับไปยังเกษตรกรได้ เกษตรกรก็สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจได้ การนำเทคโนโลยี 5G มาใช้งานและระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ สามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของโซลูชันการตรวจสอบปศุสัตว์ซึ่งปัจจุบันขึ้นอยู่กับโซลูชันที่ใช้งาน อย่างไรก็ตามสิ่งนี้จะขึ้นอยู่กับการครอบคลุมของเทคโนโลยี 5G ที่พร้อมใช้งาน

เซ็นเซอร์ Moocall

การรู้ว่าวัวและฝูงสัตว์ มีสภาพร่างกายเป็นอย่างไร อาจมีความสำคัญต่อเกษตรกรเมื่อถึงฤดูตกลูก การติดตามด้วยเซ็นเซอร์ Moocall ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งที่หางวัวของ Vodafone จะแจ้งเตือนเกษตรกรเมื่อลูกวัวกำลังจะคลอด นับตั้งแต่เปิดตัวในปี 2560 มีลูกโคมากกว่า 250,000 ตัว คลอดออกมาอย่างปลอดภัยโดยใช้เซ็นเซอร์ Moocall การใช้เครื่องมือดิจิทัลช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เช่น การเลี้ยงปศุสัตว์และการปลูกพืช สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตและประสิทธิภาพทางการเงินในภาพรวมได้ด้วยเทคโนโลยี IoT และ 5G จึงถูกเห็นว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับภาคเกษตรกรรม

ลดการใช้น้ำ

ในพื้นที่แห้งแล้งและห่างไกล การประหยัดน้ำแม้เพียงหยดเดียวก็เป็นสิ่งสำคัญ ในความร่วมมือในการทดลองกับ Djezzy ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของแอลจีเรีย Nokia ได้สร้างสิ่งที่เรียกว่า Worldwide IoT Network Grid (WING) เพื่อจัดเตรียมข้อมูลที่ใช้งานได้จริงให้กับเกษตรกรปลูกลูกพืช ชาวแอลจีเรีย หัววัดดินที่ฝังอยู่ใต้แนวชลประทาน 120 ซม. จะรวบรวมและส่งข้อมูลกลับมาเกี่ยวกับคุณภาพของดินที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถติดตามความชื้นในดิน รูปแบบน้ำและความเค็มของดินได้ การอ่านจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้เกษตรกรสามารถจัดการวงจรการชลประทานและธาตุอาหารของดินได้อย่างถูกต้อง หลังจากผ่านไปหนึ่งเดือนการทดลองของ Nokia พบว่าเกษตรกรลดการใช้น้ำลง 40% ในสายการชลประทานเดียวสำหรับหนึ่งเฮกตาร์และเพิ่มรายได้ได้ถึง 5% ต่อเฮกตาร์ อย่างไรก็ตามการทดลองดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ถ้าหากทำงานร่วมกับเทคโนโลยี 5G จะทำให้ WING สามารถส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเดิม และมีศักยภาพในการทำงานมากขึ้น

3.2) การจัดการการเพาะปลูก

งานการติดตั้ง Sensor ณ นาฟาร์ม จังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย

คูโบต้า มหาสารคาม ได้เริ่มต้นสานฝันสู่ภาพของ Smart Farm ด้วยการลงทุนพื้นที่ในจังหวัดมหาสารคามสำหรับริเริ่มโครงการ Smart Farm ภายใต้ชื่อ ณ นา ฟาร์ม เพื่อเป็นต้นแบบให้กับเหล่าเกษตรกรและนิสิตนักศึกษาได้มาเริ่มดูงานในฐานะของศูนย์การเรียนรู้ และร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสร้างความ

เป็นไปได้ใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นในการทำเกษตรครบวงจรด้วยเทคโนโลยี และใช้เทคโนโลยีล่าสุดในการทำการเกษตรแบบยั่งยืน

ในการรวบรวมข้อมูลภายในฟาร์มนั้น ทาง AIS Business ได้มีการติดตั้งระบบ Sensor ที่มีความจำเป็นต่อการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศในแปลงปลูก เช่น การวัดอุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ ความเข้มแสงแดด ปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และทิศทางลม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทีมวิจัยของบริษัท คูโบต้า มหาสารคาม ในการตรวจวัดข้อมูลต่าง ๆ ผ่าน AIS 5G แบบ Real-time และแสดงผลบน Web Application Intelligent Farm (iFARM) ซึ่งจะมี Dashboard ช่วยรายงานสภาพอากาศในแปลงเพาะปลูก เพื่อให้นักวิจัยและเจ้าหน้าที่ช่วยกันเฝ้าระวังสภาพแปลงอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่ เสมือนรับรู้ถึงความรู้สึกของพืชที่ปลูกตลอดเวลาโดยข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจาก Sensor ซึ่งได้นำไปติดตั้ง

นอกจากนี้ระบบ iFARM ยังมีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลบนระบบ Cloud และจัดเตรียมส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผล Data Visualization เพื่อให้เจ้าหน้าที่ นักวิจัย สามารถใช้ระบบในการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลังได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ ณ นาฟาร์ม สามารถเป็นพื้นที่ต้นแบบในการใช้ข้อมูลเพื่อพัฒนา ยกระดับฟาร์มในแบบ Data Driven ได้อย่างเป็นรูปธรรม และพร้อมถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผน วิเคราะห์สำหรับการเพาะปลูก ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนให้กับผลผลิต รวมถึงยังทำให้ผลผลิตมีคุณภาพที่ดีขึ้นได้ในเวลาเดียวกัน

โครงการวานิลลาผาหมี กับการพัฒนาระบบฟาร์มอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบ

หนึ่งในกรณีการใช้งานของ AIS iFarm ที่เกิดขึ้นจริงนั้นก็คือโครงการวานิลลาผาหมี ซึ่งเป็นความร่วมมือกับบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) และมูลนิธิแม่ฟ้าหลวงฯ เพื่อจัดทำแปลงสาธิตปลูกต้นวานิลลาซึ่งเป็นพืชที่มีมูลค่าสูง ในพื้นที่ 7 ไร่ โดยใช้ 5G และเทคโนโลยี IoT เข้าไปใช้ในการติดตามและการเพาะปลูกแบบอัตโนมัติ

ความท้าทายของโครงการดังกล่าวก็คือการที่พื้นที่เพาะปลูกนั้นอยู่บนดอยซึ่งเดินทางเข้าถึงได้ยาก อีกทั้งด้วยพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้เกษตรกรทำการดูแลรักษารดน้ำให้ครบทุกจุดในเวลาอันจำกัดได้ยาก ซึ่งเดิมทีอาจต้องใช้เวลาถึง 7 วันในการรดน้ำต้นไม้ให้ครบทุกจุด ในโครงการนี้ได้มีการตั้งเสาสัญญาณ 5G ในพื้นที่ เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ซึ่งเป็นระบบ Smart Sensor และ Smart Control ในทุกพื้นที่ เพื่อทำการติดตามและวัดค่าสภาพแวดล้อมตั้งแต่ความชื้น ความเข้มแสง อุณหภูมิ และอื่นๆ รวมถึงทำการผสมปุ๋ยและรดน้ำต้นไม้โดยอัตโนมัติอย่างสม่ำเสมอในเวลาที่ต้องการ พร้อมควบคุมระบบพัดลมและระบบระบายอากาศในโรงเรือน EVAP ได้อย่างครบวงจร

นอกจากนี้ ภายในโครงการก็ยังมีการพัฒนา Mobile Application เพื่อให้เกษตรกรสามารถเดินตรวจสอบ และถ่ายรูปของผลผลิต หรือรายงานปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยการถ่ายรูปโดยตรง ทำให้ง่ายต่อการนำภาพไปวิเคราะห์แก้ไขปัญหา และสะดวกกับเกษตรกรกว่าการที่ต้องเขียนลงกระดาษแบบดั้งเดิม การเพาะปลูกแบบอัตโนมัติโดยมีการจัดเก็บข้อมูลที่ชัดเจนนี้ทำให้มีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกที่สูง ในขณะที่เกษตรกรเองก็สามารถนำเวลาที่มีไปทำงานที่สร้างคุณค่าที่สูงขึ้นได้ ไม่ต้องเสียเวลากับงานแรงงานอย่างเช่นการผสมปุ๋ยหรือการรดน้ำต้นไม้ด้วยตัวเอง และยังลดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุระหว่างทำงานลงไปได้ด้วยเช่นกัน

หุ่นยนต์ TerraSentia

EarthSense เปิดตัวหุ่นยนต์ภาคสนามที่มีชื่อว่า TerraSentia ซึ่งใช้ระบบเซ็นเซอร์หลากหลายประเภทในการประมวลผล ทั้งกล้องถ่ายภาพ ระบบแสงตรวจจับและคาดคะเนระยะทางวัตถุ (LIDAR) รวมถึงอุปกรณ์ระบุพิกัด (GPS) ที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ สรีรวิทยา และการตอบสนองต่อสภาวะคุกคามของพืช TerraSentia ใช้การเก็บข้อมูลและรายละเอียดบนระดับพื้นดิน และสามารถทำการสแกนพืชได้ในจำนวน 10 ต้นต่อวินาที มาพร้อมระบบการทำงานผ่านคลาวด์ที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์การเกษตรสามารถสอนหุ่นยนต์รุ่นนี้ในการตรวจวัดลักษณะสำคัญของพืชได้แบบอัตโนมัติ เช่น ความสูง สุขภาพ และอัตราส่วนของพื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก

Agrow Smart

ด้วยเซ็นเซอร์และกล้องอัจฉริยะขั้นสูง โซลูชันอัจฉริยะของ Agrow ช่วยให้เกษตรกรติดตาม ตรวจสอบ วิเคราะห์ และประเมินค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ความหน่วงต่ำและข้อมูลความเร็วสูงของ Airtel การนำ 5G มาใช้ทำให้มั่นใจได้ว่าเกษตรกรทั่วประเทศ สามารถตัดสินใจได้อย่างรอบรู้เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้นและปรับปรุงคุณภาพของพืชผล เมื่อใช้แอป Agrow Smart เกษตรกรสามารถเข้าถึงรายงานและการแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับสถานะการเพาะปลูกและไร่นา พร้อมคำแนะนำในการแก้ไขปัญหา โซลูชันนี้ออกแบบโดย L&T smart world and communications และ CDAC ขับเคลื่อนโดย Airtel 5G Network โซลูชันนี้ยังช่วยดำเนินกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบโดยอัตโนมัติสำหรับเกษตรกรเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นหลายเท่า

3.3) การตรวจสอบและควบคุม

การฉีดพ่นด้วยโดรน

เครื่องฉีดพ่นด้วยโดรนกำลังเป็นที่นิยม ด้วยการติดตั้งเครื่องสแกนวัชพืชและเครื่องพ่นวัชพืช โดยการสแกนพืชโดยใช้เทคโนโลยี AI เพื่อระบุวัชพืชและกำหนดวิธีการเกษตรที่แม่นยำ สำหรับใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉพาะในกรณีที่จำเป็น หลังจาก 30 นาที จะกลับไปเติมน้ำยาในถังและเติมแบตเตอรี่ ปัจจุบันมีโครงการจำนวนมากที่ใช้ข้อมูลเชิงลึกที่สร้างขึ้นโดยเครื่องมือทำฟาร์ม Internet of Things (IoT) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ ทาง Valle กล่าวว่า การใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกกับภาพจากกล้องโดรนเพื่อช่วยระบุพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของวัชพืช ช่วยให้สามารถใช้สารกำจัดวัชพืชเฉพาะเมื่อจำเป็นเท่านั้น ในทำนองเดียวกันสามารถรวบรวมพืชก่อนหรือในภายหลังได้โดยใช้การวิเคราะห์สีและขนาดของพืช อย่างไรก็ตาม การรวมเทคโนโลยีอัจฉริยะเข้ากับเทคโนโลยี 5G เกษตรกรจะสามารถจัดสรรเวลาให้กับพื้นที่ที่สำคัญจริงๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.4) การตรวจสอบพืชผลและวัชพืช

ในปัจจุบันมีการผลิตกล้องเพื่อบอกความแตกต่างระหว่างพืชผลและวัชพืช เช่น ตัวอย่างระบบที่ขับเคลื่อนด้วย Vodafone 5G จาก Blue River ซึ่งปัจจุบัน John Deere เป็นเจ้าของบริษัทยักษ์ใหญ่ด้านการเกษตร เทคโนโลยี See & Spray ใช้กล้องความละเอียดสูงที่จับภาพ 20 ภาพต่อวินาที โดยใช้ AI กับภาพเพื่อให้ระบบรับรู้ความแตกต่างระหว่างพืชที่เพาะปลูกและวัชพืช แทนที่จะใช้วิธีการพ่นยาฆ่าแมลง อีกตัวอย่างหนึ่งคือ Fafaza ซึ่งทำสิ่งที่คล้ายกันโดยการตรวจจับความแตกต่างของสีและเนื้อใบเพื่อแยกพืชออก ได้รับการ

ออกแบบมาให้ทำงานโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายและการประมวลผลทั้งหมดที่จำเป็นจะถูกติดตั้งบนแพลตฟอร์ม Jordan กล่าวว่า อย่างไรก็ตามหากมีการเชื่อมต่อ 5G ก็สามารถรายงานตำแหน่งของวัชพืชหรือจุดที่อาจเกิดปัญหาเพื่อให้เครื่องอื่นติดตามได้ในภายหลัง

AeroFarms

AeroFarms เป็นบริษัทเกษตรกรรมแนวตั้งของสหรัฐอเมริกา ดำเนินการฟาร์มแนวตั้งอัจฉริยะซึ่งผลิตพืชผลได้ตลอดทั้งปี นับตั้งแต่ก่อตั้งขึ้น AeroFarms ได้พึ่งพา IoT ในการทำฟาร์มอัจฉริยะ แผนการพัฒนาล่าสุดของ AeroFarms เกี่ยวข้องกับการปรับขนาดธุรกิจและเข้าสู่ภูมิภาคใหม่ บริษัทได้ร่วมมือกับ Nokia Bells Lab ผู้ให้บริการเทคโนโลยี 5G สิ่งนี้ทำให้ AeroFarms ใช้โดรนและอัลกอริทึม ML เพื่อตรวจสอบพืชผลแบบเรียลไทม์ โดรนตรวจสอบฟาร์มแนวตั้งและถ่ายภาพโดยละเอียดของโรงงานแต่ละแห่ง ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปประมวลผลบนคลาวด์โดยใช้การเชื่อมต่อ 5G ในการคัดแยกภาพที่มีความละเอียดสูง บริษัทใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ สามารถวิเคราะห์ขนาดใบพืช ความยาวลำต้น สี ความโค้ง การจำ และการฉีก หากอัลกอริทึม ML ตรวจพบปัญหา ช่างเทคนิคของบริษัทจะได้รับสัญญาณแจ้งเตือน

การอับเกรด 5G ช่วยให้ AeroFarms ก้าวไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล เมื่อเทียบกับการทำฟาร์มแบบดั้งเดิม แพลตฟอร์มของ AeroFarms มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากกว่า ทุกปีจะให้ผลผลิตมากขึ้นถึง 390 เท่าต่อตารางฟุต ในขณะเดียวกันก็ใช้น้ำน้อยลงถึง 95% และไม่มียาฆ่าแมลง ระบบนิเวศการทำฟาร์ม IoT ที่ล้ำสมัยช่วยให้ผลิตพืชผลได้มากขึ้น ในขณะที่ช่วยประหยัดทรัพยากรมนุษย์และธรรมชาติในฟาร์มได้อีกด้วย

3.5) เครื่องจักรทางการเกษตร

รถแทรกเตอร์ขับเคลื่อนอัตโนมัติของแบรนด์ John Deere

John Deere ได้เปิดตัวรถแทรกเตอร์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ ที่มีการติดตั้งกล้องแบบสเตอริโอจำนวน 6 คู่ที่ทำงานด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) สามารถตรวจสอบวัตถุกีดขวางได้รอบทิศ 360 องศา พร้อมระบบตรวจสอบพิกัดและระบบคำนวณระยะทาง เกษตรกรสามารถใช้งานแทรกเตอร์อัตโนมัติรุ่นนี้ได้ด้วยการนำแทรกเตอร์ไปจอดไว้ในพื้นที่การเกษตร และควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยสามารถปล่อยให้แทรกเตอร์ทำหน้าที่อัตโนมัติเพื่อที่เกษตรกรจะได้ไปทำงานอื่น ๆ ต่อได้

แอปพลิเคชันของแทรกเตอร์อัจฉริยะรุ่นนี้สามารถเข้าดูวิดีโอ ภาพถ่าย ข้อมูล และค่าตัวเลขต่าง ๆ ที่ส่งมาจากตัวรถได้แบบเรียลไทม์ และเกษตรกรสามารถปรับความเร็วและความลึกได้ตามต้องการ ในกรณีที่พบสิ่งผิดปกติจะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ทำการแก้ไขเพื่อรักษาประสิทธิภาพการทำงานของแทรกเตอร์

การทำเกษตรกรรมจะมีความแม่นยำมากขึ้นและใช้แรงงานมนุษย์น้อยลงด้วยความสำเร็จของแทรกเตอร์ขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ใช้เทคโนโลยี 5G ในปัจจุบันนี้แทรกเตอร์อัตโนมัติสามารถทำงานได้ทั้งในที่โล่งและที่แคบ สามารถพ่นละอองฝอย ตัดหญ้า และพรวนดินได้ การเปลี่ยนจากแทรกเตอร์แบบดั้งเดิมมาใช้แทรกเตอร์อัตโนมัติที่เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างมหาศาล อีกทั้งยังลดการพึ่งพาแรงงานมนุษย์ ลดความผิดพลาดของมนุษย์ และลดต้นทุนของอุปกรณ์กับกระบวนการผลิตอีกด้วย แทรกเตอร์อัตโนมัติยังช่วยปกป้องเกษตรกรจากสารเคมีอันตราย อุบัติเหตุ และความเสี่ยงต่าง ๆ จากการทำการเกษตร

กำจัดวัชพืชด้วยหุ่นยนต์ 5G อัตโนมัติ

Agrointelli เป็นบริษัทสัญชาติเดนมาร์กที่พัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติสำหรับฟาร์ม ใช้หุ่นยนต์ในการกำจัดวัชพืช ด้วยการกำจัดต้นมันฝรั่งที่ทำลายพืชหัวผักกาด ต้นมันฝรั่งจะเติบโตได้เร็วกว่าและบดบังแสงแดดไม่ให้ไปถึงหัวผักกาด สิ่งนี้จะทำให้ผักกาดมีเจริญโตไม่เท่าที่ควร เนื่องจากไม่สามารถดูดซับสารอาหารได้เพียงพอ

หุ่นยนต์ที่เชื่อมต่อ 5G มาพร้อมกับกล้องและเครื่องพ่นที่มีความแม่นยำ ถ่ายภาพพืชและส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์บนคลาวด์ อัลกอริธึม Machine Learning (ML) จะเปรียบเทียบภาพถ่ายเหล่านี้กับภาพพืชและต้นมันฝรั่งกว่า 6,000 ภาพ หลังจากจำแนกแต่ละภาพแล้ว เซิร์ฟเวอร์จะส่งภาพเหล่านั้นกลับไปยังหุ่นยนต์ หากเป็นต้นมันฝรั่ง หุ่นยนต์จะฉีดพ่นด้วยไกลโฟเซต (Glyphosate) ทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 250 มิลลิวินาที ได้เนื่องจากฟาร์มรองรับการเชื่อมต่อ 5G ที่มีความเร็วสูง ทำให้ประผลสำเร็จในการนำ 5G มาประยุกต์ใช้ในการกำจัดวัชพืช**Invalid source specified.**

4) การใช้ในภาคการศึกษา (SMART Education)

การสอนแบบโต้ตอบทางไกล

ในประเทศจีน ใช้โมเดล Dual teacher คือ การนำติวเตอร์มาสอนผ่านวีดีโอหรือ Live streaming และนำเนื้อหานั้นมาใช้ในโรงเรียน เนื่องจากประเทศจีนมีนโยบายปิดกั้นการเข้าถึงบริการและสื่อสังคมออนไลน์ต่างประเทศ โรงเรียนจัดหาอุปกรณ์เชื่อมต่อ VPN ไว้ที่เราเตอร์ของโรงเรียน และจัดสรรบุคลากรช่วยเหลือครูจัดการเรียนการสอนออนไลน์ และใช้ WeChat Work ในการติดต่อสื่อสารและจัดอบรมครู แต่การเรียนการสอนแบบ Dual teacher ได้รับความนิยมน้อย เนื่องจากมีข้อจำกัดของเครือข่ายในพื้นที่ที่ห่างไกล แม้แต่ในพื้นที่ที่พัฒนาแล้วประสิทธิภาพของปฏิสัมพันธ์ของห้องเรียน Dual teacher ยังได้รับผลกระทบจากแบนด์วิธที่ไม่เพียงพอ เวลาแฝงสูง ความเสถียรต่ำ ความยืดหยุ่นต่ำ และอื่นๆ ในทางปฏิบัติประสิทธิภาพของการเรียนการสอนแบบโต้ตอบจึงลดลงเหลือเพียงแค่การดูวิดีโอย้อนหลังเท่านั้น

ด้วยเครือข่าย 5G มีลักษณะเฉพาะของแบนด์วิธสูงและความหน่วงต่ำ ซึ่งสามารถรองรับห้องเรียนแบบ Dual teacher ได้ด้วยความคล่องตัวสูงและการใช้งานตามความต้องการ สามารถปรับปรุงประสบการณ์ปฏิสัมพันธ์ของห้องเรียนแบบดั้งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้การสนับสนุนด้านเทคนิคที่เป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับการพัฒนาต่อไป ภาพรวมของการสอนแบบโต้ตอบทางไกลตามเครือข่าย 5G ซึ่งทำให้ทั้งด้านผู้สอนและด้านของนักเรียนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น เมื่อเทียบกับเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานแบบเดิม/โหมดการเชื่อมต่อ Wi-Fi สำหรับโซลูชันการสอนแบบโต้ตอบทางไกลที่ใช้ 5G มีดังนี้ ข้อดี

(1) การใช้ 5G + Cloud สามารถตอบสนองความต้องการที่มีเวลาแฝงต่ำ แบนด์วิธสูง และความน่าเชื่อถือสูงตามที่กำหนดโดยการโต้ตอบแบบเรียลไทม์ของห้องเรียนที่มีครูสองคน แก้ปัญหาความล่าช้าของภาพเสียง และปรับปรุงการมีส่วนร่วมของนักเรียนรวมถึงการเรียนรู้ในชั้นเรียน

(2) เครือข่าย 5G มีข้อได้เปรียบในด้านความยืดหยุ่นและความสะดวกสบายที่ดีเมื่อเทียบกับการเชื่อมต่อแบบโทรศัพท์พื้นฐาน และสามารถปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสถานที่สอนและวิธีการสอน

(3) การประยุกต์ใช้เครือข่าย 5G เครือข่ายไร้สายสามารถลดต้นทุนในการสร้างข้อมูลการศึกษาได้มากกว่า 50%

การสอนโดยใช้ VR/AR

Virtual Reality (VR) และ Augmented Reality (AR) ได้กลายเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการมอบประสบการณ์การเรียนรู้ที่เสมือนจริงให้กับนักเรียน ห้องเรียนแบบโต้ตอบที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยี AR และ VR สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติเสมือนจริงได้ ช่วยขยายการมีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ตามบริบทสำหรับผู้เรียน นอกจากนี้ AR/VR ในการศึกษายังช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้จากประสบการณ์ ทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางทฤษฎีในเชิงลึกและรวดเร็วยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการศึกษาแบบดั้งเดิม การสอนโดยใช้ VR/AR มีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) เนื้อหาและวิธีการสอน 3 มิติ สามารถยกระดับประสบการณ์ในห้องเรียนของนักเรียน ซึ่งสามารถเห็นภาพสิ่งที่จับต้องไม่ได้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
(2) VR/AR ช่วยเพิ่มการโต้ตอบและการมีส่วนร่วมของการสอน สามารถสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้เชิงลึก และทำให้มีส่วนร่วมในกระบวนการสอนเชิงรุก
(3) เนื้อหาการสอนสามารถออกแบบเป็นเกมที่น่าสนใจโดยใช้ประโยชน์จาก VR/AR ซึ่งทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อและสนุกสนานสำหรับนักเรียน
(4) ด้วยการใช้เทคโนโลยี VR/AR การทดลองเสมือนจริงสามารถทำได้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงจากการทดลองในวิชาเคมี ฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์ และสาขาวิชาอื่นๆ
(5) VR/AR สามารถช่วยให้ครูและนักเรียนจากภูมิภาคต่าง ๆ มารวมตัวกันในห้องเรียนเสมือนจริงห้องเดียวกันได้

การประเมินผลการเรียน

การวัดและการประเมินผลการเรียนมีความหลากหลาย โดยการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการเรียนการสอนออนไลน์ ทำให้ผู้สอนสามารถเลือกเก็บข้อมูลจากแฟ้มสะสมงานของผู้เรียน (Portfolio) ผลงานจากการฝึกปฏิบัติที่อยู่ในรูปแบบของเอกสารดิจิทัล ทำให้ไม่ยุ่งยากในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล หรือการประเมินคะแนนจากการทำแบบทดสอบออนไลน์ (e-Testing) ผ่านคลังข้อสอบแบบสุ่มที่ใช้ระบบ AI ในการเลือกข้อสอบ เป็นการประเมินอย่างรวดเร็วที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูงกว่าการวิเคราะห์ด้วยมนุษย์ สร้างความเชื่อมั่นในระบบการประเมินผลมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระบบการประเมินผลออนไลน์นี้เพื่อทำการประเมินผลตามสภาพจริง เช่น การถ่ายทอดสดการทำงาน หรือการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนผ่านเครือข่าย หรือการประมวลผลการระดมความคิดผ่านโปรแกรมบนเครือข่าย เป็นต้น

เทคโนโลยี AI ในด้านการศึกษา

การใช้เทคโนโลยี AI เป็นเทรนด์ชั้นนำในอุตสาหกรรมการศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรวบรวม ประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลการสอนจำนวนมากแบบอัจฉริยะหลายมิติและหลายระดับ อีกทั้งยังมีความท้าทายในการใช้งานจริง เครือข่าย 5G ที่มีแบนด์วิธสูง ความเร็วสูง ความหน่วงต่ำ Edge computing และ

คุณลักษณะอื่นๆทำให้สามารถรวบรวมและส่งข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งทำให้สามารถใช้ AI ได้อย่างยืดหยุ่น สถานการณ์การใช้งานทั่วไปของผลการสอนที่มีการประเมินโดย AI อาทิ การแก้ไขในห้องเรียนเพื่อบันทึกวิดีโอและจับภาพ การตรวจจับการตรวจสอบการวางแนวใบหน้าไม่ว่านักเรียนจะหันหน้าไปทางไหน การวิเคราะห์มุมเอียงของใบหน้าจะคำนวณสัดส่วนของเวลาหันหน้าเข้าหากันจากการตรวจจับและวิเคราะห์ลักษณะใบหน้าและการแสดงออกเล็ก ๆ น้อย ๆ ของนักเรียน และติดตามพฤติกรรมที่ไม่เรียนรู้ของนักเรียน การใช้โมเดลการวิเคราะห์โฟกัสจะวิเคราะห์ระดับการเรียนรู้/การโฟกัสของทั้งรายบุคคลและทั้งชั้นเรียนโดยอัตโนมัติ จึงใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อส่งผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพฤติกรรมต่าง ๆ กลับไปให้ครู และระบบบริหารจัดการโรงเรียนแบบเรียลไทม์เพื่อรับรู้ปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ของอาจารย์และการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม เราควรให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดกับความเสี่ยงและภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้นจากเทคโนโลยี AI ในแอปพลิเคชันด้านการศึกษา เช่น การรั่วไหลของข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน ความเสี่ยงด้านจริยธรรมของการใช้เทคโนโลยีในทางที่ผิด และอื่น ๆ

การจัดการวิทยาเขตอัจฉริยะ (Smart campus management)

การจัดการวิทยาเขตอัจฉริยะส่วนใหญ่หมายถึง การจัดการอุปกรณ์วิทยาเขตทุกประเภทอย่างชาญฉลาด ด้วยการใช้เทคโนโลยีการรับรู้อัจฉริยะและเทคโนโลยี IoT อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องและเซ็นเซอร์จะถูกใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัยและผู้คน จากนั้น ข้อมูลจำนวนมหาศาลที่รวบรวมได้จะได้รับการวิเคราะห์อย่างชาญฉลาด ผลการวิเคราะห์ถูกนำไปใช้กับการสอนในโรงเรียน การวิจัยทางวิทยาศาสตร์การบริการด้านการจัดการ และงานอื่น ๆ เพื่อตระหนักถึงการจัดการการใช้พลังงาน การตรวจสอบสถานะ การจัดการสินทรัพย์ การควบคุมอุปกรณ์การตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ของแอปพลิเคชันของการจัดการวิทยาเขตอัจฉริยะโดยใช้ 5G คือ

(1) การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ทางการศึกษา และการเชื่อมต่อระหว่างทรัพยากร การบริการ และแพลตฟอร์มต่าง ๆ เพื่อช่วยในด้านการจัดการในพื้นที่หรือการจัดการระยะไกล

(2) การจัดการอัจฉริยะของอุปกรณ์ IoT เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อมข้อมูลของการรับรู้ร่วมกันระหว่างผู้คนและสิ่งแวดล้อมและเพื่อปรับปรุงระดับข้อมูลของโรงเรียนอย่างครอบคลุม ประหยัดพลังงานอย่างชาญฉลาด และลดการปล่อยมลพิษ

(3) การรวบรวมข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการผ่านการยกระดับการตรวจสอบการควบคุม และการจัดการที่ชาญฉลาดโดยการรวบรวมระยะยาว และการวิเคราะห์เชิงลึกของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการโดยรวมของวิทยาเขต

บริษัทเน็ตดรากอนแห่งฝูเจี้ย ประเทศจีน

การผสมผสาน 3 เทคโนโลยี ได้แก่ 5G ประสบการณ์เสมือนจริง (VR) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ทำให้สามารถสร้าง “ห้องเรียนแห่งอนาคต” ซึ่งเป็นพื้นที่แห่งการสร้างจินตนาการได้ ทั้งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย จีนได้ใช้ห้องทดลองเทคโนโลยี VR ทำการทดลองใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) สร้างออกซิเจน ซึ่งเป็นการทดลองพื้นฐานวิชาเคมีของนักเรียนระดับมัธยมต้น หลานชินผิง นักเรียน

จากโรงเรียนมัธยมต้น ฝูโจวกล่าวว่า “การใช้เทคโนโลยี VR ทำการทดลองทำให้เข้าใจการทดลองได้เร็วยิ่งขึ้น และยังทำให้สามารถทดลองได้ราบรื่นกว่าเดิม”บริษัทเน็ตดรากอนแห่งฝูเจี้ยน (NetDragon) ร่วมงานกับผู้ให้บริการ ดำเนินโครงการผสานเทคโนโลยี 5G และฮอโลแกรม เพื่อสร้างวิธีการเรียนการสอนระยะไกลแบบโต้ตอบพร้อมเปิดชั้นเรียนสาธารณะ เทคโนโลยี 5G ทำให้การส่งผ่านข้อมูลระยะไกลเป็นไปโดยสะดวกยิ่งขึ้น เช่น ครูเพียงหนึ่งคนอาจสามารถสอนนักเรียนจำนวนมากยิ่งขึ้นได้ ด้วยการส่งภาพฮอโลแกรมการเรียนการสอนไปถึงผู้เรียนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การทดลองไปพร้อม ๆ กันได้ ทั้งยังสามารถถาม-ตอบกับครูได้แบบเรียลไทม์

การเรียนรู้ทางไกล

สำหรับ Rasmus Dalsten วัย 13 ปี จากเดนมาร์ก ซึ่งมีภาวะปอดรุนแรง การระบาดครั้งใหญ่ทำให้ต้องแยกจากห้องเรียน เพื่อน และครูที่โรงเรียน ด้วยการเข้าถึง 5G ทำให้ Rasmus Dalsten สามารถใช้หุ่นยนต์เพื่อประกอบการเรียนในช่วงที่มีการระบาดใหญ่ได้ แม้ว่าจะมีภาวะปอดร้ายแรงก็ตามการทดลองได้เริ่มต้นขึ้น ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างผู้ให้บริการด้านการสื่อสารของเดนมาร์ก , TDC Net, บริษัทหุ่นยนต์สัญชาติเดนมาร์ก Shape Robotics และ Ericsson ที่ TDC/Ericsson 5G Innovation Hub ในเดนมาร์ก เพื่อดูว่า 5G สามารถช่วยได้อย่างไร หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนโดย 5G ช่วย Rasmus สามารถเรียนเนื้อหาไปพร้อมกับเพื่อนๆ ได้ ทั้งยังสามารถชมภาพและเสียงที่คมชัดจึงทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพแม้ว่าจะไม่ได้ไปเรียนพร้อมเพื่อนๆ ก็ตาม

5G Wales Unlocked

ในความคิดริเริ่มของเวลส์ 5G ช่วยให้เด็กนักเรียนใช้การเรียนรู้แบบตื่นตาตื่นใจนอกห้องเรียน โครงการ 5G Wales Unlocked ซึ่งเป็นโครงการ DCMS ได้เปิดตัวโครงการใหม่ที่เป็นนวัตกรรมใหม่เพื่อนำเทคโนโลยีมาสู่แถวหน้าของห้องเรียน ซึ่งนำโดยรัฐบาลเวลส์ทำงานร่วมกับพันธมิตร BT, Full3Sixty และ Cisco เพื่อนำประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงแบบ 360 องศามาสู่ห้องเรียนใน Ebbw Vale, Blaenau Gwent โดยแสดงให้เห็นว่า 5G สามารถขับเคลื่อนเทคโนโลยีละช่วยสร้างคุณค่าทางการศึกษาได้อย่างไร

การใช้เครือข่าย 5G ของ BT ห้องเรียนใช้การเชื่อมต่อความเร็วสูงเพื่อฉายวิดีโอหลักสูตรที่สร้างแรงบันดาลใจและการศึกษาบนผนังทั้งสี่ด้านของห้องเรียน ทำให้เนื้อหามีชีวิตชีวา Nick Speed ผู้อำนวยการ BT Group กล่าวว่า "ห้องเรียนเสมือนจริงเป็นตัวอย่างที่ยอดเยี่ยมว่าแบนด์วิธมากขึ้นของ 5G สามารถช่วยส่งมอบเนื้อหาคุณภาพสูงและเข้มข้นเพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักเรียนไม่ว่าจะอยู่ที่ใด มีศักยภาพในการลดช่องว่างทางการศึกษาระหว่างพื้นที่และรับประกันว่านักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ที่เป็นนวัตกรรมประเภทนี้ได้” นอกจากนี้ 5G ยังมีการเชื่อมต่อแบบเรียลไทม์ (ผ่านเทคโนโลยีกล้องที่ Cisco) นอกห้องเรียนประสบการณ์ AR ที่จัดทำโดย Jam Creative Studios ช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบประวัติศาสตร์อันน่าทึ่งของสถานที่อันเป็นมรดก เช่น ปราสาท Raglan ใน Monmouthshire ด้วยทัวร์เสมือนจริงแบบสดจากผู้ดูแล อีกทั้งยังสร้างเนื้อหาแบบอินเทอร์แอกทีฟสำหรับห้องเรียนที่น่าตื่นตาตื่นใจได้อีกด้วย

True5G World of Smart Education with Temi Robot Bootcamp

เทคโนโลยี 5G เป็นหัวใจสำคัญที่สามารถรวมเอาเทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการพลิกโฉมอุตสาหกรรมต่าง ๆ สร้างประโยชน์ให้ประเทศในหลากหลายมิติ โดยเฉพาะด้านการศึกษาที่เทคโนโลยี 5G สามารถส่งเสริมการบูรณาการระบบการเรียนการสอนในยุค 4.0 กลุ่มทรูจึงนำอัจฉริยภาพเทคโนโลยี 5G สร้างระบบนิเวศดิจิทัลของการศึกษาในมหาวิทยาลัย เพื่อยกระดับสู่ Smart Education Smart University อย่างยั่งยืน ด้วยแนวคิด True5G world of Smart Education มุ่งเน้นการพัฒนา 3 ด้านหลัก ได้แก่ Smart Learning, Smart Campus และ Innovation and R&D ประเดิมด้วยความร่วมมือกับ 20 มหาวิทยาลัยชั้นนำทั่วประเทศ ในโครงการ True5G World of Smart Education with Temi Robot Bootcamp

True5G World of Smart Education with Temi Robot Bootcamp นับเป็นโอกาสดีที่กลุ่มทรูจะนำศักยภาพความอัจฉริยะของทรู 5G ร่วมสร้างระบบนิเวศด้านดิจิทัลให้วงการการศึกษาไทยอีกครั้ง พร้อมนำองค์ความรู้ที่กลุ่มทรูมีอยู่ร่วมยกระดับวงการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้ก้าวสู่ Smart Education Smart University อย่างยั่งยืน โดยส่งมอบหุ่นยนต์อัจฉริยะ True5G Temi Connect & Carebot ให้แก่พันธมิตรสถาบันการศึกษา 20 มหาวิทยาลัยทั่วประเทศ ทั้งยังจัด Bootcamp อบรมผ่านแพลตฟอร์ม “VLEARN” นำความรู้ความเชี่ยวชาญในฐานะผู้นำด้านดิจิทัลเทคโนโลยีครบวงจร ที่มีโซลูชันและเทคโนโลยีอัจฉริยะ ทั้ง AI, Robotics, Deep Data Analytics และ Smart IoT เสริมการเรียนรู้นอกห้องเรียน ให้นิสิตนักศึกษามีความรู้เบื้องต้นด้านเทคโนโลยี 5G และหุ่นยนต์ รวมถึงการเขียนโปรแกรมของหุ่นยนต์ โดยใช้หุ่นยนต์อัจฉริยะ True5G Temi Connect & Carebot ผ่านเครือข่ายอัจฉริยะ True5G ในการพัฒนานวัตกรรม ต่อยอดไอเดียให้เป็นรูปธรรม โดยรับโจทย์จากห้างสรรพสินค้า แล้วนำมาพัฒนาสร้างโปรแกรม เพื่อให้เกิดการใช้งานหุ่นยนต์ได้จริง ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะให้นิสิตนักศึกษาสามารถต่อยอดไปเป็นสตาร์ทอัพได้ในอนาคต

โรงเรียนประถม Carbrain กับห้องเรียนเสมือนจริง ประเทศสกอตแลนด์

นักเรียนที่โรงเรียนประถม Carbrain เมือง Cumbernauld เป็นคนกลุ่มแรกที่ก้าวสู่ประสบการณ์ใหม่ด้วยบทเรียนใต้น้ำเกี่ยวกับมหาสมุทร ห้อง 360 องศาสร้างการฉายภาพดิจิทัลที่ใช้ผนังห้องเรียนทั้งสี่ด้านและเพดานเพื่อนำโลกแห่งความเป็นจริงมาสู่ประสบการณ์ที่น่าตื่นตาตื่นใจสำหรับนักเรียน แนวคิดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อผลักดันวิธีการสอนแบบเดิม ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ดิจิทัลที่ครอบคลุมซึ่งช่วยอธิบายแนวคิดที่เป็นนามธรรมและท้าทายผ่านโมเดล 3 มิติ นอกจากนี้ยังมีศักยภาพในการสนับสนุนนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนรู้ในการพัฒนาจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิพากษ์ และทักษะการแก้ปัญหา BT ได้ปรับใช้โซลูชัน 5G Rapid Site เพื่อสนับสนุนนวัตกรรม 5G และการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในภาคการศึกษาของสหราชอาณาจักร

Smart campus มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ประเทศไทย

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ได้ออกแบบและพัฒนาโครงข่าย 5G และ WiFi ครอบคลุมทั่วพื้นที่ของมหาวิทยาลัย และพัฒนาห้องเรียน Intelligent Hybrid Classroom ที่สนับสนุน Active & Blended Learning พร้อมติดตั้งระบบ AI เพื่อวิเคราะห์ Attention & Learning Engagement เพื่อการวิจัยชั้นเรียน

นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้น และสามารถเชื่อมโยงกับ Gamification ส่งเสริม Positive Learning Behavior ให้กับผู้เรียน

พร้อมกันนี้ยังจัดพื้นที่มหาวิทยาลัยเป็น Living Lab ให้นักศึกษา อาจารย์ และหน่วยงานพันธมิตร ร่วมกันสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งภายใน Campus และขยายไปสู่สังคม อาทิ สร้างระบบ IoT (Internet of Things) ที่ใช้ในการบริหารจัดการพลังงานแบบ Real-Time พัฒนาหุ่นยนต์ Security Patrol Robot ที่ใช้ในด้านรักษาความปลอดภัยในพื้นที่มหาวิทยาลัยฯ รวมทั้งการพัฒนา VR Learning Space และ Online Course เพื่อให้เป็น Active Learning Environment ที่เชื่อมโยงและส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) ให้กับภาคส่วนต่าง ๆ ร่วมกันลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ควบคู่กับการเพิ่มขีดความสามารถทางการแข่งขันของประเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ร่วมกับ บมจ. ทรู คอร์ปอเรชั่น ร่วมกันพัฒนานวัตกรรม 5G เพื่อการศึกษายุค 4.0 ยกระดับภาคการศึกษาไทยสู่ Smart Education โดยจัดทำความร่วมมือส่งเสริมศักยภาพนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ ใช้เทคโนโลยี AR และ VR สร้างสรรค์นวัตกรรมการศึกษาล้ำสมัย เปลี่ยนทั้งมหาวิทยาลัยให้กลายเป็นคลังข้อมูลการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี AR และ VR เปิดโลกการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ พร้อมร่วมศึกษาพัฒนาระบบโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) ที่ผสานการบริหารจัดการหุ่นยนต์ ระบบอัตโนมัติ และ AI ที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริงในภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และการศึกษาวิจัย โดยกลุ่มทรูจะสนับสนุนทุนวิจัยพัฒนาโครงการนวัตกรรมต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นการลดคาร์บอนไดออกไซด์และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า อีกทั้งยังนำอัจฉริยภาพเครือข่ายทรู 5G และระบบนิเวศดิจิทัลของกลุ่มทรู ส่งเสริมและผลักดันการพัฒนานวัตกรรมด้านการศึกษา ซึ่งจะช่วยเสริมศักยภาพและเพิ่มขีดความสามารถของนักศึกษาไทย เพื่อสร้างทรัพยากรบุคคลของประเทศให้เป็นคนเก่ง (Talent) ที่จะเติบโตเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนสังคมและเศรษฐกิจต่อไป**Invalid source specified.**

NUS ทดลอง 5G ประเทศสิงคโปร์

สถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในสิงค์โปร์ที่ดำเนินการใช้ 5G คือ มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ (NUS) ซึ่งกำลังทำงานเพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ ปลอดภัย และยั่งยืน ในเดือนกุมภาพันธ์ NUS ได้ลงนามความร่วมมือกับ StarHub เพื่อรวมโซลูชัน 5G และ IoT เข้ากับนวัตกรรมแคมปัสอัจฉริยะ ภายในระยะเวลา 2 ปี มหาวิทยาลัยจะกลายเป็นห้องเรียนเสมือนจริงและทดลองใช้กรณีการใช้งาน 5G และ IoT ที่หลากหลายในการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกอัจฉริยะ รวมถึงการตรวจสอบอาคาร การดูแลทำความสะอาดและการจัดการภูมิทัศน์ การจัดการของเสีย การจัดการความปลอดภัย และแอปพลิเคชัน AR/VR เนื่องจากการดูแลทำความสะอาดต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากและใช้ทรัพยากรอย่างจำกัด เซ็นเซอร์ต่าง ๆ จึงถูกนำมาใช้เพื่อกระตุ้นการแจ้งเตือนเมื่อจำเป็นต้องให้ความสนใจ ผู้จัดการอาคารจะได้รับแจ้งเมื่อเซ็นเซอร์สุขภัณฑ์อัจฉริยะตรวจพบว่าก๊อกน้ำหรือระบบชำระล้างเกิดข้อผิดพลาด เซ็นเซอร์อื่นๆ ที่ติดตามระดับแอมโมเนียและการใช้โถสุขภัณฑ์เพื่อแจ้งเตือนหากจำเป็นต้องทำความสะอาดโถสุขภัณฑ์ การใช้เซ็นเซอร์ที่

เปิดใช้งาน 5G เหล่านี้เพื่อตรวจสอบการทำงานดังกล่าวช่วยลดความจำเป็นในการบำรุงรักษาเป็นประจำ ลดการสูญเสีย และเพิ่มความเร็วในการตอบสนองและเวลาในการซ่อมแซม

กรณีการใช้งานในอนาคต ได้แก่ การใช้โดรนและหุ่นยนต์ลาดตระเวนเพื่อการจัดการความปลอดภัย กล้องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในอุปกรณ์เหล่านี้สามารถส่งฟีดสดไปยังศูนย์บัญชาการความปลอดภัยเพื่อการตรวจจับและตอบสนองต่อวัตถุและกิจกรรมที่น่าสงสัยในวิทยาเขตได้รวดเร็วยิ่งขึ้น NUS ยังได้ติดตั้ง WiFi กลางแจ้งตัวแรกที่มี 5G เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่เปิดโล่งในวิทยาเขต สิ่งนี้ให้การเชื่อมต่อที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ในพื้นที่ที่ก่อนหน้านี้ไม่มีการเข้าถึง WiFi

โครงการ Aurea4rural

โครงการ Aurea4rural จาก Dlearn มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มการท่องเที่ยวในชนบทผ่านแพลตฟอร์ม AR ที่นักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญในภาคส่วนเดียวกันและผู้ที่เกี่ยวข้องจะใช้เพื่อเสริมศักยภาพธุรกิจการท่องเที่ยวและช่วยให้พวกเขาเป็นส่วนหนึ่งของโลกดิจิทัล 5G สามารถถ่ายโอนสื่อคุณภาพสูงและการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่รวดเร็วเพื่อเข้าถึงฟังก์ชันการทำงานสูงสุดของ AR และ VR ตัวอย่างเช่น ชั้นเรียนภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สามารถใช้ AR และ VR เพื่ออธิบายและแสดงวิวัฒนาการของโลก ตัวเลข ร่างกายมนุษย์ นำวิธีการสอนแบบใหม่ผ่านการปฏิสัมพันธ์ที่เป็นมิตร เทคโนโลยีนี้สามารถปรับปรุงแนวคิดของห้องเรียนแบบโต้ตอบได้โดยใช้เทคโนโลยี AR และ VR ประสิทธิภาพสูง ช่วยให้ผู้ใช้สามารถดูและสัมผัสการออกแบบ 3 มิติประเภทใดก็ได้ นอกจากนี้ยังให้ได้ยินและเข้าสู่สภาพแวดล้อมเสมือนจริงและโต้ตอบได้

5) การใช้ในชีวิตประจำวัน (SMART Living)

Smart Pole

เทคโนโลยี Smart Pole เป็นระบบเสาอากาศอัจฉริยะสำหรับเมืองหลวง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารรูปแบบใหม่ ที่มุ่งเน้นการประหยัดพลังงาน โดยนำพลังงานทดแทนประเภทกังหันลม และโซล่าเซลล์มาใช้ผลิตไฟฟ้า ทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่เดิม ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้มากกกว่า 90 นอกจากนี้ Smart Pole ยังเป็นเทคโนโลยีที่รองรับการสื่อสารด้านโทรคมนาคม อำนวยความสะดวกและให้บริการประชาชนและนักท่องเที่ยว สำหรับโครงสร้างพื้นฐาน อาทิ การให้บริการ broadband, 5G และบริการ IoT รวมถึงการเฝ้าระวังเตือนภัยต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสำหรับเมืองอัจฉริยะได้อย่างสมบูรณ์

Smart Pole คือ เสาอัจฉริยะที่ได้มีการนำอุปกรณ์ตรวจวัดมาติดตั้งไว้บนเสาซึ่งติดตั้งในจุดต่าง ๆ ของเมือง รวมถึงมีการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร เช่น Gateway และ WiFi Hotspot เพื่อใช้ส่งข้อมูลที่ได้ขึ้นระบบ Cloud แบบ Real time ตัวอย่างอุปกรณ์ตรวจวัดที่มักจะติดตั้งบนเสา ได้แก่ อุปกรณ์ประเภท Sensor ตรวจวัดคุณภาพอากาศ (Air quality sensor) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม ค่าฝุ่น PM2.5 PM10 ค่าก๊าซ CO_2 (คาร์บอนไดออกไซด์) และ CO (คาร์บอนมอนอกไซด์) เมื่อติดตั้งแล้ว Sensor บน Smart Pole จะตรวจวัดค่าคุณภาพอากาศ ณ จุดติดตั้ง แล้วส่งข้อมูลไปยังศูนย์ข้อมูลผ่านระบบ Cloud เพื่อนำไปวิเคราะห์ หากมีค่าใดอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตราย ทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะออกแจ้งเตือนให้ประชาชนในบริเวณนั้นระมัดระวังตัว หรือสวมใส่หน้ากากที่สามารถป้องกันฝุ่น PM2.5 ได้ก่อนออกจากบ้าน เป็นต้น

นอกจากนี้ในปัจจุบัน บน Smart Pole ยังได้มีการติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น กล้องวงจรปิด (CCTV) เพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาพโดยรอบแบบ Real time มี Public display เพื่อแจ้งข่าวสารสาธารณะแก่ประชาชนโดยรอบ และยังอาจมีอุปกรณ์สื่อสารประเภทไมโครโฟนและลำโพงเพื่อให้สามารถสื่อสารกับหน่วยงานเจ้าของ Smart Pole ได้ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน อีกทั้งยังมีระบบ Wi-Fi hotspot เป็นระบบกระจายสัญญาณอินเตอร์เน็ตผ่านระบบ Wi-Fi 4G/5G ช่วยให้รับและส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จะเห็นได้ว่าปัจจุบันมีเทคโนโลยีมากมายที่ช่วยให้ชีวิตความเป็นอยู่ของเราปลอดภัย และสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีที่ได้กล่าวมาล้วนเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว และเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตในปัจจุบันไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง สิ่งที่พวกเราต้องทำคือ เรียนรู้ ทำความเข้าใจ ใช้เทคโนโลยีเหล่านั้นอย่างระมัดระวัง และเกิดประโยชน์กับตัวเองและคนรอบตัว เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้นสมกับคำว่า Smart Living เพราะเราก้าวเข้าสู่ยุคแห่งเทคโนโลยี หรือยุค IOT (Internet of Things) แล้ว และกำลังก้าวไปสู่ความเป็นเมืองอัจฉริยะ หรือ Smart City ในอนาคตอันใกล้นี้

Smart Pole จังหวัดพิษณุโลก ประเทศไทย

เทศบาลนครพิษณุโลกได้มุ่งหวังให้ประชาชนในพื้นที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีการติดตั้ง Smart Pole นำร่องในพื้นที่พร้อมระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศ และกล้อง CCTV รวมถึงมีระบบที่ประชาชนสามารถสื่อสารมายังเทศบาลผ่าน Smart Pole ได้ และกำลังพัฒนาระบบรับเรื่องราวร้องทุกข์ออนไลน์ ผ่านทาง แอปพลิเคชัน Line ในชื่อว่า Phitsanulok Connext และ สร้างแอปพลิเคชันในการให้บริการผู้ใช้น้ำประปา ในชื่อว่า Smart Prapa ประชาชนในพื้นที่สามารถร้องเรียน แจ้งปัญหากับทางเทศบาลโดยไม่จำเป็นต้องเข้ามาที่สำนักงานเทศบาลโดยตรง โดยมีเจ้าหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายทำหน้าที่เป็นผู้ดูแลระบบและประสานงานต่อ ลดการเดินทางที่ไม่จำเป็น และยังประหยัดเวลาอีกด้วย

Smart Home

บ้านอัจฉริยะที่มีระบบเชื่อมต่อกันทั้งหมด รวมทั้งระบบทำความร้อนและแสงสว่าง สื่อสารระหว่างกันและสามารถควบคุมได้จากทุกที่ ทุกเวลาโดยใช้โทรศัพท์ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว โดยมีเป้าหมายหลักคือการประหยัดพลังงาน และอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ผู้อยู่อาศัย ตามคำจำกัดความที่กล่าวถึงทั้งหมด Smart Home มีคุณลักษณะหลักที่เหมือนกัน ได้แก่ "เชื่อมต่อ" "ควบคุม" และ "อัจฉริยะ" อย่างไรก็ตามบ้านอัจฉริยะอาจแตกต่างกันในด้านความสามารถในการเชื่อมต่อ การควบคุมที่ดี และความชาญฉลาด สำหรับ Smart Home ที่ได้รับความนิยมสูงสุด มีดังนี้

- Smart locks และที่เปิดประตูโรงรถ ช่วยให้เจ้าของบ้านสามารถอนุญาตให้เพื่อนหรือผู้มาเยี่ยมเยือนเข้ามาได้
- Smart TVs ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตและเปิดใช้งานการเข้าถึงเนื้อหาผ่านแอพพลิเคชัน เช่น วิดีโอและเพลง ตามที่สั่งได้
- Smart security cameras ช่วยให้สมาชิกในบ้านสามารถเฝ้าดูบ้านของตนเองได้ เมื่อไม่อยู่บ้านหรือไปเที่ยวพักผ่อน เซนเซอร์จะตรวจจับการเคลื่อนไหวอัจฉริยะอีทั้งยังสามารถระบุ

ความแตกต่างระหว่างผู้อยู่อาศัย ผู้มาเยือนสัตว์เลี้ยง และขโมย และสามารถแจ้งเจ้าหน้าที่หากตรวจพบพฤติกรรมที่น่าสงสัย

- Smart blinds ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอาทิตย์เพื่อ เปิด-ปิด อัตโนมัติ และตั้งเวลาได้
- Smart thermostats ช่วยให้ผู้ใช้ตั้งเวลา ตรวจสอบและควบคุมอุณหภูมิภายในบ้านได้จากระยะไกล อุปกรณ์เหล่านี้ยังเรียนรู้พฤติกรรมของเจ้าของบ้านและปรับเปลี่ยนการตั้งค่าโดยอัตโนมัติเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยได้รับความสะดวกสบายและมีประสิทธิภาพสูงสุด
- Smart lighting แสงอัจฉริยะปรับความเข้มแสงและสีขึ้นอยู่กับความสว่างของห้อง เวลา และการอยู่อาศัยของมนุษย์
- Smart appliances เครื่องใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะทุกชนิดสามารถตั้งโปรแกรมให้ทำงานตามที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น เครื่องชงกาแฟอัจฉริยะสามารถชงกาแฟสดได้ทันทีที่เปิดประตูห้องครัว
- Smart irrigation เป็นระบบการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถช่วยให้การใช้น้ำได้อย่างคุ้มค่า

6) การใช้งานภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (Smart Transportation and Smart Traffic Planning)

Guangzhou 5G Smart Metro ประเทศจีน

สำหรับระบบรถไฟใต้ดินขนาดใหญ่ที่มี 16 สายและผู้โดยสาร 11.5 ล้านคนต่อวัน ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่ได้เกิดขึ้นง่ายๆ ในปัจจุบัน 5G ได้รวมเข้ากับการวางแผนโดยรวมของรถไฟใต้ดินสายใหม่ ซึ่งเป็นการกำหนดมาตรฐานใหม่สำหรับการดำเนินงานของอุตสาหกรรมรถไฟใต้ดิน มีเสาอากาศรับสัญญาณ 5G โดยเฉพาะและ TAUs ได้รับการออกแบบอย่างสร้างสรรค์สำหรับรถไฟใต้ดินรุ่นล่าสุด ด้วยความสามารถ 5G ที่เข้ามามีส่วนร่วมในการทำงานของรถไฟฟ้าใต้ดิน มีประโยชน์ดังนี้

(1) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและความปลอดภัย

โซลูชัน 5G ทั้งหมดถูกสร้างขึ้นเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเปลี่ยนการทำงานและระบบการตรวจสอบจากโหมด Passive แบบเดิมไปสู่โหมด Active และออนไลน์มากขึ้น ตัวอย่างเช่น อัตราการตรงต่อเวลาของรถไฟใต้ดินเพิ่มขึ้นอย่างมาก สภาพแวดล้อมการทำงานของรถไฟใต้ดินค่อนข้างท้าทาย เช่น รอยร้าวของราง การหักล้างของราง อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงต่อรถไฟได้ น้ำขังและไฟที่ไม่เอื้ออำนวยและการบุกรุกที่ไม่ได้รับอนุญาตอาจนำไปสู่สถานการณ์ที่รุนแรงได้ ดังนั้น 5G มาใช้ในโซลูชันการตรวจสอบรถไฟใต้ดินตามเวลาจริง จึงช่วยลดอัตราอุบัติการณ์และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้อย่างมาก

(2) การดำเนินงานและการจัดการสถานีที่ดีขึ้น

ในสถานีรถไฟใต้ดิน หน้าจอนำทางอิเล็กทรอนิกส์เคลื่อนที่ เครื่องบริการลูกค้าอัจฉริยะ ประตูหมุน การควบคุมความปลอดภัยอัจฉริยะ จะค่อย ๆ เปิดใช้งาน 5G มาตรการเหล่านี้จะช่วยลดระยะเวลาการดำเนินการโดยเฉลี่ยสำหรับผู้โดยสารแต่ละรายลง 20% ในช่วงชั่วโมงที่เร่งด่วน กล้องวิดีโอ HD ที่เปิดใช้งาน 5G ในสถานีและการวิเคราะห์ AI ของ back-office ใช้สำหรับการวิเคราะห์

การไหลของผู้โดยสาร การวิเคราะห์พฤติกรรมที่ผิดปกติ และการอพยพผู้คน การระบุตำแหน่งภายในอาคาร 5G ที่มีความแม่นยำสูงสามารถแม่นยำได้ถึง 2 เมตร ช่วยให้ผู้โดยสารมีระบบนำทางในสถานีและบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง

(3) ประสบการณ์อินเทอร์เน็ตระดับ Gigabit ในขณะเดินทาง

ผู้โดยสารยังสามารถเพลิดเพลินกับอินเทอร์เน็ตไร้สายระดับกิกะบิตได้ทุกที่ทุกเวลาในโถงสถานี ชานชาลา และตำแหน่งอื่นๆ ของรถไฟใต้ดิน แม้แต่ในรถไฟใต้ดินที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 160 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วในการดาวน์โหลดก็สูงถึง 600 Mbps

Guangzhou 5G Smart Railway ประเทศจีน

รถไฟความเร็วสูงได้กลายเป็นสัญลักษณ์ของระบบขนส่งสมัยใหม่ของจีน กว่างโจวเป็นที่ตั้งของสถานีรถไฟความเร็วสูง 10 แห่ง ด้วยจำนวนผู้โดยสารรถไฟหลายล้านคนต่อวัน ความปลอดภัยและประสิทธิภาพและการบริการผู้โดยสารจึงมีความสำคัญสูงสุดในระบบรถไฟของกว่างโจว ได้แก่

<u>ระบบเตือนภัยล่วงหน้า 5G</u> เนื่องจากรถไฟความเร็วสูง ซึ่งอาจเร็วได้ถึง 100 เมตร/วินาที แม้แต่วัตถุเล็ก ๆ บนรางก็อาจนำไปสู่ความเสียหายได้ ดังนั้น เพื่อความปลอดภัย อย่างน้อย 8 กิโลเมตร ที่ด้านหน้าของรถไฟที่กำลังเคลื่อนที่จะต้องถูกตรวจสอบด้วยระบบที่เปิดใช้งาน 5G หากมีการบุกรุกที่อาจเกิดขึ้นบนราง ระบบส่วนหลังจะได้รับการวิเคราะห์และส่งข้อความเตือนผ่าน 5G ไปยังรถไฟ

<u>สำรองข้อมูลการทำงานของรถไฟ 5G อัตโนมัติ</u> สำหรับการปฏิบัติการรถไฟ มีข้อมูลการดำเนินการจำนวนมากที่จะถูกส่งกลับจากการเดินรถไฟไปยังระบบส่วนหลังส่วนกลาง แต่ในปัจจุบันต้องอาศัยการคัดลอกข้อมูลด้วยตนเองที่น่าเบื่อ ด้วยระบบที่เปิดใช้งาน 5G ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลจะดีขึ้นกว่า 10 เท่า

<u>ระบบตรวจสอบการระงับรถไฟ 5G</u> เมื่อใช้ 5G การตรวจสอบระบบกันสะเทือนของรถไฟด้วยตนเองแบบดั้งเดิมจะถูกแทนที่ด้วยระบบตรวจสอบระยะไกลที่เปิดใช้งาน 5G สิ่งที่ต้องใช้การตรวจสอบด้วยตนเองถึงสองชั่วโมงในตอนนั้น กลับใช้เวลาเพียงสองนาทีในการตรวจสอบโดยใช้กล้องช่วยและ AI ในตอนนี้

<u>สถานีขนส่งทางรถไฟอัจฉริยะ 5G</u> ด้วยเครือข่ายส่วนตัว 5G เฉพาะสำหรับการจัดวางและการผลิตรถไฟ ระบบอัตโนมัติแบบบูรณาการนี้ช่วยลดจำนวนพนักงานฝ่ายผลิตส่วนหน้าจาก 215 คน เป็น 150 คน และความสามารถในการประมวลผลรถไฟเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นจาก 8,000 คนเป็น 10,000 คน

<u>บริการออนไลน์ของผู้โดยสาร Rich Train</u> สำหรับผู้โดยสารรถไฟความเร็วสูง ประสบการณ์การเดินทางระยะไกลที่น่าเบื่อจะเปลี่ยนเป็นประสบการณ์ที่สนุกสนานด้วยวิดีโอออนไลน์ ไฟล์เสียง eBook และหลักสูตรออนไลน์ที่จัดทำโดย Tencent

Guangzhou 5G Smart Bus และการจัดการถนน ประเทศจีน

กวางโจวมีรถประจำทาง 1,280 สายและเส้นทางรถประจำทางยาว 23,000 กิโลเมตร ให้บริการประชากร 20 ล้านคนของเมือง เมืองนี้มีพื้นที่ถนนลาดยางทั้งหมด 191 ตารางกิโลเมตร

5G สมาร์ทบัส เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำให้ศูนย์ควบคุมรถบัสสามารถตรวจสอบการทำงานของรถบัสได้แบบเรียลไทม์ และมีมุมมองที่สมบูรณ์ของรถบัสจากมุมต่าง ๆ นอกจากนี้ พฤติกรรมการขับขี่ของคนขับรถบัสและประวัติการขับขี่จะถูกบันทึกและวิเคราะห์โดยระบบส่วนหลัง ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของรถบัสได้อย่างมาก นอกจากนี้ ด้วยระบบการจัดตารางเดินรถอัจฉริยะ 5G เวลาที่ต้องใช้ในการจัดตารางเดินรถจะลดลงจากหนึ่งสัปดาห์เหลือหนึ่งวัน และความจุของระบบบัสเพิ่มขึ้นประมาณ 10%

บริการข้อมูลการท่องเที่ยวกว่างโจว แอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่รวมบริการต่าง ๆ จากรถประจำทาง รถไฟใต้ดิน และรถไฟ โดยนำเสนอบริการข้อมูลและการวางแผนการเดินทางที่ทันสมัย เช่น รถเมล์คันต่อไปจะมาเมื่อใด หรือรถเมล์มีผู้โดยสารมากน้อยเพียงใด นอกจากข้อมูลการเดินทางแล้ว ผู้โดยสารยังสามารถใช้การระบุตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูงที่เปิดใช้งาน 5G เพื่อค้นหาข้อมูลแหล่งช้อปปิ้งและร้านอาหารที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อใช้เวลาต่อรถได้ดีขึ้น

การตรวจสอบการจราจรและการตรวจสอบถนนด้วย 5G การบริหารถนนและการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและใช้ทรัพยากรน้อยลง ตัวอย่างเช่น ระบบตรวจสอบการจราจรตามเวลาจริงจะประสานการจราจรได้ดีขึ้นและลดความแออัดของการจราจรซึ่งกลายเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์การขนส่งทางถนนในเมืองใหญ่ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบถนนและสะพานโดยใช้โดรน ตัวอย่างเช่น ในกรณีของการตรวจสอบสะพานโดรนช่วยที่สะพาน Nansha ซึ่งทอดข้ามแม่น้ำ Pearl อัตราการตรวจจับจะเพิ่มขึ้น 65%

5G Smart Transportation – คีโลว์นา ประเทศแคนาดา

ในเดือนมิถุนายน 2020 แคนาดาเริ่มโครงการ 5G Smart City แห่งแรกในเมือง Kelowna รัฐบริติชโคลัมเบีย โครงการนี้มุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงระบบขนส่งในเมือง ซึ่งได้รับการระบุโดยเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นว่ามีความสำคัญสูงสุด ระบบนี้ใช้เซ็นเซอร์ LiDAR ซึ่งได้รับการติดตั้งที่ทางแยกจราจร ซึ่งต่อมาได้เชื่อมต่อผ่าน 5G เซ็นเซอร์เหล่านี้จะตรวจสอบคนเดินถนนและการจราจรของยานพาหนะ และเมืองรู้สึกว่าการใช้เซ็นเซอร์ 5G LiDAR จะช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลได้ดีขึ้น เนื่องจาก LiDAR สามารถทำงานได้ในสภาวะแสงน้อยและสภาพอากาศเลวร้าย ดังนั้นจึงเหนือกว่าความสามารถของโซลูชั่น 4G ที่ใช้ก่อนหน้านี้ เจ้าหน้าที่ของเมืองจะใช้ข้อมูลนี้ในการตัดสินใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการจัดการจราจรโดยรวมในเมือง

นวัตกรรม V2V และ V2X

รถยนต์ขับเคลื่อนแบบไร้คนขับ (Autonomous Vehicles) วิ่งบนท้องถนนคงเป็นจริงในอีกไม่นาน ซึ่งขบวนการทำงานของรถยนต์ไร้คนขับแบบสมบูรณ์ เกิดจากการรวบรวมเทคโนโลยีหลากหลายแขนงมาประยุกค์เข้าด้วยกัน ตั้งแต่การนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับกล้องติดรถยนตร์ และเซ็นเซอร์ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจจับวัตถุรอบคันรถ การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial (AI) เข้ามาช่วยควบคุมการ

ขับเคลื่อนของรถยนต์ ร่วมกับ Big Data Analytics ที่ช่วยยกระดับความอัจฉริยะในการขับขี่ ซึ่งข้อมูลจำนวนมหาศาลเหล่านี้ถูกส่งผ่านเทคโนโลยี 5G เพื่อช่วยในการสื่อสารและเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าด้วยกัน

เทคโนโลยีหลักที่ทำให้รถยนต์ไร้คนขับใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แบบ คือ V2V (Vehicle to Vehicle communication) เทคโนโลยีการสื่อสารระหว่างรถยนต์ด้วยกันเองซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการติดต่อสื่อสาร ส่งข้อมูลเกี่ยวกับการขับขี่และการจราจรถึงกัน ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีการขยายขอบเขตของสื่อสาร ด้วยการพัฒนาให้รถยนต์สามารถสื่อสารกับทุกสิ่งได้ หรือที่เรียกว่า V2X (Vehicle to Anything) โดยภาพที่เห็นชัดที่สุดคือการสื่อสารระหว่างรถยนต์กับ Infrastructure บนท้องถนน เช่น เสาไฟฟ้า ทางเดิน อาคาร ที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารระหว่างเครือข่ายได้

นวัตกรรม V2V และ V2X คือ สิ่งที่เข้ามาเสริมความปลอดภัยบนท้องถนนอย่างแท้จริง เนื่องจากรถยนต์สามารถสื่อสารรับส่งข้อมูลของรถยนต์แบบเรียลไทม์ เช่น ตำแหน่งของรถยนต์, ความเร็ว, อัตราเร่ง รวมถึงทิศทางในการขับขี่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกเก็บผ่านกล้องวิดีโออัตโนมัติแบบ Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) หรือเซ็นเซอร์ และถูกนำมาวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ เมื่อพบพฤติกรรมเสี่ยงทั้งจากผู้ขับขี่และสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยข้อมูลจะถูกส่งต่อผ่านระบบ Cloud ไปยังไปยังอุปกรณ์เตือนภัย เพื่อช่วยแจ้งเตือนผู้ขับขี่ล่วงหน้าหากมีแนวโน้มจะเกิดอุบัติเหตุได้อย่างทันท่วงที

บริษัท สแกนเนีย ผู้ผลิตรถขนาดใหญ่เพื่อการพาณิชย์จากประเทศสวีเดน ได้ทำการพัฒนานวัตกรรม สแกนเนีย พลาทูนนิ่ง (Scania Platooning) ซึ่งออกแบบมาเพื่อควบคุมการขับขี่ที่เชื่อมต่อเป็นรูปขบวนผ่านเทคโนโลยี 5G โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ขับขี่ ลดการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน

สำหรับหลักการทำงานนั้นใช้เทคโนโลยี 5G ช่วยในการทำงานแบบครบวงจรตั้งแต่การออกตัว หยุดรถ บังคับทิศทาง ไปจนถึงการกำหนดความเร็ว ซึ่งมีรถนำขบวนทำหน้าที่ในการออกคำสั่งหลักในการปฏิบัติงาน และส่งต่อไปยังรถในขบวน นอกจากนี้ยังมีระบบเซนเซอร์ทำงานร่วมกับกล้อง ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมประมวณผลและส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังรถในขบวนให้รับทราบถึงเหตุผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับรถในขบวน

สนามบินจอร์จ เบสต์ เบลฟัสต์ ซิตี้

การเชื่อมต่อ 5G ถูกนำมาใช้มากขึ้นในสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อให้ฉลาดขึ้นและปลอดภัยยิ่งขึ้น ซึ่งกลายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นลำดับแรก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากเกิดการระบาดของ COVID-19 ตัวอย่างล่าสุดสามารถพบได้ในไอร์แลนด์เหนือ ซึ่งสนามบิน George Best Belfast City จะติดตั้งการปรับปรุงการเชื่อมต่อ 5G ในสถานที่ในไตรมาสแรกของปี 2021 เจ้าหน้าที่สนามบินเชื่อว่าการทำเช่นนั้นจะช่วยเปิดใช้บริการใหม่ ๆ ที่หลากหลายสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวก รวมถึงระบบอัจฉริยะ ระบบอัตโนมัติ ประสิทธิภาพพลังงาน และความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นกล่าวว่าหนึ่งในประโยชน์หลักของการติดตั้ง 5G ภายในสนามบินคือช่วยให้ไม่ต้องเดินสายยาวหลายไมล์ ซึ่งปัจจุบันจำเป็นสำหรับทุกอย่างตั้งแต่กล้องที่เชื่อมต่อไปจนถึงระบบจัดการสัมภาระ มองไกลออกไป