5G-Advanced & 10-Giga City for Thailand

ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการเติบโตเศรษฐกิจดิจิทัลแห่งอนาคต



The National Board of Digital Economy and Society Office

5G-Advanced & 10-Giga City for Thailand

ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการเติบโตเศรษฐกิจดิจิทัลแห่งอนาคต

สิงหาคม

2569

The National Board of Digital Economy and Society Office

สารบัญ

1 บทนำ 6

1.1 การพัฒนาดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย 6

1.2 เป้าหมายที่กำลังดำเนินการและข้อจำกัดที่ต้องเร่งแก้ไข 8

2 ภาพรวมสถานการณ์การพัฒนาและการใช้งานเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ในปัจจุบัน 12

2.1 ระบบนิเวศเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย 17

2.1.1 โครงสร้างระบบนิเวศเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย 17

2.2 ความครอบคลุมและคุณภาพของโครงข่าย 22

2.2.1 พื้นที่ครอบคลุมระดับประเทศ 22

2.2.2 ตัวชี้วัดด้านสมรรถนะของเครือข่าย 23

2.3 การจัดสรรคลื่นความถี่ในปัจจุบัน 25

2.3.1 แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ของประเทศไทยในปัจจุบัน 25

2.3.2 แนวโน้มอุปสงค์และอุปทานคลื่นความถี่ของประเทศไทย 26

2.3.3 ย่านความถี่ที่มีแผนจัดสรรเพื่อกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ในอนาคต 27

2.3.4 การวางแผนการสิ้นสุดและการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่ 28

2.3.5 การจัดทำแผนให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล 29

2.4 ผลกระทบเชิงบวกของเทคโนโลยี 5G ที่มีต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย 30

2.4.1 กรณีตัวอย่างในภาคผู้บริโภค 30

2.4.2 การผลิตอัจฉริยะด้วย 5G ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) 34

2.4.3 การพัฒนาท่าเรืออัจฉริยะและโครงข่ายโลจิสติกส์ด้วยเทคโนโลยี 5G 37

2.4.4 การประยุกต์ใช้ 5G เพื่อระบบสุขภาพอัจฉริยะและบริการแพทย์ทางไกล 39

2.4.5 การเกษตรอัจฉริยะและความมั่นคงทางอาหารภายใต้เทคโนโลยี 5G 41

2.5 แรงขับเคลื่อนและก้าวถัดไปจาก 5G สู่ 5G-Advanced 43

2.5.1 ประเทศไทยในฐานะผู้นำด้าน 5G 43

2.5.2 นวัตกรรมบริการใหม่และแนวโน้มดิจิทัลที่กำลังจะเกิดขึ้น 44

2.5.3 ก้าวต่อไปในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G ของประเทศไทย (Next Steps for 5G Infrastructure) 46
3 ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี 5G-Advanced และ AI-Embedded 51
3.1 แนวโน้มของเทคโนโลยีฝังปัญญาประดิษฐ์ (AI-Embedded Trends) 52
3.1.1 ปัญญาประดิษฐ์บนอุปกรณ์พกพา (Mobile AI) 53
3.1.2 ปัญญาประดิษฐ์เชื่อมโยงทุกสิ่ง (AI2X: AI to Everything) 55
3.2 การนำเทคโนโลยี 5G-Advanced ไปใช้ในเชิงยุทธศาสตร์ 62
3.2.1 ระยะที่ 3-1: การขยายโครงสร้างพื้นฐาน 5G อย่างมีรากฐาน 64
3.2.2 ระยะที่ 3-2: ความพร้อมสำหรับ 5G-Advanced 65
3.2.3 ระยะที่ 3-3: การใช้งาน 5G-Advanced อย่างเต็มรูปแบบ 66
3.3 เทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-A) และคุณสมบัติด้านความสามารถเฉพาะตัว 67
3.3.1 เทคโนโลยีของ 5G-Advanced ทั้ง 6 มิติ 68
3.3.2 คุณสมบัติด้านความสามารถของ 5G-Advanced และเทคโนโลยีที่น่าสนใจ 75
3.4 แนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 6 GHz ในระดับนานาชาติ 78
3.4.1 การระบุย่านคลื่นความถี่ระดับโลก: ความคืบหน้าหลัง WRC-23 78
3.4.2 สถานการณ์ความเคลื่อนไหวด้านนโยบายสำหรับคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz ตอนบน ในระดับสากล .. 79
3.4.3 วาระการประชุม WRC-27 และทิศทางคลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 6 GHz ในอนาคต 82
3.4.4 มิติด้านเศรษฐกิจ ยุทธศาสตร์ และแนวโน้มในอนาคตของย่านคลื่นสูงกว่า 6 GHz 83
3.5 เทคโนโลยีสื่อสารเคลื่อนที่ยุคที่ 6 (6G) กับการเปลี่ยนผ่านจากช่วง “ศึกษาวิจัย” สู่ช่วง “กำหนดมาตรฐาน”: ความคืบหน้าในระดับสากลและนัยเชิงยุทธศาสตร์ ต่อประเทศไทย 86
3.5.1 บทบาทและกระบวนการของ ITU-R ต่อการพัฒนา IMT-2030 86
3.5.2 บทบาทและกระบวนการของ 3GPP ต่อการพัฒนา 6G 88
3.5.3 สถานะของระบบนิเวศอุตสาหกรรม 89
3.5.4 ผลกระทบและนัยต่อประเทศไทย 89
3.6 ความเชื่อมโยงของเทคโนโลยี นวัตกรรม AI และ ความต้องการในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced 91

4 การส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัลของประเทศไทยผ่านเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond)....97

4.1 ภาพรวมเป้าหมายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลภาครัฐของประเทศไทย.... 97

4.2 ยุทธศาสตร์และเป้าหมายภายใต้แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 2 ของ สดช. 101

4.3 การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่าเพื่อยกระดับตลาดอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband) และขยายการเข้าถึงของประชาชน 103

4.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า เพื่อแก้ไขปัญหา ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล 105

5 การยกระดับเศรษฐกิจดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 5G-Advanced 110

5.1 การประมาณการผลกระทบต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย 110

5.1.1 ตลาดบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงรูปแบบพิเศษ.... 113

5.1.2 เครือข่ายส่วนตัวสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมและองค์กร (Private 5G to Business).... 115

5.1.3 Mobile AI และ 5G-Advanced สำหรับ E-commerce 118

5.1.4 การเติบโตของแพลตฟอร์ม OTT 122

5.1.5 การสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว 126

5.2 กรณีศึกษาต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาและการขับเคลื่อน 5G-Advanced.... 129

5.2.1 สาธารณรัฐประชาชนจีน.... 129

5.2.2 สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ 133

5.2.3 ประเทศญี่ปุ่น 137

6 ข้อเสนอแนะ 143

6.1 การเปรียบเทียบเชิงยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศไทยกับประเทศชั้นนำด้านศูนย์กลางดิจิทัล (Digital Hub) 143

6.1.1 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีจากประเทศต้นแบบ 143

6.1.2 หมุดหมายเชิงยุทธศาสตร์เพื่อผลักดันประเทศไทยสู่การเป็น “Digital Hub of ASEAN” ด้วยโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่มีคุณภาพสูงสุด 145

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced และยกระดับคุณภาพโครงข่ายของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ 150
6.2.1 มิติอุปกรณ์ปลายทาง (Device): การผลักดันให้เกิดความพร้อมและอุปกรณ์ให้รองรับ 5G-Advanced 151
6.2.2 มิติโครงข่าย (Network): การเร่งสร้างความพร้อมโครงข่าย 5G-Advanced ของประเทศไทย... 152
6.2.3 มิติการนำไปประยุกต์ใช้งาน (Application): การเร่งรัดการพัฒนาและขยายการใช้งานเทคโนโลยี 5G-Advanced ที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) 156
6.3 ข้อเสนอแนะการบริหารจัดการคลื่นความถี่ในอนาคตสำหรับเทคโนโลยี 5G-Advanced และเทคโนโลยีที่สูงกว่า 158
7 การเร่งการบูรณาการเมืองอัจฉริยะและเครือข่ายความเร็วสูงระดับ 10-Giga City 160
7.1 การอัปเดตเทคโนโลยี 10Gbps FTTH & FTTR และก้าวต่อไป 160
7.1.1 วิวัฒนาการของโครงข่ายอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed Network Generation) 160
7.1.2 เส้นทางพัฒนาของเทคโนโลยี PON: จาก GPON สู่ 200G PON 164
7.1.3 Fiber to the Room (FTTR): ปิด “ระยะเมตรสุดท้าย” เพื่อประสบการณ์กิกะบิตทั่วทั้งบ้าน ... 165
7.2 นโยบายการติดตั้งสายไฟเบอร์ภายในอาคาร (In-Building Fiberization) ของประเทศไทย 167
7.2.1 สถานะปัจจุบันและช่องว่างด้านประสบการณ์ใช้งานบรอดแบนด์ของผู้ใช้บริการ 167
7.2.2 เหตุผลเชิงนโยบายสำหรับการกำหนด “มาตรฐานไฟเบอร์ภายในอาคารภาคบังคับ” 168
7.2.3 กรอบแนวทางเชิงนโยบายที่เสนอสำหรับประเทศไทย 169
7.3 กรณีศึกษาที่น่าสนใจในระดับสากล 171
7.3.1 สาธารณรัฐประชาชนจีน: โครงการนำร่องบรอดแบนด์ออปติคอล 10 Gbps ระดับชาติ 172
7.3.2 ซาอุดีอาระเบีย: วิสัยทัศน์ “10Gbps Society” 174
7.3.3 สิงคโปร์: แผนอัปเกรดโครงข่าย NBN สู่โครงข่าย 10Gbps ระดับชาติ 175
7.4 ทิศทางเชิงนโยบายเพื่อการเร่งรัดการพัฒนาบรอดแบนด์ 176
7.4.1 แนวทางยกระดับบรอดแบนด์แห่งชาติและเป้าหมายด้านความเร็วโครงข่ายในระดับประเทศ 176
7.4.2 การยกระดับโครงข่าย 10G PON และมาตรการจูงใจการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน 177

7.4.3 การผลักดัน In-Building Fiberization และการปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบด้านการก่อสร้าง 178

7.4.4 กรอบการกำกับดูแลด้าน Quality of Experience (QoE) เพื่อยกระดับคุณภาพอินเทอร์เน็ต ที่ประชาชน “สัมผัสได้จริง” 179

7.4.5 การส่งเสริมความสามารถในการเข้าถึงบริการ (Affordability) และการลดช่องว่างดิจิทัล 180

7.5 10-Giga City สำหรับประเทศไทย: เมืองนำร่องสู่อนาคตอัจฉริยะ 181

7.5.1 เหตุผลเชิงยุทธศาสตร์: เหตุใด “เมือง” จึงควรเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ 10Gbps 181

7.5.2 เมืองนำร่อง: กรุงเทพมหานคร ชลบุรี เชียงใหม่ และภูเก็ต 181

7.5.3 โครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการประมวลผลอัจฉริยะ: ขอบเครือข่ายความหน่วงต่ำ (Low-Latency Edge) เพื่อรองรับ AI และบริการดิจิทัลขั้นสูง 183

7.5.4 แนวทางการพัฒนาและระยะเวลาดำเนินงาน 184

7.5.5 บทบาทของภาครัฐและกลไกการประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 189

8 อภิธานศัพท์ 190

1 บทนำ

1.1 การพัฒนาดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย

ตามที่มีการประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2560 ประเทศไทยได้ตรา “พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560” หรือที่เรียกกันว่า “พระราชบัญญัติพัฒนาดิจิทัล” ขึ้น เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของประเทศ ภายใต้พระราชบัญญัตินี้ ได้มีการจัดตั้ง “คณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ” ขึ้น เพื่อดำเนินการจัดทำนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีเป้าหมายในการพัฒนา “ระบบนิเวศดิจิทัล” (Digital Ecosystem) ของประเทศไทย และผลักดันการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน โดยได้มีการประกาศใช้นโยบายอย่างเป็นทางการในชื่อ “นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580” เพื่อให้การขับเคลื่อนนโยบายและแผนดังกล่าวเป็นรูปธรรม สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.) ได้จัดทำ “แผนปฏิบัติการด้านโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2565 – 2570)” และคณะกรรมการขับเคลื่อน 5G แห่งชาติ ได้ดำเนินการจัดทำ “แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 1” และ“แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 2” เพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G อย่างเต็มศักยภาพ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างยั่งยืน

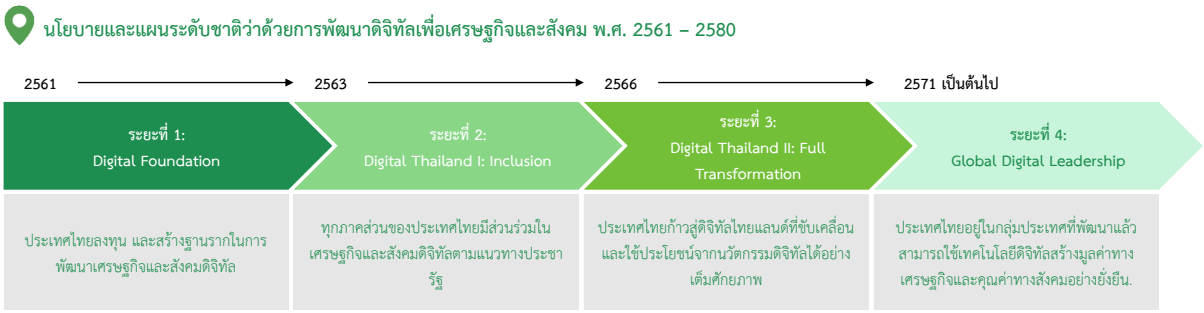


รูปที่ 1-1 ภาพรวมแผนระดับชาติการพัฒนาด้านดิจิทัลของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารภายใต้เทคโนโลยี 5G

“นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580” ได้กำหนดวิสัยทัศน์ให้ประเทศไทยก้าวสู่การเป็น “ดิจิทัลไทยแลนด์” (Digital Thailand) ซึ่งหมายถึงยุคที่ประเทศไทยสามารถสร้างสรรค์และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเต็มศักยภาพในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน นวัตกรรม ข้อมูล ทุนมนุษย์ และทรัพยากรอื่นใด เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน

นโยบายและแผนฯ ได้กำหนดภูมิทัศน์ดิจิทัลหรือทิศทางการพัฒนาและเป้าหมายออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่

- ระยะที่ 1: Digital Foundation ประเทศไทยลงทุน และสร้างฐานรากในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล
- ระยะที่ 2: Digital Thailand I: Inclusion ทุกภาคส่วนของประเทศไทยมีส่วนร่วมในเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลตามแนวทางประชารัฐ
- ระยะที่ 3: Digital Thailand II: Full Transformation ประเทศไทยก้าวสู่ดิจิทัลไทยแลนด์ที่ขับเคลื่อนและใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลได้อย่างเต็มศักยภาพ
- ระยะที่ 4: Global Digital Leadership ประเทศไทยอยู่ในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและคุณค่าทางสังคมอย่างยั่งยืน



รูปที่ 1-2 ภาพรวมการพัฒนาด้านดิจิทัลระยะ 20 ปีของประเทศไทยภายใต้นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580

โครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมเป็นองค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาดิจิทัลของประเทศเพื่อเร่งการพัฒนาในด้านนี้ สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.) ได้จัดทำแผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของโครงข่าย และส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน ในปัจจุบัน ประเทศไทยอยู่ระหว่างการดำเนินงานภายใต้ แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2566 – 2570) โดยมีเป้าหมายเพื่อบรรลุเป้าหมายของนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580 ตามภูมิทัศน์ในการพัฒนาระยะที่ 3 “Digital Thailand II: Full Transformation ประเทศไทยก้าวสู่ดิจิทัลไทยแลนด์ที่ขับเคลื่อนและใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลได้อย่างเต็มศักยภาพ

กำลังดำเนินการ

นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580			ระยะที่ 1: Digital Foundation	ระยะที่ 2: Digital Thailand I: Inclusion	ระยะที่ 3: Digital Thailand II: Full Transformation	ระยะที่ 4: Global Digital Leadership
แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G เพื่อการพัฒนาประเทศ	ระยะที่ 1	ส่งเสริมการพัฒนาโครงข่าย 5G ประสิทธิภาพสูง	✓	✓		
		ขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลผ่านเทคโนโลยี 5G	✓	✓		
		สร้างสังคมคุณภาพด้วยเทคโนโลยี 5G	✓	✓		
		พัฒนาระบบนิเวศให้พร้อมต่อการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G	✓	✓		
	ระยะที่ 2	ส่งเสริมการพัฒนาโครงข่าย 5G ประสิทธิภาพสูง (2)			✓	
		ขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลผ่านเทคโนโลยี 5G (2)			✓	
		สร้างสังคมคุณภาพด้วยเทคโนโลยี 5G (2)			✓	
		พัฒนาระบบนิเวศให้พร้อมต่อการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G (2)			✓	

รูปที่ 1-3 ความสัมพันธ์ของแผนปฏิบัติการฯ นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580

1.2 เป้าหมายที่กำลังดำเนินการและข้อจำกัดที่ต้องเร่งแก้ไข

ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ในภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) ปัจจุบันประเทศไทยอยู่ระหว่างการดำเนินการในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นระยะสำคัญที่มีการกำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ไว้อย่างครอบคลุม เพื่อสะท้อนผลลัพธ์ด้านดิจิทัลที่คาดหวังในระยะยาว

ทั้งนี้ ภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) ของนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580 ได้กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน ในการ เสริมสร้างรากฐานโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลของประเทศ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของทุกภาคส่วน และส่งเสริมให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม

นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580		แผนปฏิบัติการด้านโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัล ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2565 – 2570)	ช่องว่างในปัจจุบัน
เป้าหมายระยะที่ 3 ของแผนแม่บทฯ	ทุกครัวเรือนเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง	ความครอบคลุมของบรอดแบนด์ประจำที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ภายในปี พ.ศ. 2570	อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำมีการเข้าถึงพื้นที่ชนบท แต่โครงข่ายสายโทรคมนาคมส่วนปลายทาง (Last Mile Fiber) ยังไม่ครอบคลุมทุกครัวเรือนและมีข้อจำกัดในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต
		ขยายขีดความสามารถของโครงข่ายเคเบิลใต้น้ำให้มีความจุรวมไม่น้อยกว่า 1,000 Tbps	
	การแข่งขันของภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรมการผลิต และภาคบริการผ่านการเร่งรัดการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล	ปริมาณแบนด์วิดท์รวมสำหรับการใช้อินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศของประเทศไทยเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 50 Tbps ภายในปี พ.ศ. 2570	ขาดการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยี 5G ในหลายสถานการณ์ที่มีความจำเป็นต่อภาคส่วนต่าง ๆ
	ประชาชนได้รับประโยชน์จากบริการดิจิทัลในทุกมิติของชีวิต	ค่าบริการบรอดแบนด์ประจำที่อยู่ในระดับไม่เกินร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อหัว	ช่องว่างดิจิทัล อุปสรรคด้านต้นทุน ความไม่เท่าเทียมด้านสามารถในการใช้เทคโนโลยี แอปพลิเคชันขั้นสูงไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่
	รัฐบาลยุคดิจิทัลกับข้อมูลเปิดและการมีส่วนร่วมของสาธารณะ	ความเร็วเฉลี่ยของอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 100 Mbps	ระบบงานแบบแยกส่วน ข้อมูลเปิดที่จำกัด และขาดการเชื่อมโยงระหว่างกันขององค์กรภาครัฐ
	งานที่มีมูลค่าสูงและแรงงานดิจิทัล	แรงงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพิ่มขึ้นและมีสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของกำลังแรงงานทั้งหมดของประเทศ	ขาดแคลนกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญด้าน AI หรือ เทคโนโลยีทั้งการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนล่าช้า
	กฎหมายหรือกฎระเบียบที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการค้าหรือดิจิทัล	-	การปรับปรุงกฎระเบียบล่าช้า การสนับสนุนแอปพลิเคชัน 5G ไม่ชัดเจนและมีแรงจูงใจที่จำกัด

รูปที่ 1-4 สถานะปัจจุบันของการดำเนินงานตามนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580

แม้ว่าประเทศไทยจะมีความก้าวหน้าในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการวางโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารผ่านเทคโนโลยี 5G แต่อย่างไรก็ดี ยังคงมีข้อจำกัดเชิงโครงสร้างและช่องว่างของระบบนิเวศหลายประการที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การดำเนินงานในระยะปัจจุบันของแผนสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างครบถ้วนและยั่งยืน

ประการแรก ภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ให้ประชาชนทุกครัวเรือนสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดิจิทัลอย่างไร้รอยต่อ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในปัจจุบันยังมีความไม่สม่ำเสมอ ภาครัฐได้กำหนดเป้าหมายเชิงรูปธรรม อาทิ การบรรลุความครอบคลุมของอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ภายในปี พ.ศ. 2570 และการขยายขีดความสามารถของโครงข่ายเคเบิลใต้น้ำให้มีความจุรวมไม่น้อยกว่า 1,000 เทระบิตต่อวินาที เพื่อรองรับการเข้าถึงในระดับประเทศและการเชื่อมโยงดิจิทัลระหว่างประเทศ อย่างไรก็ดี ความก้าวหน้าในการบรรลุเป้าหมายดังกล่าวยังมีความเหลื่อมล้ำ โดยการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตยังคงกระจุกตัวอยู่ในเขตเมือง ขณะที่พื้นที่ชนบทและกึ่งเมืองจำนวนมากยังประสบปัญหาความเร็วและความเสถียรของการเชื่อมต่อ[1] ส่งผลให้การเข้าถึงดิจิทัลที่มีคุณภาพยังไม่ครอบคลุมทั่วประเทศ และจำกัดความครอบคลุมของบริการดิจิทัล ตลอดจนชะลอการก้าวสู่การเชื่อมต่อที่เท่าเทียมและทั่วถึงตามเป้าหมายของนโยบายและแผนฯ

ประการที่สอง ภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) มุ่งยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรมการผลิต และภาคบริการ ผ่านการเร่งรัดการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล โดยได้กำหนดเป้าหมายการสนับสนุนให้มีแบนด์วิดท์อินเทอร์เน็ตระหว่างประเทศไม่น้อยกว่า 50 เทระบิตต่อวินาที ภายในปี พ.ศ. 2570 เพื่อเสริมศักยภาพการเชื่อมโยงห่วงโซ่มูลค่าในระดับภูมิภาคและการค้าโลก อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาใช้ยังมีความไม่สม่ำเสมอ โดยแม้ว่าองค์กรขนาดใหญ่จะเริ่มใช้เครื่องมือดิจิทัลอย่างเป็นรูปธรรมแล้ว แต่ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดย่อมส่วนใหญ่ยังมีระดับความพร้อมด้านดิจิทัลค่อนข้างต่ำ[2] เทคโนโลยีที่เป็นรากฐานสำคัญของการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรม อาทิ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ และระบบอัตโนมัติที่ใช้โครงข่าย 5G ยังคงอยู่ในระยะเริ่มต้นของการนำมาใช้และพัฒนาในประเทศไทย[3] ช่องว่างดังกล่าวสะท้อนว่าภาคอุตสาหกรรมของประเทศยังไม่พร้อมอย่างเต็มที่ในการใช้ประโยชน์จากการดำเนินงานที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล หรือการบูรณาการเข้าสู่ตลาดดิจิทัลข้ามพรมแดน

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2567). การสำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2567 (ไตรมาส 4)

[2] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2025, July 2). BDE เผยผลการศึกษา Thailand Digital Outlook ปี 2568 ชี้ดิจิทัลไทย “ก้าวหน้าต่อเนื่อง” ทั้ง 8 มิติ]. Facebook. https://www.facebook.com/ONDE.GO.TH/posts/1147674724053487/

[3] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2566). White paper: 5G use cases for smart factory/manufacturing ในประเทศไทย: มุมมองเชิงเทคนิคและความคุ้มค่าการลงทุน

ประการที่สาม ภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) มีเป้าหมายให้ประชาชนได้รับประโยชน์จากบริการดิจิทัลในทุกมิติของชีวิต โดยมีเป้าหมายย่อยกำหนดให้ค่าบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่อยู่ในระดับไม่เกินร้อยละ 1 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติต่อหัว เพื่อสร้างความสามารถในการเข้าถึงและความสามารถในการจ่าย แม้ว่าการใช้งานดิจิทัลของผู้บริโภค การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ และบริการอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ จะมีการแพร่หลายอย่างกว้างขวาง แต่ระดับของประสบการณ์การใช้งานยังอยู่ในระดับปานกลาง คุณภาพการเข้าถึงแตกต่างกันตามระดับรายได้และพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ขณะที่ระดับทักษะดิจิทัลของประชาชนยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มประชากร ในขณะที่บริการขั้นสูง เช่น การศึกษาเชิงดิจิทัลแบบเสมือนจริง การแพทย์ทางไกลที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ สำนักงานในโลกเสมือนจริง หรือเครื่องมือทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ยังมีข้อจำกัดจากทั้งศักยภาพของโครงข่ายและความไม่สม่ำเสมอของการให้บริการ ส่งผลให้ประโยชน์ด้านดิจิทัลที่ประชาชนได้รับยังไม่สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของนโยบายและแผนฯ อย่างเต็มที่

ประการที่สี่ สำหรับภาครัฐ นโยบายและแผนฯ ตั้งเป้าให้การให้บริการเป็นไปโดยยึดประชาชนเป็นศูนย์กลาง โดยมีข้อมูลเปิดและการมีส่วนร่วมของสาธารณะเป็นฐานสนับสนุน แม้จะมีความก้าวหน้าในด้านการจัดทำระบบยืนยันตัวตนดิจิทัล และการให้บริการออนไลน์ในบางส่วน แต่การดำเนินงานยังคงมีลักษณะกระจัดกระจายระหว่างหน่วยงาน ระบบจำนวนมากยังทำงานแบบแยกส่วนและขาดการเชื่อมโยงระหว่างกัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมลดลงและเพิ่มภาระให้แก่ผู้ใช้งาน ระดับความพร้อมด้านดิจิทัลของหน่วยงานภาครัฐในระดับพื้นที่ยังมีความแตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะนอกเขตเมืองหลัก หากขาดการบูรณาการเชิงระบบและการลงทุนด้านดิจิทัลในระดับพื้นที่อย่างเพียงพอ[4] ประเทศไทยจะยังไม่สามารถบรรลุสภาพแวดล้อมด้านธรรมาภิบาลดิจิทัลที่ราบรื่นและมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

ประการที่ห้า ด้านการพัฒนากำลังคนนโยบายและแผนฯ ได้กำหนดเป้าหมายให้แรงงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลมีสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของกำลังแรงงานทั้งหมดของประเทศ แม้ว่าความต้องการบุคลากรด้านปัญญาประดิษฐ์ ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ คลาวด์ และระบบอัตโนมัติจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ปริมาณและคุณภาพของกำลังคนในปัจจุบันยังไม่เพียงพอต่อความต้องการที่กำลังเกิดขึ้น สถาบันอุดมศึกษาและอาชีวศึกษายังอยู่ระหว่างการปรับปรุงหลักสูตร ขณะที่โอกาสในการยกระดับทักษะและปรับทักษะใหม่ (Reskilling/Upskilling) ยังมีจำกัด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ประกอบการ SMEs และอุตสาหกรรมดั้งเดิม ส่งผลให้ประเทศไทยมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนกำลังคนเชิงโครงสร้าง ซึ่งอาจชะลอการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในหลายภาคส่วน และกระทบต่อการบรรลุเป้าหมายของแผนในระยะยาว

[4] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) [DGA]. (2025, September 17). ผลสำรวจระดับความพร้อมรัฐบาลดิจิทัลหน่วยงานภาครัฐของประเทศไทย ประจำปี 2568. https://www.dga.or.th/policy-standard/policy-regulation/dg-readiness-survey/readinesssurvey68/125420/

ประการที่หก ประเทศไทยมีเป้าหมายในการพัฒนากรอบกฎหมายและกฎระเบียบที่เอื้อต่อการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และนวัตกรรม โดยไม่เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินธุรกิจ แม้ว่าจะมีความก้าวหน้าในการปรับปรุงกฎหมายด้านดิจิทัลในหลายประเด็น แต่การพัฒนากฎระเบียบยังไม่ทันต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยยังขาดแนวทางที่ชัดเจนในเรื่องสำคัญ อาทิ โครงข่าย 5G เฉพาะกิจ (Private 5G) การแบ่งชั้นโครงข่าย (Network Slicing) การจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อภาคอุตสาหกรรม การอำนวยความสะดวกด้านการค้าดิจิทัล และธรรมาภิบาลด้านปัญญาประดิษฐ์ ช่องว่างดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการ SMEs เป็นพิเศษ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรในการรับมือกับความซับซ้อนของกระบวนการกำกับดูแล หากขาดความคล่องตัวด้านกฎระเบียบ ประเทศไทยอาจเผชิญกับวงจรนวัตกรรมที่ชะลอตัว และลดความสามารถในการนำศักยภาพของโครงข่ายขั้นสูงไปใช้เชิงพาณิชย์ได้อย่างเต็มที่

โดยสรุป แม้ว่าประเทศไทยจะมีโครงสร้างพื้นฐานที่เข้มแข็งและมีทิศทางเชิงนโยบายที่ชัดเจน แต่การบรรลุเป้าหมายของภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย (Thailand Digital Landscape) อย่างครบถ้วน ยังจำเป็นต้องอาศัยการดำเนินงานที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการยกระดับความสม่ำเสมอของการเข้าถึง คุณภาพโครงข่าย และความพร้อมในการรองรับเทคโนโลยีขั้นสูง การเตรียมความพร้อมเพื่อขับเคลื่อน นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580 จะต้องพึ่งพาการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานผ่านเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) รวมถึงโครงข่ายไร้สายรูปแบบอื่น การเสริมสร้างศักยภาพด้านคลาวด์และเอดจ์คอมพิวติ้ง และการเร่งการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์และระบบอัตโนมัติ การบูรณาการปัจจัยสนับสนุนเหล่านี้อย่างสอดคล้องกันจะเป็นหัวใจสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันด้านดิจิทัลของประเทศไทยในระยะยาว

2 ภาพรวมสถานการณ์การพัฒนาและการใช้งานเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทยในปัจจุบัน

เศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) ของประเทศไทยได้แสดงให้เห็นถึงการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญในช่วงปี พ.ศ. 2560 – 2568 ดังสะท้อนให้เห็นจากการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital GDP) โดยเริ่มจากมูลค่า 1.39 ล้านล้านบาทในปี พ.ศ. 2560 และเติบโตอย่างสม่ำเสมอเป็น 1.76 ล้านล้านบาทในปี พ.ศ. 2561 และ 2.05 ล้านล้านบาทในปี พ.ศ. 2562 ทั้งนี้ การเริ่มนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 ถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญที่ช่วยเร่งการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศให้มีความชัดเจนและรวดเร็วยิ่งขึ้น

จากเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจทั่วโลกจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาในปี พ.ศ. 2562 เศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยยังคงแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวและความยืดหยุ่นได้อย่างโดดเด่น โดยในปี พ.ศ. 2563 เศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศมีการชะลอตัวลงเล็กน้อย โดยมีมูลค่าอยู่ที่ 1.83 ล้านล้านบาท ซึ่งถือว่าลดลงในระดับที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับภาวะถดถอยโดยรวมของเศรษฐกิจโลก การทรงตัวของเศรษฐกิจดิจิทัลในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการดำเนินนโยบายเชิงกลยุทธ์ในการเร่งขยายเครือข่าย 5G ซึ่งได้กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ช่วยให้ภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม และผู้บริโภคสามารถรักษาการเชื่อมต่อ ปรับตัวสู่รูปแบบการทำงานทางไกล และดำเนินกิจกรรมทางพาณิชย์ในระบบดิจิทัลได้อย่างต่อเนื่องตลอดช่วงการแพร่ระบาด

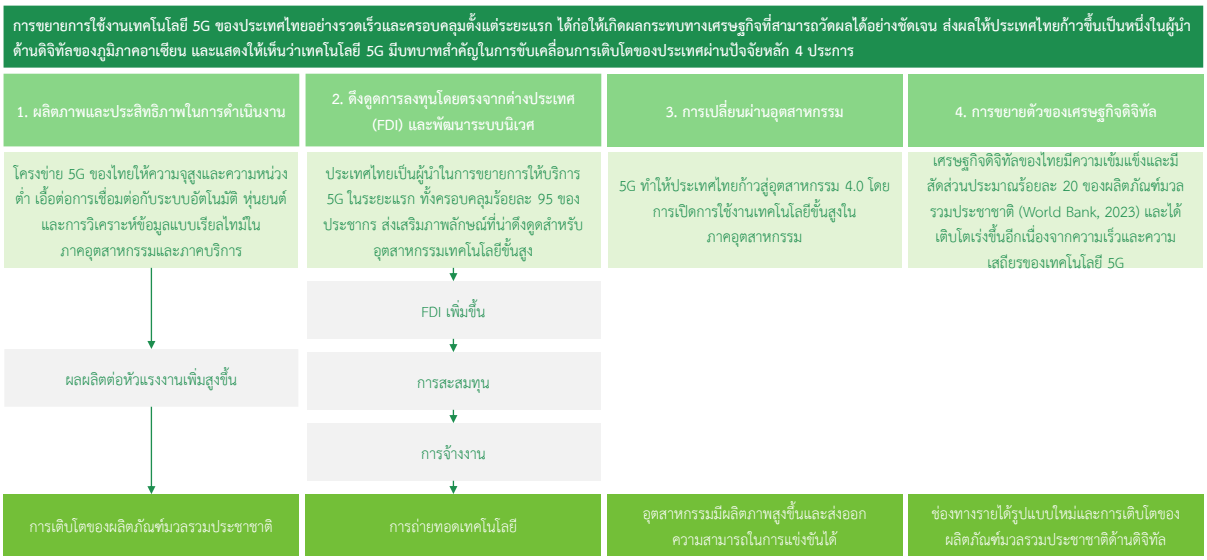


รูปที่ 2-1 มูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital GDP) ของประเทศไทย พ.ศ. 2560 – 2568

ภายในปี พ.ศ. 2564 เศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยสามารถฟื้นตัวกลับมาอยู่ที่ระดับ 2.05 ล้านล้านบาท แสดงถึงการเติบโตที่เหนือความคาดหมาย แม้ยังคงเผชิญกับความท้าทายทางเศรษฐกิจในระดับโลกอย่างต่อเนื่อง สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของเทคโนโลยี 5G ในการสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของภาคธุรกิจในหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิ พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม การเงิน และการศึกษา ซึ่งช่วยให้ระบบเศรษฐกิจสามารถดำเนินต่อเนื่องและฟื้นตัวได้รวดเร็วกว่าหลายประเทศที่ยังขาดโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่ทันสมัย ต่อมาในปี พ.ศ. 2565 มูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเป็น 2.30 ล้านล้านบาท สะท้อนถึงศักยภาพของประเทศในการปรับตัวและสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจในช่วงหลังการแพร่ระบาด โดยมีเทคโนโลยี 5G เป็นปัจจัยขับเคลื่อนหลักช่วยส่งเสริมการเติบโตของภาคธุรกิจ ยกระดับประสิทธิภาพการผลิต และเร่งให้เกิดนวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งนี้ การมีโครงข่ายความเร็วสูงส่งผลให้ประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากโอกาสในโลกดิจิทัลที่เกิดขึ้นใหม่ได้อย่างเต็มที่ อาทิ การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) โครงการเมืองอัจฉริยะ (Smart City) และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 เมื่อพิจารณาการคาดการณ์ในอนาคต เศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยคาดว่าจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.58 ล้านล้านบาทในปี 2567 และ 2.70 ล้านล้านบาทในปี 2568 ซึ่งการขยายตัวและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G อย่างกว้างขวางจะยังคงเป็นรากฐานสำคัญของการเติบโตดังกล่าว โดยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินธุรกิจ ยกระดับคุณภาพการให้บริการ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก

การขยายโครงข่าย 5G ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในช่วงวิกฤตการณ์โควิด-19 ช่วยให้ภาคธุรกิจสามารถปรับตัวต่อความต้องการใหม่ในยุคดิจิทัล โครงข่าย 5G มีความสามารถในการเชื่อมต่อสูง มีความน่าเชื่อถือ และมีความหน่วงต่ำ ซึ่งทำให้สามารถตอบสนองต่อพฤติกรรมของประชากรในยุคปัจจุบันที่มีรูปแบบ New Normal เช่น การปฏิบัติงานโดยไม่ยึดติดสถานที่ (Work From Anywhere) การศึกษาผ่านระบบออนไลน์ การใช้งานแพลตฟอร์มดิจิทัล การใช้งานพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ 5G ยังเป็นส่วนสำคัญในการทำให้บริการของภาครัฐสามารถเข้าสู่ระบบดิจิทัลได้มากขึ้น เช่น โทรเวชกรรม (Telemedicine) ระบบการแพทย์ฉุกเฉินอัจฉริยะ (Smart Ambulance Systems) การแพทย์ทางไกล (Remote Healthcare Applications) เป็นต้น แนวโน้มนี้ยังคงมีความต่อเนื่องโดย 5G จะเป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักในการขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจในอนาคต ช่วยให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันในระบบเศรษฐกิจดิจิทัลหลังยุคการแพร่ระบาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเทศไทยได้ดำเนินการขยายโครงข่าย 5G อย่างรวดเร็วและครอบคลุม และได้สร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจที่สามารถวัดผลได้ และช่วยเสริมสร้างบทบาทของประเทศในฐานะผู้นำด้านดิจิทัลของภูมิภาคอาเซียน โดยจากข้อมูลของ GSMA[5] Intelligence, Open Signal[6] สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) และเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ต่างระบุว่า เทคโนโลยี 5G มีส่วนสนับสนุนการเติบโตของประเทศผ่านกลไกหลัก 4 ประการ ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การดึงดูดการลงทุน การปรับเปลี่ยนภาคอุตสาหกรรม และการขยายตัวของเศรษฐกิจดิจิทัล



รูปที่ 2-2 5G ในปัจจุบันในฐานะกลไกหลักขับเคลื่อนเศรษฐกิจ

ผลิตภาพและประสิทธิภาพในการดำเนินงาน (Productivity and Operational Efficiency)

โครงข่าย 5G ของประเทศไทยสามารถรองรับความเร็วในการดาวน์โหลดในระดับสูง โดยเฉลี่ยมากกว่า 100[7] Mbps พร้อมค่าความหน่วงของเครือข่ายในระดับเชิงพาณิชย์อยู่ระหว่าง 15 – 35 มิลลิวินาที ซึ่งเอื้อให้เกิดการใช้งานระบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์ และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ในทั้งภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ

- ตามรายงานในปี พ.ศ. 2568 ของ Open Signal ประเทศไทยมีอัตราการใช้งาน 5G ต่อผู้ใช้สูงเป็นอันดับต้น ๆ ในกลุ่มประเทศอาเซียน ซึ่งส่งผลให้สามารถนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติมาใช้ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มผลิตภาพแรงงานในภาพรวมของประเทศอย่างมีนัยสำคัญ
- จากการประมาณการในปี พ.ศ. 2566 ของ GSMA คาดว่า ระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G จะสามารถเพิ่มผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ของประเทศไทย

[5] GSMA (GSM Association) เป็นองค์กรการค้าระดับโลกของอุตสาหกรรมโทรคมนาคมเคลื่อนที่ ทำหน้าที่เป็นตัวแทนผลประโยชน์ของผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือและระบบนิเวศของอุตสาหกรรมมือถือทั่วโลก GSMA รวมผู้ให้บริการเครือข่ายมือถือหลายร้อยราย และบริษัทที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก เช่น ผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้พัฒนาเทคโนโลยี และบริษัทอินเทอร์เน็ต เพื่อร่วมกันประสานงานโครงการของอุตสาหกรรม ผลักดันนโยบายและการจัดสรรคลื่นความถี่ จัดงานสำคัญระดับโลกอย่าง Mobile World Congress และพัฒนากรอบมาตรฐานและข้อกำหนดร่วมกัน เพื่อให้เทคโนโลยีและบริการมือถือสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่น

[6] Opensignal เป็นผู้ให้บริการข้อมูลเชิงลึกอิสระชั้นนำระดับโลก ที่ผสานการวิเคราะห์ประสบการณ์การใช้งานเครือข่ายและผลการดำเนินงานทางการตลาด ครอบคลุมผู้ให้บริการเครือข่ายแบบบูรณาการ ทั้งเครือข่ายไร้สายและบรอดแบนด์

[7] Ookla. (2025). รายงานความเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตของประเทศไทยจาก Speedtest ครึ่งปีแรก 2025 (Thailand Speedtest Connectivity Report H1 2025)

ได้ราว 10 – 15 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ภายในปี พ.ศ. 2573 โดยกลุ่มอุตสาหกรรมหลักที่ได้รับผลประโยชน์ ได้แก่ การผลิต โลจิสติกส์ และการค้าปลีก

- สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ รายงานว่า เทคโนโลยี 5G ช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานของภาคธุรกิจ และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานในโรงพยาบาล ท่าเรือ ท่าอากาศยาน และโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

การดึงดูดการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและการพัฒนาอีโคซิสเต็ม (Foreign Direct Investment (FDI) Attraction and Ecosystem Development)

ความเป็นผู้นำของประเทศไทยในการวางโครงข่าย 5G อย่างรวดเร็วในระยะแรก ซึ่งสามารถครอบคลุมประชากรร้อยละ 98 ทั่วประเทศ ได้ส่งผลให้ประเทศไทยกลายเป็นจุดหมายที่น่าสนใจสำหรับอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง

- เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ระบุว่าเทคโนโลยี 5G เป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนการผลิตอัจฉริยะ และได้ดึงดูดการลงทุนจากบริษัทชั้นนำระดับโลก เช่น Huawei, Delta Electronics, Foxconn, BMW รวมถึงผู้ประกอบการด้านโลจิสติกส์อีกหลายราย
- กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมรายงานว่า มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลและคลัสเตอร์ระบบอัตโนมัติภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ภายหลังจากการขยายโครงข่าย 5G ทั่วประเทศอย่างต่อเนื่อง

การปฏิรูปภาคอุตสาหกรรม (Industrial Transformation)

เทคโนโลยี 5G มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 โดยรองรับการใช้งานอุตสาหกรรมขั้นสูงอย่างมีประสิทธิภาพ

- โครงการนำร่องของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ และเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) แสดงให้เห็นว่า การใช้ 5G ในหุ่นยนต์ ระบบยานยนต์ไร้คนขับ การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ และเซนเซอร์ IoT ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมและปิโตรเคมีอย่างมีนัยสำคัญ
- รายงานของ GSMA Intelligence (2024) ระบุว่าประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศแรก ๆ ในอาเซียนที่นำเครือข่าย 5G ส่วนบุคคลมาใช้ในภาคการผลิต พลังงาน และระบบคมนาคมขนส่ง ซึ่งช่วยเร่งกระบวนการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมดิจิทัล

การขยายตัวของเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy Expansion)

ประเทศไทยมีเศรษฐกิจดิจิทัลที่เข้มแข็งอยู่แล้ว โดยคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 27.32[8] ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP)[9] ในปี 2567 และมีแนวโน้มขยายตัวมากยิ่งขึ้นจากความเร็วและความน่าเชื่อถือของเครือข่าย 5G

- การเข้าถึง 5G ช่วยเร่งการเติบโตของบริการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เกมบนคลาวด์ การสตรีมวิดีโอ การธนาคารผ่านมือถือ และการแพทย์ทางไกล ซึ่งล้วนส่งผลต่อการใช้จ่ายในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล
- บริการตามความต้องการของ Grab มีมูลค่าทางเศรษฐกิจถึง 179.2 พันล้านบาทในปี 2566 คิดเป็นร้อยละ 1.0 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ[10] ทั้งประเทศ
- การศึกษาของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) และสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ยืนยันว่า 5G มีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพเครือข่ายสำหรับบริการดิจิทัลทั่วประเทศ ครอบคลุมการศึกษาออนไลน์ การดูแลสุขภาพ การท่องเที่ยว และเมืองอัจฉริยะ
- ธนาคารโลกชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมเป็นปัจจัยเชิงโครงสร้างที่สำคัญต่อขีดความสามารถในการแข่งขันของเศรษฐกิจดิจิทัลไทยในระยะยาว

ประเทศไทยในฐานะผู้นำ 5G ของอาเซียน ได้กลายเป็นประเทศแนวหน้าของอาเซียนในการพัฒนา 5G ด้วยการครอบคลุมเครือข่ายที่ทั่วถึง การจัดสรรคลื่นความถี่ที่มีประสิทธิภาพ และการขยายการใช้งานในภาคธุรกิจอย่างต่อเนื่อง โดย ณ สิ้นปี 2568 ระบบนิเวศ 5G ของไทยมีความพร้อมในหลายมิติ ทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐาน คุณภาพสัญญาณ การบริหารจัดการคลื่น และการประยุกต์ใช้ในภาคส่วนต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของไทยในฐานะศูนย์กลางดิจิทัลของภูมิภาคตามวิสัยทัศน์เศรษฐกิจ “Thailand 4.0”

[8] Thailand Digital Contribution 2025 ภายใต้โครงการ Digital Contribution to GDP Project 2024 ของสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (BDE) (เผยแพร่เดือนพฤศจิกายน 2024)

[9] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565, 26 ธันวาคม). รายงานการวิเคราะห์ของศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัล. ศูนย์ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล. https://www.bde.go.th/view/1/ศูนย์ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล/ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัล/881/TH-TH

[10] ผลกระทบของบริการ Grab ต่อเศรษฐกิจไทย (2024)

2.1 ระบบนิเวศเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย

ประเทศไทยมีระบบนิเวศ 5G ที่ขับเคลื่อนโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก 5 กลุ่ม ได้แก่ หน่วยงานกำกับดูแลและผู้กำหนดนโยบาย ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม ผู้ผลิตอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์ และผู้ให้บริการแพลตฟอร์มและผสานรวมแอปพลิเคชันที่รองรับเทคโนโลยี 5G โดยผู้มีส่วนร่วมหลักเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดความแข็งแกร่งของตลาดโครงข่ายโทรคมนาคมของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาพรวมของเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศในวงกว้าง

2.1.1 โครงสร้างระบบนิเวศเทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย

หน่วยงานกำกับดูแลและผู้กำหนดนโยบาย (Regulator and Policy Maker)

หน่วยงานกำกับดูแลและผู้กำหนดนโยบายมีบทบาทสำคัญยิ่งในการกำหนดทิศทางของระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทย ผ่านการจัดวางกรอบกำกับดูแลและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการให้บริการเครือข่าย 5G โดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) ทำหน้าที่ในการจัดสรรคลื่นความถี่ กำกับดูแลการแข่งขันให้เป็นธรรม รวมถึงกำหนดแนวทางด้านความมั่นคงปลอดภัยของเครือข่ายและคุณภาพการให้บริการ ทั้งยังมีบทบาทในการอนุมัติโครงการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน และการพิจารณาเทคโนโลยี 5G ใหม่ ๆ ที่จะนำมาใช้ในประเทศ

นอกเหนือจากภารกิจด้านการกำกับดูแลการดำเนินงานของเครือข่ายแล้ว ผู้กำหนดนโยบายยังมีบทบาทในการผลักดันทิศทางเชิงยุทธศาสตร์ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G ผ่านนโยบายระดับประเทศ อาทิ ยุทธศาสตร์ Thailand 4.0 และนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580 ซึ่งมุ่งเน้นให้เทคโนโลยี 5G เป็นกลไกหลักในการเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ยกระดับนวัตกรรมภาคอุตสาหกรรม และเพิ่มประสิทธิภาพของบริการภาครัฐ

การกำหนดนโยบายที่เอื้อต่อการลงทุน การสร้างนวัตกรรม และการแข่งขันที่เป็นธรรม ทำให้ระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทยมีความคล่องตัว สามารถเข้าถึงได้ง่าย และสอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีระดับโลก โดยบทบาทของหน่วยงานกำกับดูแลและผู้กำหนดนโยบายถือเป็นกลไกสำคัญในการสร้างเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างยั่งยืน ซึ่งสะท้อนให้เห็นชัดเจนจากการสนับสนุนการประยุกต์ใช้ 5G ในภาคอุตสาหกรรม เมืองอัจฉริยะ และโครงข่ายดิจิทัลระดับประเทศ

ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Network Operators)

ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทย ในฐานะผู้ให้บริการหลักด้านการเชื่อมต่อและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล โดยมีภารกิจหลักในการจัดหาคลื่นความถี่ ดำเนินการติดตั้งและปรับปรุงโครงข่าย 5G รวมถึงการขยายการให้บริการให้ครอบคลุมทั่วประเทศ ทั้งนี้ ณ ปี 2569 ผู้ให้บริการสามารถขยายพื้นที่ให้บริการได้ครอบคลุมประชากรแล้วร้อยละ 98 พร้อมความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญทั้งในตลาดผู้บริโภคทั่วไปและในภาคธุรกิจ ผู้ให้บริการมีบทบาทในการเร่งการใช้งาน 5G ผ่านการจัดจำหน่ายอุปกรณ์ที่มีราคาจับต้องได้ และกลยุทธ์การขายพ่วงบริการ

ที่จูงใจ ส่งผลให้มีอัตราการใช้งานที่สูงในกลุ่มผู้ใช้บริการ ในด้านภาคธุรกิจ ผู้ให้บริการได้ริเริ่มการติดตั้งโครงข่าย 5G ส่วนบุคคล แพลตฟอร์ม IoT และโซลูชันดิจิทัลต่าง ๆ โดยร่วมมือกับผู้ให้บริการคลาวด์ระดับโลก ซึ่งความร่วมมือเหล่านี้ โดยเฉพาะการบูรณาการกับภาครัฐ และหน่วยงานหลักอย่างสำนักงาน กสทช. และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก กำลังขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของประเทศไทยในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น การผลิต การแพทย์ และโลจิสติกส์

บทบาทข้างต้นของผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงเป็นกลไกสำคัญในการเร่งรัดเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย เสริมสร้างการเชื่อมต่อ และสนับสนุนนวัตกรรมในด้านระบบอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์ และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การลงทุนและการตัดสินใจด้านการขยายโครงข่ายของผู้ให้บริการถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศในยุคดิจิทัล โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูงที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม (Network Infrastructure Vendors)

ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานโครงข่ายถือเป็นกลุ่มที่มีบทบาทสำคัญในระดับเทคโนโลยีต้นน้ำของระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทย โดยมีหน้าที่หลักในการออกแบบ จัดหา และติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ขั้นสูงที่เป็นรากฐานของโครงข่าย 5G ระดับประเทศ ความคืบหน้าในการให้บริการ 5G ของประเทศไทยในปัจจุบันเกิดขึ้นได้จากการพึ่งพาผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้อย่างมาก โดยผู้ให้บริการรายดังกล่าวเป็นผู้ผลิตสถานีฐาน 5G ระบบ Massive MIMO โครงข่ายไฟเบอร์สำหรับการส่งผ่านข้อมูล รวมถึง 5G Core ที่ขับเคลื่อนด้วยซอฟต์แวร์ซึ่งรองรับความสามารถขั้นสูง เช่น โหมด Standalone การจัดการโครงข่าย Slice และการตอบสนองด้วยค่าหน่วงต่ำเป็นพิเศษ

นอกเหนือจากการจัดหาอุปกรณ์ ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานยังมีบทบาทในการสนับสนุนผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านการวางแผน ออกแบบ ปรับแต่ง และบูรณาการโครงข่ายให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย ทั้งในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นสูง และพื้นที่ชนบทที่มีลักษณะภูมิประเทศหลากหลาย ท่ามกลางความต้องการใช้งานข้อมูลที่เพิ่มขึ้นในอัตราสองหลักต่อปี ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานจำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงอุปกรณ์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์อย่างต่อเนื่อง พร้อมกันนี้ยังมีความร่วมมือกับภาคเอกชนและนิคมอุตสาหกรรมในการพัฒนาโครงข่าย 5G ส่วนบุคคล โดยเฉพาะในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ทดลองใช้งานจริงสำหรับระบบหุ่นยนต์ AGV คลังสินค้าอัจฉริยะ และระบบซ่อมบำรุงแบบคาดการณ์ล่วงหน้า

บทบาทเชิงกลยุทธ์ของผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานอยู่ที่ความสามารถในการกำหนดขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของระบบนิเวศ 5G ของประเทศ ทั้งในมิติของความเร็ว ค่าความหน่วง ความเสถียร และประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ งานศึกษาจากสำนักงาน กสทช. และ Open Signal ชี้ให้เห็นว่า ประเทศไทยมีความโดดเด่นในการให้บริการ 5G บนคลื่นย่านความถี่กลาง ซึ่งส่งผลให้ความเร็วในการใช้งานจริงของ 5G อยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับประเทศอื่นในภูมิภาค สะท้อนถึงความแข็งแกร่งของผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานและการพัฒนาเครือข่ายล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ เมื่อประเทศไทยเตรียมเข้าสู่

ยุคเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) ผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานจะยังคงมีบทบาทสำคัญในการผลักดันคุณสมบัติใหม่ ๆ อาทิ อุปกรณ์ IoT แบบประสิทธิภาพจำกัด (RedCap[11]), AI-native RAN, และการเพิ่มประสิทธิภาพของช่องอัปโหลด ซึ่งล้วนมีความสำคัญต่อระบบหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ความสามารถของผู้จัดหาโครงสร้างพื้นฐานยังขยายไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานปิโตรเคมี โรงงานผลิตยานยนต์ และศูนย์กระจายสินค้า ที่ต้องพึ่งพาโครงข่าย 5G เฉพาะทาง และยังมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของประเทศ เช่น โรงพยาบาล ระบบขนส่ง และระบบบริการสาธารณะ ให้มีความมั่นคงปลอดภัยและเชื่อถือได้ในระดับสูง

ผู้ผลิตอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์ (Device & Hardware Manufacturers)

ผู้ผลิตอุปกรณ์และฮาร์ดแวร์ถือเป็นกลุ่มผู้มีบทบาทสำคัญในระดับการเข้าถึงของระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทย โดยเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ปลายทางที่เชื่อมต่อผู้ใช้และเครื่องจักรเข้ากับโครงข่าย 5G ประเทศไทยได้รับประโยชน์จากอัตราการเข้าถึงสมาร์ตโฟนในระดับสูง โดยในช่วงปี พ.ศ. 2566 – 2567 มากกว่าร้อยละ 75 ของอุปกรณ์ที่จำหน่ายเป็นอุปกรณ์ที่รองรับ 5G ซึ่งเป็นผลจากกลยุทธ์การทำตลาดของผู้ผลิตที่มุ่งนำเสนออุปกรณ์ระดับกลางในราคาที่เข้าถึงได้ อุปกรณ์เหล่านี้ถูกออกแบบให้รองรับคลื่นความถี่หลักของประเทศไทย ได้แก่ 700 MHz สำหรับพื้นที่ครอบคลุม 2600 MHz สำหรับการส่งผ่านข้อมูลที่มีความเร็วสูง และ 26 GHz สำหรับจุดบริการที่ต้องการความจุข้อมูลสูงเป็นพิเศษ รวมถึงรองรับฟีเจอร์ขั้นสูง เช่น VoNR[12] การรวมคลื่นความถี่ และโหมด Standalone

ผู้ผลิตยังร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับผู้ให้บริการเครือข่ายในการทดสอบและรับรองอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจถึงความเข้ากันได้และประสิทธิภาพของการให้บริการ พร้อมทั้งส่งเสริมความสามารถในการจัดหาอุปกรณ์ในราคาที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ ระบบนิเวศของอุปกรณ์ที่แข็งแกร่งนี้ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ประเทศไทยสามารถขยายการใช้งาน 5G ได้อย่างรวดเร็ว ในบริบทภาคอุตสาหกรรม ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์ยังมีบทบาทในการจัดหาโมดูล IoT เซนเซอร์อุตสาหกรรม ตัวควบคุมพาหนะ AGV และกล้องอัจฉริยะ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยให้เครื่องจักร หุ่นยนต์ และระบบติดตามสามารถสื่อสารกันได้แบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่าย 5G ส่งผลให้เกิดการยกระดับกระบวนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

[11] **RedCap (5G NR RedCap)** ย่อมาจาก *Reduced Capability* เป็นกลุ่มอุปกรณ์ 5G ที่กำหนดโดยมาตรฐาน 3GPP ซึ่งออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของอุปกรณ์ (เช่น ใช้เสาอากาศน้อยลง แบนด์วิดท์แคบลง และฟีเจอร์ที่เรียบง่ายกว่า) เพื่อให้มีต้นทุนต่ำและใช้พลังงานน้อยกว่า 5G เต็มรูปแบบ โดยมุ่งเป้าไปที่อุปกรณ์ IoT ระดับกลางที่ต้องการประสิทธิภาพสูงกว่า NB-IoT หรือ LTE-M แต่ไม่จำเป็นต้องใช้ 5G ระดับสูง

[12] Voice over New Radio (VoNR) เป็นเทคโนโลยีการโทรผ่านเครือข่าย 5G ซึ่งกำหนดมาตรฐานหลักโดย 3GPP สำหรับทั้งเครือข่ายวิทยุ (5G radio) และโครงข่ายแกนกลาง (5G core) โดยมี GSMA เป็นผู้จัดทำโปรไฟล์บริการ และแนวทางการโรมมิ่งและการทำงานร่วมกันระหว่างเครือข่าย (interoperability)

ความสำคัญเชิงกลยุทธ์ของกลุ่มผู้ผลิตอุปกรณ์นี้อยู่ที่ระดับความพึงพอใจต่อการยอมรับใช้ความสามารถในการเข้าถึง และความสะดวกในการใช้งานของเทคโนโลยี 5G โดยประเทศไทยสามารถก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำด้านการใช้งาน 5G ในระดับอาเซียนได้อย่างรวดเร็ว ส่วนหนึ่งเป็นเพราะมีสมาร์ตโฟน 5G ราคาย่อมเยา (ไม่เกิน 250 ดอลลาร์สหรัฐฯ) จำหน่ายอย่างแพร่หลาย ซึ่งช่วยให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงการเชื่อมต่อความเร็วสูงได้จริง ขณะเดียวกัน ความก้าวหน้าของอุตสาหกรรมยังขึ้นอยู่กับการมีอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งาน โดยเฉพาะโมดูล IoT และเซนเซอร์ที่มีความสามารถสูง ในอนาคต เมื่อฟีเจอร์ 5G ใหม่ ๆ เช่น อุปกรณ์ RedCap และหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อกับ 5G ได้ถูกนำมาใช้งาน ผู้ผลิตอุปกรณ์จะเป็นผู้กำหนดจังหวะความเร็วของการขยายตัวของเทคโนโลยีเหล่านี้ในประเทศไทย ดังนั้น ความก้าวหน้าของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในหลายภาคส่วนของประเทศจึงเชื่อมโยงโดยตรงกับการพัฒนาและความพร้อมของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มนี้

ผู้ให้บริการแพลตฟอร์มและผสานรวมแอปพลิเคชันที่รองรับเทคโนโลยี 5G (5G-Enabled Platforms, Application Providers & System Integrators)

ผู้ให้บริการแพลตฟอร์มและแอปพลิเคชันที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G ถือเป็นกลไกหลักในการสร้างมูลค่าเพิ่มในระบบนิเวศ 5G ของประเทศไทย โดยมีบทบาทเชิงยุทธศาสตร์ในการเชื่อมโยงศักยภาพทางเทคนิคของ 5G เข้ากับการสร้างผลกระทบทางเศรษฐกิจในโลกแห่งความเป็นจริง กลุ่มผู้ให้บริการเหล่านี้ครอบคลุมตั้งแต่ผู้ให้บริการคลาวด์ระดับโลก เช่น AWS Microsoft Azure และ Alibaba Cloud ไปจนถึงบริษัทด้านปัญญาประดิษฐ์และระบบอัตโนมัติ ผู้พัฒนาแพลตฟอร์ม IoT และผู้ให้บริการโซลูชันเฉพาะทางในภาคการผลิต การแพทย์ โลจิสติกส์ และเมืองอัจฉริยะ นอกจากนี้ ผู้ให้บริการด้านการบูรณาการระบบ ยังมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และระบบเครือข่าย ให้สามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบดิจิทัลที่สมบูรณ์ ตอบสนองความต้องการเฉพาะของภาคอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ได้กลายเป็นพื้นที่ทดสอบสำคัญในระดับภูมิภาคสำหรับการประยุกต์ใช้ 5G ในภาคอุตสาหกรรม ทั้งในรูปแบบของหุ่นยนต์ ยานพาหนะอัตโนมัติ (AGVs) และ Digital Twin ที่เชื่อมต่อผ่านระบบ 5G ร่วมกับ Edge Computing

บทบาทหลักของผู้ให้บริการเหล่านี้ คือการพัฒนาโซลูชันดิจิทัลแบบครบวงจรที่ใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะเฉพาะของ 5G เช่น การควบคุมหุ่นยนต์แบบเรียลไทม์ การวิเคราะห์และวินิจฉัยเครื่องจักรจากระยะไกล ระบบบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ การฝึกอบรมผ่าน AR/VR และบริการด้านการแพทย์ทางไกล ตัวอย่างเช่น โรงพยาบาลและมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศไทยได้ดำเนินการนำร่องการผ่าตัดทางไกล การตรวจอัลตราซาวด์จากระยะไกล และระบบรถพยาบาลอัจฉริยะที่อาศัยเครือข่าย 5G แล้วเป็นที่เรียบร้อย ในภาคโลจิสติกส์และการผลิต แพลตฟอร์ม IoT ที่เชื่อมต่อกับ 5G มีส่วนสำคัญในการยกระดับการมองเห็นห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Visibility) ปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มความแม่นยำของกระบวนการควบคุมคุณภาพ โดยผู้ให้บริการด้านการบูรณาการระบบมีบทบาทในการสนับสนุน

ภาคธุรกิจให้สามารถนำเทคโนโลยีขั้นสูงเหล่านี้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยการออกแบบระบบที่สอดรับกับบริบทเฉพาะของแต่ละอุตสาหกรรม และประกันความราบรื่นของการใช้งานจริง

ผู้ให้บริการเหล่านี้ยังทำงานร่วมกับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการติดตั้ง Node Multi-Access Edge Computing ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยลดความหน่วงของเครือข่าย สำหรับการประยุกต์ใช้งานที่ต้องการตอบสนองทันที เช่น ยานยนต์ไร้คนขับ การตรวจสอบแบบเรียลไทม์ และกระบวนการสำคัญในอุตสาหกรรม การลดความหน่วงนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงานในภาคอุตสาหกรรม ด้วยเหตุนี้ ผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม 5G และผู้บูรณาการระบบจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในการพลิกโฉมโครงสร้างอุตสาหกรรมของประเทศไทย นำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างยั่งยืน เสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และผลักดันการเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะยาวอย่างเป็นรูปธรรม

2.2 ความครอบคลุมและคุณภาพของโครงข่าย

2.2.1 พื้นที่ครอบคลุมระดับประเทศ

ประเทศไทยได้พัฒนาโครงข่าย 5G ให้มีความครอบคลุมและมีความพร้อมใช้งานในระดับที่กว้างขวางที่สุดแห่งหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สะท้อนถึงการประมูลคลื่นความถี่ล่วงหน้าและการขยายโครงข่ายอย่างเข้มข้นทั่วประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ตามข้อมูลจากสำนักงาน กสทช. และรายงานจากผู้ให้บริการ พบว่าการให้บริการ 5G ของประเทศไทยสามารถครอบคลุมประชากรได้ร้อยละ 98 โดยมีความพร้อมใช้งานแทบสมบูรณ์ในเขตเมืองหลัก เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก และหัวเมืองจังหวัดสำคัญ โดยโครงข่าย 4G ที่ครอบคลุมประชากรเกือบร้อยละ 100 อยู่เดิมยังเป็นรากฐานสำคัญที่เอื้อต่อการขยาย 5G ได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วม การวางโครงข่ายไฟเบอร์ และสถานีฐานที่มีความหนาแน่นสูง

ในระดับประเทศ การวางโครงข่าย 5G ของไทยมิได้มีเพียงความครอบคลุมในเชิงพื้นที่เท่านั้น แต่ยังสอดรับกับเป้าหมายทางเศรษฐกิจอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ที่มีการให้บริการครอบคลุมเต็มพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริม ซึ่งเอื้อต่อการประยุกต์ใช้ 5G ในการผลิตอัจฉริยะ การขนส่งโลจิสติกส์อัจฉริยะ และระบบอัตโนมัติขั้นสูง เมืองศูนย์กลาง เช่น กรุงเทพมหานคร ชลบุรี ระยอง และเชียงใหม่ มีอัตราการเข้าถึง 5G สูงกว่าค่าเฉลี่ยประเทศอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับความหนาแน่นประชากรและระดับการใช้บริการดิจิทัลที่สูง ส่วนพื้นที่ชนบทแม้มีความหลากหลายในเชิงความลึกของโครงข่าย แต่ส่วนใหญ่สามารถเข้าถึงสัญญาณ 5G ได้ผ่านการใช้คลื่นย่านความถี่ต่ำและกลางเพื่อการครอบคลุมการเข้าถึงของประชากร

เมื่อเทียบกับระดับนานาชาติ โครงข่าย 5G ของประเทศไทยถือว่ามีความแข็งแกร่งในภูมิภาคอาเซียน และอยู่ในกลุ่มประเทศรายได้ปานกลางระดับบน ตามนิยามของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ที่มีการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ในระดับใกล้สมบูรณ์แบบ ประเทศไทยมีอัตราการครอบคลุมประชากรสูงกว่าหลายประเทศในภูมิภาค เช่น เวียดนาม ซึ่งเพิ่งเริ่มให้บริการเชิงพาณิชย์ทั่วประเทศ และมาเลเซียที่เพิ่งบรรลุการครอบคลุมในช่วงปลายปี 2566 ภายใต้โมเดลโครงข่ายรวมศูนย์ และเมื่อเทียบกับสิงคโปร์แม้ประเทศไทยจะมีระดับการเข้าถึงใกล้เคียงกัน แต่สิงคโปร์ยังคงเป็นผู้นำในด้านเทคโนโลยี Standalone (SA) และความหนาแน่นของโครงข่าย อันเนื่องมาจากลักษณะภูมิศาสตร์ที่เอื้อต่อการให้บริการ ในขณะที่หากเปรียบเทียบกับตลาดขั้นสูง เช่น ญี่ปุ่นและสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศไทยยังมีข้อจำกัดในด้านความพร้อมของเทคโนโลยี เช่น การใช้งานแบบ Standalone (SA) การให้บริการ Uplink และฟีเจอร์ขั้นสูงอื่น ๆ แม้ในด้านความครอบคลุมพื้นฐานจะไม่แตกต่างกันมากนัก

ข้อมูลจาก GSMA Intelligence และ Open Signal ยังชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยอยู่ในกลุ่มประเทศระดับบนของทวีปเอเชียในด้านความพร้อมของ 5G โดยมีระดับความพร้อมสูงกว่าค่าเฉลี่ยของภูมิภาค โดย GSMA จัดให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ใช้ 5G กลุ่มแรกในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก โดยได้รับการสนับสนุนจากการจัดสรรคลื่นความถี่หลายย่านและโครงสร้างพื้นฐานที่มีการแข่งขันสูง อย่างไรก็ดี แม้ประเทศไทยจะมีความกว้างของการครอบคลุมที่ดี ความแตกต่างที่เริ่มเห็นชัดในระดับสากลคือคุณภาพของการครอบคลุมและความพร้อมของโครงสร้างเชิงสถาปัตยกรรม ซึ่งประเทศที่เป็นผู้นำด้าน 5G-Advanced เริ่มให้ความสำคัญกับการใช้งาน Core แบบ Standalone การวางแผนใช้คลื่นความถี่ 6 GHz และการผสาน Edge Computing ซึ่งในประเทศไทยยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น

โดยภาพรวมพื้นที่ครอบคลุม 5G ของประเทศไทยกว้างขวาง มีความพร้อม และสอดคล้องเชิงกลยุทธ์ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญต่อการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจดิจิทัล ประเทศไทยสามารถทำได้เกินมาตรฐานระดับภูมิภาคในด้านการเข้าถึงประชากร และสามารถยกระดับการเข้าถึงในภาคอุตสาหกรรมและเขตเมืองได้อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ดี เมื่อมาตรฐานโลกเปลี่ยนจากการมีสัญญาณครอบคลุมไปสู่ความฉลาดและประสิทธิภาพของโครงข่าย ความท้าทายถัดไปของประเทศไทยคือการยกระดับจากการติดตั้ง 5G ให้ครอบคลุมไปสู่การพัฒนาโครงข่ายที่สามารถรองรับการประมวลผลแบบเรียลไทม์ ปัญญาประดิษฐ์ ระบบอัตโนมัติ และบริการดิจิทัลขั้นสูงในอนาคตภายใต้เทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond)

2.2.2 ตัวชี้วัดด้านสมรรถนะของเครือข่าย

เมื่อพิจารณาสมรรถนะของเครือข่าย 5G ในประเทศไทย พบว่าข้อมูลจาก Ookla Speedtest Intelligence ระบุว่าแนวโน้มการเติบโตมีความแข็งแกร่ง ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยเป็นหนึ่งในอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ที่มีศักยภาพสูงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และข้อมูลจาก Speedtest Global Index ของ Ookla ระบุว่า ในช่วงครึ่งแรกของปี พ.ศ. 2568 ความเร็วในการดาวน์โหลดผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่ของประเทศไทยอยู่ที่ค่ามัธยฐานประมาณ 61.2 Mbps สะท้อนให้เห็นถึงสมรรถนะที่สามารถแข่งขันได้ในระดับภูมิภาค ซึ่งเกิดจากการลงทุนเชิงรุกในคลื่นย่านความถี่กลาง และการใช้โครงข่าย 5G แบบ Non-Standalone (NSA) เป็นรากฐานของการให้บริการครอบคลุมทั่วประเทศ

จากการจัดอันดับของ Speedtest Global Index ระบุว่า ประเทศไทยอยู่ในกลุ่ม 5 อันดับแรกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในด้านความเร็วดาวน์โหลดผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่ โดยมีสมรรถนะใกล้เคียงกับประเทศเวียดนามและมาเลเซีย แต่อาจยังด้อยกว่าประเทศพัฒนาแล้วที่มีโครงข่าย 5G เต็มรูปแบบ เช่น เกาหลีใต้ สาธารณรัฐประชาชนจีน และญี่ปุ่น ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ยที่สูงกว่า 200 – 300 Mbps เนื่องจากมีการใช้โครงข่ายแบบ Standalone (SA) และมีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านกลางแบบต่อเนื่องในปริมาณมาก ทั้งนี้ ประเทศเหล่านี้ถือเป็นตัวอย่างของมาตรฐานใหม่สำหรับการพัฒนา 5G ซึ่งประเทศไทยมุ่งหวังจะก้าวทันด้วยการวางแผนขยายโครงข่าย 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) ในระยะต่อไป

สำหรับความเร็วในการอัปโหลด ข้อมูลจาก Ookla ในปี พ.ศ. 2568 ระบุว่า ค่ามัธยฐานของประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ 18 Mbps ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งานทั่วไป เช่น การประชุมผ่านวิดีโอและการสตรีมสด แม้ว่าจะยังต่ำกว่าประเทศที่มีการใช้โครงข่ายแบบ Standalone (SA) ซึ่งสามารถให้ความเร็วอัปโหลดสูงถึง 50 Mbps พร้อมคุณสมบัติ Uplink ที่ได้รับการปรับปรุง

ในด้านความพร้อมของเครือข่าย 5G ข้อมูลของ Ookla ระบุว่า ผู้ใช้งานในประเทศไทยสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย 5G ได้ประมาณร้อยละ 32 – 39 ของเวลาการใช้งาน ซึ่งอยู่ในระดับสามารถแข่งขันได้ภายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังคงล้าหลังประเทศผู้นำระดับโลก เช่น สิงคโปร์และสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่มีสัดส่วนความพร้อมของเครือข่าย 5G มากกว่าร้อยละ 50 – 60 ซึ่งเป็นผลจากการใช้โครงข่าย 5G แบบ SA อย่างแพร่หลาย ความแตกต่างดังกล่าวเกิดจากข้อจำกัดของโครงข่ายแบบ NSA และความหนาแน่นของสถานีฐานของผู้ให้บริการในประเทศไทยที่ยังไม่เท่ากัน

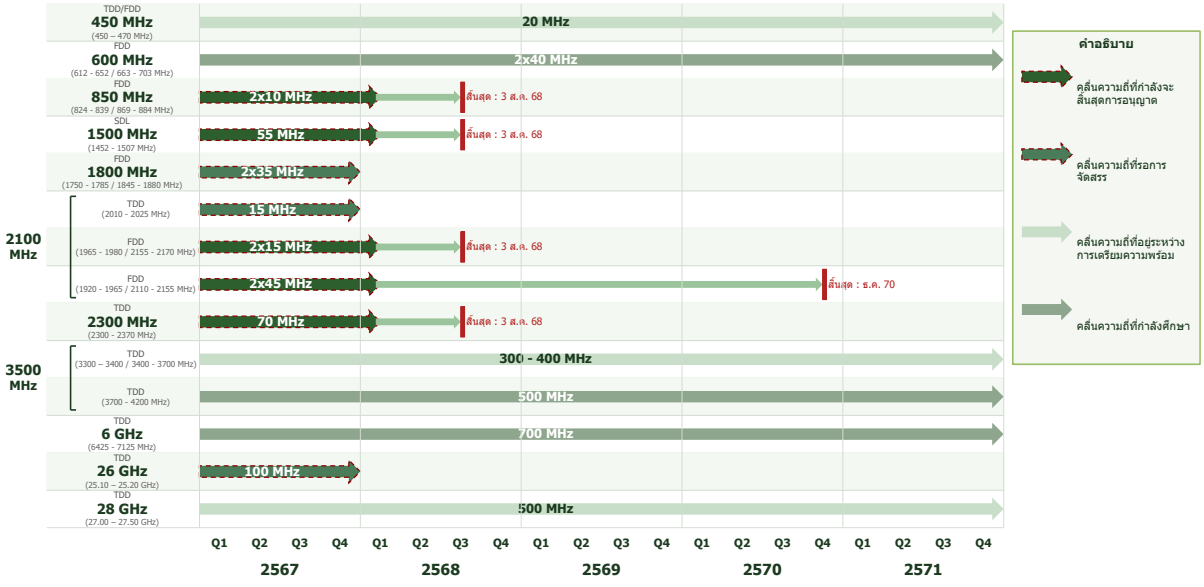
ประเทศไทยยังมีคะแนนด้านการใช้งานวิดีโอผ่านมือถือ การเล่นเกมออนไลน์ และความเสถียรของเครือข่ายในระดับสูง โดย Ookla ระบุว่าประสบการณ์การดูวิดีโอของผู้ใช้ในประเทศไทยอยู่ในระดับดีถึงดีมาก เทียบเท่ากับตลาดในอาเซียนที่พัฒนาแล้ว เช่น สิงคโปร์ สมรรถนะในระดับนี้เอื้อต่อการใช้งานวิดีโอความละเอียดสูง เนื้อหาแบบเรียลไทม์ และการเล่นเกมบนเครือข่ายมือถือ ซึ่งถือเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของตลาดบริการบนมือถือในประเทศไทย

จากดัชนี Speedtest Global Index ของ Ookla ระบุว่า เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ของประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในเครือข่ายที่มีสมรรถนะสูงสุดในภูมิภาคอาเซียน โดยเฉพาะในด้านความเร็วในการดาวน์โหลดและการนำคลื่นความถี่กลางมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การพัฒนาอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) จะยิ่งช่วยยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในระดับภูมิภาคและระดับโลกต่อไป

2.3 การจัดสรรคลื่นความถี่ในปัจจุบัน

2.3.1 แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ของประเทศไทยในปัจจุบัน

แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) มุ่งตอบสนองต่อความต้องการคลื่นความถี่ของประเทศไทยในอนาคต โดยกำหนดแนวทางเตรียมความพร้อมสำหรับคลื่นย่านกลางและคลื่นที่สูงกว่าย่านกลางเพิ่มเติม การจัดสรรใหม่ของคลื่นความถี่ที่มีมูลค่าสูง อาทิ ย่าน 3500 MHz และ 2300 MHz การประเมินความเหมาะสมของย่าน 6 GHz สำหรับการใช้งานเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) การขยายการเข้าถึงคลื่นย่านความถี่สูง รวมถึงการจัดสรรใหม่ ของคลื่นย่านต่ำ เพื่อเสริมสร้างความครอบคลุมของโครงข่ายในระดับประเทศ แผนดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นของประเทศไทยในการลดช่องว่างของปริมาณคลื่นความถี่ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายในปี พ.ศ. 2573 และยังสอดคล้องกับข้อเสนอแนะจากการประชุม WRC-23[13] และแนวทางของสมาคมผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่โลก (GSMA) โดยรวมแล้ว แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) มีบทบาทสำคัญในการวางรากฐานให้ประเทศไทยสามารถรองรับการเติบโตของ 5G อย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมการประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรม ลดต้นทุนต่อบิตและเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยีโทรคมนาคมยุคถัดไปอย่างยั่งยืน

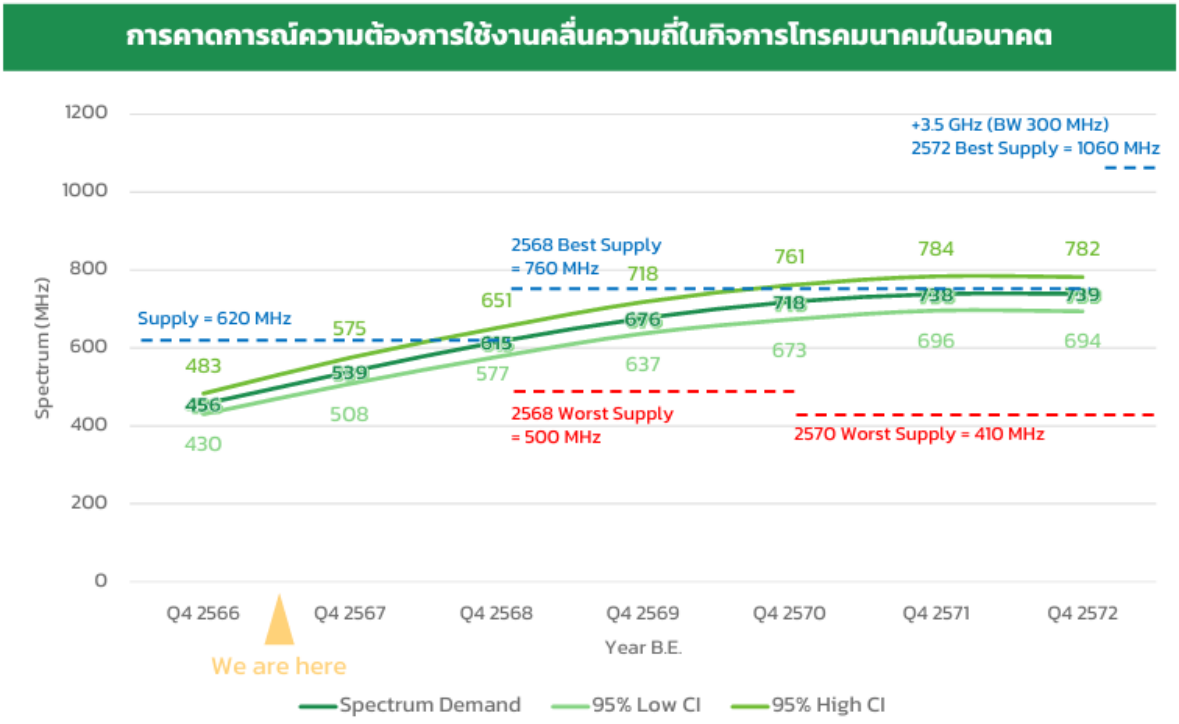


รูปที่ 2-3 ภาพรวมการจัดสรรคลื่นความถี่ของประเทศไทย

[13] WRC-23 (World Radiocommunication Conference 2023) คือการประชุมวิทยุคมนาคมโลกที่จัดขึ้นในปี 2023 ภายใต้สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ซึ่งเป็นการประชุมในระดับสนธิสัญญาระหว่างประเทศ ที่ประเทศสมาชิกจะร่วมกันทบทวนและปรับปรุง กฎระเบียบวิทยุ (Radio Regulations) ของโลก เพื่อกำหนดว่า บริการสื่อสารประเภทต่าง ๆ เช่น บรอดแบนด์เคลื่อนที่รวมถึง 5G ดาวเทียม การแพร่ภาพกระจายเสียง การบิน และการสื่อสารทางทะเล สามารถใช้คลื่นความถี่วิทยุและวงโคจรดาวเทียมอย่างไร ผลลัพธ์ของการประชุมนี้จะเป็นตัวกำหนดทิศทางนโยบายคลื่นความถี่และการพัฒนาเทคโนโลยีไร้สายทั่วโลกในช่วงหลายปีถัดไป

2.3.2 แนวโน้มอุปสงค์และอุปทานคลื่นความถี่ของประเทศไทย

ประเทศไทยมีอัตราการใช้ข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว อันเป็นผลมาจากการใช้งานเทคโนโลยี 5G อย่างแพร่หลาย ส่งผลให้เกิดแรงกดดันต่อทรัพยากรคลื่นความถี่ที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (2567 - 2571) ของสำนักงาน กสทช. พบว่า ประเทศไทยได้จัดสรรคลื่นความถี่เพื่อกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล แล้วประมาณ 3,220 MHz[14] อย่างไรก็ตาม แบบจำลองการเติบโตของปริมาณการใช้งาน 5G ในอนาคตของ สำนักงาน กสทช. คาดการณ์ว่าอัตราการรับส่งข้อมูล (Traffic) ต่อคน ในปี 2568 มีค่าประมาณการความต้องการรับส่งข้อมูลต่อคนที่ อยู่ที่ 47.07 Mbps ต่อมาปี 2570 มีค่าประมาณการความต้องการรับส่งข้อมูลต่อคน อยู่ที่ 54.95 Mbps และปี 2573 มีแนวโน้มการคาดการณ์สูงถึง 56.52 Mbps ในขณะที่ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 739 MHz ภายในปี 2572 จากปริมาณที่จัดสรรไว้แล้วในปัจจุบันจำนวน 620 MHz (ไม่รวมคลื่นความถี่ย่านสูง) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าปริมาณคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรไว้จะไม่สัมพันธ์ กับแนวโน้มการเติบโตของความต้องการใช้งานรับส่งข้อมูลที่เพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 2-4 การคาดการณ์ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ภายในปี 2573

[14] ตามแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

จากข้อเสนอแนะของสมาคมผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่โลก (GSMA) ประเทศต่าง ๆ ควรมีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านกลาง อย่างน้อย 2 GHz ภายในปี พ.ศ. 2573 เพื่อรองรับความจุของโครงข่ายในระดับเมือง นอกจากนี้ ในระยะยาวช่วงปี พ.ศ. 2578 – 2583 ความต้องการใช้คลื่นความถี่ย่านกลางจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 – 3 GHz ต่อประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงทั่วโลก

ภาวะการขาดแคลนคลื่นความถี่ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายเชิงโครงสร้างที่สำคัญ โดยหากไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม ประเทศไทยจะเผชิญกับข้อจำกัดด้านความจุของโครงข่าย ซึ่งอาจส่งผลให้สมรรถนะของเทคโนโลยี 5G ลดลง เกิดข้อจำกัดการนำไปใช้ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม และเพิ่มต้นทุนการลงทุนและการขยายโครงข่ายของผู้ให้บริการโทรคมนาคม

พลวัตของอุปสงค์และอุปทานนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในคลื่นความถี่ย่านกลาง ซึ่งเป็นคลื่นหลักที่รองรับปริมาณการใช้งานของโครงข่าย 5G และให้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ประสิทธิภาพสูง ด้วยเหตุนี้ เมื่อผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เร่งพัฒนาเครือข่าย 5G และส่งเสริมการใช้งานแอปพลิเคชันที่มีการใช้ข้อมูลปริมาณสูงมากขึ้น ทรัพยากรคลื่นความถี่ที่มีอยู่ในปัจจุบันอาจไม่เพียงพอต่อการรักษาคุณภาพโครงข่ายให้อยู่ในระดับสูงได้อย่างต่อเนื่อง ในส่วนของแผนแม่บทการจัดสรรคลื่นความถี่ของ สำนักงาน กสทช. ได้ตระหนักถึงประเด็นดังกล่าว และกำหนดให้การขยายปริมาณคลื่นความถี่เป็นวาระแห่งชาติ โดยมีการดำเนินการสอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติที่ดีในระดับสากลและข้อเสนอแนะของสมาคมผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่โลก (GSMA) ทั้งนี้ ความสามารถในการจัดการปัญหาการขาดแคลนคลื่นความถี่ผ่านการจัดสรรใหม่และการออกใบอนุญาตอย่างทันท่วงที จะเป็นปัจจัยชี้ขาดว่าประเทศไทยจะสามารถรักษาแนวทางในการเปลี่ยนผ่านและเศรษฐกิจดิจิทัลและยกระดับความสามารถในการแข่งขันภาคอุตสาหกรรมได้อย่างยั่งยืนหรือไม่

2.3.3 ย่านความถี่ที่มีแผนจัดสรรเพื่อกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ในอนาคต

สำนักงาน กสทช. ได้กำหนดแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) สำหรับอนาคต โดยมีเป้าหมายเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของประเทศอย่างต่อเนื่อง โดยในแผนดังกล่าว ได้ระบุถึงย่านความถี่ที่มีลำดับความสำคัญสูงจำนวน 6 ย่าน ซึ่งครอบคลุมคลื่นความถี่ย่านต่ำ ย่านกลาง และย่านความถี่สูง โดยแต่ละย่านมีคุณสมบัติด้านประสิทธิภาพและประโยชน์ในการนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ แนวคิดหลักของแผนฯ มุ่งเน้นที่ความพร้อมใช้งาน ซึ่งสำนักงาน กสทช. มีแผนดำเนินการศึกษาทางเทคนิค การศึกษาการอยู่ร่วมกัน (Coexistence) ของบริการในย่านความถี่เดียวกัน และการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการนำย่านความถี่เหล่านี้ออกใช้

ในส่วนของคลื่นความถี่ย่านกลาง ซึ่งถือเป็นย่านที่มีความสำคัญสูง ได้แก่ ย่าน 3300 – 4200 MHz ซึ่งเป็นแกนกลางของยุทธศาสตร์การเพิ่มขีดความสามารถของโครงข่าย 5G ของประเทศไทย ย่านความถี่ดังกล่าวได้รับการยอมรับในระดับสากลว่าเป็นย่านที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ 5G เนื่องจากมีความสมดุลระหว่างระยะครอบคลุมและความจุของข้อมูล ทั้งนี้ แผนฯ ได้ตระหนักถึงข้อจำกัดด้านการใช้งานที่ยังมีอยู่ในปัจจุบัน

จากบริการดาวเทียม และกำหนดแนวทางในการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดสรรใหม่ ควบคู่กับการประเมินศักยภาพของย่าน Upper 6 GHz (6425 – 7125 MHz) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อบริการเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่าที่ต้องการช่องสัญญาณกว้างขึ้นอย่างมาก ในด้านย่านความถี่สูง (mmWave) สำนักงาน กสทช. ยังคงส่งเสริมการพัฒนาย่านนี้ต่อเนื่อง โดยอาศัยความสำเร็จจากการนำย่าน 26 GHz มาใช้ในระยะแรก พร้อมกับการพิจารณาย่านความถี่สูงเพิ่มเติม เพื่อรองรับการใช้งานในภาคอุตสาหกรรม โลจิสติกส์ และจุดให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเฉพาะจุด นอกจากนี้ ยังมีแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่านต่ำ ได้แก่ 600 MHz 850 MHz 900 MHz และ 1800 MHz อย่างเป็นระบบ เพื่อขยายการให้บริการ 5G ไปยังพื้นที่ห่างไกลและเพิ่มความครอบคลุมทั่วประเทศ

แนวทางดังกล่าวจะนำไปสู่การจัดพอร์ตคลื่นความถี่เชิงยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุม รองรับทั้งภาคประชาชน ภาคธุรกิจ และโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของประเทศในช่วงทศวรรษข้างหน้าอย่างมั่นคง

2.3.4 การวางแผนการสิ้นสุดและการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่

หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) ของสำนักงาน กสทช. คือการระบุช่วงเวลาสิ้นสุดของใบอนุญาตใช้คลื่นความถี่และการเตรียมแผนการจัดสรรใหม่ล่วงหน้า โดยย่านความถี่ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งคือช่วง 2300 – 2370 MHz ซึ่งใบอนุญาตเดิมได้สิ้นสุดลงและได้มีการประมูลใหม่เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2568 ทั้งนี้ ย่านดังกล่าวยังคงเป็นทรัพยากรคลื่นความถี่ย่านกลางที่มีมูลค่าสูงในการรองรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล และการจัดสรรใบอนุญาตใหม่ครั้งนี้ถือเป็นโอกาสสำคัญในการออกแบบกรอบการใช้คลื่นเพื่อยกระดับประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยสำนักงาน กสทช. ได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนากลไกการจัดสรรคลื่น การประเมินผลกระทบ การรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรม และการกำหนดหลักเกณฑ์ใบอนุญาตในอนาคตให้สอดคล้องกับนโยบายด้านดิจิทัลของประเทศไทย

นอกเหนือจากย่าน 2300 MHz แผนแม่บทยังระบุถึงความจำเป็นในการทบทวนการใช้คลื่นความถี่ในหลายย่านเพิ่มเติมที่ยังมีข้อจำกัดจากการจัดสรรในอดีต หรือมีการใช้งานอย่างกระจัดกระจาย เช่น ย่าน 450 – 470 MHz 850 MHz และบางช่วงของย่าน 1800 MHz โดยเมื่อใบอนุญาตหรือสัญญาสัมปทานในอดีตทยอยสิ้นสุดลง สำนักงาน กสทช. มีแผนในการปรับโครงสร้างการจัดสรรคลื่นความถี่เหล่านี้ใหม่เพื่อรองรับการใช้งานกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลที่ทันสมัย โดยยังคงรักษาความต่อเนื่องของบริการสำหรับผู้ใช้เดิม ทั้งนี้ แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ฯ ยังได้ระบุให้ย่าน 600 MHz (ช่วง 612 - 652/663 - 703 MHz) เป็นคลื่นความถี่ที่อยู่ระหว่างการศึกษา โดยปัจจุบันใช้สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล และอยู่ในขั้นตอนการศึกษาความเหมาะสมในการนำคลื่นบางส่วนมาใช้สำหรับกิจการ IMT โดยที่ กสทช. ยังไม่มีมติเพิ่มเติมใดเกี่ยวกับการจัดสรรย่าน 600 MHz ขณะเดียวกัน แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ฯ ยังไม่ได้กำหนดแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 900 MHz สำหรับการใช้งานใหม่ในระยะเวลาของแผนปัจจุบัน แนวทางการวางแผนล่วงหน้าดังกล่าวช่วยให้สภาพแวดล้อมด้านคลื่นความถี่ของประเทศไทยมีประสิทธิภาพ มีความเป็นระบบ และสามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ได้อย่างยืดหยุ่น รวมทั้งส่งผลดีต่อเสถียรภาพการลงทุน

ของผู้ให้บริการ และช่วยให้การเปลี่ยนผ่านสู่โครงสร้างพื้นฐานยุคใหม่เป็นไปอย่างราบรื่น สะท้อนท่าทีเชิงรุกด้านกำกับดูแลของสำนักงาน กสทช. ในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนผ่านและเพิ่มประโยชน์สูงสุดจากการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ของชาติ

2.3.5 การจัดทำแผนให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล

ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ ลงวันที่ 8 พฤศจิกายน 2567 ให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินนโยบายด้านคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับข้อบังคับวิทยุฉบับ ปี 2568 ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) โดยเฉพาะข้อตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยการบริหารคลื่นความถี่เพื่อให้ทันสมัยและรองรับเทคโนโลยีใหม่) ในที่ประชุม World Radiocommunication Conference (WRC-23) ของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) เพื่อให้ประเทศไทยสามารถรองรับอุปกรณ์จากระบบนิเวศสากล มีต้นทุนการดำเนินงานที่ลดลงจากการใช้ประโยชน์จากขนาดเศรษฐกิจ และดึงดูดการลงทุนจากผู้ผลิตอุปกรณ์ทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้แผนแม่บทฯ ได้ระบุผลลัพธ์ที่สำคัญจาก WRC-23 ซึ่งมีผลกระทบต่อประเทศไทย ได้แก่ การกำหนดย่านความถี่ที่สูงกว่า 6 GHz (7025 – 7125 MHz) เป็นย่าน IMT สำหรับประเทศใน Region 3 ทั้งหมด (รวมถึงประเทศไทย) และ 6425 – 7025 MHz สำหรับบางประเทศใน Region 3[15] โดยสำนักงาน กสทช. มีความตั้งใจที่จะประเมินความเหมาะสมของการใช้งานในย่านดังกล่าว ศึกษาประเด็นการใช้งานร่วมกับบริการอื่น และพิจารณาทางเลือกด้านการอนุญาตใช้คลื่นความถี่เพื่อให้การดำเนินการด้านนโยบายคลื่นของประเทศสอดคล้องกับแนวโน้มสากลและข้อเสนอแนะของ GSMA

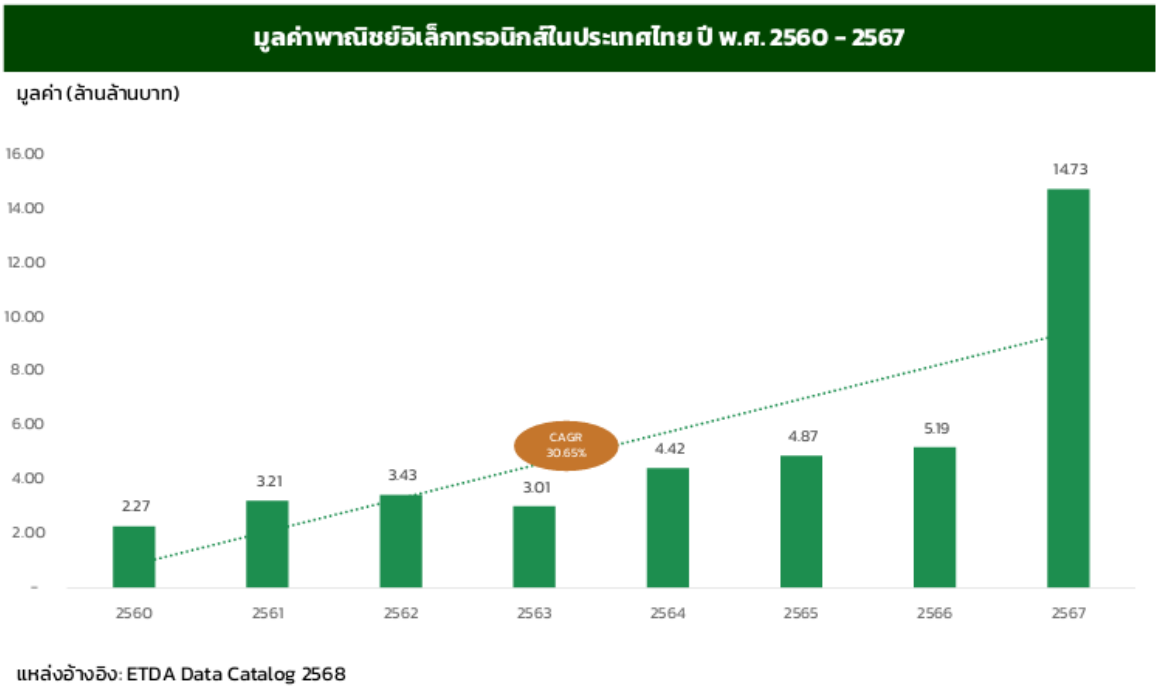
การปรับแนวนโยบายให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลในย่านความถี่ย่านกลาง โดยเฉพาะในย่านสูงกว่า 6 GHz ถือเป็นรากฐานสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยี 5G และเทคโนโลยีที่ล้ำหน้ากว่าในอนาคต (5G and beyond) การยืนยันสนับสนุนการใช้งานย่านความถี่ดังกล่าว ยังช่วยให้ประเทศไทยสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ที่ทันสมัยและสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรมอัตโนมัติ เมืองอัจฉริยะ ระบบโลจิสติกส์ และพื้นที่ความหนาแน่นการใช้งานสูง นอกจากนี้การปรับให้สอดคล้องยังส่งผลดีต่อการวางแผนในย่านความถี่ต่ำ โดยแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) ของสำนักงาน กสทช. ยังคำนึงถึงความเข้ากันได้กับมาตรฐาน IMT ที่ใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก โดยสรุป การดำเนินนโยบายคลื่นความถี่ของสำนักงาน กสทช. ที่สอดคล้องกับแนวทางหลายประเทศ ส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันทางดิจิทัลของประเทศไทยในระยะยาว สนับสนุนการยอมรับเทคโนโลยีใหม่อย่างไร้รอยต่อ และวางรากฐานให้ประเทศสามารถเปลี่ยนผ่านสู่เทคโนโลยีรุ่นถัดไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

[15] ย่านความถี่ 6425-7025 MHz ในกัมพูชา และมัลดีฟส์เท่านั้น

2.4 ผลกระทบเชิงบวกของเทคโนโลยี 5G ที่มีต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศไทย

2.4.1 กรณีตัวอย่างในภาคผู้บริโภค

2.4.1.1 พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce)



รูปที่ 2-5 มูลค่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ปี 2560 - 2567

พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย โดยมีอัตราเติบโตต่อเนื่องแบบทบต้นประมาณร้อยละ 30.65 ต่อปี ตั้งแต่ปี 2560 ถึง ปี 2567 คิดเป็นมูลค่าสะสมราว 41.12 ล้านล้านบาท พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทยในปัจจุบันมีลักษณะการใช้งานที่เน้นผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ อย่างชัดเจน โดยผู้ใช้งานส่วนใหญ่นิยมเข้าถึงแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น Shopee Lazada JD Central TikTok Shop และ LINE ผ่านสมาร์ตโฟนบนเครือข่าย 4G/5G ทั้งนี้ ความเร็วที่สูงขึ้นและค่าเวลาแฝงที่ต่ำของเทคโนโลยี 5G ช่วยให้ประสบการณ์ใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่มีความราบรื่นมากยิ่งขึ้น โดยลดระยะเวลาการโหลดหน้าเพจ ลดการกระตุกของวิดีโอสินค้าและการถ่ายทอดสดซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดอัตราการออกจากหน้าเว็บไซต์ก่อนการซื้อ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการลดอัตราการละทิ้งตะกร้าสินค้า ทั้งนี้ แพลตฟอร์มที่รองรับเทคโนโลยี 5G สามารถส่งผ่านเนื้อหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น วิดีโอสินค้าแบบความละเอียดสูงระดับ 4K มุมมองสินค้าแบบ 360 องศา และการสาธิตการใช้งานผลิตภัณฑ์แบบสด ซึ่งช่วยสร้างประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่ราบรื่น โดยเฉพาะในช่วงแคมเปญส่งเสริมการขายขนาดใหญ่ เช่น 11.11 และ 12.12 ที่มีความต้องการเข้าถึงแพลตฟอร์มจำนวนมาก

เทคโนโลยี 5G ยังเอื้ออำนวยให้สามารถใช้งานฟีเจอร์ที่มีความสมจริง เช่น การลองสินค้าเสมือนจริงผ่าน AR และโชว์รูมสินค้าเสมือนจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลจากโครงการนำร่องในระดับสากลระบุว่าการแสดงผลสินค้าแบบ AR สามารถช่วยเพิ่มอัตราการตัดสินใจซื้อ ได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากผู้ใช้สามารถเห็นภาพจำลองของเฟอร์นิเจอร์ในห้องของตนเอง หรือทดลองใช้เครื่องสำอางและเสื้อผ้าในลักษณะเสมือนจริง เมื่อเทคโนโลยี 5G ผสานกับการประมวลผลปลายทาง ทำให้สามารถประมวลผลโมเดล AR ได้แบบเรียลไทม์ แม้ในอุปกรณ์สมาร์ตโฟนระดับกลางที่ใช้งานในประเทศไทย โดยไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดไฟล์ขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้งานที่อยู่ในระบบเติมเงิน และช่วยให้แพลตฟอร์มของไทยสามารถสร้างความแตกต่างจากคู่แข่งในระดับภูมิภาคได้อย่างชัดเจน

การมีส่วนร่วมที่มากขึ้นผ่านไลฟ์คอมเมิร์ซและปัญญาประดิษฐ์

การซื้อขายผ่านการถ่ายทอดสดถือเป็นหัวใจสำคัญของการเติบโตของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศไทยก็ไม่ใช่ข้อยกเว้น โดยเครือข่าย 5G สามารถรองรับการสตรีมแบบ HD/4K พร้อมกันได้จำนวนมากกว่าบนเครือข่าย 4G ด้วยค่าเวลาความหน่วงที่ต่ำกว่า ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้จัดรายการและผู้ชมเป็นไปอย่างราบรื่น และลดอัตราการหลุดออกจากการรับชม โดยเฉพาะในช่วงดีลพิเศษแบบเร่งด่วน ทั้งนี้แพลตฟอร์มสามารถดำเนินกิจกรรมที่หลากหลายระหว่างการถ่ายทอดสด เช่น การใช้กล้องหลายมุมมอง การสำรวจความคิดเห็นแบบเรียลไทม์ การแจกคูปองแบบทันที และการแนะนำสินค้าผ่านระบบ AI โดยไม่ก่อให้เกิดภาระต่อโครงข่ายมือถือ

นอกจากนี้ เทคโนโลยี 5G ยังรองรับการเชื่อมต่อแบบเวลาหน่วงต่ำระหว่างอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ใช้กับบริการ AI ที่ปลายทางเครือข่าย ซึ่งเอื้อให้เกิดการใช้งานในลักษณะเรียลไทม์ เช่น การแปลภาษาแบบทันที การค้นหาด้วยเสียง และการค้นหาด้วยภาพ โดยมีความล่าช้าน้อยที่สุด ความสามารถดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการค้าข้ามพรมแดนของประเทศไทย ซึ่งผู้ซื้อและผู้ขายมักใช้ภาษาที่หลากหลาย การประมวลผลของ AI ที่เร็วขึ้นช่วยให้แชทบอทและผู้ช่วยซื้อสินค้าเสมือนมีความสามารถที่ใกล้เคียงมนุษย์มากขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ดีขึ้น และเพิ่มอัตราการเสนอขายสินค้าเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพการดำเนินงานในศูนย์กระจายสินค้าและระบบโลจิสติกส์ของไทย

เบื้องหลังหน้าบ้านของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เครือข่าย 5G ได้เข้ามาปฏิรูปการดำเนินงานในคลังสินค้า จุดจัดเก็บสินค้าแบบปิด และระบบโลจิสติกส์ระยะสุดท้าย ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ไทย โดยอุปกรณ์ IoT ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย 5G ซึ่งติดตั้งบนชั้นวางสินค้า พาเลท และยานพาหนะ จะช่วยส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับตำแหน่งและปริมาณสินค้าคงคลัง[16] ส่งผลให้สามารถลดปัญหาการขาดสต๊อกและการมีสินค้าล้นคลัง ซึ่งยังคงเป็นจุดอ่อนสำคัญในศูนย์กระจายสินค้าของไทยในปัจจุบัน

[16] รัสเซล ซิมมอนส์. (24 กุมภาพันธ์ 2023). ประโยชน์สำคัญของเทคโนโลยี 5G ในด้านโลจิสติกส์. DHL.https://www.dhl.com/discover/en-th/logistics-advice/logistics-insights/5g-and-logistics

จากกรณีศึกษาระดับสากล พบว่า คลังสินค้าที่ใช้เทคโนโลยี 5G ควบคู่กับการหยิบสินค้าโดยใช้เทคโนโลยี AR และยานยนต์อัตโนมัติ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหยิบสินค้าได้สูงขึ้นถึงร้อยละ 30 และมีความแม่นยำใกล้เคียงร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับกระบวนการที่ใช้แรงงานคนแบบดั้งเดิม หากนำแนวทางดังกล่าวมาปรับใช้ในศูนย์กระจายสินค้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ชลบุรี และเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) จะช่วยให้แพลตฟอร์มสามารถให้บริการจัดส่งภายในวันเดียวหรือวันถัดไปไปยังเมืองรองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยังสามารถควบคุมต้นทุนต่อคำสั่งซื้อให้อยู่ในระดับที่แข่งขันได้ ยิ่งไปกว่านั้น ยานพาหนะและการทำงานของพนักงานจัดส่งที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย 5G ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านการวางแผนเส้นทาง การคาดการณ์เวลาจัดส่ง (ETA) และความตรงต่อเวลา ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของการจราจรที่แออัดในกรุงเทพมหานคร โดยรายงานศึกษาด้านโลจิสติกส์ในระดับสากลชี้ว่าการติดตามและวางแผนเส้นทางโดยใช้ 5G สามารถช่วยลดความล่าช้าและลดการใช้เชื้อเพลิงได้อย่างมีนัยสำคัญในเขตเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น

2.4.1.2 แพลตฟอร์มสตรีม (Streaming) และบริการ OTT

ประเทศไทยในปัจจุบันถือเป็นตลาดที่มีการบริโภคเนื้อหาผ่านบริการ OTT ในระดับสูง โดยผู้บริโภควิดีโอประชาชนชาวไทยกว่าครึ่งหนึ่งรับชมผ่านแพลตฟอร์ม OTT และกว่าร้อยละ 60 ของระยะเวลาการรับชมเหล่านี้เกิดขึ้นผ่านสมาร์ตโฟน เครือข่าย 5G ซึ่งมีแบนด์วิดท์ที่สูงกว่าและค่าความหน่วงต่ำกว่าเครือข่ายยุคก่อนหน้า มีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพการรับชมวิดีโอบนมือถืออย่างชัดเจน รองรับการสตรีมแบบความคมชัดระดับ HD และ 4K ได้อย่างราบรื่น จำนวนการสะดุดของเนื้อหา ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงเวลาใช้งานหนาแน่น สำหรับผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม เช่น TrueID AIS Play Viu Netflix และแพลตฟอร์มท้องถิ่นอื่น ๆ การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการนี้ส่งผลให้มีระยะเวลาการรับชมที่ยาวนานขึ้น อัตราการเลิกใช้งานลดลง และได้รับคะแนนความพึงพอใจจากผู้ใช้งานที่สูงขึ้น ซึ่งล้วนส่งผลเชิงบวกต่อรายได้จากการสมัครสมาชิกและโฆษณา

ความสามารถในการดาวน์โหลดที่รวดเร็วยังสนับสนุนให้แพลตฟอร์มที่ให้บริการในรูปแบบธุรกรรม และแบบผสม ซึ่งมีผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดภาพยนตร์และซีรีส์เพื่อรับชมแบบออฟไลน์ได้ภายในเวลาไม่กี่วินาที ยกระดับคุณค่าการรับรู้ต่อบริการ โดยเฉพาะสำหรับผู้ใช้ประชาชนชาวไทยที่ต้องเดินทางอยู่เสมอ เมื่อผนวกกับแผนการตลาดของผู้ให้บริการเครือข่ายที่มุ่งส่งเสริมการใช้ 5G ผ่านแพ็กเกจแบบรวมบริการ (Bundle) และแพ็กเกจราคาประหยัดที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานบนมือถือโดยเฉพาะ จะยิ่งช่วยเพิ่มการเข้าถึงของผู้ใช้งานใหม่ และเพิ่มค่าเฉลี่ยรายได้ต่อผู้ใช้งาน (ARPU) ทั้งนี้ รายงานของ PwC ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยดังกล่าวถือเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของการเติบโตของตลาด OTT ในประเทศไทย ซึ่งมีมูลค่ามากกว่า 30,000 ล้านบาท

ประสบการณ์ขั้นสูงและการสร้างรายได้จากโฆษณา

เมื่อ 5G สามารถขจัดข้อจำกัดพื้นฐานด้านคุณภาพและประสบการณ์ผู้ใช้งานได้แล้ว แพลตฟอร์ม OTT จึงสามารถสร้างความแตกต่างผ่านรูปแบบเนื้อหาที่หลากหลายและล้ำสมัยมากยิ่งขึ้น โดยความเร็ว สัญญาณที่สูงและมีความเสถียรอย่างต่อเนื่องเอื้อให้เกิดการรับชมวิดีโอระดับ 4K และ HDR ได้อย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการสตรีมกีฬาหลายมุมกล้อง และกิจกรรมถ่ายทอดสดแบบหน่วงต่ำ เช่น คอนเสิร์ต อีสปอร์ต และรายการเรียลลิตี้แบบมีส่วนร่วม ทั้งนี้ค่าความหน่วงที่ต่ำของ 5G มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการถ่ายทอดสด โดยจากผลการศึกษาเกี่ยวกับเครือข่าย 5G แบบ SA พบว่าเครือข่ายดังกล่าวสามารถส่งมอบเซกเมนต์วิดีโอ 4K/8K แบบไลฟ์สตรีมได้ทันภายในกรอบเวลาที่กำหนดมากกว่าร้อยละ 95 ขณะที่เครือข่าย LTE[17] กลับส่งมอบได้ไม่ถึงร้อยละ 20 ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ซึ่งระดับความน่าเชื่อถือดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้งานประชาชนชาวไทยที่ติดตามถ่ายทอดสดการแข่งขันกีฬา คอนเสิร์ต หรือกิจกรรม Flash Sale แบบเรียลไทม์

นอกจากนี้ บริการ OTT ยังสามารถผสานโฆษณาในรูปแบบที่มีปฏิสัมพันธ์สูงและมีความเป็นส่วนบุคคลมากขึ้น ด้วยศักยภาพของ 5G ในการประมวลผลที่ Edge และการส่งข้อมูลย้อนกลับอย่างรวดเร็ว จึงสามารถสนับสนุนฟังก์ชันการแทรกโฆษณาแบบไดนามิก การโหวตแบบเรียลไทม์ วิดีโอที่สามารถซื้อสินค้าได้ทันที และแถบแสดงผลตามบริบท โดยไม่กระทบต่อความราบรื่นของการสตรีม ซึ่งช่วยยกระดับรายได้ต่อการแสดงผลต่อครั้ง และช่วยให้แพลตฟอร์มไทยสามารถดึงงบโฆษณาจากโทรทัศน์ระบบเดิมเข้าสู่แพลตฟอร์ม OTT ได้มากขึ้น โดยแนวโน้มนี้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ลงโฆษณาในประเทศไทยที่หันมาให้ความสำคัญกับการจัดซื้อสื่อโฆษณาบนแพลตฟอร์ม OTT มากขึ้น เนื่องจากมีระยะเวลาการรับชมที่ยาวนานกว่า และสามารถตรวจสอบกลุ่มเป้าหมายได้แม่นยำกว่า

การยกระดับการมีส่วนร่วมผ่านประสบการณ์ของเนื้อหาขั้นสูง

เมื่อพิจารณาถึงอนาคตอันใกล้ พบว่า รูปแบบการบริโภคสื่อดิจิทัลของประเทศไทยมีแนวโน้มขยับไปสู่เนื้อหาที่มีความละเอียดสูง มีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น และมีความไวต่อค่าความหน่วง มากขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งรวมถึงการรับชมการแข่งขันกีฬาสด อีสปอร์ต คอนเสิร์ต และรูปแบบความบันเทิงเชิงโต้ตอบต่าง ๆ แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนว่าหากแพลตฟอร์มต้องการส่งมอบเนื้อหา 4K เป็นมาตรฐาน และค่อย ๆ รองรับรูปแบบขั้นสูงยิ่งขึ้น เช่น วิดีโอความละเอียดสูงมาก การถ่ายทอดสดกีฬาที่มีอัตราเฟรมสูง การสตรีมสดแบบหลายมุมกล้องนั้น เครือข่ายสื่อสารจำเป็นต้องมีอัตราการส่งข้อมูล ที่สูงขึ้น มีเสถียรภาพที่มากกว่าเดิม และรักษาค่าความหน่วงที่ต่ำอย่างต่อเนื่อง แม้อยู่ในช่วงที่มีการใช้งานหนาแน่น

โดยเฉพาะในกรณีของเนื้อหาถ่ายทอดสด ความสามารถในการรักษาความหน่วงแบบ End-to-end ให้อยู่ในระดับต่ำและคาดการณ์ได้ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดคุณภาพประสบการณ์ของผู้ใช้ เนื้อหาแบบโต้ตอบ เช่น รายการโหวตสด การใช้งานจอที่สองแบบซิงโครไนซ์ การแข่งขันอีสปอร์ต และกิจกรรมอินเทอร์แอกทีฟแบบเรียลไทม์ จำเป็นต้องอาศัยเครือข่ายที่ตอบสนองได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดการลดทอนคุณภาพ

[17] Arunruangsirilert, K., Wei, B., Song, H., & Katto, J (2025). การประเมินสมรรถนะของการสตรีมสดแบบหน่วงต่ำของวิดีโอ MPEG-DASH ความละเอียดระดับ UHD บนเครือข่าย 5G เชิงพาณิชย์แบบ NSA/SA (arXiv:2511.20961). arXiv.https://arxiv.org/abs/2511.20961

หากเครือข่ายสามารถรองรับความต้องการเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาสดและเชิงโต้ตอบจะยิ่งมีความน่าสนใจและเร่งให้เกิดการตัดสินใจซื้อแบบทันที ลดการถูกแทนที่ด้วยการบริโภคแบบออฟไลน์หรือการเผยแพร่ที่ไม่ชอบด้วยกฎหมาย และส่งเสริมรายได้จากการสมัครสมาชิกและมูลค่าโฆษณาดิจิทัลให้เพิ่มสูงขึ้น

ในขณะเดียวกัน การเติบโตของระบบนิเวศของผู้ผลิตเนื้อหาหรือสร้างสรรค์เนื้อหา ในประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นอินฟลูเอนเซอร์ ผู้บรรยายอีสปอร์ต และสตูดิโออิสระที่ตั้งอยู่นอกเขตเมืองใหญ่ ต่างเน้นย้ำถึงความสำคัญของประสิทธิภาพการ Uplink ที่เชื่อถือได้และมีคุณภาพสูง เมื่อความต้องการส่งเนื้อหาแบบถ่ายทอดสด ณ สถานที่จริงขยายไปยังเมืองรอง งานวัฒนธรรม และเทศกาลต่าง ๆ เครือข่ายจำเป็นต้องรองรับการส่งข้อมูลขาออกคุณภาพสูงโดยไม่ต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อแบบประจำที่ ซึ่งจะเอื้อให้มีการผลิตและกระจายเนื้อหาจากท้องถิ่นและเนื้อหาระดับภูมิภาคมากขึ้น ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญในการดึงดูดและรักษาผู้ใช้งานสำหรับแพลตฟอร์ม OTT

ในมุมมองเชิงพาณิชย์ การพัฒนาเสถียรภาพของเครือข่ายและยกระดับคุณภาพประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้บริการ OTT สามารถแข่งขันกับโทรทัศน์ระบบสายเคเบิลและดาวเทียมแบบดั้งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขณะเดียวกัน ความยืดหยุ่นของเครือข่ายและความสามารถในการประมวลผลข้อมูลแบบ Localized ยังเปิดโอกาสให้เกิดกลยุทธ์สร้างรายได้ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น การจัดระดับเนื้อหาแบบพรีเมียม และการโฆษณาแบบเจาะจงบริบทอย่างแม่นยำ ดังนั้น การพัฒนาเครือข่ายให้สอดรับกับพฤติกรรมการใช้งานที่เปลี่ยนแปลงไปจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการยกระดับขีดความสามารถของระบบนิเวศด้านสื่อดิจิทัลของประเทศไทย และสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านไปสู่การเติบโตที่ขับเคลื่อนด้วยประสบการณ์และนวัตกรรม

2.4.2 การผลิตอัจฉริยะด้วย 5G ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

สถานการณ์ของประเทศไทยในการพัฒนาโรงงานอัจฉริยะสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่า โครงข่ายการสื่อสารขั้นสูงสามารถสร้างผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมให้กับการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 โดยโรงงานอัจฉริยะของ Midea ในประเทศไทยถือเป็นตัวอย่างสำคัญของการนำระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการยกระดับประสิทธิภาพการผลิต ทั้งนี้ยังเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการเสริมสร้างขีดความสามารถของโครงข่าย 5G อย่างต่อเนื่อง เพื่อขยายผลความสำเร็จไปสู่อุตสาหกรรมไทยในวงกว้างอย่างยั่งยืน

โรงงานอัจฉริยะและประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยี 5G

โรงงานอัจฉริยะ Midea Thailand ในจังหวัดชลบุรี ถือเป็นหนึ่งในสถานประกอบการผลิตที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดของประเทศไทย และเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนว่าเทคโนโลยี 5G สามารถยกระดับสมรรถนะการผลิตภายใต้นโยบายประเทศไทย 4.0 ได้อย่างเป็นรูปธรรม โรงงานดังกล่าวดำเนินงานภายใต้เครือข่าย 5G ส่วนบุคคล (Private 5G network) ที่พัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือระหว่าง AIS Huawei China Unicom และ Midea ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 160,000 – 200,000 ตารางเมตร และเชื่อมต่อสายการผลิต รถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) หุ่นยนต์ และระบบตรวจสอบคุณภาพแบบเรียลไทม์

โดยสภาพแวดล้อมการผลิตที่ “เชื่อมต่อด้วย 5G ทั้งระบบ” นี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวมประมาณร้อยละ 15 – 20 ลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์และการจัดการวัสดุประมาณร้อยละ30 เพิ่มอัตราการผลิตที่ได้มาตรฐานตั้งแต่ครั้งแรก ประมาณร้อยละ 4 และลดปริมาณงานที่ต้องแก้ไขซ้ำลงประมาณร้อยละ 75

โรงงานดังกล่าวใช้เทคโนโลยี 5G ใน 4 แนวทางหลัก ได้แก่ (1) ระบบตรวจสอบด้วยปัญญาประดิษฐ์ผ่านเครือข่าย 5G ซึ่งส่งภาพความละเอียดสูงของเครื่องปรับอากาศไปยังโมเดล AI เพื่อระบุชิ้นส่วนที่ขาดหายหรือข้อบกพร่องด้านสภาพภายนอก ช่วยเพิ่มอัตราการผ่านการตรวจสอบครั้งแรกและลดงานแก้ไขซ้ำอย่างมีนัยสำคัญ (2) หุ่นยนต์แขนกลที่เชื่อมต่อด้วย 5G สำหรับปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงหรืองานที่มีการทำซ้ำใกล้อุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูง ช่วยยกระดับความปลอดภัยและรักษาความเสถียรของเวลาการผลิต (3) ฝูงรถ AGV ที่ควบคุมผ่านเครือข่าย 5G ซึ่งสามารถนำทางด้วยความหน่วงต่ำและหลีกเลี่ยงการชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ลงร้อยละ 30 และ (4) ระบบเซนเซอร์อุปกรณ์ทดสอบ และตัวควบคุมจำนวนหลายพันจุด ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 5G ไปยังห้องควบคุมการปฏิบัติการ เพื่อแสดงแดชบอร์ดแบบเรียลไทม์และสนับสนุนการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ ซึ่งช่วยลดเวลาการหยุดทำงานที่ไม่ได้วางแผนไว้และเพิ่มอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร

กรณีการใช้งานดังกล่าวสะท้อนการนำศักยภาพหลักทั้งสามด้านของเทคโนโลยี 5G มาใช้ ได้แก่ eMBB สำหรับการสื่อสารข้อมูลปริมาณสูง เช่น วิดีโอความละเอียดสูง URLLC สำหรับการควบคุมแบบเรียลไทม์ที่ต้องการความหน่วงต่ำและความเชื่อถือได้สูง และ mMTC สำหรับการรองรับเครือข่ายเซนเซอร์ความหนาแน่นสูงในภาคอุตสาหกรรม

การยกระดับสมรรถนะโครงข่ายเพื่อการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมยุคใหม่

แนวโน้มการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบันสะท้อนให้เห็นว่า เมื่อผู้ผลิตมุ่งขยายขีดความสามารถด้านระบบอัตโนมัติ การควบคุมความแม่นยำ และการนำเทคโนโลยีไปใช้ในระดับโรงงานทั้งหมดรวมถึงเครือข่ายพันธมิตร การสื่อสารผ่านโครงสร้างพื้นฐานจำเป็นต้องรองรับความหนาแน่นของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในพื้นที่เดียวกันได้มากยิ่งขึ้นโดยไม่เกิดความแออัด ความสามารถในการรองรับกล้องตรวจสอบ เซนเซอร์ และหุ่นยนต์จำนวนมากจะเอื้อต่อการติดตั้งระบบตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ AI ในหลายขั้นตอนของสายการผลิต และตรวจพบข้อบกพร่องได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ ขณะเดียวกัน ศักยภาพของเครือข่ายด้าน Upstream ที่สูงขึ้น และการรวมข้อมูลที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น จะช่วยให้สามารถส่งข้อมูล Telematics คุณภาพสูงและวิดีโอความละเอียดสูงจากรถ AGV หุ่นยนต์ทำงานร่วม (Cobots) และอุปกรณ์สวมใส่ได้อย่างราบรื่น โดยไม่กระทบต่อการสื่อสารที่มีความสำคัญต่อการควบคุมระบบแบบเรียลไทม์

เมื่อระบบอุตสาหกรรมมีความซับซ้อนมากขึ้น ความจำเป็นใหม่ที่เกิดขึ้น คือ การแยกทราฟฟิกในเชิงตรรกะตามฟังก์ชัน (Logical Separation of Traffic) เพื่อให้การควบคุมมีความเสถียรและสามารถคาดการณ์ได้ โครงข่ายที่พร้อมต่ออนาคตจะต้องมีระบบสงวนและจัดลำดับความสำคัญของทรัพยากรเครือข่ายสำหรับระบบควบคุมการเคลื่อนไหว ระบบความปลอดภัย และการประสานงานของอุปกรณ์อัตโนมัติ

โดยแยกส่วนออกจากทราฟฟิกด้าน IT ของสำนักงานหรือผู้เยี่ยมชมอย่างชัดเจน การแยกหน้าที่ลักษณะนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้การใช้งานที่ไม่เกี่ยวกับการผลิตไปรบกวนวงจรควบคุมสำคัญ ทำให้เวลารอบการผลิตมีความเสถียรมากขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยรวม ในทางปฏิบัติ ทรัพยากรเครือข่ายอาจต้องได้รับการบริหารจัดการที่แตกต่างกันไปตามลักษณะงาน เช่น ให้ความสำคัญกับแบนด์วิดท์สำหรับระบบกล้องอัจฉริยะ และให้ความหน่วงต่ำเป็นพิเศษสำหรับกระบวนการควบคุมแบบเรียลไทม์

ในเวลาเดียวกัน การบูรณาการที่ใกล้ชิดยิ่งขึ้นระหว่างเครือข่ายการสื่อสารและความสามารถในการประมวลผลในระดับพื้นที่ได้ถูกคาดหมายว่าจะมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม การติดตั้งโหนดประมวลผล (Processing Node) ในหรือใกล้เขตนิคมอุตสาหกรรม จะทำให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์ ระบบจำลองดิจิทัล และส่วนขยายของระบบบริหารการผลิตและการควบคุมสามารถทำงานใกล้กับอุปกรณ์ในสายการผลิต ช่วยลดเวลาในการตอบสนองสำหรับการตรวจจับความผิดปกติ การวางแผนเส้นทางใหม่ของรถ AGV และการควบคุมกระบวนการแบบปรับตัว ซึ่งเมื่อมีการพัฒนาต่อเนื่อง โรงงานจะสามารถเปลี่ยนผ่านจากโมเดลตรวจจับและแจ้งเตือน ไปสู่ระบบอัตโนมัติแบบปิด ที่สามารถปรับพารามิเตอร์การดำเนินงานโดยอัตโนมัติ จัดตารางการบำรุงรักษา และจัดเส้นทางการเคลื่อนย้ายวัสดุใหม่ได้ทันที ก่อให้เกิดประสิทธิภาพเกินกว่าที่เห็นในช่วงเริ่มต้นของการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล

ท้ายที่สุด เมื่อภาคอุตสาหกรรมเริ่มขยายการใช้งานเซนเซอร์พลังงานต่ำในระดับที่กว้างขึ้น ทั้งในสินค้าบนพาเลต เครื่องมือ ระบบสาธารณูปโภค และจุดตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ของโรงงานและสถานประกอบการพันธมิตรอย่างทั่วถึงจะกลายเป็นสิ่งจำเป็น เซนเซอร์เหล่านี้จะช่วยให้สามารถทำแผนที่ห่วงโซ่คุณค่าได้อย่างต่อเนื่อง มีการระบุจุดติดขัดในกระบวนการผลิตแบบเรียลไทม์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม รวมถึงเสริมศักยภาพในการรายงานด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และธรรมาภิบาล (ESG) ได้อย่างแม่นยำ และหากมีการอัปเกรดโครงสร้างพื้นฐานในลักษณะเดียวกันนี้อย่างสอดคล้องในหลายพื้นที่ ผู้ประกอบการก็จะสามารถพัฒนาโมเดลการดำเนินงานแบบ Lighthouse ที่พร้อมขยายผลสู่ระดับประเทศได้ โดยบทเรียนจากนานาประเทศชี้ให้เห็นว่าแนวทางนี้สามารถยกระดับจากโครงการนำร่องเฉพาะจุด ไปสู่เครือข่ายของโรงงานที่มีความพร้อมในระดับสูง ซึ่งจะช่วยตอกย้ำบทบาทของประเทศไทยในฐานะศูนย์กลางอุตสาหกรรม 4.0 ที่มีมูลค่าสูงของภูมิภาคอาเซียนได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

2.4.3 การพัฒนาท่าเรืออัจฉริยะและโครงข่ายโลจิสติกส์ด้วยเทคโนโลยี 5G

ท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งเป็นประตูหลักของประเทศไทยในการค้าระหว่างประเทศ กำลังอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบดิจิทัลครั้งสำคัญ โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับการดำเนินงานของท่าเรือให้ทันสมัย และเสริมสร้างบทบาทของประเทศไทยในห่วงโซ่อุปทานระดับภูมิภาคและระดับโลก การเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ขับเคลื่อนผ่านการติดตั้งโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อที่ล้ำสมัยอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาไปสู่รูปแบบท่าเรืออัจฉริยะ

ภายใต้แนวคิด Smart Port ท่าเรือแหลมฉบังจะสามารถยกระดับระบบอัตโนมัติ เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน เสริมความปลอดภัย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ ความริเริ่มดังกล่าวถือเป็นหมุดหมายที่สำคัญของประเทศไทยในการยกระดับภาคโลจิสติกส์ และเป็นตัวอย่างชั้นนำของการใช้โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในการเพิ่มขีดความสามารถด้านการขนส่งสินค้า และการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาว

ท่าเรืออัจฉริยะด้วย 5G และประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยี 5G

ท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งถือเป็นประตูหลักของประเทศไทยสู่การค้าระหว่างประเทศ และมีปริมาณการขนถ่ายสินค้ากว่า 9.4 ล้านทีอียู (TEUs) ต่อปี กำลังอยู่ระหว่างการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ ผ่านการติดตั้งเทคโนโลยี 5G อย่างเป็นระบบ เพื่อยกระดับการดำเนินงานของท่าเรือ โครงการนี้เป็นความร่วมมือระหว่างการท่าเรือแห่งประเทศไทย บริษัท ฮัทชิสัน พอร์ต (ประเทศไทย) ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (โดยเฉพาะ AIS) และพันธมิตรด้านเทคโนโลยีอย่าง Huawei โดยถือเป็นโครงการพัฒนาท่าเรืออัจฉริยะ (Smart Port) แห่งแรกของประเทศไทย และเป็นก้าวสำคัญในการผลักดันท่าเรือแหลมฉบังสู่การเป็นผู้นำระดับภูมิภาคในด้านระบบอัตโนมัติ ความปลอดภัย และความยั่งยืน

การติดตั้งโครงข่าย 5G ที่ท่าเรือแหลมฉบังถือเป็นการลงทุนเชิงกลยุทธ์เพื่อเปลี่ยนผ่านการดำเนินงานของท่าเรือจากรูปแบบดั้งเดิมไปสู่ระบบท่าเรืออัจฉริยะระดับโลก โดยอาศัยคุณสมบัติเด่นของเทคโนโลยี 5G ได้แก่ ความหน่วงต่ำ แบนด์วิดท์สูง และการเชื่อมต่อที่มีความน่าเชื่อถือสูง โดยท่าเรือสามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านโลจิสติกส์ของพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และห่วงโซ่อุปทานระดับโลกได้ดียิ่งขึ้น หนึ่งในกรณีใช้งานที่เห็นได้ชัดและมีผลกระทบเชิงบวกมากที่สุด คือ การควบคุมอุปกรณ์ขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์จากระยะไกล โดยเครนขนาดใหญ่ที่ใช้ในการยกและขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์สามารถควบคุมได้จากศูนย์ควบคุมส่วนกลาง แทนการควบคุมจากภายในห้องปฏิบัติงานของเครนที่ตั้งอยู่สูงเหนือพื้นที่ท่าเรือ แนวทางใหม่นี้ช่วยยกระดับความปลอดภัยของพนักงาน ลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ในขณะเดียวกัน ท่าเรือได้เปลี่ยนจากระบบบันทึกข้อมูลด้วยอุปกรณ์พกพาแบบแมนนวล มาเป็นระบบอัจฉริยะที่สามารถตรวจจับหมายเลขตู้สินค้าโดยอัตโนมัติ ข้อมูลการปฏิบัติงานจะถูกส่งผ่านเครือข่าย 5G ไปยังระบบส่วนกลางแบบเรียลไทม์ ช่วยลดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล เร่งกระบวนการทำงาน และเพิ่มความแม่นยำและทันท่วงทีในการตัดสินใจด้านปฏิบัติการ นอกจากนี้องค์ประกอบสำคัญของระบบ Smart Port คือ การผนวกยานพาหนะไร้คนขับเข้าสู่พื้นที่

ลานตู้สินค้า โดย บริษัท ฮัทชิสัน พอร์ต (ประเทศไทย) ได้ติดตั้งยานยนต์ไฟฟ้าไร้คนขับจำนวน 6 คัน สำหรับการปฏิบัติงานจริงในพื้นที่ท่าเรือ ซึ่งสะท้อนถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านระบบอัตโนมัติของท่าเรือ พร้อมกับการส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้าไร้คนขับเหล่านี้ไม่ก่อให้เกิดมลพิษจากการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

ในระยะยาว เมื่อโครงการแล้วเสร็จสมบูรณ์ ท่าเรือแหลมฉบังคาดว่าจะสามารถให้บริการด้วยความยาวหน้าท่าเรือรวม 1,700 เมตร โดยมีปั้นจั่นยกตู้สินค้า จำนวน 17 ตัว และปั้นจั่นล้อยาง จำนวน 43 ตัว ซึ่งการขยายโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวจะเพิ่มขีดความสามารถในการขนถ่ายตู้สินค้าอีก 7 ล้านทีอียูต่อปี ทำให้รองรับได้รวมทั้งสิ้น 18.1 ล้านทีอียูต่อปี ในส่วนของมิติด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี 5G ยังช่วยสนับสนุนการติดตั้งระบบตรวจวัดสิ่งแวดล้อมแบบเรียลไทม์ ช่วยให้สามารถดำเนินมาตรการลดการปล่อยมลพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงเป้าหมาย ซึ่งสอดรับกับพันธกิจของท่าเรือแหลมฉบังในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงให้ได้ร้อยละ 11 ต่อหน่วย TEUs ภายในปี 2573

การยกระดับศักยภาพของเครือข่ายเพื่อการปฏิรูปอุตสาหกรรมโลจิสติกส์

เมื่อการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ในประเทศไทยมีการขยายตัวทั้งในมิติของขนาด ความซับซ้อน และระดับของระบบอัตโนมัติ ความจำเป็นในการพัฒนาเครือข่ายสื่อสารจึงเปลี่ยนผ่านจากการเป็นเพียงโครงสร้างพื้นฐาน ไปสู่การเป็นระบบควบคุมอัจฉริยะที่สามารถรองรับการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ได้ โครงข่ายการขนส่งและท่าเรือต่าง ๆ มีความจำเป็นต้องรองรับการเชื่อมต่อที่หนาแน่นและมีความน่าเชื่อถือสูง สำหรับการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ปฏิบัติงานจำนวนมาก อาทิ ปั้นจั่น รถบรรทุก ยานยนต์นำทางอัตโนมัติ และเซนเซอร์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ส่งผลให้การทำงานในห่วงโซ่โลจิสติกส์มีความปลอดภัย ประสานสอดคล้อง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อข้อกำหนดด้านการดำเนินงานมีแนวโน้มไปสู่การควบคุมที่แม่นยำและการตรวจสอบระยะไกลที่เข้มข้นมากขึ้น เครือข่ายจะต้องสามารถรองรับการหน่วงเวลาต่ำอย่างสม่ำเสมอ ความสามารถในการอัปโหลดข้อมูลขนาดใหญ่แบบพร้อมกัน เช่น วิดีโอความละเอียดสูงและข้อมูลเทเลเมตริก และการให้บริการที่มีเสถียรภาพในระดับที่เหมาะสมสำหรับภารกิจวิกฤต ความสามารถเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญต่อการเสริมความปลอดภัยในการควบคุมปั้นจั่นจากระยะไกล การเคลื่อนที่ที่ประสานกันของยานพาหนะอัตโนมัติภายในลานท่าเรือ และการระบุและติดตามตู้คอนเทนเนอร์ได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้งานประมวลผลข้อมูลในพื้นที่จะยิ่งส่งเสริมความสามารถเหล่านี้ ผ่านการสนับสนุนการวางแผนลานเก็บตู้สินค้าแบบอัจฉริยะ การกำหนดเส้นทางแบบไดนามิก การใช้ระบบจำลองดิจิทัล และระบบการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ ซึ่งล้วนช่วยลดความเสี่ยงของการหยุดทำงานของอุปกรณ์และลดเวลาเสียหายที่ไม่คาดคิด

เมื่อพิจารณารวมกัน การยกระดับขีดความสามารถเหล่านี้ช่วยให้ผู้ให้บริการโลจิสติกส์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของปริมาณตู้สินค้า ลดเวลารอคอยและการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ไม่จำเป็น ย่นระยะเวลาการเทียบท่าและเพิ่มปริมาณการจัดการตู้สินค้า ลดต้นทุนการดำเนินงานต่อหน่วย เพิ่มความโปร่งใสในการปฏิบัติงานทั่วทั้งท่าเรือ ศูนย์โลจิสติกส์ภายในประเทศ และห่วงโซ่อุปทาน การพัฒนาเครือข่ายให้สอดคล้องกับความต้องการปฏิบัติการที่เปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประเทศไทยสามารถรองรับการเติบโตของปริมาณการค้าในระยะยาว และเสริมความแข็งแกร่งในการเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ชั้นนำของอาเซียนอย่างยั่งยืน

2.4.4 การประยุกต์ใช้ 5G เพื่อระบบสุขภาพอัจฉริยะและบริการแพทย์ทางไกล

ประสบการณ์ของประเทศไทยในการพัฒนาระบบสุขภาพอัจฉริยะสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่า โครงสร้างการเชื่อมต่อขั้นสูงสามารถยกระดับประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และคุณภาพของการตัดสินใจทางการแพทย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โครงการโรงพยาบาลศิริราชอัจฉริยะ เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้การติดตามผู้ป่วยแบบเรียลไทม์ การใช้หุ่นยนต์ทางการแพทย์ และการเข้าถึงข้อมูลทางการแพทย์อย่างไร้รอยต่อ ซึ่งช่วยพลิกโฉมกระบวนการให้บริการด้านการดูแลรักษา และตอกย้ำถึงความจำเป็นในการยกระดับขีดความสามารถของโครงข่ายสื่อสาร เพื่อขยายการให้บริการสุขภาพดิจิทัลให้ครอบคลุมทั่วประเทศอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

การแพทย์อัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วย 5G และประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยี 5G

โรงพยาบาลศิริราชเป็นต้นแบบสำคัญของการพลิกโฉมระบบบริการสุขภาพด้วยเทคโนโลยี 5G ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ท่ามกลางบริบทสังคมสูงวัย แพทย์กระจายตัวไม่เท่าเทียม และผู้ป่วยวิกฤตจำนวนมากที่เสียชีวิตระหว่างการลำเลียงด้วยรถพยาบาล โครงการ “Siriraj World Class 5G Smart Hospital” ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล สำนักงาน กสทช. และพันธมิตรทางเทคโนโลยี จึงมุ่งใช้ 5G ยกระดับการแพทย์ฉุกเฉิน การวินิจฉัยทางไกล และการบริหารจัดการโรงพยาบาลผ่านห้องปฏิบัติการนวัตกรรมร่วม

แกนกลางของโครงการคือการนำระบบอัจฉริยะและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่เชื่อมต่อด้วย 5G มาใช้ในทุกขั้นตอนของการดูแลรักษา ตั้งแต่จุดเกิดเหตุ ระหว่างทางในรถพยาบาล ไปจนถึงภายในโรงพยาบาล และการติดตามผู้ป่วยหลังการรักษา ตัวอย่าง use case สำคัญ ได้แก่ ระบบการแพทย์ฉุกเฉินอัจฉริยะที่ส่งวิดีโอและสัญญาณชีพจากรถพยาบาลแบบเรียลไทม์ไปยังห้องฉุกเฉิน ช่วยให้แพทย์วินิจฉัยและเตรียมทรัพยากรล่วงหน้าลดการสูญเสียในช่วงวิกฤต และระบบห้องฉุกเฉินอัจฉริยะที่ใช้ AI วิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยและเตือนเมื่อมีความเสี่ยง รวมถึงช่วยบริหารเตียงและทรัพยากรได้มีประสิทธิภาพ

ควบคู่กันยังมีการใช้ 5G เพื่อส่งภาพสไลด์พยาธิวิทยาความละเอียดสูงให้ AI และผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ ลดเวลารอผลและภาระของแพทย์ การใช้แพลตฟอร์ม AI ร่วมกับ 5G เพื่อติดตามผู้ป่วยโรคเรื้อรังแบบรายบุคคล การใช้ AI ทำนายการใช้ยาและเวชภัณฑ์เพื่อลดปัญหาขาดหรือเกินสต็อก และการพัฒนาเวชระเบียนกลางบนบล็อกเชนให้ผู้ป่วยควบคุมสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้อย่างปลอดภัย นอกจากนี้ โรงพยาบาลยังใช้รถขนส่งไร้คนขับที่เชื่อมต่อ 5G สำหรับ Smart Logistics ภายในโรงพยาบาล และติดตั้งระบบ Multi-access Edge Computing (MEC) เพื่อนำการประมวลผลมาใกล้แหล่งข้อมูล ทำให้บริการด้านภาพ วิดีโอ และ AI ทางการแพทย์ทำงานแบบเวลาจริงด้วยความหน่วงต่ำ

โดยรวมแล้ว โครงการ 5G Smart Hospital แสดงให้เห็นว่า 5G ไม่เพียงเพิ่มความเร็วการรับ–ส่งข้อมูล หากยังเป็นฐานสำคัญในการบูรณาการ AI บล็อกเชน ยานยนต์ไร้คนขับ และระบบ MEC เข้ากับเวชปฏิบัติจริง เชื่อมโยงการแพทย์ฉุกเฉินนอกโรงพยาบาล การดูแลในโรงพยาบาล และการติดตามหลังการรักษาเข้าด้วยกัน ช่วยยกระดับระบบบริการสาธารณสุขของประเทศไทยให้เป็นแบบอัจฉริยะอย่างครบวงจร

การยกระดับขีดความสามารถของเครือข่ายเพื่อการปฏิรูปอุตสาหกรรมด้านสาธารณสุข

ในขณะที่บริการสุขภาพดิจิทัลของประเทศไทยขยายตัวทั้งในด้านขนาดและความซับซ้อน ระบบสาธารณสุขจึงมีความต้องการโครงข่ายการเชื่อมต่อที่ไม่เพียงแต่มีความเร็วสูงเท่านั้น แต่ยังต้องมีความเสถียรคาดการณ์ได้ และมีความชาญฉลาดยิ่งกว่ามาตรฐานเครือข่ายในปัจจุบัน การสนับสนุนระบบอัตโนมัติการดูแลรักษาทางไกล จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารที่สามารถรองรับความหน่วงต่ำแบนด์วิดท์สูง และประสิทธิภาพการอัปโหลดข้อมูลที่แข็งแกร่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเพิ่มขีดความสามารถในฝั่งอัปสตรีมจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งข้อมูลสัญญาณชีพแบบเรียลไทม์และวิดีโอความละเอียดสูงจากอุปกรณ์สวมใส่ทางการแพทย์ รถพยาบาลอัจฉริยะ และหุ่นยนต์ทางการแพทย์ ไปยังระบบประมวลผลแบบคลาวด์ ซึ่งจะช่วยลดคอขวดด้านข้อมูลและลดเวลาของกระบวนการวินิจฉัยและการติดตามผู้ป่วย

เมื่อแอปพลิเคชันทางการแพทย์มีความสำคัญในระดับที่ต้องอาศัยความแม่นยำแบบ Mission-Critical ความต้องการใหม่ ๆ เช่น การประมวลผลแบบกำหนดผลลัพธ์ล่วงหน้า และการแยกเส้นทางข้อมูลตามหน้าที่ก็มีความจำเป็นเพิ่มขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงจากการถูกรบกวนของการสื่อสารที่มีความสำคัญสูง เช่น การติดตามผู้ป่วยในห้องไอซียู การควบคุมหุ่นยนต์ทางการแพทย์ และการสื่อสารในภาวะฉุกเฉิน ซึ่งโครงข่ายการสื่อสารต้องสามารถจัดลำดับความสำคัญของการใช้งานและแยกเส้นทางข้อมูลที่สำคัญเหล่านี้ออกจากข้อมูลอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มั่นใจว่ามีแบนด์วิดท์เพียงพอ ความหน่วงต่ำคงที่ และลดการหยุดชะงักที่อาจกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยหรือกระบวนการทางคลินิก ในขณะเดียวกัน การเชื่อมโยงอุปกรณ์ทางการแพทย์ภายในหอผู้ป่วยหรือห้องฉุกเฉินให้สามารถประสานงานโดยตรงต่อกันได้จะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการตอบสนอง ลดภาระทราฟฟิกของสัญญาณควบคุม และสนับสนุนการปฏิบัติงานทางการแพทย์ที่ต้องการความเร็วในการสั่งการ เช่น การผ่าตัดหรือการช่วยชีวิตผู้ป่วยวิกฤต

ในอนาคตการบูรณาการระหว่างโครงข่ายสื่อสารกับระบบประมวลผลข้อมูลอัจฉริยะทางการแพทย์จะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการยกระดับบริการสุขภาพดิจิทัล โครงข่ายการสื่อสารที่สามารถปรับตัวตามสภาวะการจราจรของข้อมูล คาดการณ์ความแออัด และกระจายทรัพยากรการประมวลผลให้ใกล้แหล่งกำเนิดข้อมูลทางการแพทย์ได้มากที่สุด จะช่วยลดความล่าช้า และสนับสนุนการตัดสินใจทางการแพทย์ได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น โดยผลจากการพัฒนาเหล่านี้จะทำให้สามารถขยายบริการสุขภาพอัจฉริยะและหุ่นยนต์ทางการแพทย์ออกนอกโรงพยาบาลศูนย์ในเมืองใหญ่ ไปสู่พื้นที่ชนบทและชุมชนที่ยังขาดแคลนบริการทางการแพทย์ได้อย่างปลอดภัย และช่วยยกระดับมาตรฐานการดูแลสุขภาพให้มีความทั่วถึงและสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้นทั่วประเทศ

2.4.5 การเกษตรอัจฉริยะและความมั่นคงทางอาหารภายใต้เทคโนโลยี 5G

การดำเนินงานด้านเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อขั้นสูงและระบบที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ในการยกระดับประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากร และเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารของประเทศอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ เมื่อการใช้งานเทคโนโลยีในภาคการเกษตรขยายตัวในวงกว้าง การยกระดับขีดความสามารถของโครงข่ายสื่อสาร ตลอดจนการกำหนดนโยบายและมาตรการสนับสนุนที่เหมาะสม จะเป็นปัจจัยสำคัญในการผลักดันให้การเกษตรดิจิทัลของประเทศไทยเติบโตได้อย่างทั่วถึง ครอบคลุม และยั่งยืนในระยะยาว

เกษตรอัจฉริยะภายใต้เทคโนโลยี 5G และประโยชน์ที่ได้รับ

ประเทศไทยได้เร่งขับเคลื่อนการปฏิรูปภาคการเกษตรผ่านแนวคิด “เกษตรอัจฉริยะ” ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี 5G ภายใต้กรอบนโยบาย Thailand 4.0 และยุทธศาสตร์เศรษฐกิจดิจิทัลระดับชาติ โดยภาคเกษตรกรรมซึ่งมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 8 – 9 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และเป็นแหล่งจ้างงานของประชากรเกือบหนึ่งในสามของประเทศ กำลังเผชิญกับความท้าทายรอบด้านจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนแรงงาน และต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น การบูรณาการเทคโนโลยี 5G เข้ากับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเซนเซอร์ขั้นสูง จึงถือเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ไขข้อจำกัดเชิงโครงสร้างเหล่านี้ ควบคู่กับการเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร และยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทย

ประเทศไทยได้เริ่มนำเทคโนโลยี 5G มาใช้ในการเชื่อมต่อเซนเซอร์ หุ่นยนต์ และแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการบริหารจัดการน้ำ สภาพภูมิอากาศเฉพาะจุด และปศุสัตว์แบบเรียลไทม์ ตัวอย่างสำคัญคือ ไร่ 5G บ้านผาหมี จังหวัดเชียงราย ซึ่งได้รับการพัฒนาให้เป็นต้นแบบระดับประเทศของเกษตรมูลค่าสูงในรูปแบบดิจิทัล โดยเฉพาะการปลูกวานิลลาและพืชเศรษฐกิจอื่นภายในโรงเรือนระบบ EVAP ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างแม่นยำ โครงการนี้เป็นผลจากความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้โครงข่าย 5G เชื่อมโยงข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัดดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ เข้ากับระบบให้น้ำอัจฉริยะ เครื่องมือบริหารจัดการโรงเรือน และแพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาการคาดการณ์แบบดั้งเดิมและการตัดสินใจด้วยแรงงานมนุษย์

อีกหนึ่งตัวอย่างสำคัญคือ True Farm ที่พัฒนาโดยบริษัท ทรู ดิจิทัล กรุ๊ป ซึ่งนำเสนอระบบเกษตรอัจฉริยะแบบครบวงจร โดยอาศัยศักยภาพของเครือข่าย True 5G ควบคู่กับเทคโนโลยีดิจิทัลอื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ เทคโนโลยีบล็อกเชน และระบบความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ ผ่านแพลตฟอร์มที่เป็นศูนย์กลางที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถดูข้อมูล วิเคราะห์สถานการณ์ และควบคุมการดำเนินงานของฟาร์มได้จากระยะไกลแบบเรียลไทม์ วิธีดังกล่าวยังสามารถปรับใช้ในหลากหลายสาขาการเกษตร ได้แก่ พืชผล ประมง และปศุสัตว์ โดยมีโมดูลเฉพาะทาง เช่น การพ่นสารเคมี การให้น้ำด้วยโดรนสำหรับพืชไร่ การควบคุมสภาพแวดล้อมอัจฉริยะในฟาร์มเลี้ยงไก่และสุกร การตรวจวัดคุณภาพน้ำสำหรับ

ฟาร์มกุ้ง และการติดตามสุขภาพของโคนม ระบบเหล่านี้ช่วยลดต้นทุนแรงงานและทรัพยากร เพิ่มผลผลิตและคุณภาพของสินค้า ตลอดจนทำให้การทำเกษตรแบบแม่นยำ เข้าถึงได้มากขึ้นสำหรับเกษตรกรทุกระดับทั้งรายย่อยและรายใหญ่

การยกระดับศักยภาพเครือข่ายเพื่อการปฏิรูปอุตสาหกรรมเกษตรกรรม

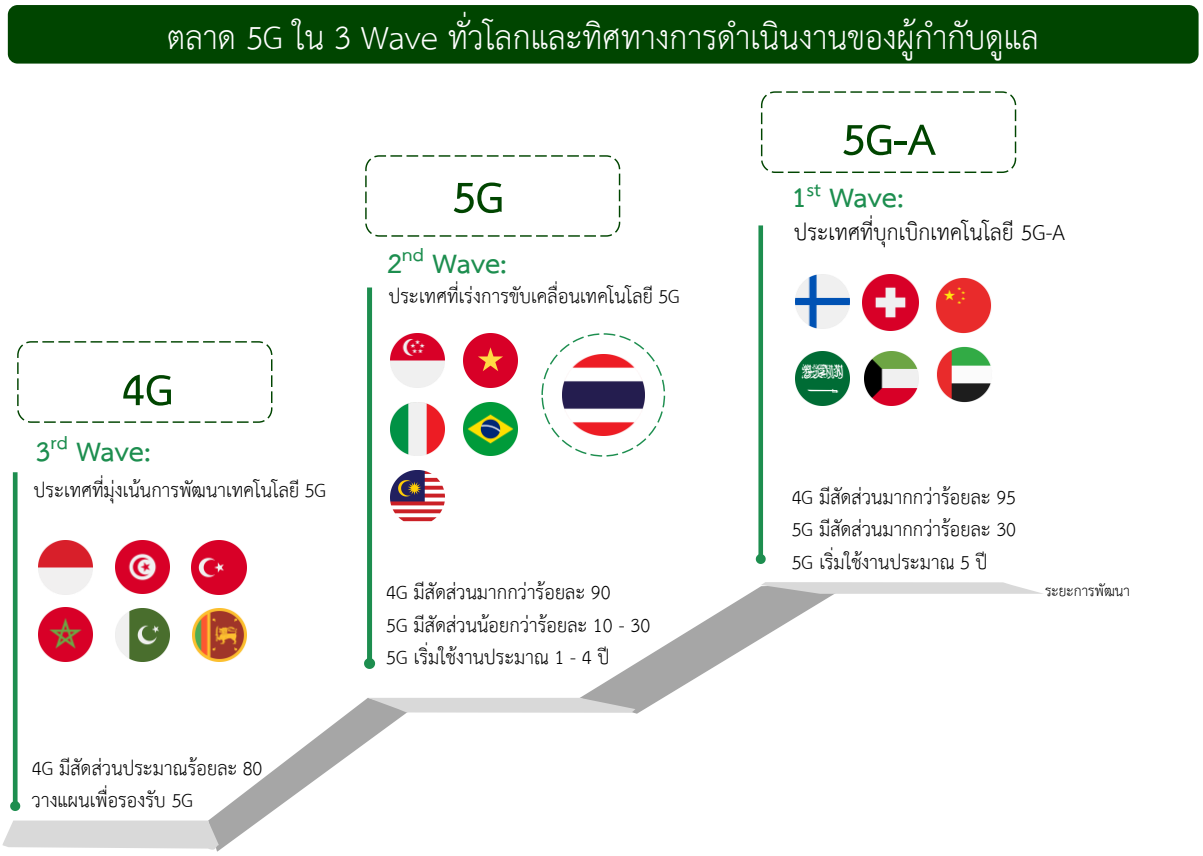
เพื่อให้ประเทศไทยสามารถบรรลุประโยชน์สูงสุดจากการเกษตรดิจิทัลในระดับระบบ จำเป็นต้องดำเนินการเชิงนโยบายและส่งเสริมระบบนิเวศที่ตระหนักว่าการเชื่อมต่อขั้นสูงเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นของภาคเกษตรกรรม มิใช่เป็นเพียงศักยภาพด้านโทรคมนาคมเท่านั้น เมื่อแนวทางการเกษตรแม่นยำ ระบบอัตโนมัติ และการตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลมีการแพร่หลายมากขึ้น กลไกสนับสนุนเฉพาะทางจะต้องได้รับการออกแบบเพื่อลดอุปสรรคในการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกรรายย่อยและวิสาหกิจเกษตรขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) โดยสามารถปรับใช้โมเดลที่มีอยู่อย่างเหมาะสม เช่น การสนับสนุนโดรนเกษตรให้ครอบคลุมถึงค่าบริการเชื่อมต่อและแพ็กเกจบริการดิจิทัลสำหรับภาคเกษตร ซึ่งจะช่วยเร่งการนำไปใช้และส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึงในโครงการเกษตรอัจฉริยะ

ในขณะเดียวกัน ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน ที่เชื่อมโยงกับโครงการระดับประเทศและมหาวิทยาลัยที่มีการพัฒนาแพลตฟอร์มเชิงนวัตกรรม ควรบูรณาการการนำร่องเทคโนโลยีการเชื่อมต่อขั้นสูงเข้าสู่กิจกรรมของการวิจัยอย่างเป็นระบบ โดยโครงการนำร่องการเกษตรอัจฉริยะ และโปรแกรมบ่มเพาะสตาร์ทอัป ล้วนเป็นโอกาสให้เกษตรกร นักวิจัย ผู้ให้บริการเทคโนโลยี และผู้ให้บริการเครือข่าย ได้ร่วมกันออกแบบ ทดสอบ และขยายการใช้งานเทคโนโลยีเกษตรยุคใหม่ กลไกร่วมเช่นนี้จะส่งเสริมการนำนวัตกรรมไปใช้จริง เสริมสร้างทักษะ และสนับสนุนความมั่นคงทางอาหารและความเข้มแข็งของเศรษฐกิจในภาคเกษตรในระยะยาว

2.5 แรงขับเคลื่อนและก้าวถัดไปจาก 5G สู่ 5G-Advanced

2.5.1 ประเทศไทยในฐานะผู้นำด้าน 5G

ประเทศไทยได้กลายเป็นหนึ่งในประเทศที่ริเริ่มและขับเคลื่อนการใช้เทคโนโลยี 5G อย่างรวดเร็วที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยภายหลังจากการประมูลคลื่นความถี่ในปี 2563 ผู้ให้บริการโทรคมนาคมของไทยได้เร่งรัดการติดตั้งโครงข่าย 5G บนย่านความถี่กลาง และคลื่นมิลลิเมตร (mmWave) อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านในภูมิภาคเดียวกัน จนสามารถครอบคลุมการเข้าถึงประชากรได้ร้อยละ 98 ภายในระยะเวลาไม่กี่ปี แรงขับเคลื่อนในระยะแรกนี้ ได้สร้างบทบาทให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้าน 5G ในระดับภูมิภาค ทั้งในแง่ของการเปิดให้บริการเชิงพาณิชย์ การนำไปใช้ในภาคผู้บริโภค และการปูรากฐานสำหรับการพัฒนาบริการดิจิทัล เมืองอัจฉริยะ และการยกระดับอุตสาหกรรมเข้าสู่ยุคดิจิทัลอย่างเป็นรูปธรรม



รูปที่ 2-6 คลื่นการพัฒนา 5G ทั่วโลก และช่วงเวลาการเปิดใช้งาน 5G-Advanced ในแต่ละประเทศ

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันภูมิทัศน์ของเทคโนโลยีระดับโลกกำลังก้าวเข้าสู่ระยะใหม่ อันเกิดจากการพัฒนาเทคโนโลยีตามกรอบมาตรฐาน 3GPP Release 18 และการถือกำเนิดของเทคโนโลยี 5G-Advanced โดยหลายประเทศ อาทิ สาธารณรัฐประชาชนจีน ฟินแลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ได้เริ่มต้นการอัปเกรดโครงข่ายของตนไปสู่ระบบที่รองรับศักยภาพของ 5G-Advanced แล้ว ซึ่งรวมถึงการเพิ่มความจุบนย่านความถี่กลาง การนำย่านความถี่ 6 GHz มาใช้งาน การปรับปรุงประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลฝั่งขาขึ้น

และการนำระบบบริหารจัดการเครือข่ายที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์มาใช้ ดังนั้น มาตรวัดความสามารถในการแข่งขันด้านดิจิทัลของประเทศต่าง ๆ จึงได้เปลี่ยนจากความเร็วในการให้บริการ 5G ระยะแรกมาเป็นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงในด้านขีดความสามารถของโครงข่าย 5G ที่พัฒนาแล้ว

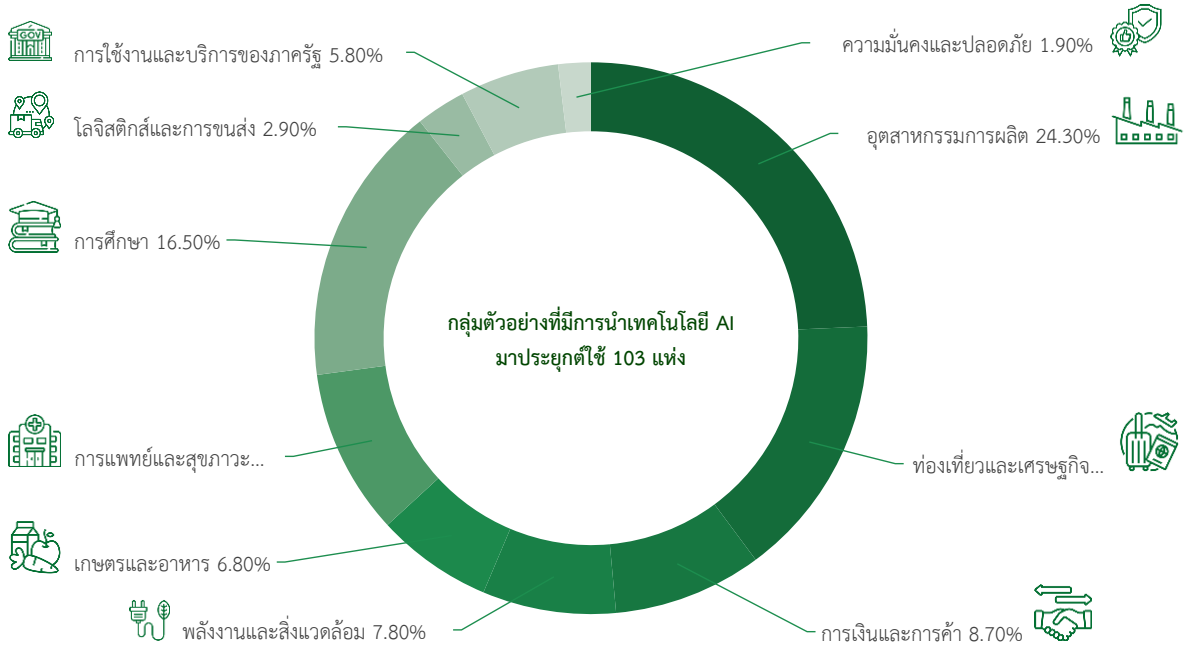
การที่ประเทศไทยสามารถสร้างบทบาทผู้นำในระยะแรกของ 5G ได้ กลับกลายเป็น ความท้าทายเชิงโครงสร้างในปัจจุบัน เนื่องจากประเทศไทยจำเป็นต้องเข้าสู่การเปลี่ยนผ่านสู่ 5G-Advanced เร็วกว่าที่เคยคาดการณ์ไว้ เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันในเวทีดิจิทัลระดับภูมิภาคและระดับโลก ระบบโครงข่ายที่ถูกติดตั้งในช่วงแรกของการเปิดให้บริการ 5G นั้น ขณะนี้กำลังเผชิญกับความกดดันด้านความจุ (Capacity) และข้อกำหนดด้านสมรรถนะใหม่ ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในแผนตอนแรกที่โครงข่ายเหล่านั้นถูกวางไว้ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ประเทศไทยมิได้แข่งขันกันเพียงแค่ความเร็วในการให้บริการ 5G อีกต่อไป หากแต่ต้องแข่งขันกันในเรื่องความซับซ้อนทางเทคนิคของโครงข่าย ประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ และความพร้อมในการรองรับเทคโนโลยีในอนาคต

2.5.2 นวัตกรรมบริการใหม่และแนวโน้มดิจิทัลที่กำลังจะเกิดขึ้น

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมของผู้คนอย่างลึกซึ้ง อันมีสาเหตุมาจากการเร่งการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล การเติบโตของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ และการผนวกรวมบริการที่เน้นอุปกรณ์เคลื่อนที่เข้าสู่ชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสะท้อนการเปลี่ยนผ่านระดับโลกที่เกิดขึ้นในประเทศผู้นำด้าน 5G ระยะแรก ซึ่งผู้บริโภคและภาคธุรกิจเริ่มมีความต้องการประสบการณ์ดิจิทัลที่มีความชาญฉลาด ปรับเปลี่ยนตามบริบท และตอบสนองแบบเรียลไทม์มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ เมื่อ AI ถูกฝังรวมเข้าในกระบวนงานประจำวันและแอปพลิเคชันสำหรับผู้บริโภคมากขึ้น เศรษฐกิจไทยจึงเริ่มถูกขับเคลื่อนโดยวิธีการที่บุคคลและองค์กรใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล ดังนั้นโครงสร้างพื้นฐานจึงมีความจำเป็นต่อการรองรับการเติบโตดังกล่าว

แนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี Mobile AI และการเริ่มต้นของยุค AI-to-Everything กำลังเปลี่ยนแปลงความคาดหวังของผู้บริโภคต่อบริการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่อย่างมีนัยสำคัญ ในประเทศผู้นำด้าน 5G-Advanced ปัจจุบัน สมาร์ตโฟนไม่ได้เป็นเพียงอุปกรณ์สื่อสารอีกต่อไป แต่ทำหน้าที่เสมือนคอมพิวเตอร์อัจฉริยะขนาดพกพา ที่สามารถประมวลผลโมเดล AI ภายในเครื่อง สร้างสรรค์คอนเทนต์แบบเรียลไทม์ ปรับปรุงคุณภาพภาพและวิดีโอ และรองรับการใช้งาน AR/VR ได้อย่างราบรื่น แนวโน้มเหล่านี้เริ่มปรากฏในประเทศไทย โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภครุ่นใหม่และกลุ่มดิจิทัลเนทีฟ ที่ให้ความสนใจกับประสบการณ์ส่วนบุคคลผ่าน AI การสร้างคอนเทนต์เชิงสร้างสรรค์ และการสตรีมวิดีโอความละเอียดสูง ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลให้ความต้องการใช้งานเครือข่าย โดยเฉพาะ throughput และปริมาณทราฟฟิกขาขึ้น (Uplink Traffic) เพิ่มขึ้นอย่างมาก ขณะที่โครงข่าย 5G แบบ Non-Standalone ในปัจจุบันยังไม่สามารถรองรับได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงทำให้ความต้องการของผู้บริโภคเปลี่ยนจากการเชื่อมต่อพื้นฐาน ไปสู่การคาดหวัง

ประสบการณ์เครือข่ายที่มีความชาญฉลาด ประสิทธิภาพสูง และมีความหน่วงต่ำ ตามรูปแบบการใช้งานของเครือข่าย 5G-Advanced ในระดับสากล



รูปที่ 2-7 การนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในภาคธุรกิจและบริการดิจิทัล แยกตามภาคส่วน

ในภาคธุรกิจ การเปลี่ยนแปลงยิ่งชัดเจนยิ่งขึ้น จากผลการสำรวจโดยสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (ETDA) ปี 2567 พบว่า ธุรกิจในหลากหลายสาขา อาทิ การผลิต โลจิสติกส์ สาธารณสุข การเงิน และค้าปลีก ต่างเร่งนำเทคโนโลยีอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วย AI เข้ามาใช้มากขึ้น ทั้งในรูปแบบการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ระบบประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ และระบบตัดสินใจที่ใช้ IoT การประยุกต์ใช้เหล่านี้เป็นระบบที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก มีความไวต่อความหน่วง และมีผลกระทบต่อกระบวนการดำเนินงานโดยตรง ซึ่งประสิทธิภาพของระบบเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับความสามารถของโครงข่ายในการรองรับการเชื่อมต่อที่เสถียร ความเร็ว uplink ที่เพียงพอ และการเชื่อมโยงเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานประมวลผลปลายทางอย่างใกล้ชิด เมื่อภาคอุตสาหกรรมเดินหน้าเข้าสู่กระบวนการดิจิทัลอย่างจริงจัง ความต้องการด้านการเชื่อมต่อจึงเปลี่ยนจากการให้บริการผู้ใช้งานมนุษย์ ไปสู่การประสานงานในระบบนิเวศของเครื่องจักรและอุปกรณ์อัจฉริยะ (Machine-to-Machine Ecosystem) ซึ่งมีรูปแบบความต้องการที่แตกต่างจากเดิมโดยสิ้นเชิง และเป็นความท้าทายใหม่สำหรับโครงข่ายระดับประเทศ

การเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านพฤติกรรมผู้ใช้งานและเทคโนโลยีนี้ กำลังนิยามโครงสร้างใหม่ของเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย มูลค่าทางเศรษฐกิจมิได้ถูกสร้างจากบริการสื่อสารพื้นฐานอีกต่อไป หากแต่เกิดขึ้นจากข้อมูล ปัญญา และระบบอัตโนมัติเป็นหลัก โดยบริการดิจิทัล เช่น พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ฟินเทค การแพทย์ทางไกล ความบันเทิงดิจิทัล และระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม กำลังมีสัดส่วนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ เมื่อผู้บริโภคและภาคธุรกิจต่างต้องการบริการ

ที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงมากยิ่งขึ้น ภาระที่กดดันต่อโครงข่าย 5G ที่มีอยู่ในปัจจุบันยิ่งทวีความเข้มข้น จากเดิมที่เครือข่ายจำเป็นต้องให้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ที่เชื่อถือได้เพียงอย่างเดียว แต่ปัจจุบันกลับกลายเป็นว่าต้องพัฒนาเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรองรับระบบ AI-native ได้อย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งกำลังผลักดันขีดความสามารถของสถาปัตยกรรม 5G ที่มีอยู่ให้ถึงขีดสุด

เส้นทางการพัฒนาดิจิทัลของประเทศไทยในปัจจุบัน จึงไม่ได้เป็นเพียงแค่เรื่องของการใช้งานที่เพิ่มขึ้น แต่เป็นการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างอย่างลึกซึ้ง อันเกิดจากการหลอมรวมของพฤติกรรมผู้บริโภค การนำ AI ไปใช้งานจริง และรูปแบบเศรษฐกิจใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เปิดโอกาสเชิงยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนประเทศสู่เศรษฐกิจดิจิทัลในระดับที่สูงขึ้น ขณะเดียวกันก็ตอกย้ำถึงความจำเป็นเร่งด่วนที่ประเทศไทยจะต้องยกระดับโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร เพื่อให้สามารถรองรับบทบาทใหม่ของเทคโนโลยีเครือข่ายในฐานะหัวใจของเศรษฐกิจยุคถัดไป

2.5.3 ก้าวต่อไปในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G ของประเทศไทย (Next Steps for 5G Infrastructure)

เมื่อระบบนิเวศดิจิทัลของประเทศไทยเร่งเข้าสู่ยุคการบริโภคที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ บริการอัจฉริยะ และระบบอัตโนมัติของภาคธุรกิจ ความจำกัดของโครงสร้างพื้นฐาน 5G ที่มีอยู่ในปัจจุบันเริ่มปรากฏให้เห็นชัดเจนขึ้น การให้บริการ 5G ระยะแรกสามารถสร้างการครอบคลุมในวงกว้างและยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้งานได้สำเร็จ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนผ่านสู่ระยะถัดไปของการพัฒนาดิจิทัลต้องการระดับสมรรถนะที่แตกต่างอย่างสิ้นเชิงจากสิ่งที่โครงข่าย 5G ปัจจุบันถูกออกแบบมาให้รองรับ ส่งผลให้เกิดช่องว่างที่มากขึ้นระหว่างสิ่งที่เศรษฐกิจดิจิทัลต้องการกับสิ่งที่โครงสร้างพื้นฐาน 5G ของประเทศสามารถรองรับได้จริง

ประการแรก ประเทศไทยกำลังเผชิญกับข้อจำกัดเชิงโครงสร้างด้านปริมาณคลื่นความถี่ที่มีอยู่ ซึ่งปรากฏชัดเจนในแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ของ สำนักงาน กสทช. ปี 2567–2571 โดยการใช้งานข้อมูลเคลื่อนที่ในไทยกำลังเติบโตในอัตราสูงต่อปี และการประยุกต์ใช้ AI กำลังส่งผลให้ปริมาณของทราฟฟิกเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ทั้งนี้ คลื่นย่านความถี่กลางที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะคลื่น 2600 MHz ที่จัดสรรในปี 2563 เริ่มเข้าสู่ภาวะตึงตัวในพื้นที่เมืองใหญ่ แผนฯ ของ สำนักงาน กสทช. คาดการณ์ว่า หากไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่ IMT ใหม่เพิ่มเติม อาทิ 3500 MHz และย่านสูงกว่า 6 GHz หรือคลื่น mmWave เพิ่มเติมในระยะเวลาอันใกล้ ประเทศไทยอาจขาดแคลนคลื่น IMT สูงมากถึง 200 MHz ภายในปี 2573 โดยความขาดแคลนนี้ไม่เพียงแต่กระทบต่อความจุของโครงข่ายแต่ยังส่งผลต่อคุณภาพบริการ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นซึ่งเริ่มมีการใช้งานแอปพลิเคชันที่ขับเคลื่อนด้วย AI อย่างแพร่หลาย

ประการที่สอง การเปลี่ยนผ่านสู่ประสบการณ์ผู้บริโภคที่ขับเคลื่อนด้วย AI และระบบอัตโนมัติของภาคธุรกิจ ได้เผยให้เห็นข้อจำกัดเชิงโครงสร้างในเรื่องสมรรถนะการรับส่งข้อมูลขาออกของโครงข่าย 5G ที่มีอยู่ โดยส่วนใหญ่ยังคงพึ่งพาการเชื่อมต่อ 5G แบบ Non-Standalone (NSA) ซึ่งการรับส่งข้อมูลขาออกยังยึดโยงอยู่กับเครือข่าย 4G เดิม แม้จะเพียงพอต่อบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ทั่วไป แต่รูปแบบ NSA กลับไม่สามารถรองรับภาระงาน Uplink ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก

ในยุคที่มีความต้องการใช้งาน AI ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ การวิเคราะห์ภาพวิดีโอ การส่งค่าควบคุมหุ่นยนต์ การดึงข้อมูลจาก IoT Sensor และการดำเนินงานแบบ Real-Time ของโรงงานอุตสาหกรรม หากไม่มีการขยายการใช้งานแบบ Standalone (SA) พร้อมยกระดับสมรรถนะ Uplink และการจัดสรรคลื่นย่านต่ำ (Low-band) หรือย่านกลาง (Mid-band) เพิ่มเติม จะทำให้โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารไร้สาย หรือเครือข่ายของไทยจะเผชิญข้อจำกัดมากขึ้นในการรองรับบริการดิจิทัลยุคถัดไป

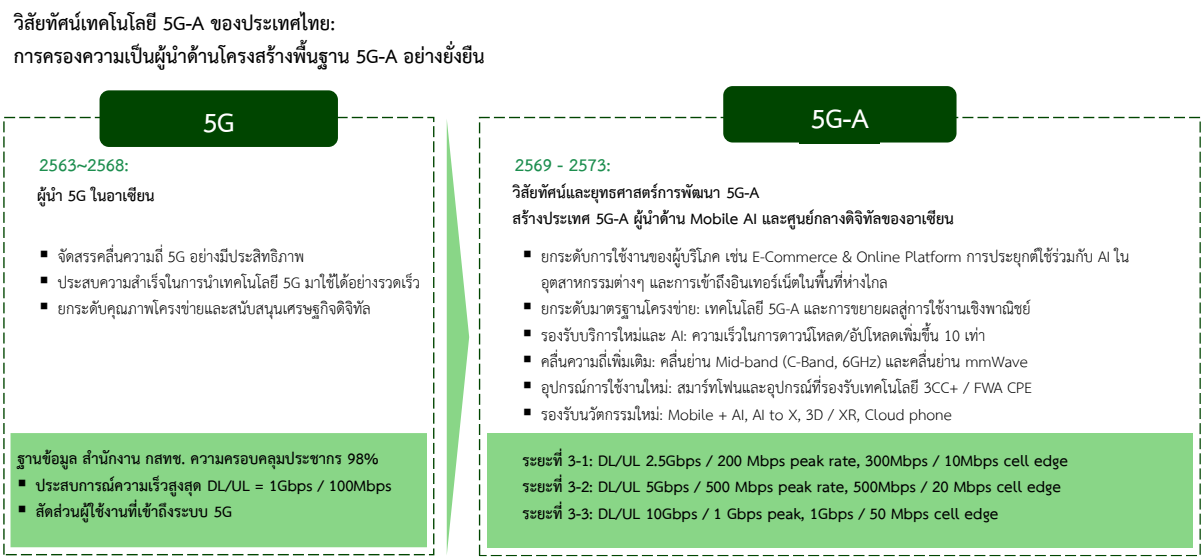
ประการที่สาม โครงสร้างการแข่งขันของตลาดโทรคมนาคมไทยในปัจจุบันอยู่ภายใต้ระบบผู้ให้บริการหลักเพียงสองราย ได้แก่ AIS และ True ซึ่งแม้การควบรวมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน แต่กลับลดแรงกดดันด้านการแข่งขันที่จะผลักดันให้เกิดนวัตกรรมเชิงรุกหรือบริการเฉพาะทางสำหรับภาคธุรกิจ ส่งผลให้การใช้งานโครงข่าย 5G แบบส่วนตัว (Private 5G) และการนำ Edge Computing มาใช้ในระดับอุตสาหกรรมยังเติบโตช้ากว่าหลายประเทศชั้นนำ ทั้งที่ภาคการผลิต โลจิสติกส์ และสาธารณสุขล้วนต้องการโครงข่ายที่มีความน่าเชื่อถือสูง

ประการที่สี่ การกระจายตัวของอุปสงค์ทางดิจิทัลกำลังเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าการขยายโครงสร้างพื้นฐาน เมื่อองค์กรในภูมิภาคต่าง ๆ เริ่มประยุกต์ใช้ระบบคลาวด์และ AI เข้ามาในกระบวนการทำงานประจำวัน การมีระบบเชื่อมต่อที่เชื่อถือได้ มีความหน่วงต่ำ และสามารถเข้าถึงได้ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในนิคมอุตสาหกรรม เส้นทางโลจิสติกส์ โรงพยาบาล และสถานศึกษา จึงมีความสำคัญมากขึ้น หากไม่มีการกระจายทรัพยากรอย่างทั่วถึง และโครงข่ายไฟเบอร์ที่เพียงพอ ประเทศไทยจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลระหว่างพื้นที่ต่าง ๆ

ประเด็นเหล่านี้ร่วมกันชี้ให้เห็นถึงจุดเปลี่ยนสำคัญของภูมิทัศน์ด้านการเชื่อมต่อของประเทศไทย ระลอกแรกของการให้บริการ 5G สามารถวางรากฐานที่แข็งแกร่งได้แล้ว แต่ระลอกถัดไปของการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล ซึ่งขับเคลื่อนโดยพฤติกรรมมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงจาก AI ระบบอัตโนมัติของภาคธุรกิจ และปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ต้องอาศัยโครงสร้างเครือข่ายที่ล้ำหน้า มีความยืดหยุ่นสูง และมีความทนทานต่อภาระงานในอนาคต **ประเทศไทยจึงต้องเปลี่ยนผ่านจากความสำเร็จของ 5G ระยะแรกไปสู่ความซับซ้อนและความสามารถระดับสูงของเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and Beyond) ในระยะถัดไป โดยต้องตอบโจทย์ในมิติต่าง ๆ ได้แก่ การจัดสรรคลื่นความถี่ การปรับปรุงสถาปัตยกรรมเครือข่าย การส่งเสริมการแข่งขัน และการพัฒนาโครงข่ายเพื่อภาคธุรกิจ** จึงจะสามารถปลดล็อกศักยภาพทางเศรษฐกิจในยุคดิจิทัลได้อย่างเต็มความสามารถในการแข่งขัน

5G-Advanced เครื่องมือที่จะช่วยยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์: ปลดล็อกอนาคตดิจิทัลของประเทศไทยเหนือกว่าการเชื่อมต่อ

การยกระดับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศไทยจากเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) ไปสู่ 5G-Advanced มิใช่เพียงการปรับปรุงด้านเทคนิคของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านั้น หากแต่เป็นการตอบสนองเชิงยุทธศาสตร์ต่อข้อจำกัดเชิงโครงสร้างที่กำลังถ่วงรั้งทิศทางการพัฒนาดิจิทัลของประเทศในปัจจุบัน เมื่อประเทศไทยก้าวเข้าสู่ระยะใหม่ของการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัลซึ่งขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ระบบอัตโนมัติ และบริการแบบเรียลไทม์ ขีดความสามารถของระบบ 5G ที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่เพียงพออีกต่อไปในการรองรับความต้องการของเศรษฐกิจดิจิทัลที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วและซับซ้อนยิ่งขึ้น



รูปที่ 2-8 5G-Advanced ในฐานะการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์

การพัฒนาโครงข่าย 5G ระลอกแรก (พ.ศ. 2563–2568) ได้สร้างความครอบคลุมในวงกว้างและยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้ โดยสามารถครอบคลุมประชากรร้อยละ 95 ทั่วประเทศ และมีความเร็วเฉลี่ยของการรับส่งข้อมูลขาลงเกินกว่า 100 Mbps **อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัลในระยะถัดไปต้องการมากกว่าความครอบคลุมเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยความสามารถของโครงข่ายที่สูงยิ่งขึ้นในด้านความจุความหน่วงต่ำเป็นพิเศษ และสมรรถนะของการรับส่งข้อมูลขาขึ้น ที่แข็งแกร่ง ซึ่ง 5G-Advanced ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อรองรับความต้องการดังกล่าว และเป็นทั้งแนวทางด้านเทคโนโลยีและยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อนประเทศไทยไปข้างหน้า**

ในด้านเทคนิค 5G-Advanced ได้ยกระดับทั้งด้านความเร็วของการรับส่งข้อมูลและประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ โดยสามารถรองรับความเร็วสูงสุดของการรับข้อมูลได้ถึง 5 Gbps และขยายได้ถึง 10 Gbps พร้อมทั้งสามารถส่งข้อมูลขาขึ้น (Uplink) เฉลี่ยในระดับ 500 Mbps ถึง 1 Gbps ซึ่งเป็นการพัฒนาที่สำคัญจากระบบ 5G แบบ Non-Standalone (NSA) ที่มีข้อจำกัดด้าน Uplink อยู่ที่ 10 – 20 Mbps โดยอาศัยโครงข่าย 4G เป็นพื้นฐานการทำงาน **การยกระดับด้าน Uplink นี้ถือเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการใช้งานดิจิทัลยุคใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์วิดีโอแบบเรียลไทม์ด้วย AI การสื่อสารข้อมูลจากหุ่นยนต์ ระบบ IoT เชิงอุตสาหกรรม และระบบอัตโนมัติที่เชื่อมต่อกับคลาวด์ ซึ่งล้วนต้องการแบนด์วิดท์ขาขึ้นในระดับสูงและพฤติกรรมของเครือข่ายที่มีความแม่นยำและคาดการณ์ได้**

นอกจากนี้ ความสามารถของเทคโนโลยี 5G-Advanced ในการรวมคลื่นความถี่จากย่านกลาง (Mid-band) และย่านความถี่สูงมาก (mmWave) ยังช่วยรองรับข้อจำกัดด้านคลื่นความถี่ของประเทศไทยที่ปรากฏในแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2567–2571) โดย 5G-Advanced สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ได้สูงขึ้นถึงร้อยละ 30[18] และเปิดทางให้มีการใช้ช่องสัญญาณความจุสูงจากย่าน mmWave ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงช่วยยืดอายุและเพิ่มประโยชน์จากคลื่นความถี่เดิมที่มีอยู่ พร้อมรองรับการจัดสรรคลื่นใหม่ในอนาคต เช่น ย่าน 3500 MHz และ 6 GHz

ในระดับภาคอุตสาหกรรม 5G-Advanced ได้ยกระดับสู่แพลตฟอร์มที่มีความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนผ่านสู่อุตสาหกรรมดิจิทัลอย่างแท้จริง โดยสนับสนุนฟีเจอร์ใหม่ เช่น Network Slicing การรองรับอุปกรณ์ RedCap และ URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) ซึ่งเปิดโอกาสให้ภาคอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาเครือข่าย 5G เฉพาะกิจ ที่มีประสิทธิภาพในระดับ Carrier-Grade ฟีเจอร์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาโรงงานอัจฉริยะศูนย์โลจิสติกส์ และระบบบริการสุขภาพ ซึ่งต้องการการเชื่อมต่อที่ปลอดภัย ความหน่วงต่ำ และมีความเสถียรสูงในระดับที่สามารถปรับแต่งให้ตรงกับภารกิจเฉพาะได้

ในเชิงพื้นที่ 5G-Advanced ยังมีบทบาทสำคัญในการลดช่องว่างทางดิจิทัลระหว่างภูมิภาค เนื่องจากระบบที่ขับเคลื่อนด้วย AI และบริการคลาวด์มีแนวโน้มขยายตัวจากกรุงเทพมหานครไปสู่พื้นที่นิคมอุตสาหกรรม สถานศึกษา และบริการสาธารณะทั่วประเทศ ความต้องการในการเข้าถึงระบบประมวลผลแบบกระจายตัว และการเชื่อมต่อแบบความหน่วงต่ำจึงมีความจำเป็นมากขึ้น 5G-Advanced ซึ่งรองรับการประมวลผลปลายทางแบบ Multi-Access Edge Computing (MEC) การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่าน Fixed Wireless Access (FWA) และระบบอัตโนมัติเครือข่ายขั้นสูง จะเป็นรากฐานสำคัญที่ทำให้สามารถส่งมอบคุณภาพของบริการดิจิทัลที่สม่ำเสมอแม้ในพื้นที่นอกเขตเมือง ซึ่งจะช่วยลดความเหลื่อมล้ำ

[18] การรวมคลื่นความถี่หลายย่าน (multi-band carrier aggregation), เทคนิค MIMO ขั้นสูง และการจัดตารางสัญญาณที่ปรับด้วย AI ของ 5G-A ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สเปกตรัมผ่านกลไกหลายด้าน การทดสอบภาคสนามของฟีเจอร์ในมาตรฐาน 3GPP Release 18 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้สเปกตรัมเพิ่มขึ้น 20% ในการใช้งานแบบ multi-TRP ขณะที่การปรับปรุงการทำบีมฟอร์มมิ่งในย่าน mmWave สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ถึง 30% ในบางสถานการณ์ที่มีความหนาแน่นสูง และการเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานจากการจัดสรรสเปกตรัมแบบไดนามิกช่วยลดการใช้พลังงานของสถานีฐานลงได้ประมาณ 25–35%

ด้านประสิทธิภาพและการเข้าถึงทางดิจิทัล และเปิดโอกาสให้พื้นที่ภูมิภาคเข้ามามีบทบาทในเศรษฐกิจดิจิทัลระดับชาติได้อย่างแท้จริง

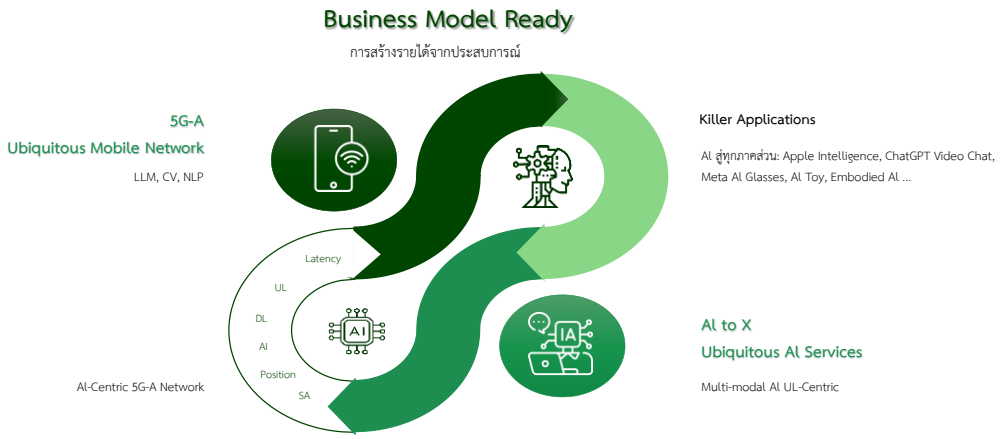
กล่าวโดยสรุป 5G-Advanced ไม่ใช่เพียงแค่การอัปเกรดความเร็ว **แต่เป็นการปรับโครงสร้างเครือข่ายครั้งสำคัญเพื่อรองรับระบบ AI-native การเชื่อมต่อระดับอุตสาหกรรม และการเติบโตทางดิจิทัลที่ครอบคลุมทั่วประเทศ โดย 5G-Advanced ได้ออกแบบมาเพื่อจัดการกับข้อจำกัดเชิงโครงสร้างของประเทศไทย ทั้งในด้านทรัพยากรคลื่นความถี่ ข้อจำกัดของ Uplink ระบบนิเวศอุตสาหกรรมที่ยังไม่สมบูรณ์ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่ทั่วถึง ด้วยแนวทางที่มุ่งเน้นอนาคต มีประสิทธิภาพสูง และตอบโจทย์เชิงยุทธศาสตร์** หากประเทศไทยสามารถผลักดันการติดตั้งและใช้งาน 5G-Advanced อย่างเป็นระบบในพื้นที่ยุทธศาสตร์และกลุ่มอุตสาหกรรมสำคัญ จะสามารถเปลี่ยนความสำเร็จของ 5G ระลอกแรกให้เป็นพลังขับเคลื่อนที่ยั่งยืน สร้างความสามารถในการแข่งขัน และเพิ่มมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลในทศวรรษถัดไปได้อย่างมั่นคง

3 ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี 5G-Advanced และ AI-Embedded

การเปิดให้บริการ 5G ระลอกแรกของประเทศไทยได้สร้างความครอบคลุมในระดับประชากรอย่างกว้างขวาง พร้อมทั้งมีสมรรถนะด้านความเร็วในการดาวน์โหลดในระดับสูง ซึ่งนับเป็นรากฐานที่มั่นคงสำหรับการขับเคลื่อนประเทศสู่เศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลในระดับชาติ **อย่างไรก็ดี ในระดับโลก เศรษฐกิจดิจิทัลกำลังเข้าสู่ระยะใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วยการฝังเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ไว้ในทุกระดับของระบบนิเวศดิจิทัล โดยมีแนวโน้มสำคัญ ได้แก่ Mobile AI และ AI-to-Everything (AI2X) ซึ่งส่งผลให้รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้บริโภคกับบริการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ และเปิดทางให้ภาคธุรกิจสามารถประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติ การวิเคราะห์ข้อมูล และการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น** ทั้งนี้ ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐกิจดิจิทัลในระดับที่สูงกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ เพื่อให้เกิดการตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาใหม่นี้ ประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานด้านเครือข่ายและทรัพยากรคลื่นความถี่อย่างเป็นระบบ โดยรวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยี 5G แบบ Standalone (SA) การเพิ่มสมรรถนะฝั่ง Uplink การขยายคลื่นความถี่ย่านกลางและสูงกว่าย่านกลาง โดยเฉพาะในย่าน 3500 MHz และสูงกว่า 6 GHz การกระจายศูนย์ประมวลผลปลายทาง (Edge computing) และการสนับสนุนกรอบแนวทางการพัฒนาโครงข่าย 5G เฉพาะกิจ (Private 5G) เพื่อรองรับการใช้งาน AI-native ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ทั้งนี้ ทิศทางการพัฒนาเหล่านี้มีความสอดคล้องอย่างใกล้ชิดกับมาตรฐานสากลใน 3GPP Release-18 และแนวทางปฏิบัติที่เป็นเลิศในระดับนานาชาติ ซึ่งแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (2567 - 2571) ของสำนักงาน กสทช. ปี 2567 – 2571 ได้ระบุแถบคลื่นความถี่เป้าหมายและช่วงอายุใบอนุญาตที่กำลังจะหมดอายุลงไว้อย่างชัดเจน รวมถึงควรได้รับการจัดลำดับความสำคัญอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคเทคโนโลยี 5G-Advanced หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า และเศรษฐกิจดิจิทัลที่ขับเคลื่อนด้วย AI ได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

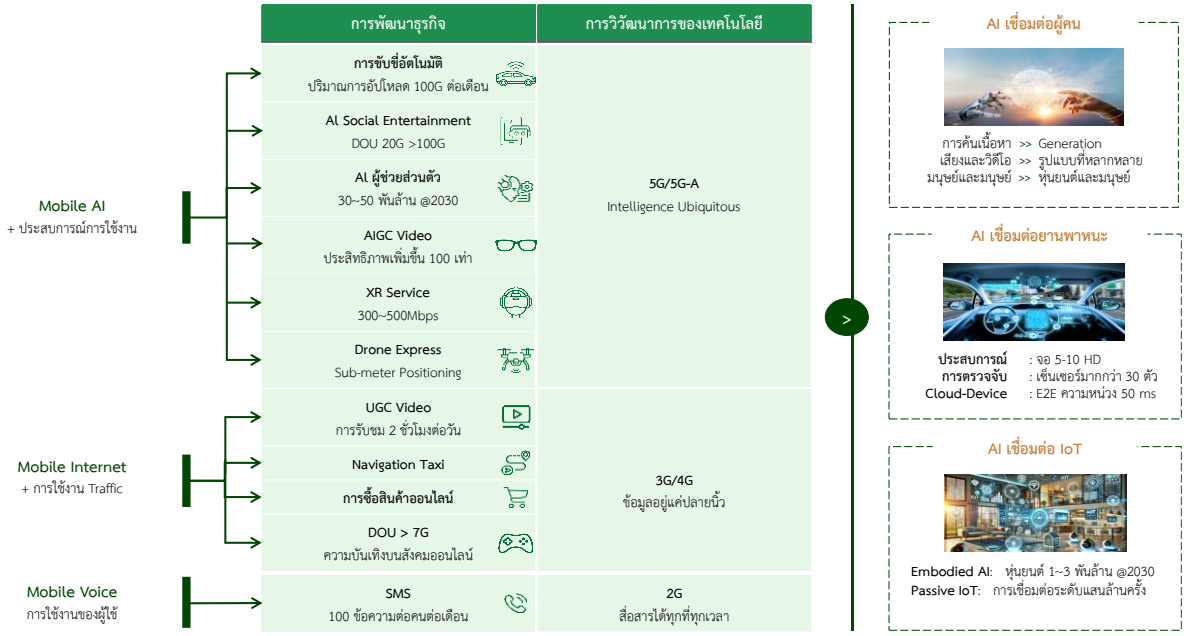
3.1 แนวโน้มของเทคโนโลยีฝังปัญญาประดิษฐ์ (AI-Embedded Trends)



รูปที่ 3-1 ระบบนิเวศเครือข่ายอัจฉริยะที่แพร่หลายของ Mobile AI และ 5G-Advanced

แนวโน้มของการเชื่อมต่อที่ฝังเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ สะท้อนถึงการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างของบทบาทโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสาธารณะอย่างลึกซึ้ง โดยวงจรของการเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นเมื่อโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่พัฒนาไปไกลกว่าการเป็นเพียงโครงข่ายเชื่อมต่อพื้นฐาน มุ่งสู่การเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรองรับบริการอัจฉริยะแบบเรียลไทม์ได้อย่างมั่นคง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ AI สามารถขยับจากแพลตฟอร์มแบบรวมศูนย์ ไปสู่การใช้งานจริงในอุปกรณ์ แอปพลิเคชัน และบริการสาธารณะในชีวิตประจำวัน หลังจากนั้นเมื่อโครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวถูกจัดวางอย่างเหมาะสม AI จะกลายเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ทุกที่ นำไปสู่ประสบการณ์ดิจิทัลที่ตอบสนองแบบเรียลไทม์ ระบบบริการที่มีความชาญฉลาดมากขึ้น และแนวทางใหม่ในการดำเนินงานของภาคธุรกิจและหน่วยงานภาครัฐที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ความสามารถเหล่านี้เอื้อต่อการพัฒนาโมเดลธุรกิจและบริการที่ยั่งยืน โดยมูลค่าไม่ได้เกิดจากเพียงการส่งผ่านข้อมูล แต่เกิดจากประสบการณ์ที่มีบริบทและความชาญฉลาด ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจและผลลัพธ์ของผู้ใช้งาน เมื่อโมเดลเหล่านี้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายและขยายตัวด้วยการใช้งานจริง จะนำไปสู่การเกิดขึ้นของแอปพลิเคชันที่มีผลกระทบสูงในหลากหลายด้าน เช่น ผู้ช่วยอัจฉริยะ การสื่อสารแบบเสมือนจริง การคมนาคมอัจฉริยะ การดูแลสุขภาพระยะไกล และกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดการยอมรับในวงกว้างทั้งภาคเอกชนและภาครัฐ และแนวโน้มความต้องการเหล่านี้จะย้อนกลับมาเป็นแรงกดดันต่อชั้นโครงข่ายให้ต้องมีความสามารถรองรับที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ เครือข่าย 5G-Advanced จึงไม่ใช่เพียงการอัปเกรดทางเทคนิคอย่างต่อเนื่อง แต่ถือเป็นเครื่องมือเชิงยุทธศาสตร์ที่จะขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วย AI และการพัฒนาบริการสาธารณะสมัยใหม่อย่างแท้จริง ทั้งนี้ ทิศทางเชิงนโยบายและการวางแผนการใช้งานอย่างเป็นระบบจะเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดว่า ประเทศไทยจะสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงนี้ในระยะเวลาอันใกล้ หรือจะต้องรอไปจนถึงวัฏจักรเทคโนโลยีในรอบถัดไป

3.1.1 ปัญญาประดิษฐ์บนอุปกรณ์พกพา (Mobile AI)



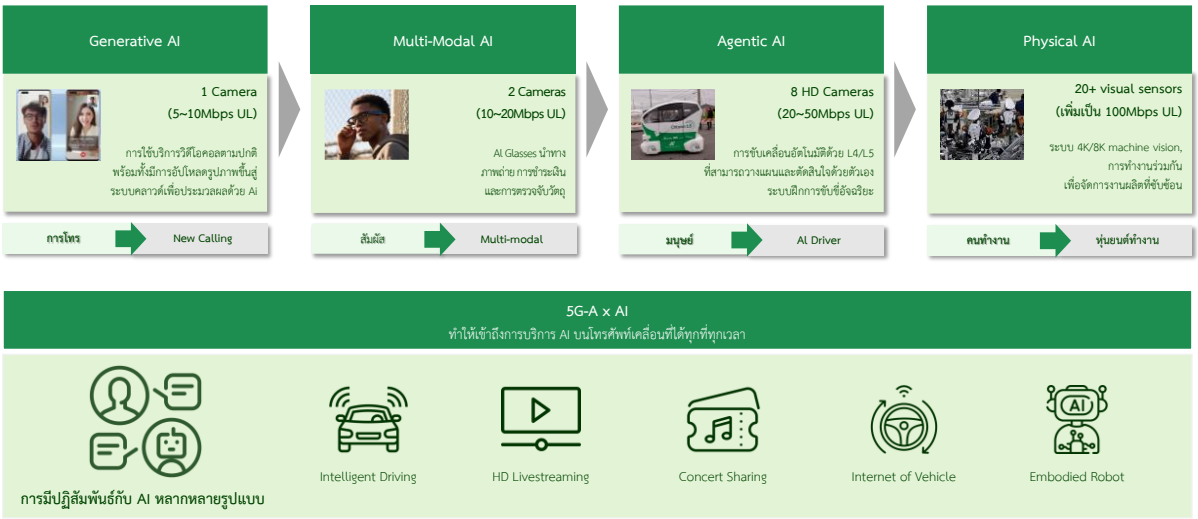
รูปที่ 3-2 การเปลี่ยนผ่านจาก Mobile Internet สู่ Mobile AI: นวัตกรรมบริการใหม่และย่านคลื่นความถี่ 5G

แนวโน้มของการเชื่อมต่อที่ผสานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้าไว้ในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างครั้งสำคัญในบทบาทของโครงข่ายดิจิทัลต่อการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสาธารณะ โดยวงจรของการเปลี่ยนผ่านนี้เริ่มต้นเมื่อโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่พัฒนาไปไกลกว่าการเป็นเพียงโครงข่ายสื่อสารพื้นฐาน แต่สามารถรองรับบริการอัจฉริยะที่ทำงานแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีเสถียรภาพ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญที่เอื้อให้เทคโนโลยี AI สามารถขยับจากระบบรวมศูนย์ไปสู่การฝังอยู่ในอุปกรณ์ แอปพลิเคชัน และบริการสาธารณะในชีวิตประจำวันได้อย่างแท้จริง

เมื่อโครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะนี้ถูกจัดวางอย่างเหมาะสม AI จะกลายเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ในวงกว้าง เกิดเป็นประสบการณ์ดิจิทัลที่ตอบสนองทันที บริการที่ชาญฉลาดยิ่งขึ้น และแนวทางการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในภาคธุรกิจและภาครัฐ ซึ่งล้วนส่งเสริมให้เกิดรูปแบบธุรกิจและบริการใหม่ที่สร้างคุณค่าไม่ใช่จากการส่งผ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่จากประสบการณ์ที่เข้าใจบริบทและมีความชาญฉลาดช่วยให้การตัดสินใจดีขึ้น และส่งผลเชิงบวกต่อผู้ใช้งานอย่างแท้จริง

เมื่อแนวทางเหล่านี้ถูกนำไปใช้จริงและขยายตัว จะนำไปสู่การเกิดขึ้นของแอปพลิเคชันที่มีผลกระทบสูง เช่น ผู้ช่วยอัจฉริยะ การสื่อสารเสมือนจริง การเดินทางอัจฉริยะ การแพทย์ทางไกล และกระบวนการอัตโนมัติในหลายภาคส่วน ซึ่งทั้งหมดนี้จะยิ่งเร่งการยอมรับและการใช้งานในวงกว้างทั้งในภาคเอกชนและภาครัฐ และแนวโน้มความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้จะย้อนกลับมากดดันโครงข่ายให้ต้องยกระดับความสามารถของตนอย่างต่อเนื่อง

ในบริบทนี้ 5G-Advanced จึงไม่ใช่เพียงการอัปเกรดความเร็วหรือความจุของเครือข่าย แต่เป็นการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานทั้งระบบ เพื่อรองรับเศรษฐกิจยุคใหม่ที่ขับเคลื่อนด้วย AI และการให้บริการสาธารณะรูปแบบใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ โดยบทบาทของภาครัฐในการกำหนดทิศทางเชิงนโยบายและการวางแผนขับเคลื่อนอย่างเป็นระบบ จะเป็นปัจจัยชี้ขาดว่า ประเทศไทยจะสามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในวัฏจักรเทคโนโลยีใหม่นี้ หรือจะต้องรอคอยโอกาสในรอบถัดไป

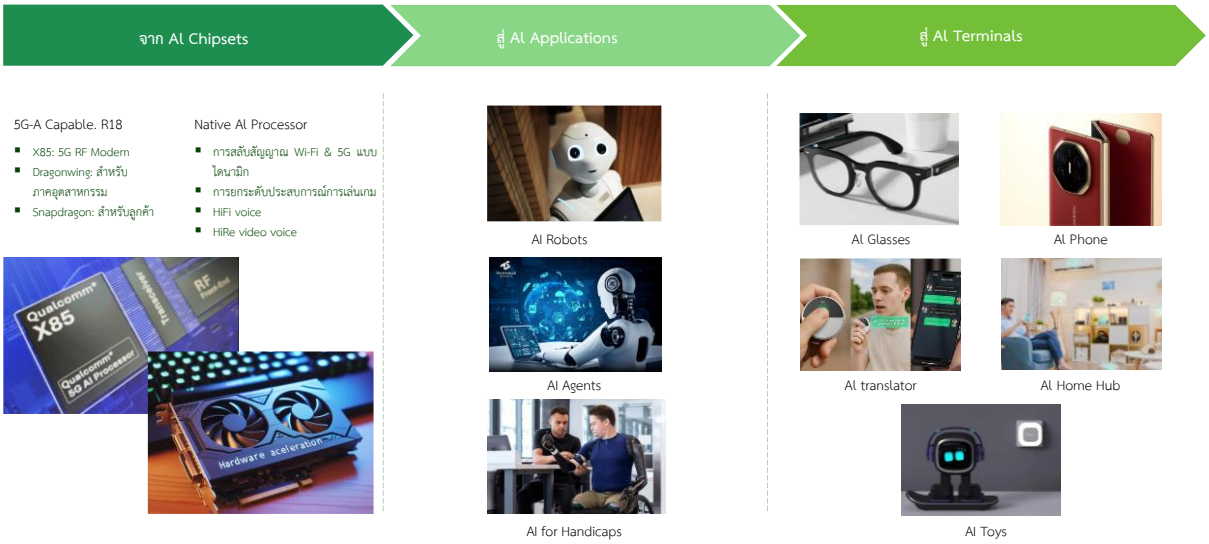


รูปที่ 3-3 การเชื่อมต่อรูปแบบใหม่: Mobile AI บน 5G-Advanced จาก Generative AI สู่ Physical AI

เมื่อปัญญาประดิษฐ์บนอุปกรณ์พกพา มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ลักษณะของการเชื่อมต่อดิจิทัลก็กำลังเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน โดยเปิดโอกาสใหม่ให้เกิดนวัตกรรมในภาคเศรษฐกิจและภาครัฐอย่างหลากหลาย จากที่เคยเป็นเพียงระบบสนับสนุนการโต้ตอบเบื้องต้น Mobile AI กำลังก้าวสู่รูปแบบที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยสามารถประมวลผลข้อมูลจากหลายช่องทาง ดำเนินการได้โดยอัตโนมัติภายในกรอบที่กำหนด และในที่สุดสามารถเชื่อมโยงกับระบบกายภาพ เช่น ยานยนต์ เครื่องจักร และหุ่นยนต์ได้ พัฒนาการในลักษณะนี้มิได้เกิดขึ้นแบบฉับพลัน หากแต่ค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มจากระบบที่สนับสนุนการสื่อสารและการสร้างเนื้อหาด้วย AI ไปสู่บริการแบบบูรณาการที่ผสานข้อมูลภาพ เสียง และบริบทแวดล้อม และต่อยอดไปสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในด้านการขนส่ง การจัดการโลจิสติกส์ และการดำเนินงานอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในแต่ละขั้นของการพัฒนานั้นจะยิ่งเพิ่มระดับความลึกซึ้งและคุณค่าของบริการดิจิทัลมากยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ยังสร้างแรงกดดันต่อโครงสร้างพื้นฐานทางโทรคมนาคมให้มีความพร้อมในด้านความเสถียร การตอบสนองที่รวดเร็ว และการเข้าถึงได้ในวงกว้าง

ในบริบทดังกล่าว เทคโนโลยี 5G-Advanced ที่ผสานเข้ากับศักยภาพของ AI จะทำให้โครงสร้างพื้นฐานทางโทรคมนาคมสามารถรองรับรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ดิจิทัลที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและสามารถขยายใช้งานได้จริงในหลายภาคส่วน นับตั้งแต่ระบบคมนาคมอัจฉริยะ การเพิ่มขีดความสามารถของแรงงาน ไปจนถึงบริการสาธารณะอัจฉริยะ สำหรับหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อให้ก้าวไปพร้อมกับเทคโนโลยี Mobile AI ทั้งนี้เพื่อให้โอกาสใหม่ ๆ ที่เกิดจากเทคโนโลยี เช่น การขนส่งอัจฉริยะ การเสริมศักยภาพแรงงาน หรือการให้บริการสาธารณะอัจฉริยะ สามารถเกิดขึ้นได้ภายในประเทศภายใต้กรอบนโยบายที่ชัดเจน และนำไปสู่ประโยชน์ร่วมกันในวงกว้างของสังคมไทย

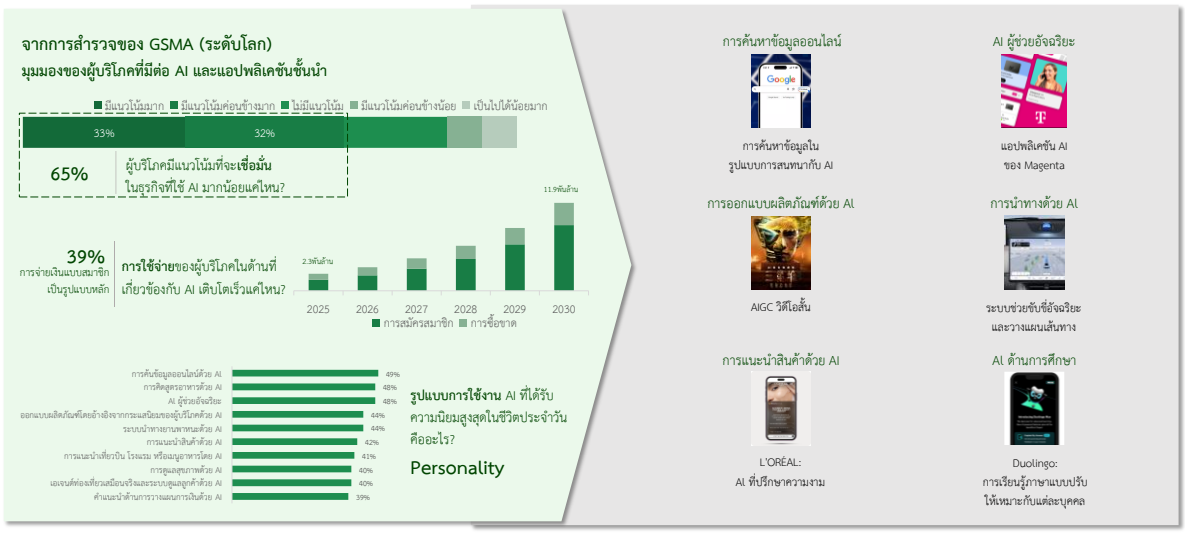
3.1.2 ปัญญาประดิษฐ์เชื่อมโยงทุกสิ่ง (AI2X: AI to Everything)



รูปที่ 3-4 การผสานชิป AI บนอุปกรณ์: การเกิดขึ้นของชิปเซ็ต AI อุปกรณ์ปลายทาง และแอปพลิเคชันใหม่

การเกิดขึ้นของแนวคิด AI2X (Artificial Intelligence to Everything) สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ในระบบนิเวศดิจิทัล จากเดิมที่การประมวลผลอยู่บนศูนย์กลาง (Centralized Platforms) สู่การฝังศักยภาพของ AI ลงในอุปกรณ์และแอปพลิเคชันที่ใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยความก้าวหน้าของชิปประมวลผล AI ในปัจจุบันช่วยให้สามารถติดตั้งความสามารถของ AI ไว้ภายในอุปกรณ์ของผู้ใช้โดยตรง ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ตโฟน อุปกรณ์สวมใส่ อุปกรณ์ภายในบ้าน หรือเครื่องมือเฉพาะทาง ซึ่งช่วยให้สามารถให้บริการที่รวดเร็ว มีความต่อเนื่อง และคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวมากยิ่งขึ้น โดยอุปกรณ์ที่รองรับการทำงานของ AI เหล่านี้ จะสนับสนุนการให้บริการในรูปแบบใหม่ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ผู้ช่วยอัจฉริยะ ตัวแทน AI เทคโนโลยีสนับสนุนการดำรงชีวิต และระบบอัตโนมัติอัจฉริยะ ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและปรับตัวตามบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง

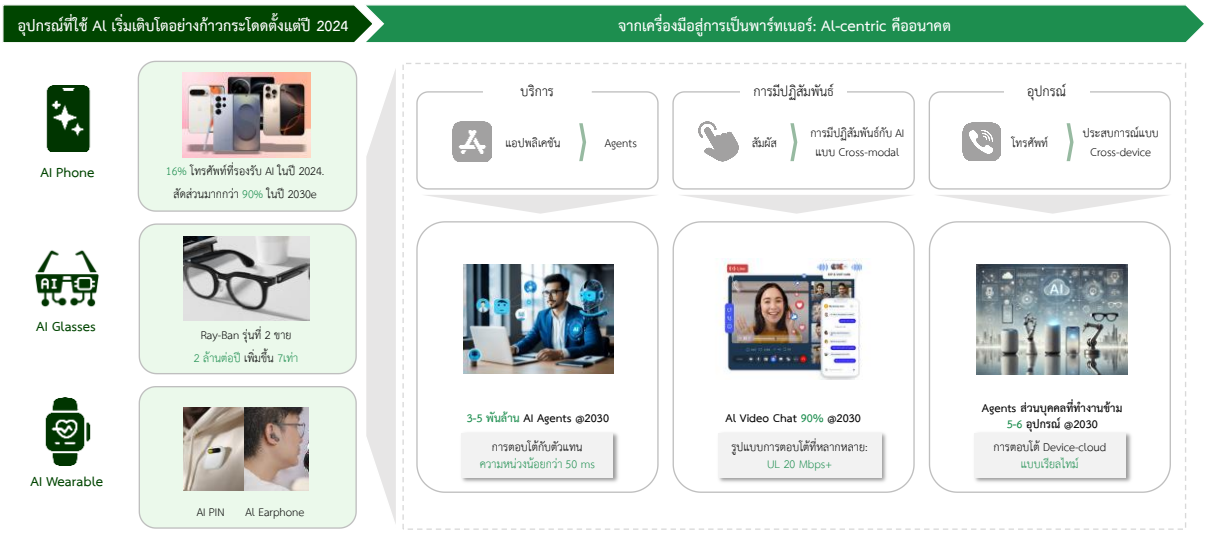
โดยแนวโน้มนี้มิได้มุ่งเน้นที่การทดแทนระบบเดิม แต่เป็นการยกระดับวิธีที่ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับบริการต่าง ๆ การสนับสนุนกระบวนการทำงาน และการตอบสนองต่อความต้องการทางสังคมและสาธารณะอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เมื่อปัญญาประดิษฐ์ถูกฝังอยู่ในอุปกรณ์และภาคส่วนต่าง ๆ มากขึ้น ความจำเป็นในการมีโครงข่ายที่สามารถเชื่อมต่อได้อย่างมีเสถียรภาพและตอบสนองได้อย่างทันท่วงทีจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญ เพื่อให้บริการเหล่านี้สามารถดำเนินไปได้อย่างปลอดภัยและมีความน่าเชื่อถือในระดับมหภาค ภายใต้บริบทนี้ เทคโนโลยี 5G-Advanced จึงทำหน้าที่เป็นรากฐานของโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศที่พร้อมรองรับการพัฒนานวัตกรรม AI2X ได้อย่างมั่นคง ซึ่งสอดรับกับบทบาทเชิงยุทธศาสตร์ของภาครัฐในการกำหนดทิศทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะ เพื่อเสริมสร้างการเติบโตอย่างทั่วถึง ยกระดับคุณภาพการให้บริการ และเพิ่มความสามารถในการฟื้นตัวของระบบเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว



รูปที่ 3-5 AI-to-Consumer: บทบาทของ AI ต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินชีวิตและการใช้จ่ายของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว

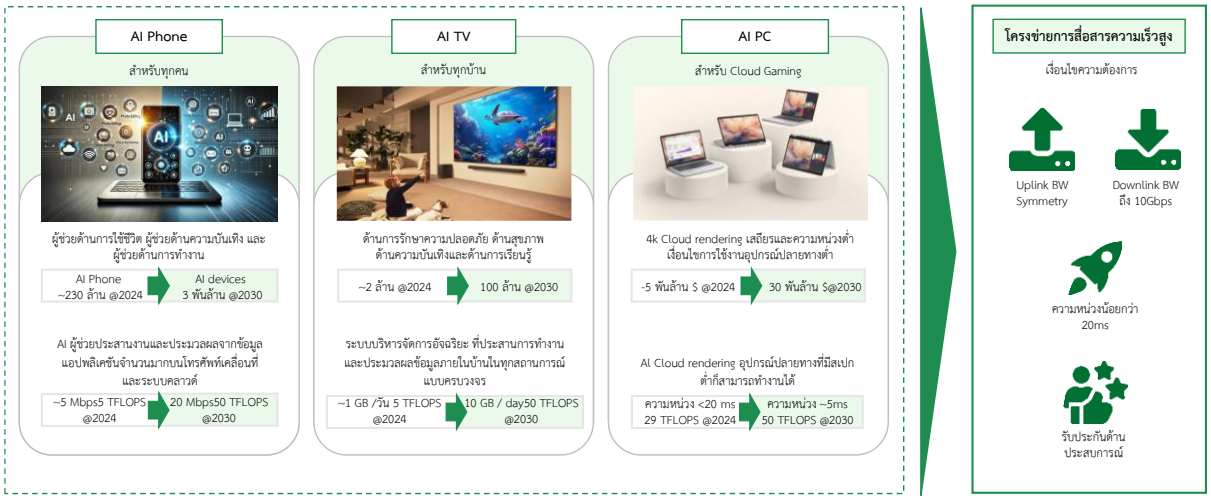
การเติบโตอย่างรวดเร็วของการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในบริการผู้บริโภค สะท้อนให้เห็นว่า AI กำลังกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันในระดับที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น โดยส่งผลต่อวิธีที่ผู้ใช้งานค้นหาข้อมูล ตัดสินใจ เรียนรู้ เดินทาง และมีปฏิสัมพันธ์กับบริการดิจิทัลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในภาพ ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในบริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI เพิ่มมากขึ้น และพร้อมที่จะใช้งานบริการเหล่านี้ในหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่ระบบค้นหาด้วยบทสนทนาผู้ช่วยอัจฉริยะ การซื้อสินค้าแบบเฉพาะบุคคล ระบบนำทางอัจฉริยะ ไปจนถึงแพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล ที่สำคัญ บริการเหล่านี้ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือดิจิทัลแยกส่วนอีกต่อไป แต่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในหลายอุปกรณ์และหลายแพลตฟอร์ม พร้อมทั้งมีความสามารถในการปรับประสบการณ์ของผู้ใช้งานแบบเรียลไทม์ ซึ่งนำไปสู่การยกระดับความคาดหวังในด้านความเสถียร การตอบสนอง และการเข้าถึงที่ครอบคลุม

การเปลี่ยนแปลงนี้ชี้ให้เห็นว่า AI-to-Consumer (AI2C) กำลังก้าวขึ้นมาเป็น "ส่วนสำคัญเชิงโครงสร้างของกิจกรรม" ของเศรษฐกิจดิจิทัลที่ความเชื่อมั่นของผู้บริโภค คุณภาพของบริการ และความสามารถของเครือข่ายในการเชื่อมต่ออย่างไร้รอยต่อ และจะกลายเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญ สำหรับหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ขั้นสูง เพื่อรองรับบริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI อย่างครอบคลุมและน่าเชื่อถือ โดยการส่งเสริมให้มีการพัฒนาและเปิดใช้งาน 5G-Advanced อย่างทันท่วงที ประเทศไทยจะสามารถวางรากฐานที่มั่นคงในการขับเคลื่อนบทบาทของ AI ที่เพิ่มขึ้นในชีวิตประจำวัน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความยืดหยุ่น มั่นคงปลอดภัย และมีการกำกับดูแลที่เหมาะสม ซึ่งจะเอื้อต่อการคุ้มครองผู้บริโภค การสร้างความครอบคลุมทางดิจิทัล และการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจในระยะยาว



รูปที่ 3-6 AI to Consumer: ประสบการณ์แบบโต้ตอบผ่านผู้ช่วย AI ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับผู้บริโภค

การเปลี่ยนผ่านสู่บริการในรูปแบบ AI-to-Consumer (AI2C) ถือเป็นพัฒนาการสำคัญภายใต้ภาพรวมของแนวโน้ม AI-to-Everything (AI2X) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการที่ปัญญาประดิษฐ์มิได้เป็นเพียงเครื่องมือดิจิทัลอีกต่อไป แต่กำลังพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ช่วยอัจฉริยะที่ทำงานอย่างต่อเนื่องและสามารถปรับให้เหมาะสมกับพฤติกรรมเฉพาะบุคคล เพื่อสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันอย่างไร้รอยต่อ ดังแสดงในภาพ อุปกรณ์ที่รองรับ AI ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์สวมใส่ หรือแว่นตาอัจฉริยะล้วนถูกออกแบบมาเพื่อทำงานร่วมกับผู้ช่วย AI โดยเฉพาะซึ่งช่วยให้สามารถโต้ตอบแบบหลากหลายรูปแบบได้อย่างเป็นธรรมชาติระหว่างบริการและอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้ช่วย AI เหล่านี้มีบทบาทสนับสนุนทั้งด้านการสื่อสาร การเรียนรู้ การนำทาง และการเพิ่มประสิทธิภาพส่วนบุคคลแบบเรียลไทม์ และกำลังปรับเปลี่ยนรูปแบบที่ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับบริการดิจิทัลอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงนี้สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มของความคาดหวังของผู้ใช้บริการ จากเดิมที่ให้ความสำคัญกับแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์เฉพาะทาง มาเป็นประสบการณ์การใช้งานที่ไร้รอยต่อ ความน่าเชื่อถือ และความไว้วางใจ ในบริบทของหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มดังกล่าวตอกย้ำถึงความสำคัญที่เพิ่มขึ้นของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศให้สามารถรองรับบริการที่มี AI เป็นศูนย์กลางได้อย่างครอบคลุม มีความเสถียร และมีความมั่นคงปลอดภัย โดยเฉพาะในบริบทของการให้บริการที่มีความเชื่อมโยงกันหลากหลายอุปกรณ์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การวางโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond) อย่างมียุทธศาสตร์จึงถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะทำให้บริการ AI-to-Consumer สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับเป้าหมายของประเทศในด้านการสร้างความครอบคลุม การยกระดับคุณภาพบริการ และการเสริมสร้างความมั่นคงของระบบเศรษฐกิจดิจิทัลในระยะยาว



รูปที่ 3-7 Cloud/AI to Home: การลดต้นทุนอุปกรณ์ควบคู่กับความต้องการด้านสมรรถนะของโครงข่ายที่เพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้ การผสานรวมปัญญาประดิษฐ์ผ่านระบบคลาวด์เข้าสู่สภาพแวดล้อมในครัวเรือนอย่างต่อเนื่องถือเป็นอีกหนึ่งมิติสำคัญของการเปลี่ยนผ่านสู่ยุค AI-to-Everything (AI2X) โดยเป็นการจัดส่งความสามารถของ AI ในรูปแบบบริการร่วมแทนที่จะฝังอยู่ในอุปกรณ์ปลายทางแต่ละชิ้นเพียงอย่างเดียว อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน เช่น โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ต่างได้รับการสนับสนุนจากทรัพยากรของคลาวด์และเครือข่าย ซึ่งช่วยลดต้นทุนของอุปกรณ์ปลายทาง ขณะเดียวกันก็ขยายขีดความสามารถในการเข้าถึงบริการอัจฉริยะ เช่น ผู้ช่วยดิจิทัล ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน การดูแลสุขภาพทางไกล การศึกษา และความบันเทิงในรูปแบบเสมือนจริง ด้วยรูปแบบนี้ทำให้ครัวเรือนสามารถใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ AI ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อนหรือมีราคาแพง ส่งผลให้บริการอัจฉริยะสามารถเข้าถึงได้ในวงกว้างและขยายผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

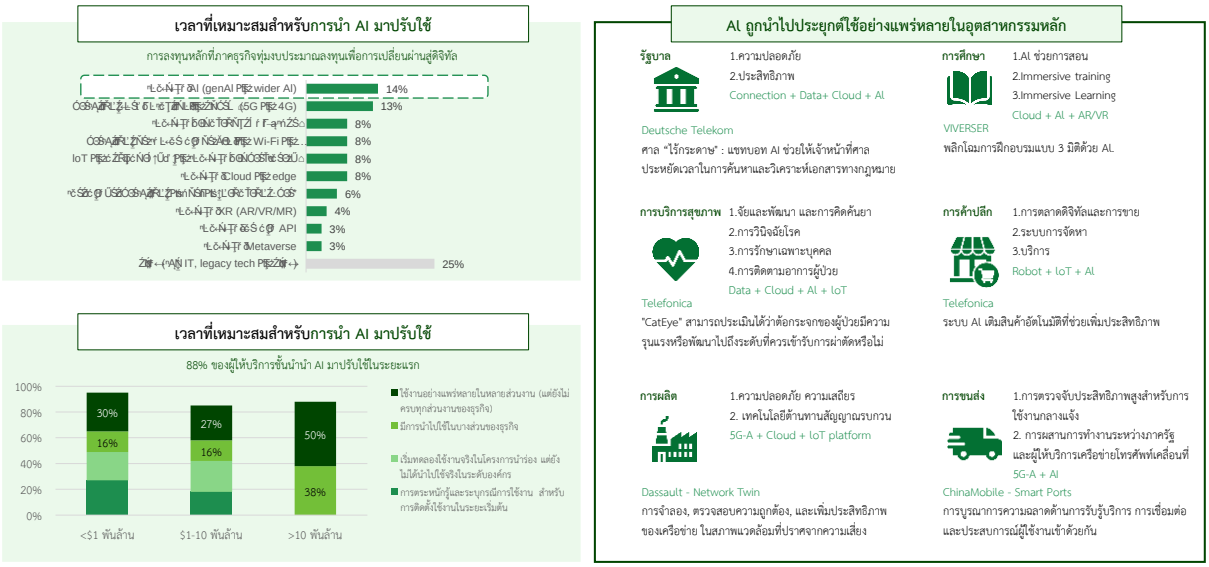
อย่างไรก็ตาม แนวโน้มดังกล่าวยังเพิ่มความคาดหวังต่อประสิทธิภาพของโครงข่าย เนื่องจากผู้ใช้งานต้องพึ่งพาการเชื่อมต่อที่มีความเสถียร รวดเร็ว และรองรับการรับส่งข้อมูลแบบสองทิศทางอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้คุณภาพของบริการเป็นไปอย่างสม่ำเสมอในทุกอุปกรณ์และแอปพลิเคชัน ดังนั้น โครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและเครือข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ขั้นสูงจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการส่งมอบบริการ AI2X ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับหน่วยงานภาครัฐ การสนับสนุนการพัฒนาโครงข่าย 5G-Advanced หรือเทคโนโลยีที่สูงกว่า และอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงยุคถัดไปจึงไม่ใช่เพียงเรื่องของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเท่านั้น หากแต่เป็นโอกาสเชิงยุทธศาสตร์ในการเปิดทางให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการอัจฉริยะได้ในราคาที่เหมาะสม ลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล และสร้างหลักประกันว่าบริการ AI ภายในบ้านจะพัฒนาอยู่ภายใต้โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของชาติที่เชื่อถือได้ มีความมั่นคง และพร้อมรับมือกับความเปลี่ยนแปลงในระยะยาว



รูปที่ 3-8 AI to Vehicle: ยานยนต์อัจฉริยะในฐานะ Smart Space

ในขณะเดียวกัน การเปลี่ยนผ่านสู่ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อการขนส่งยานยนต์ (AI-to-Vehicle: AI2V) สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาเชิงระบบของภาคการคมนาคมขนส่งที่กำลังก้าวข้ามจากการเป็นเพียงการขับขี่ ไปสู่พื้นที่อัจฉริยะและเชื่อมโยงอย่างเต็มรูปแบบภายใต้ระบบนิเวศ AI-to-Everything (AI2X) โดยยานยนต์ที่ได้รับการติดตั้งความสามารถของ AI จะไม่ถูกจำกัดความหมายไว้เพียงการเดินทางอีกต่อไป แต่จะกลายเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถสนับสนุนความปลอดภัย ประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูล และประสบการณ์ของผู้ใช้ได้แบบเรียลไทม์ ปัญญาประดิษฐ์ช่วยให้ยานยนต์สามารถให้ความช่วยเหลือผู้ขับขี่ วิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการขับขี่ที่ซับซ้อน ดำเนินงานบริการภายในยานยนต์ และเชื่อมโยงกับโครงสร้างพื้นฐานรอบข้าง ซึ่งจะส่งผลต่อการลดความแออัดของการจราจร และการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของโครงข่ายถนนในภาพรวม การพัฒนาในลักษณะนี้ยังเอื้อต่อการเปลี่ยนผ่านของระบบการเดินทางจากยานยนต์แยกส่วนไปสู่ระบบการเดินทางอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลแบบบูรณาการทั้งในระดับของยานพาหนะ โครงข่ายถนน และระบบสาธารณะโดยรวม

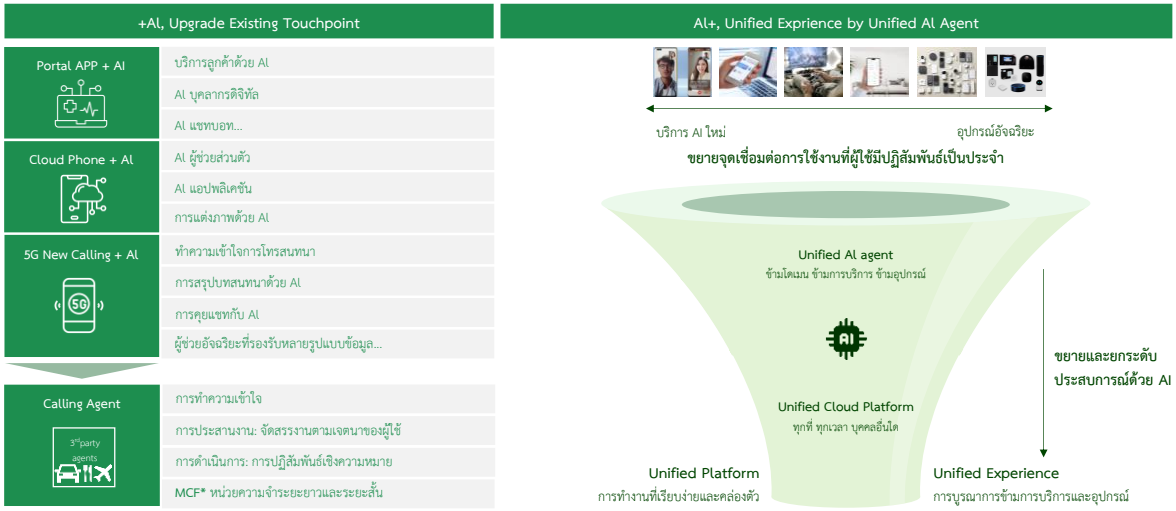
สำหรับหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนถึงความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัลและการเชื่อมต่อให้สอดรับกับระบบการเดินทางที่มีความชาญฉลาด เพื่อรองรับถนนที่ปลอดภัยมากขึ้น ลดความแออัด และเพิ่มประสิทธิภาพของบริการขนส่งในระดับประเทศ โดยในบริบทนี้ เทคโนโลยี 5G-Advanced จะมีบทบาทเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญในการสนับสนุนการเชื่อมต่อที่มีความน่าเชื่อถือ ความหน่วงต่ำ และครอบคลุมพื้นที่กว้าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ยานยนต์อัจฉริยะสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในวงกว้าง และเปิดโอกาสให้ภาครัฐสามารถกำหนดทิศทางการพัฒนาไปสู่ระบบการเดินทางแห่งชาติที่มีความชาญฉลาด ยืดหยุ่น และยั่งยืนในระยะยาว



รูปที่ 3-9 AI to Business: การลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ICT การยกระดับผลิตภาพ และผู้ให้บริการโทรคมนาคมที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

การขยายตัวอย่างรวดเร็วของระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อภาคธุรกิจ (AI-to-Business: AI2B) กำลังก้าวขึ้นมาเป็นหนึ่งในปัจจัยขับเคลื่อนหลักของการลงทุนด้านดิจิทัลและการเติบโตของผลิตภาพในภาคเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยในปัจจุบัน AI ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้แล้วในหลายภาคส่วน อาทิ ภาครัฐ การศึกษา สาธารณสุข การผลิต ค้าปลีก และการขนส่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ยกระดับคุณภาพของการให้บริการ และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงข้อมูลให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้งาน AI ดังกล่าวมิได้เกิดขึ้นแบบแยกส่วน หากแต่ต้องอาศัยการบูรณาการอย่างใกล้ชิดระหว่างข้อมูล แพลตฟอร์มคลาวด์ และโครงข่ายที่มีความมั่นคงปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างเชื่อถือได้ ในระดับมหภาค เมื่อองค์กรต่าง ๆ เริ่มฝัง AI เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการดำเนินงานหลัก ความต้องการใช้โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลขั้นสูงก็เพิ่มสูงขึ้นตาม ส่งผลให้ผู้ให้บริการโทรคมนาคมต้องเร่งปรับปรุงเครือข่ายและขีดความสามารถของบริการให้สอดคล้องกับความต้องการในยุค AI อย่างทันท่วงที

สำหรับหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มนี้สะท้อนถึงโอกาสที่เหมาะสมในการประสานการขับเคลื่อนโครงข่าย 5G-Advanced และนโยบายด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ให้สอดรับกับเป้าหมายระดับประเทศด้านผลิตภาพและขีดความสามารถในการแข่งขัน เพื่อให้การเปลี่ยนผ่านสู่ระบบเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วย AI สามารถเกิดขึ้นได้อย่างมั่นคงภายในประเทศ ภายใต้กรอบกำกับดูแลที่เหมาะสม และสามารถสร้างผลประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมทั้งในภาคเศรษฐกิจและภาครัฐได้อย่างยั่งยืน

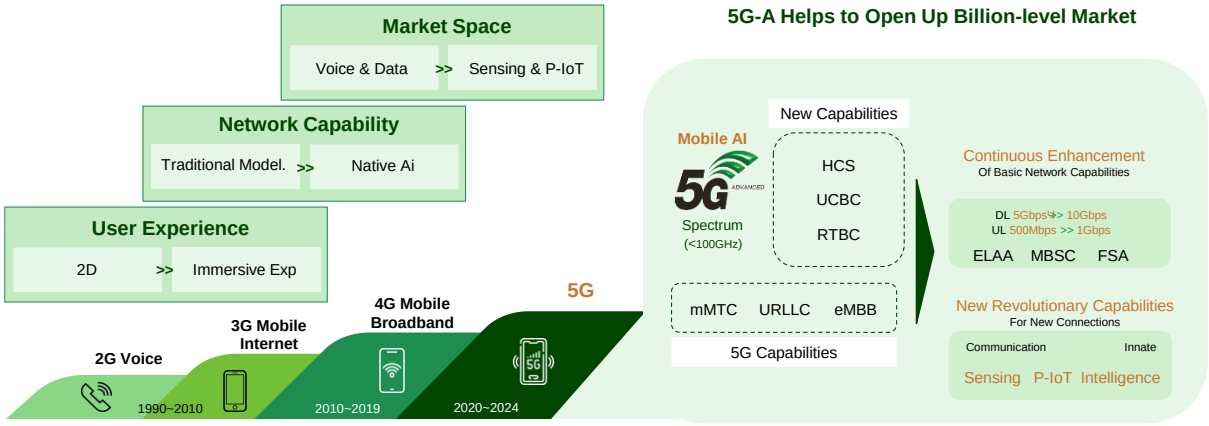


รูปที่ 3-10 AI Agent แบบรวมศูนย์ในการยกระดับ Touchpoints และประสบการณ์ของผู้ใช้งาน

การเปลี่ยนผ่านจากแนวคิด “+AI” ไปสู่ “AI+” สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในการประยุกต์ใช้ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ในบริการดิจิทัล โดยขยับจากการเพิ่มฟังก์ชัน AI ในบางจุดแบบแยกส่วน ไปสู่การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานแบบบูรณาการที่มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันมากยิ่งขึ้น ในระยะแรก AI มักถูกนำมาใช้เฉพาะจุด เช่น ระบบตอบกลับอัตโนมัติ การสื่อสาร หรือผู้ช่วยดิจิทัลเฉพาะทาง อย่างไรก็ตาม ภายใต้แนวคิด AI-to-Everything (AI2X) ที่กำลังเกิดขึ้น AI จะถูกพัฒนาให้สามารถทำงานได้อย่างไร้รอยต่อในหลากหลายบริการ อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อม โดยมีตัวแทน AI ทำหน้าที่ประสานการทำงานอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยลดความซับซ้อนทั้งในมุมของผู้ให้บริการและผู้ใช้งาน ขณะเดียวกันก็ยกระดับความต่อเนื่องของบริการ ความสามารถในการปรับแต่งเฉพาะบุคคล และประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการไปพร้อมกัน

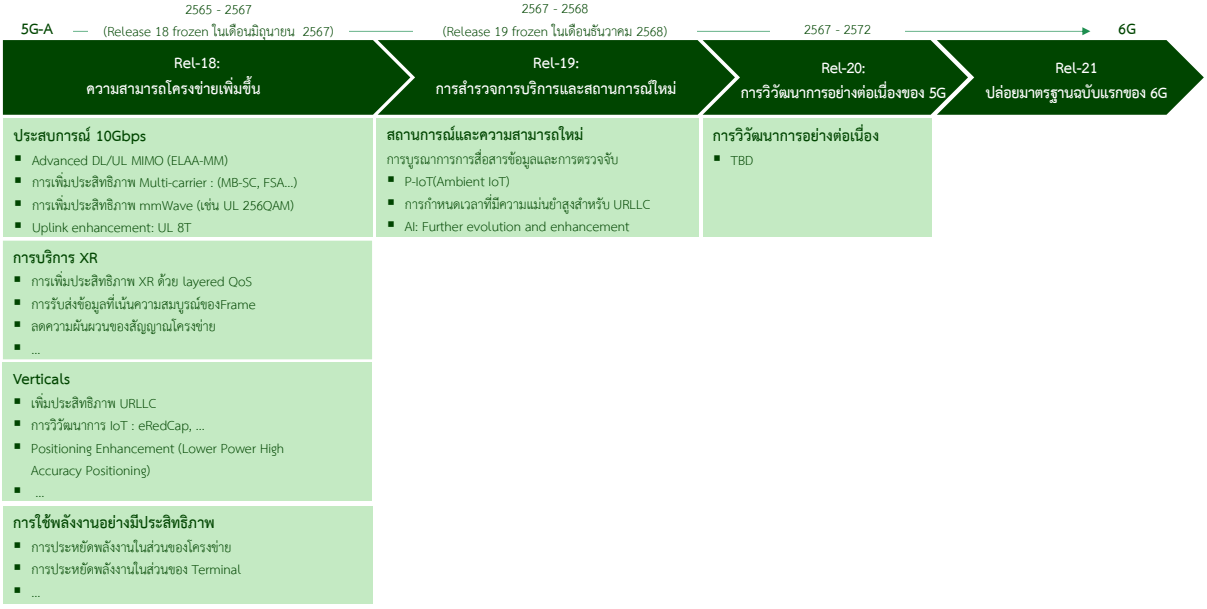
สำหรับหน่วยงานภาครัฐ แนวโน้มดังกล่าวเปิดโอกาสให้มีการยกระดับบริการสาธารณะผ่านการปรับปรุงช่องทางการสื่อสารกับประชาชนให้มีความเรียบง่าย เชื่อมโยงข้ามแพลตฟอร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้บริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI ในลักษณะที่มีความน่าเชื่อถือ สม่ำเสมอ และเป็นระบบ ในบริบทนี้ เทคโนโลยี 5G-Advanced ร่วมกับโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ จะทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบหลักที่รองรับการเชื่อมต่อและการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้สามารถให้บริการ AI แบบบูรณาการในวงกว้างได้อย่างมีเสถียรภาพ และเปิดโอกาสให้ผู้กำหนดนโยบายสามารถกำกับทิศทางการเปลี่ยนผ่านดังกล่าวให้สอดคล้องกับเป้าหมายด้านการให้บริการดิจิทัลและธรรมาภิบาลภาครัฐของประเทศได้อย่างยั่งยืน

3.2 การนำเทคโนโลยี 5G-Advanced ไปใช้ในเชิงยุทธศาสตร์



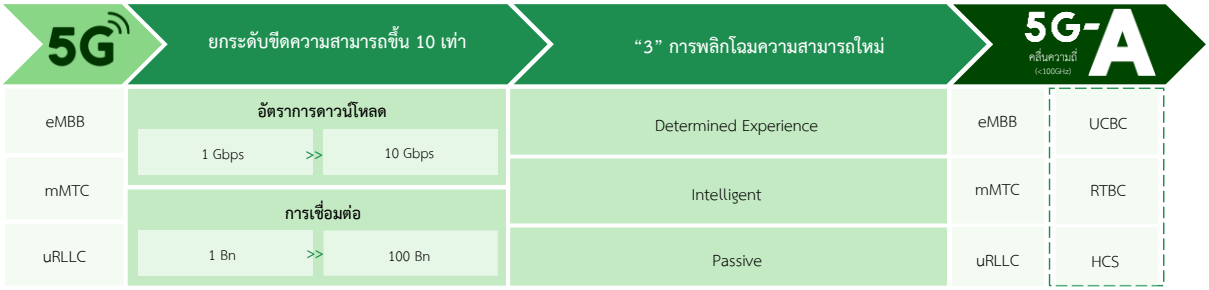
รูปที่ 3-11 5G-Advanced: ศักยภาพที่เพิ่มขึ้นสิบเท่า เพื่อปลดล็อกตลาดระดับพันล้านและขีดความสามารถใหม่ของโครงข่าย

เทคโนโลยี 5G-Advanced หรือ 5G-A ได้รับการนิยามภายใต้ข้อกำหนดทางเทคนิคของ 3GPP Release 18 และ Release 19 ซึ่งนับเป็นพัฒนาการที่สำคัญยิ่งในการยกระดับขีดความสามารถของเครือข่าย 5G โดย Release 18 ซึ่งประกาศสถานะ “Frozen” อย่างเป็นทางการในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 ได้วางรากฐานข้อกำหนดแรกของเทคโนโลยี 5G-Advanced ผ่านการต่อยอดจากเสาหลักเดิมของ 5G ได้แก่ บริการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงแบบต่อเนื่อง (eMBB) การเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมาก (mMTC) และการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำและเชื่อถือได้สูง (URLLC) พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถใหม่ ได้แก่ อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่เน้นการรับส่งข้อมูลขาขึ้น (Uplink-Centric Broadband: UCBC) อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบเรียลไทม์ (Real-Time Broadband: RTBC) และการผสานการสื่อสารกับการรับรู้สภาพแวดล้อม (Harmonized Communication and Sensing: HCS) ซึ่งทั้งหมดนี้จะรองรับการเชื่อมต่ออัจฉริยะในทุกสถานการณ์ (Full-Scenario Intelligent Connections) ครอบคลุมทั้งผู้คน ที่อยู่อาศัย อุปกรณ์ยานยนต์ และภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 3-12 3GPP Important Milestone

ในขณะที่ Release 19 ซึ่งมีกำหนดสถานะ “Frozen” ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 จะทำหน้าที่ต่อยอดจาก Release 18 ด้วยการกำหนดมาตรฐานเพิ่มเติมและยกระดับความสามารถของระบบ โดยเน้นการรองรับบริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI และแอปพลิเคชันที่มีความไวต่อความหน่วง ทั้งนี้ Release 19 จะทำหน้าที่เป็นมาตรฐานทางเทคนิคที่ชัดเจนสำหรับการพัฒนาและขยายศักยภาพของเทคโนโลยี 5G-Advanced ในประเทศไทยในระยะถัดไปได้อย่างมีทิศทางและสอดคล้องกับมาตรฐานสากล



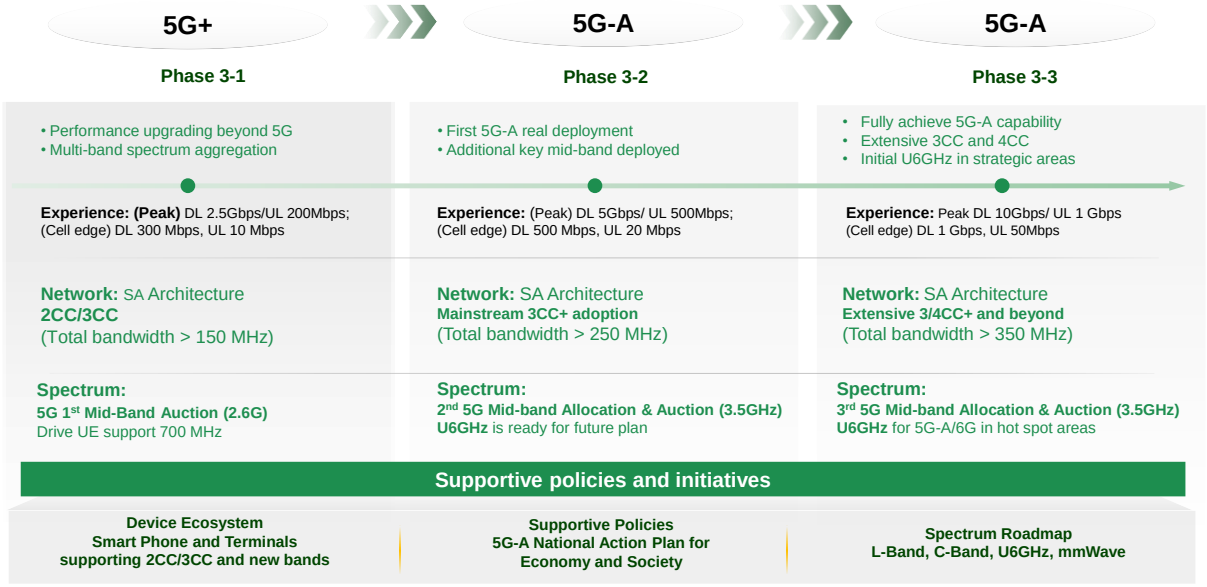
รูปที่ 3-13 5G-Advanced: การยกระดับสมรรถนะสิบเท่า และการเชื่อมต่ออัจฉริยะครอบคลุมทุกสถานการณ์

เมื่อพิจารณา แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2567 - 2571) ของสำนักงาน กสทช. แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ของ GSMA กรอบมาตรฐานของ ITU/IMT และพัฒนาการทางเทคนิคตามข้อกำหนดของ 3GPP Release 18 พบว่าการขับเคลื่อนประเทศไทยจากสถานะการให้บริการ 5G ในปัจจุบันไปสู่เทคโนโลยี 5G-Advanced สามารถกำหนดได้ว่าเป็นการพัฒนาเชิงโครงสร้างซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะสำคัญ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนผ่านของโครงข่ายอย่างไร้รอยต่อ การใช้คลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ และการยกระดับความพร้อมของประเทศในการรองรับแอปพลิเคชันที่ขับเคลื่อนด้วย AI

ในระยะที่ 3-1 ประเทศไทยจะมุ่งเน้นการเสริมความครอบคลุมของโครงข่าย 5G ทั่วประเทศให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกับการปรับปรุงประสบการณ์พื้นฐานของผู้ใช้งานให้ดีขึ้นผ่านการเพิ่มขีดความสามารถของโครงข่ายในระดับต้น โดยในระยะนี้โครงข่ายได้เริ่มสร้างรากฐานเชิงเทคนิคและระบบนิเวศที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนผ่านสู่ 5G-Advanced โดยเปลี่ยนไปสู่สถาปัตยกรรมแบบ Standalone (SA Architecture) อย่างเป็นระบบ และเริ่มมีการใช้เทคโนโลยีรวมคลื่นพาหะ (Carrier Aggregation: CA) แบบ 2 คลื่น และ 3 คลื่น (2CC/3CC) รวมถึงการเพิ่มการรองรับคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-Band) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดใน Release 18

ระยะที่ 3-2 เป็นช่วงที่ประเทศไทยจะมีการใช้เทคโนโลยีรวมคลื่นพาหะ (Carrier Aggregation: CA) แบบ 3CC+ โดยมีปริมาณคลื่นความถี่รวมมากถึง 250 MHz และมีการใช้งานร่วมกับคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid band) โดยเฉพาะในด้านการรับส่งข้อมูลขาขึ้น (Uplink) ซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้งานที่ต้องการความแม่นยำและความหน่วงต่ำ เช่น บริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI และโซลูชัน IoT ระยะนี้ถือเป็นช่วงสำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างกรณีการใช้งานที่เน้นผู้บริโภคกับการประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและองค์กร ซึ่งต้องอาศัยโครงข่ายที่มีสมรรถนะเฉพาะทางสูง ทั้งนี้ Release 19 จะมีบทบาทสำคัญในการเสริมสมรรถนะด้านดังกล่าว

ระยะที่ 3-3 ถือเป็นระยะสุดท้ายของการเปลี่ยนผ่าน ซึ่งเทคโนโลยี 5G-Advanced จะกลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลหลักของประเทศไทยในทุกมิติทางเศรษฐกิจ โดยโครงข่าย 5G-Advanced จะสามารถรองรับการนำไปใช้ในระดับองค์กรอย่างแพร่หลาย บริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI และการสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างยั่งยืนในระยะยาว ผ่านการขยายเครือข่ายแบบ SA-native การเพิ่มการใช้งานคลื่นความถี่ย่านกลาง โดยเฉพาะย่าน 3.5 GHz และการเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาไปสู่ย่านคลื่นความถี่ที่สูงขึ้น เช่น ย่าน Upper 6 GHz ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำหน้าที่เป็นรากฐานสำคัญของการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของประเทศไทยในอนาคต



รูปที่ 3-14 พัฒนาการของ 5G-Advanced และแผนงานการนำไปใช้งาน

3.2.1 ระยะที่ 3-1: การขยายโครงสร้างพื้นฐาน 5G อย่างมีรากฐาน

ระยะที่ 3-1 มุ่งเน้นการดึงศักยภาพเชิงสมรรถนะและมูลค่าทางเศรษฐกิจเพิ่มเติมจากการลงทุนโครงข่าย 5G ที่ประเทศไทยได้ดำเนินการไว้แล้ว โดยควบคู่ไปกับการเตรียมความพร้อมทั้งในระดับโครงข่ายและอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนผ่านไปสู่เทคโนโลยี 5G-Advanced ในระยะนี้ ผู้ให้บริการจะเริ่มทดสอบและติดตั้งเทคโนโลยีรวมคลื่นพาหะแบบ 2 คลื่น และ 3 คลื่น (2CC – 3CC) ในพื้นที่ที่มีปริมาณการใช้งานสูง โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความจุของโครงข่ายและยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้ในภาพรวม ระยะเริ่มต้นนี้ยังเน้นการรวมย่านความถี่หลายช่วงเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้ให้บริการสามารถปรับแต่งประสิทธิภาพของโครงข่ายได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับความพร้อมสำหรับการเข้าสู่ระบบ 5G-Advanced ในระยะถัดไป

คุณลักษณะจากประสบการณ์การใช้งาน (Experience)

- ความเร็วสูงสุดของการรับข้อมูล (Peak Downlink): 2.5 Gbps
- ความเร็วสูงสุดของการส่งข้อมูล (Peak Uplink): 200 Mbps
- ความเร็วการรับข้อมูลบริเวณขอบเซลล์ (Cell Edge Downlink): 300 Mbps
- ความเร็วการส่งข้อมูลบริเวณขอบเซลล์ (Cell Edge Uplink): 10 Mbps

คุณลักษณะของโครงข่าย (Network)

- สถาปัตยกรรมแบบ Standalone (SA Architecture)
- สนับสนุนการรวมคลื่นพาหะแบบ 2CC/3CC Carrier Aggregation (แบนด์วิดท์มากกว่า 150 MHz)

คลื่นความถี่ (Spectrum) ที่เหมาะสม

- คลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-Band) ที่ย่าน 2.6 GHz และคลื่นความถี่ 700 MHz เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ผู้ใช้

3.2.2 ระยะที่ 3-2: ความพร้อมสำหรับ 5G-Advanced

ระยะที่ 3-2 มุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยี 5G-Advanced โดยมีการนำสถาปัตยกรรมแบบ Standalone มาใช้อย่างแพร่หลาย พร้อมทั้งขยายการรวมคลื่นพาหะหลายย่านความถี่เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเครือข่าย โดยเฉพาะในด้านการส่งข้อมูล และเพื่อรองรับการให้บริการที่มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น เครือข่ายจะสามารถปรับใช้การกำหนดค่ารูปแบบ 3CC ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนผ่านสำคัญสู่เทคโนโลยี 5G-Advanced ที่มีสมรรถนะสูงขึ้น ทั้งในแง่ของบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสำหรับผู้บริโภคทั่วไปและการใช้งานระดับองค์กรและอุตสาหกรรม

คุณลักษณะจากประสบการณ์ใช้งาน (Experience)

- ความเร็วดาวน์โหลดสูงสุด (Peak Downlink): 5 Gbps
- ความเร็วอัปโหลดสูงสุด (Peak Uplink): 500 Mbps
- ความเร็วดาวน์โหลดที่ขอบเซลล์ (Cell Edge Downlink): 500 Mbps
- ความเร็วอัปโหลดที่ขอบเซลล์ (Cell Edge Uplink): 20 Mbps

คุณลักษณะของโครงข่าย (Network)

- สถาปัตยกรรมแบบ Standalone (SA Architecture)
- การใช้งาน Carrier Aggregation แบบ 3CC+ เป็นวิธีการหลัก (แบนด์วิดท์มากกว่า 250 MHz)

คลื่นความถี่ (Spectrum) ที่เหมาะสม

- คลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-Band) มีการจัดสรรและประมูลคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz
- เตรียมความพร้อมของคลื่นย่าน Upper 6 GHz สำหรับการพัฒนา 5G-Advanced ในอนาคตอย่างเต็มรูปแบบ

3.2.3 ระยะที่ 3-3: การใช้งาน 5G-Advanced อย่างเต็มรูปแบบ

ระยะที่ 3-3 สะท้อนถึงการบรรลุศักยภาพของเทคโนโลยี 5G-Advanced อย่างเต็มรูปแบบ โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการแบบครบวงจร เสริมความสามารถด้าน Uplink ให้มีประสิทธิภาพสูง และรองรับบริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI ตลอดจนแอปพลิเคชันที่ไวต่อความหน่วงเวลาได้อย่างไร้รอยต่อ โดย ณ จุดนี้ สถาปัตยกรรมแบบ Standalone จะกลายเป็นรูปแบบมาตรฐานของการให้บริการเครือข่าย เพื่อรองรับโซลูชันในระดับองค์กร ระบบ IoT และระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม

คุณลักษณะจากประสบการณ์ใช้งาน (Experience)

- ความเร็วดาวน์โหลดสูงสุด (Peak Downlink): 10 Gbps
- ความเร็วอัปโหลดสูงสุด (Peak Uplink): 1 Gbps
- ความเร็วดาวน์โหลดที่ขอบเซลล์ (Cell Edge Downlink): 1 Gbps
- ความเร็วอัปโหลดที่ขอบเซลล์ (Cell Edge Uplink): 50 Mbps

คุณลักษณะของโครงข่าย (Network)

- การติดตั้งสถาปัตยกรรมแบบ Standalone (SA) อย่างเต็มรูปแบบ
- การใช้งาน Carrier Aggregation ในลักษณะ 3CC/4CC+ อย่างแพร่หลาย (แบนด์วิดท์มากกว่า 350 MHz)

คลื่นความถี่ (Spectrum)

- คลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-Band) มีการจัดสรรและประมูลคลื่นความถี่ย่าน 3.5 GHz เพิ่มเติม
- ความพร้อมของคลื่นย่าน Upper 6GHz เพื่อรองรับการพัฒนา 5G-Advanced และเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยี 6G ในอนาคต

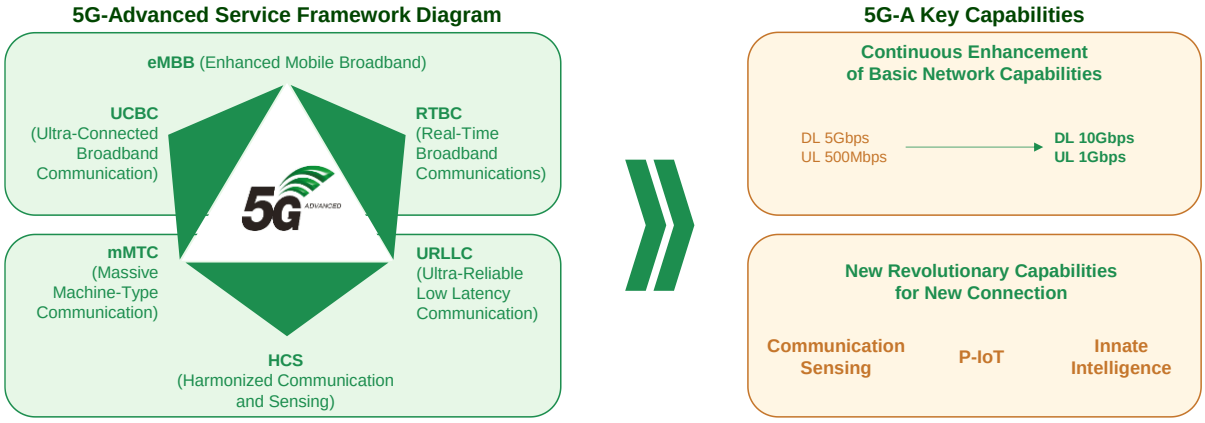
3.3 เทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-A) และคุณสมบัติด้านความสามารถเฉพาะตัว

เมื่อโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่พัฒนาก้าวข้ามมาตรฐาน 5G ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญ เทคโนโลยีในกระบวนทัศน์ใหม่ได้เกิดขึ้น นั่นคือ 5G-Advanced (หรือเรียกอีกชื่อว่า 5.5G) ซึ่งถูกนิยามโดยองค์กรกำหนดมาตรฐาน 3rd Generation Partnership Project (3GPP) ใน Release[18] และ Release[19] โดย 5G-Advanced ถือเป็นก้าวกระโดดที่สำคัญด้านขีดความสามารถของการสื่อสารไร้สาย แตกต่างจากยุค 5G ที่มุ่งเน้นกรณีใช้งานหลัก 3 รูปแบบเป็นสำคัญ โดย 5G-Advanced ได้ขยายกรอบความสามารถเป็น 6 มิติ เพื่อรองรับความต้องการที่หลากหลายและเข้มข้นขึ้นของอุตสาหกรรมสมัยใหม่[19] วิวัฒนาการครั้งนี้ไม่เพียงเป็นการปรับปรุงเครือข่าย 5G แบบค่อยเป็นค่อยไป แต่ยังเป็น “สะพานเชื่อม” ที่สำคัญไปสู่ยุค 6G ผ่านการผสานสมรรถนะที่สูงขึ้น การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ และการรองรับการประยุกต์ใช้งานรูปแบบใหม่ที่ก่อนหน้านี้แทบไม่สามารถจินตนาการได้

5G-Advanced มีจุดเด่นจากการบูรณาการ ปัญญาประดิษฐ์ (AI) อย่างลึกซึ้งในทุกชั้นของเครือข่าย การรองรับความเร็ว อัปลิงก์ (uplink) ระดับสูงมาก ความแม่นยำด้านการระบุตำแหน่งระดับเซนติเมตร และการทำให้ “การสื่อสาร” ทำงานร่วมกับ “การรับรู้/ตรวจจับ (sensing)” ได้อย่างสอดประสาน [1] กรอบความสามารถของเทคโนโลยีครอบคลุมทั้ง Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra-Reliable Low Latency Communication (URLLC), Massive Machine-Type Communication (mMTC), Ultra-Connected Broadband Communication (UCBC), Real-Time Broadband Communications (RTBC) และ Harmonized Communication and Sensing (HCS)[20] โดยเมื่อรวมกันแล้ว ความสามารถเหล่านี้จะก่อให้เกิดระบบนิเวศที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพสูง รองรับตั้งแต่ประสบการณ์โลกเสมือนจริงแบบดื่มด่ำ (immersive VR) ไปจนถึงยานยนต์อัตโนมัติ และการผลิตอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำสูงในระดับโรงงาน (Precision industrial manufacturing)

[19] Lin, X., et al. (2023). The Bridge Toward 6G: 5G-Advanced Evolution in 3GPP Release 19. IEEE Communications Magazine, 61(9), 28-35. Available at: https://arxiv.org/pdf/2312.15174.pdf
[20] ITU-R. (2025). Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond. ITU-R Report M.[IMT.FUTURE]. Retrieved from: https://www.itu.int/en/ITU-R/

3.3.1 เทคโนโลยีของ 5G-Advanced ทั้ง 6 มิติ



รูปที่ 3-15 เทคโนโลยีของ 5G-Advanced ทั้ง 6 มิติ

3.3.1.1 Enhanced Mobile Broadband (eMBB)

Enhanced Mobile Broadband (eMBB) คือวิวัฒนาการของบริการสื่อสารไร้สายที่มุ่งตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานทั่วไป (consumer-facing) โดยต่อยอดจากพื้นฐาน eMBB ในยุค 5G เดิม ในบริบทของ 5G-Advanced นั้น eMBB มีศักยภาพในการให้ความเร็วรับ-ส่งข้อมูล (data throughput) สำหรับผู้ใช้งานรายบุคคล มากกว่า 1 กิกะบิตต่อวินาที (Gbps) และในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ความเร็วสูงสุดตามทฤษฎีอาจแตะระดับ 10 Gbps หรือมากกว่า[21] ซึ่งถือเป็นการยกระดับสมรรถนะเหนือเครือข่าย LTE แบบเดิมราว 10 เท่า และเปิดโอกาสให้เกิดแอปพลิเคชันรูปแบบใหม่ที่ต้องการ “ความเร็วสูงต่อเนื่อง” ในการใช้งานจริง

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Enhanced Mobile Broadband (eMBB)

ผลกระทบเชิงบวกที่เห็นได้ชัดของ eMBB ที่พัฒนามากขึ้น จะเห็นได้ชัดในชีวิตดิจิทัลปัจจุบัน ตัวอย่างสำคัญคือ Fixed Wireless Access (FWA) หรืออินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ผ่านโครงข่ายไร้สายที่ให้บริการแก่บ้านเรือนและธุรกิจได้โดยไม่ต้องลากสายไฟเบอร์ถึงสถานที่ใช้งาน ทำให้ FWA มีศักยภาพยกระดับจากเทคโนโลยีเฉพาะกลุ่มไปสู่การเป็นทางเลือกโครงสร้างพื้นฐานหลักได้มากขึ้น นอกจากนี้ การสตรีมวิดีโอความละเอียดสูงระดับ 4K และ 8K จะลื่นไหลและเชื่อถือได้มากขึ้น โดยมีการหยุดชะงักหรือความล่าช้าในการรับส่งข้อมูล (buffering) น้อยมาก แม้ในสภาพสัญญาณที่ไม่สมบูรณ์นัก[22] อีกทั้งการสร้างคอนเทนต์วิดีโอผ่านมือถือ โดยเฉพาะบนแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย จะสามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น (democratized) เพราะผู้สร้างคอนเทนต์ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีต้นทุนสูงเพื่อผลิตผลงานคุณภาพระดับงานออกอากาศบนอุปกรณ์พกพา ขณะเดียวกัน แอปพลิเคชัน Virtual Reality (VR) และ Augmented

[21] 3GPP. (2024-2025). Release 19 Specifications. Official 3GPP Standards Documentation. Retrieved from: https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-19
[22] ITU-R. (2025). Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond. ITU-R Report M.[IMT.FUTURE]. Retrieved from: https://www.itu.int/en/ITU-R/

Reality (AR) ที่เคยมีปัญหาหน่วงจนทำให้เวียนหัวหรือเกิดภาพผิดเพี้ยน จะสามารถมอบประสบการณ์ที่ลื่นไหลและสมจริงมากขึ้น เช่น รองรับการทำงานที่อัตรา 90 เฟรมต่อวินาทีหรือสูงกว่า[23]

นอกเหนือจากความบันเทิง eMBB ใน 5G-Advanced ยังช่วยให้เกิดการประยุกต์ใช้ในภาควิชาชีพที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้น เช่น การแพทย์ทางไกล (telemedicine) ที่รองรับการปรึกษาผ่านวิดีโอความละเอียดสูงและการส่งภาพทางการแพทย์คุณภาพระดับมาตรฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประมวลผลและเรนเดอร์บนคลาวด์ช่วยให้อุปกรณ์ปลายทางที่มีทรัพยากรจำกัด สามารถทำงานด้านการแสดงผล/ภาพที่ซับซ้อนได้ โดยย้ายภาระการประมวลผลไปยังโหนด edge computing เมื่อผสาน “แบนด์วิดท์สูง” เข้ากับ “ความหน่วงต่ำ” จะทำให้การทำงานร่วมกันหลายคนพร้อมกันในสภาพแวดล้อมเสมือน (virtual environments) เป็นไปอย่างสอดประสาน และสนับสนุนการทำงานระยะไกลที่มีลักษณะใกล้เคียงกับการปฏิสัมพันธ์แบบพบหน้ามากยิ่งขึ้น

[23] Lin, X., et al. (2023). The Bridge Toward 6G: 5G-Advanced Evolution in 3GPP Release 19. IEEE Communications Magazine, 61(9), 28-35. Available at: https://arxiv.org/pdf/2312.15174.pdf

3.3.1.2 Ultra-Reliable Low Latency Communication (URLLC)

URLLC เป็นหนึ่งในกรณีใช้งานหลักของ 5G ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น แต่ในยุค 5G-Advanced ความสามารถของ URLLC ถูกยกระดับให้รองรับงานแบบ “ภารกิจสำคัญ” (mission-critical) ที่ต้องการความแม่นยำและความปลอดภัยสูงมากยิ่งขึ้น URLLC มีคุณสมบัติที่ดีทั้ง ความหน่วงต่ำระดับต่ำกว่า 1 มิลลิวินาที (หมายถึงเวลาหน่วงแบบต้นทางถึงปลายทาง end-to-end น้อยกว่า 1 มิลลิวินาที) ควบคู่กับความเชื่อถือได้ร้อยละ 99.999 หรือกล่าวได้ว่า จะเกิดความล้มเหลวไม่เกิน 1 ครั้งต่อ 100,000 การส่งข้อมูล ตัวเลขเหล่านี้สะท้อนมาตรฐานที่เข้มงวดของระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยโดยตรง ซึ่ง “ความผิดพลาด” ไม่ได้แค่สร้างความไม่สะดวก แต่สามารถนำไปสู่ผลกระทบรุนแรงได้

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Ultra-Reliable Low Latency Communication (URLLC)

อุตสาหกรรม ยานยนต์ไร้คนขับ (autonomous vehicles) พึ่งพาความสามารถของ URLLC อย่างยิ่ง ไม่ว่าจะเป็นกรณี ควบคุมรถจากระยะไกล หรือ การขับขี่แบบประสานงานร่วมกัน (cooperative driving) ที่รถหลายคันต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลจากเซนเซอร์และประสานการเคลื่อนที่ร่วมกัน ความหน่วงและความเชื่อถือได้จึงเป็นเงื่อนไขที่ “ยอมต่อรองไม่ได้” ตัวอย่างเช่น หากมีความล่าช้า 100 มิลลิวินาที ในการรับข้อมูลเซนเซอร์สำคัญจากรถอีกคันหนึ่ง อาจเป็นตัวแปรที่ทำให้ “หลบหลีกได้ทัน” กับ “เกิดการชน” แตกต่างกัน[24] URLLC ของ 5G-Advanced ช่วยให้ข้อมูลจากรถรอบข้าง โครงสร้างพื้นฐานจราจร และระบบนำทางบนคลาวด์ถูกส่งถึงอย่างรวดเร็วและมั่นใจเพียงพอ เพื่อสนับสนุนการขับขี่อัตโนมัติอย่างปลอดภัย แม้ในสภาวะความเร็วสูงบนทางหลวง

อีกหนึ่งกรณีที่เด่นชัดคือ การผ่าตัดทางไกล (remote surgery) ศัลยแพทย์ซึ่งอยู่ห่างออกไปหลายพันกิโลเมตรในศูนย์การแพทย์ขนาดใหญ่ สามารถทำหัตถการที่ละเอียดอ่อนกับผู้ป่วยในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ขาดแคลนบริการได้ โดยมีระบบ haptic feedback ช่วยให้แพทย์ “รับรู้ความต้านทานและสัมผัสของเนื้อเยื่อ” ผ่านเครื่องมือ ความหน่วงที่ต่ำมากเป็นเงื่อนไขสำคัญ เพื่อให้การสั่งการและการตอบสนองเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดอาการหน่วงหรือล่าช้าที่อาจทำให้ความแม่นยำในการผ่าตัดลดลง ในทำนองเดียวกัน การควบคุมอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงสูงจากระยะไกล เช่น หุ่นยนต์อุตสาหกรรมในพื้นที่ปนเปื้อน เครื่องจักรเหมือนในปล่องที่ไม่เสถียร หรือหุ่นยนต์ซ่อมบำรุงในโครงสร้างพื้นฐานอันตราย ล้วนต้องอาศัย URLLC เพื่อให้การควบคุมมีความตอบสนองฉับไว จนผู้ปฏิบัติงานรู้สึกว่า “ควบคุมได้เสมือนปฏิบัติงาน ณ สถานที่จริง” และปลอดภัย

ในภาคระบบอัตโนมัติและการผลิตอุตสาหกรรม URLLC ก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน เช่น หุ่นยนต์ทำงานร่วมกับมนุษย์ (collaborative robots) ต้องตอบสนองต่อข้อมูลจากเซนเซอร์ทันทีเพื่อป้องกันอันตรายต่อพนักงาน ขณะที่ระบบอัตโนมัติในโรงงานที่ต้องประสานการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรหลายตัวต้องการความหน่วงแบบ “คงที่และคาดการณ์ได้” (deterministic latency) เพื่อคงจังหวะการผลิตให้สอดคล้องกัน นอกจากนี้ ความสามารถด้าน Network Slicing ใน 5G-Advanced ยังช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถ “สงวนทรัพยากรเครือข่าย” ไว้เฉพาะสำหรับงานภารกิจสำคัญได้ ทำให้ประสิทธิภาพ URLLC ได้รับการรับประกัน แม้ในช่วงที่เครือข่ายทั่วไปมีความหนาแน่นหรือแออัด[25]

---

[24] 3GPP. (2024-2025). Release 19 Specifications. Official 3GPP Standards Documentation. Retrieved from: https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-19

[25] Lin, X., et al. (2023). The Bridge Toward 6G: 5G-Advanced Evolution in 3GPP Release 19. IEEE Communications Magazine, 61(9), 28-35. Available at: https://arxiv.org/pdf/2312.15174.pdf

3.3.1.3 Massive Machine-Type Communication (mMTC)

Massive Machine-Type Communication (mMTC) ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการเติบโตแบบก้าวกระโดดของอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) จากเดิมในยุค 5G นั้น mMTC มุ่งเน้นการเชื่อมต่อเซนเซอร์จำนวนมากที่ส่งข้อมูลในปริมาณไม่มาก แต่ในยุค 5G-Advanced นี้ mMTC ได้ขยายขีดความสามารถให้ก้าวไปไกลขึ้นด้วยการปรับปรุงทางเทคโนโลยีหลายด้าน มาตรฐานรองรับความหนาแน่นของการเชื่อมต่อ มากกว่า 1 ล้านอุปกรณ์ต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ขณะที่อุปกรณ์แต่ละชิ้นใช้พลังงานต่ำมาก ด้วยเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพแบตเตอรี่ขั้นสูง และการรองรับอุปกรณ์ประเภท Reduced Capability (RedCap)

การนำ mMTC ไปใช้งานจริงสามารถ “เปลี่ยนโฉม” หลายอุตสาหกรรมได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น เมืองอัจฉริยะ (Smart City) ที่ติดตั้งเซนเซอร์สิ่งแวดล้อมเพื่อวัดคุณภาพอากาศ ระดับเสียง และสภาพอากาศ จะสามารถเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปใช้ประกอบการวางผังเมืองและตัดสินใจด้านสาธารณสุขได้แม่นยำขึ้น ในภาคเกษตร ระบบ IoT เพื่อการเกษตร ที่ติดตั้งกระจายทั่วพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ สามารถติดตามความชื้นในดิน อุณหภูมิ และระดับสารอาหารได้ละเอียดมากขึ้น ช่วยให้เกิดเกษตรแม่นยำ (Precision Agriculture) ที่ปรับการใช้น้ำ ปุ๋ย และสารป้องกันศัตรูพืชให้เหมาะสม ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นควบคู่กับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Massive Machine-Type Communication (mMTC)

ในภาคอุตสาหกรรม Industrial IoT นำ mMTC เข้าสู่โรงงานผลิต โดยติดตั้งเซนเซอร์กับเครื่องจักรเพื่อเฝ้าระวังรูปแบบการสั่น อุณหภูมิ และค่าการทำงานต่าง ๆ เพื่อคาดการณ์ความต้องการซ่อมบำรุง “ก่อนเครื่องเสียจริง” (predictive maintenance) แนวทางนี้ช่วยลดการหยุดชะงักแบบไม่คาดคิด และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การมองเห็นห่วงโซ่อุปทาน (supply chain visibility) ยังดีขึ้น เมื่อสินค้าในเครือข่ายการกระจายสามารถถูกติดตามผ่านเซนเซอร์ IoT พลังงานต่ำ ทำให้บริหารสต็อกแบบเรียลไทม์ และตอบสนองต่อความเสี่ยงหรือการสะดุดของซัพพลายได้รวดเร็วขึ้น[26]

ด้านพลังงาน ระบบ โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ใช้ mMTC เพื่อสร้างเครือข่ายไฟฟ้าที่ตอบสนองต่อความต้องการ (demand-responsive) โดยมีทรัพยากรพลังงานแบบกระจายจำนวนมหาศาล เช่น โซลาร์รูฟ ระบบกักเก็บพลังงาน (แบตเตอรี่) และเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าสามารถประสานการทำงานกันแบบเรียลไทม์ การประสานนี้ช่วยเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน พร้อมคงเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าไว้ได้[2] ขณะเดียวกัน อุปกรณ์สวมใส่เพื่อเฝ้าระวังสุขภาพ (wearables) สามารถส่งข้อมูลสัญญาณชีพอย่างต่อเนื่องไปยังผู้ให้บริการทางการแพทย์ ช่วยตรวจพบความผิดปกติได้เร็วขึ้น และสนับสนุนการดูแลผู้ป่วยโรคเรื้อรังโดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานพยาบาลตลอดเวลา

[26] 3GPP. (2024-2025). Release 19 Specifications. Official 3GPP Standards Documentation. Retrieved from: https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-19

ความมีประสิทธิภาพของ mMTC ในยุค 5G-Advanced เกิดจากการใช้คลื่นความถี่ได้คุ้มค่าขึ้น ความซับซ้อนของอุปกรณ์ลดลง และแบตเตอรี่ใช้งานได้นานขึ้น อุปกรณ์ mMTC บางประเภทสามารถทำงานได้ ยาวนานถึง 10 ปีหรือมากกว่า ด้วยแบตเตอรี่เพียงชุดเดียว[27] คุณลักษณะเหล่านี้ทำให้การติดตั้ง IoT ในระดับ “มหาศาล” คุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์มากขึ้น จากที่เคยทำได้ยากหรือไม่คุ้มในอดีต และช่วยเร่งการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในแทบทุกภาคอุตสาหกรรมอย่างเป็นรูปธรรม

3.3.1.4 Ultra-Connected Broadband Communication (UCBC)

โดยทั่วไป การออกแบบเครือข่ายในอดีตมักให้ความสำคัญกับ ความจุขาลง (downlink: เครือข่ายไปยังอุปกรณ์) เป็นหลัก ขณะที่ ความจุขาขึ้น (uplink: อุปกรณ์ไปยังเครือข่าย) ถูกมองเป็นเรื่องรอง แต่ UCBC (Ultra-Connected Broadband Communication) เข้ามา “ปรับสมดุล” แนวคิดนี้ใหม่อย่างมีนัยสำคัญ โดยทำให้ความเร็วอัปลิงก์สามารถเพิ่มขึ้นถึง 500 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือสูงกว่า และในสภาพการติดตั้งที่เหมาะสมและปรับจูนเครือข่ายอย่างดี ความเร็วรวมของโครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่อาจเกิน 1 กิกะบิตต่อวินาที (Gbps) ได้ ซึ่งถือเป็นการพัฒนาที่ดีขึ้นราว 10 เท่า เมื่อเทียบกับอัตราอัปลิงก์ของ 5G แบบทั่วไป และทำให้เกิดกลุ่มแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ที่ก่อนหน้านี้แทบเป็นไปไม่ได้

ผลกระทบต่อการสร้างคอนเทนต์ถือว่า “เปลี่ยนเกม” อย่างชัดเจน ผู้ถ่ายวิดีโอที่ใช้อุปกรณ์มือถือสามารถส่งวิดีโอความละเอียดสูงแบบเรียลไทม์ได้ โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ถ่ายทอดสดราคาแพงหรือเชื่อมต่อไฟเบอร์โดยตรง เหตุการณ์ถ่ายทอดสด เช่น คอนเสิร์ต การแข่งขันกีฬา หรือเหตุการณ์ฉุกเฉิน สามารถถูกบันทึกและถ่ายทอดไปยังผู้ชมทั่วโลกได้แม้สร้างโดยผู้สร้างคอนเทนต์รายบุคคล ทำให้ “ศักยภาพการออกอากาศ” กระจายสู่คนทั่วไปมากขึ้น นอกจากนี้ บริษัทผลิตภาพยนตร์และรายการโทรทัศน์ยังสามารถส่งสัญญาณวิดีโอระดับ 4K และ 8K จากพื้นที่ห่างไกลกลับไปยังศูนย์ตัดต่อได้ด้วยความเร็วเพียงพอสำหรับการตรวจสอบคุณภาพและการตัดต่อที่ใกล้เคียงเวลาจริง

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Ultra-Connected Broadband Communication (UCBC)

แอปพลิเคชันด้าน Machine Vision ก็พึ่งพาความสามารถอัปลิงก์อย่างมาก เช่น ระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้าในโรงงานที่ใช้กล้องความละเอียด 4K หรือสูงกว่า ต้องส่งภาพรายละเอียดสูงไปยังระบบประมวลผลบนคลาวด์เพื่อวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ หุ่นยนต์ตรวจสอบอัตโนมัติที่เคลื่อนที่ภายในสถานประกอบการต้องส่งสตรีมวิดีโออย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญติดตามและวิเคราะห์จากระยะไกล ขณะเดียวกัน ระบบ Augmented Reality (AR) ที่ซ้อนข้อมูลดิจิทัลบนสภาพแวดล้อมจริง ต้องอาศัยการส่งภาพจากกล้องของอุปกรณ์ไปยังคลาวด์แบบเรียลไทม์ เพื่อทำการรู้จำภาพและทำความเข้าใจฉาก (scene understanding)

[27] Lin, X., et al. (2023). The Bridge Toward 6G: 5G-Advanced Evolution in 3GPP Release 19. IEEE Communications Magazine, 61(9), 28-35. Available at: https://arxiv.org/pdf/2312.15174.pdf

แนวคิด Cloud Robotics ซึ่งคือการย้าย “สมองของหุ่นยนต์” ไปประมวลผลบนคลาวด์แทนการใส่ฮาร์ดแวร์ประมวลผลราคาแพงไว้ในตัวหุ่นยนต์ จะเริ่มใช้งานได้จริงมากขึ้นเมื่อมี UCBC หุ่นยนต์ในโรงงานสามารถส่งข้อมูลจากเซนเซอร์และสตรีมวิดีโอไปยังเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้โมเดล Machine Learning วิเคราะห์และส่งคำสั่งควบคุมกลับมา ทำให้หุ่นยนต์มีพฤติกรรมที่ซับซ้อนได้ โดยไม่ต้องลงทุนฮาร์ดแวร์ในตัวเครื่องมาก สถาปัตยกรรมลักษณะนี้ยังช่วยให้การพัฒนาความสามารถของหุ่นยนต์ทำได้รวดเร็ว ผ่านการอัปเดตซอฟต์แวร์ แทนการเปลี่ยนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ใหม่

ในเชิงเทคนิค ความสำเร็จที่ทำให้ UCBC เกิดขึ้นได้ มาจากหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น การส่งสัญญาณแบบหลายเสาอากาศจากอุปกรณ์มือถือ (multi-antenna uplink) รูปแบบการมอดูเลชันที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และการบริหารจัดการคลื่นความถี่อย่างชาญฉลาด อุปกรณ์ที่มีเสาอากาศส่งหลายตัวสามารถส่งข้อมูลหลายสตรีมพร้อมกัน ทำให้เพิ่มอัตราส่งข้อมูลได้มาก นอกจากนี้ การใช้คลื่นแบบ Dynamic Spectrum Sharing ยังเปิดให้เครื่องที่รองรับ UCBC ใช้คลื่นที่เดิมอาจถูกจัดสรรไว้ให้บริการอื่นได้ “ชั่วคราว” ในช่วงที่คลื่นว่าง เทคโนโลยีเหล่านี้รวมกันจนเกิดสภาพที่ ความสามารถอัปลิงก์ใกล้เคียงดาวน์ลิงก์ ซึ่งถือเป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างจากแนวคิดการออกแบบเครือข่ายสื่อสารเคลื่อนที่แบบดั้งเดิมอย่างแท้จริง

3.3.1.5 Real-Time Broadband Communications (RTBC)

Real-Time Broadband Communications (RTBC) ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับความต้องการเฉพาะของการใช้งานกลุ่ม Extended Reality (XR) ได้แก่ Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) และ Mixed Reality (MR) รวมถึงความสามารถใหม่ ๆ ที่กำลังเกิดขึ้น เช่น จอภาพโฮโลกราฟิก (holographic displays) โดย RTBC มุ่งเน้น “การรับประกัน” สมรรถนะของเครือข่ายให้รองรับการใช้งานเหล่านี้ได้จริง ทั้งในด้าน ความเร็วรับ-ส่งข้อมูลระดับประมาณ 10 กิกะบิตต่อวินาที (Gbps) ความหน่วงต่ำมาก (ultra-low latency) ซึ่งโดยทั่วไปอยู่ในระดับ หลักหน่วยมิลลิวินาที และอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ต (packet loss) ที่ ต่ำมากและคงที่

ระบบการมองเห็นของมนุษย์ไวต่อความหน่วงและความผิดเพี้ยนของการเคลื่อนไหวอย่างมาก ในแอปพลิเคชัน VR หากเพิ่มความหน่วงขึ้นเพียง 20 มิลลิวินาที ผู้ใช้จะเริ่มรู้สึกถึงอาการ “ภาพตามไม่ทัน” เมื่อหันศีรษะ ทำให้ความรู้สึกสมจริงลดลง และอาจทำให้บางคนเกิดอาการเวียนหัวหรือเมารถเมาเรือ (motion sickness) ได้ ส่วนจอภาพโฮโลกราฟิกที่แสดงภาพสามมิติของผู้ร่วมประชุมจากระยะไกลต้องประมวลผลและแสดงผลวิดีโอความละเอียดสูงหลายสตรีมพร้อมกัน ซึ่งต้องใช้ทั้งแบนด์วิดท์และพลังประมวลผลในระดับที่เครือข่ายแบบเดิมรองรับได้ไม่เพียงพอ

RTBC ในยุค 5G-Advanced ทำให้เกิดการใช้งานทั้งในระดับผู้บริโภคและระดับวิชาชีพที่ก่อนหน้านี้ทำได้ยากหรือแทบเป็นไปไม่ได้ ตัวอย่างเช่น บุคลากรทางการแพทย์สามารถ “เข้าร่วม” การผ่าตัดที่อยู่ห่างไกลผ่านการปรากฏตัวแบบโฮโลกราฟิก เห็นพื้นที่ผ่าตัดเป็นภาพสามมิติ และเลือกมุมมองที่เหมาะสมได้ โดยไม่ต้องเข้าไปอยู่ในห้องผ่าตัดที่ต้องควบคุมความปลอดเชื้อจริง ทีมวิศวกรที่ทำงานอยู่คนละสถานที่สามารถร่วมกันพัฒนาแบบออกแบบสามมิติในพื้นที่ทำงานเสมือนร่วมกัน โดยแต่ละคนเห็นภาพโฮโลกราฟิกขนาดเท่าจริงของเพื่อนร่วมทีมที่อยู่ไกล และเห็นแบบจำลองงานออกแบบร่วมกันแบบเรียลไทม์ ภาคบันเทิงและการศึกษาก็ได้รับประโยชน์เช่นเดียวกัน ผ่านการฝึกอบรมแบบสมจริงและการเรียนทางไกลที่ใช้ VR สร้าง “ความรู้สึกเหมือนได้อยู่ในสถานที่จริง” และมีส่วนร่วมมากกว่าวิดีโอคอนเฟอเรนซ์แบบเดิม

ในเชิงเทคนิค RTBC ต้องการ ความเร็วขาขึ้นและขาลงที่ใกล้เคียงกัน (symmetrical uplink/downlink) เพราะหลายกรณีใช้งานแบบสมจริงต้องส่งข้อมูลความละเอียดสูง “สองทาง” อย่างต่อเนื่อง อีกทั้ง ความหน่วงต้องคงที่และคาดการณ์ได้ ไม่ใช่แค่มีค่าเฉลี่ยต่ำเท่านั้น เพราะความหน่วงที่ “แกว่ง” จะทำให้เกิดอาการภาพผิดเพี้ยนที่ผู้ใช้รำคาญมากกว่าความหน่วงคงที่ นอกจากนี้ เทคโนโลยี Network Slicing ยังช่วยสงวนทรัพยากรเครือข่ายให้กับทราฟฟิกของ RTBC โดยเฉพาะ เพื่อป้องกันผลกระทบจากความแออัดของทราฟฟิกอื่นที่มีลำดับความสำคัญต่ำกว่า

3.3.1.6 Harmonized Communication and Sensing (HCS)

หนึ่งในมิติที่ “มีความก้าวหน้าสูง” ของ 5G-Advanced คือ Harmonized Communication and Sensing (HCS) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผสาน “การสื่อสาร” และ “การรับรู้/ตรวจจับ (sensing)” ให้ทำงานร่วมกันเป็นระบบเดียว โดยใช้ ฮาร์ดแวร์และคลื่นความถี่ชุดเดียวกัน แนวคิดนี้ยังถูกเรียกว่า Integrated Sensing and Communication (ISAC) โดย HCS อาศัยความสามารถด้านการประมวลผลสัญญาณที่มีอยู่แล้วในสถานีฐานเครือข่ายมือถือ เพื่อให้สามารถ “สื่อสารไร้สาย” ไปพร้อมกับ “ตรวจจับสภาพแวดล้อมรอบตัว” ในความละเอียดสูงได้ในเวลาเดียวกัน

ความสามารถด้านการตรวจจับของ HCS ทำให้เกิด ความแม่นยำในการระบุตำแหน่งระดับเซนติเมตร ซึ่งดีกว่าวิธีเดิมอย่าง GPS และการคำนวณตำแหน่งจากสัญญาณเครือข่าย (cellular triangulation) ถึงประมาณ 10 เท่า ความแม่นยำระดับนี้ช่วยให้หลายการใช้งานที่เดิมทำได้ยากหรือไม่คุ้มค่า (เมื่อแม่นยำแค่ระดับ “เดซิเมตร”) กลายเป็นเรื่องที่ทำได้จริง เช่น รถยนต์ไร้คนขับสามารถรู้ตำแหน่งของตนบนถนนได้ละเอียดพอที่จะอยู่ในเลนได้อย่างมั่นใจ โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์วัดความเฉื่อยราคาแพง (inertial measurement units) หรือระบบดาวเทียมเป็นหลัก ขณะเดียวกัน หุ่นยนต์อุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติในโรงงานสามารถเคลื่อนที่ในพื้นที่ซับซ้อน และประสานงานกับเครื่องจักรอื่นได้อย่างแม่นยำกว่าที่เคย

นอกจากการระบุตำแหน่งแล้ว HCS ยังทำให้เกิด การตรวจจับครอบคลุมพื้นที่กว้าง (wide-area sensing) ของปรากฏการณ์ทางกายภาพต่าง ๆ ได้ โดยหลักการคือ สัญญาณวิทยุที่ส่งระหว่างสถานีฐานกับอุปกรณ์จะสะท้อนกลับจากวัตถุในสภาพแวดล้อม และการประมวลผลสัญญาณขั้นสูงสามารถวิเคราะห์สัญญาณสะท้อนเหล่านี้เพื่อ ตรวจจับการเคลื่อนไหว รูปร่าง และคุณสมบัติของวัสดุได้ ตัวอย่างการใช้งานด้านความมั่นคงปลอดภัย ได้แก่ การตรวจจับการบุกรุกในพื้นที่หวงห้าม การระบุอาวุธ หรือการตรวจพบรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ ขณะที่งานด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้ตรวจจับ ปริมาณฝน รูปแบบลม และปรากฏการณ์อุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ ได้ในระดับพื้นที่กว้าง ส่วนระบบคมนาคมสามารถตรวจจับ การจราจรติดขัด อุบัติเหตุ และสภาพผิวถนน ผ่านการวิเคราะห์การสะท้อนของสัญญาณวิทยุ แทนการต้องติดตั้งเซนเซอร์ทางกายภาพจำนวนมาก

ประสิทธิภาพของ HCS เกิดจากข้อเท็จจริงที่ว่า “การสื่อสาร” และ “การตรวจจับ” ใช้คลื่นความถี่เดียวกัน และใช้องค์ประกอบฮาร์ดแวร์หลายส่วนร่วมกัน สถานีฐานที่ส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์มือถือสามารถสร้างข้อมูลสำหรับการตรวจจับได้ในเวลาเดียวกัน และอัลกอริทึมการประมวลผลสัญญาณจะดึง “สองหน้าที่” ออกจากสัญญาณวิทยุชุดเดียวกัน การบูรณาการลักษณะนี้ช่วยหลีกเลี่ยงปัญหา “การแยกคลื่นเป็นส่วน ๆ” (spectral fragmentation) ที่อาจเกิดขึ้นหากต้องจัดสรรคลื่นแยกต่างหากเพื่อการตรวจจับ และยังทำให้ชุดเสาอากาศขนาดใหญ่ (massive antenna arrays) ที่ติดตั้งเพื่อการสื่อสาร สามารถทำหน้าที่ตรวจจับได้แทบจะ “เพิ่มขึ้นโดยไม่ต้องใช้คลื่นเพิ่ม” ในเชิงการจัดสรรคลื่นความถี่

กรณีใช้งานที่ได้ประโยชน์อย่างมากจาก HCS คือ การสื่อสารยานยนต์กับทุกสิ่ง (Vehicle-to-Everything: V2X) รถยนต์ที่ติดตั้งโมเด็มเครือข่ายมือถือสามารถสื่อสารกับโครงสร้างพื้นฐานและรถคันอื่นไปพร้อมกับ “รับรู้สภาพแวดล้อม” ได้อย่างแม่นยำ เช่น ตำแหน่งของรถคันอื่น คนเดินเท้า นักปั่นจักรยาน และวัตถุบนถนน เมื่อผสานข้อมูลการรับรู้สภาพแวดล้อมเข้ากับการสื่อสารเกี่ยวกับ “เจตนา” และ “แผนการขับขี่” จะช่วยให้รถยนต์ไร้คนขับสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยในสภาพเมืองที่ซับซ้อนมากขึ้น

3.3.2 คุณสมบัติด้านความสามารถของ 5G-Advanced และเทคโนโลยีที่น่าสนใจ

5G-Advanced คือช่วงพัฒนาต่อยอดของเทคโนโลยี 5G ที่ยกระดับเครือข่ายมือถือให้กลายเป็น “โครงสร้างพื้นฐานอัจฉริยะ” ทำงานบนคลาวด์อย่างเต็มรูปแบบ รองรับบริการทั้งฝั่งผู้บริโภคและอุตสาหกรรมที่ต้องการความเร็วสูง ความหน่วงต่ำ และความน่าเชื่อถือสูง ระบบนี้สร้างขึ้นบนแกนเครือข่าย 5G เต็มรูปแบบ (5G Core) เสริมด้วยความสามารถ AI ในระดับโครงสร้าง และพัฒนาเทคโนโลยีวิทยุให้เชื่อมต่อได้เสถียร ประหยัดพลังงาน และ “เข้าใจ” ความต้องการของแอปพลิเคชันมากขึ้น โดยมีองค์ประกอบหลักที่น่าสนใจ ได้แก่ 5G Standalone (SA), network slicing, และ VoNR เป็นรากฐานที่สำคัญของระบบ ส่วนความสามารถเพิ่มเติม เช่น AI-native automation และเสาอากาศแบบ Massive MIMO

3.3.2.1 Artificial Intelligence: The Central Enabling Technology

แม้ว่าในเชิงเทคนิค ปัญญาประดิษฐ์ (AI) จะไม่ถูกจัดให้เป็นมิติการใช้งานแยกต่างหากใน 5G-Advanced แต่ AI ได้ฝังอยู่ในทุกส่วนของการทำงานของระบบ และถือเป็นองค์ประกอบที่ “เปลี่ยนเกม” ที่สุดในการพัฒนาครั้งนี้อย่างแท้จริง แตกต่างจากมาตรฐาน 5G ในช่วงแรกที่ AI ยังมีบทบาทเพียงแค่สนับสนุนการทำงานบางด้าน 3GPP Release 19 ได้ยกระดับ AI/ML ให้เป็นองค์ประกอบหลักของสถาปัตยกรรมเครือข่าย ที่ถูกรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบโดยตรง โดย AI ใน 5G-Advanced ทำงานใน 2 ทิศทางหลักที่เสริมกัน ได้แก่

ทิศทางแรก “AI for Network” คือการใช้ Machine Learning มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของเครือข่าย เช่น การคาดการณ์รูปแบบการจราจรของข้อมูลและเตรียมทรัพยากรล่วงหน้า การเลือกทิศทางส่งสัญญาณ (Beamforming) และการจูนเสาอากาศให้เหมาะสม การตรวจจับและลดสัญญาณรบกวน การคาดการณ์การซ่อมบำรุงก่อนอุปกรณ์เสีย และการบริหารการใช้พลังงานขององค์ประกอบเครือข่ายที่กระจายอยู่ สิ่งเหล่านี้ช่วยให้เครือข่ายใช้คลื่นความถี่ได้คุ้มค่าขึ้น ลดความหน่วง เพิ่มความเสถียร และลดต้นทุนการดำเนินงานไปพร้อมกัน

ทิศทางที่สอง “Network for AI” คือการทำให้เครือข่าย 5G รองรับการใช้งาน AI ได้ดีขึ้น โดยเฉพาะแอปพลิเคชัน AI ที่ทำงานอยู่บน edge และ cloud ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ในรถยนต์หรือโรงงานสามารถส่งงานวิเคราะห์ AI (inference) ไปให้โหนด edge ที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย 5G ประมวลผลแล้วรับผลลัพธ์กลับมาภายในเวลาที่ระบบอัตโนมัติต้องการ นอกจากนี้ แนวทาง Federated Learning ยังเปิดทางให้จำนวนโหนดหลายโหนด และเซิร์ฟเวอร์ หรือ cloud ร่วมกันฝึกโมเดล AI ได้ โดยที่ข้อมูลสำคัญยังคงกระจายอยู่และไม่ต้องรวมศูนย์ ทำให้เกิดความเป็นส่วนตัวและปลอดภัยมากขึ้น

อีกหนึ่งจุดสำคัญคือการเพิ่มความสามารถ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โดยตรง (device-to-device) ใน Release 19 ซึ่งออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งาน AI โดยเฉพาะ เช่น รถยนต์ไร้คนขับสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลอัปเดตของโมเดล AI กันโดยตรง เพื่อปรับปรุงความสามารถในการตรวจจับวัตถุและคาดการณ์สถานการณ์ได้อย่างต่อเนื่อง หรือหุ่นยนต์ในโรงงานสามารถทำงานร่วมกันผ่านลิงก์โดยตรงโดยไม่ต้องสื่อสารผ่านเซิร์ฟเวอร์กลางทุกครั้ง ช่วยให้สามารถประสานภารกิจที่ซับซ้อนร่วมกันได้ดีขึ้น โดยการผสานการเชื่อมต่อที่มีความหน่วงต่ำเข้ากับศูนย์ประมวลผลอัจฉริยะบนคลาวด์ก่อให้เกิดสถาปัตยกรรมแบบผสม (hybrid) ที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติหลายประเภท

3.3.2.2 5G Standalone (SA)

5G Standalone (SA) คือฐานสถาปัตยกรรมสำคัญของ 5G-Advanced โดยแตกต่างจาก 5G แบบ non-standalone ในช่วงแรกที่ยังพึ่งพาเครือข่ายแบบ LTE หรือ 4G ในการควบคุม

โดย 5G SA ใช้สัญญาณวิทยุ 5G และแกนเครือข่าย 5G แบบ cloud-native อย่างสมบูรณ์ ทำให้บริการทุกอย่าง ทั้งข้อมูล สัญญาณควบคุม และเสียงได้รับประโยชน์จากการควบคุม

คุณภาพการให้บริการ (QoS) มีโครงสร้างความปลอดภัย และมีการจัดการข้อมูลฝั่งผู้ใช้แบบยืดหยุ่น ผู้ให้บริการสามารถเปิดใช้งานฟังก์ชันเครือข่ายผ่าน service-based interface สามารถจัดการวงจรชีวิตบริการอัตโนมัติ และรองรับความสามารถขั้นสูงอย่าง URLLC การผสานระบบตรวจจับ (sensing) และการกำหนดคุณภาพการให้บริการแบบละเอียดสำหรับลูกค้าองค์กร

นอกจากนี้ 5G SA ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของอัปลิงก์ ลดความหน่วงโดยรวม และทำให้ระบบตอบสนองได้แน่นอนมากขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการใช้งาน เช่น คลาวด์เกมมิง การควบคุมหุ่นยนต์ทางไกล และการถ่ายทอดวิดีโอแบบเรียลไทม์

3.3.2.3 Network Slicing

Network slicing ที่มีมาตั้งแต่ 5G ระยะแรก จะมีบทบาทสำคัญยิ่งขึ้นในบริบทของ 5G-Advanced โดย “สไลซ์” คือเครือข่ายเสมือนที่แยกการทำงานอย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง สามารถออกแบบให้เหมาะกับผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ในภาคอุตสาหกรรม หรือแอปพลิเคชันแต่ละประเภทได้ โดยมี SLA หรือ Service Level Agreement (ข้อตกลงระดับการให้บริการ) แยกในเรื่องความหน่วง อัตราข้อมูล ความเชื่อถือได้ และความปลอดภัย ในยุค 5G-Advanced การสร้าง ปรับขนาด และเพิ่มประสิทธิภาพของสไลซ์จะเป็นแบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยใช้ AI และการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวอย่างเช่น ผู้ให้บริการสามารถแยกสไลซ์หนึ่งสำหรับหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่ต้องการ URLLC อีกสไลซ์หนึ่งสำหรับ IoT ที่ประหยัดพลังงานมาก และอีกสไลซ์หนึ่งสำหรับการใช้งานข้อมูลหนักอย่าง eMBB หรือ UCBC เช่น การอัปโหลดวิดีโอ 8K ทั้งหมดนี้ทำงานบนโครงสร้างพื้นฐานเดียวกันได้ ระบบสามารถปรับทรัพยากรให้แต่ละสไลซ์แบบเรียลไทม์ ปกป้องทราฟฟิกสำคัญแม้เครือข่ายโดยรวมมีการใช้งานหนาแน่น ความสามารถนี้สำคัญเป็นพิเศษในระบบ Private 5G เช่น ในโรงงานหรือมหาวิทยาลัย ที่มีหลายกลุ่มผู้ใช้งานและแต่ละกลุ่มต้องการเงื่อนไขที่ต่างกัน

3.3.2.4 VoNR (Voice over New Radio)

VoNR (Voice over New Radio) คือบริการเสียงและวิดีโอคอลแบบเนทีฟ (แบบที่มีอยู่แล้ว) ใน 5G ซึ่งทำให้ชุดบริการของ 5G-Advanced สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยเปรียบได้กับ VoLTE ในยุค 4G แต่ทั้งฝั่งสัญญาณหรือการส่งข้อมูลตั้งแต่ขาเข้าและฝั่งแกนกลางของระบบ (core) ล้วนเป็น 5G ทำให้ไม่ต้องส่งสัญญาณข้อมูลย้อนกลับไปใช้เครือข่าย LTE ขณะโทร ผลลัพธ์คือ โทรติดเร็วขึ้น เสียงคมชัดขึ้น และยังใช้งานข้อมูล 5G ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพขณะโทร ในระบบ 5G-Advanced VoNR เข้ากันได้ดีกับการทำ slicing เช่น การโทรของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย การใช้งานระบบ Unified Communication ขององค์กร และการโทรของผู้บริโภคทั่วไป สามารถสร้างระบบแยกกันในสไลซ์เฉพาะได้ พร้อมกำหนดลำดับความสำคัญและระดับความปลอดภัยต่างกัน นอกจากนี้ VoNR ยังเชื่อมโยงกับความสามารถ HCS และ RTBC เช่น ในกรณีแพทย์ทางไกล เครือข่ายสามารถรวมเสียงหน่วงต่ำ วิดีโอคุณภาพสูง และข้อมูลจากเซนเซอร์ไว้ในชุดบริการเดียว ที่ระบบจัดการแบบครบวงจร แทนการมองเป็นสตรีมที่แยกกัน

3.4 แนวโน้มการใช้งานคลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 6 GHz ในระดับนานาชาติ

ย่านความถี่ 6 GHz ตอนบน (6.425–7.125 GHz) ซึ่งมีความกว้างแถบคลื่นต่อเนื่องประมาณ 700 MHz ได้กลายเป็นทรัพยากรสำคัญอย่างยิ่งต่อโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมระดับโลก ภายหลังการประชุม World Radiocommunication Conference 2023 (WRC-23) ประเทศต่าง ๆ ในทุกภูมิภาคของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ได้เริ่มดำเนินกลยุทธ์อย่างเป็นระบบในการจัดสรรและนำคลื่นความถี่ย่านดังกล่าวไปใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications: IMT)

การขยายตัวอย่างรวดเร็วของเครือข่าย 5G ประกอบกับการคาดการณ์การเปิดให้บริการ 6G ในอนาคต ได้ส่งผลให้การแข่งขันระดับโลกเพื่อแย่งชิงทรัพยากรคลื่นความถี่ย่านกลางทวีความรุนแรงมากขึ้น ย่าน 6 GHz ตอนบนถือเป็นบล็อกคลื่นย่านกลางต่อเนื่องขนาดใหญ่สุดบล็อกสุดท้ายที่ยังสามารถจัดสรรให้กับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ จึงมีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์ต่อทั้งผู้ให้บริการโทรคมนาคมและภาครัฐทั่วโลกอย่างยิ่ง

การที่ WRC-23 ตัดสินใจระบุย่าน 6 GHz ตอนบนเพื่อใช้กับ IMT จึงนับเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของนโยบายด้านคลื่นความถี่ ซึ่งเปิดทางให้แต่ละประเทศสามารถจัดสรรคลื่นอย่างสอดคล้องกันในระดับสากล ขณะเดียวกันก็สามารถตอบโจทย์ความต้องการเชื่อมต่อเฉพาะในบริบทของตนเองได้ด้วย

คลื่นย่านนี้จึงมีบทบาทสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายด้านความจุและพื้นที่ครอบคลุมตามข้อกำหนดของ IMT-2020 (5G) และการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับ IMT-2030 (6G) โดยการวิเคราะห์ในอุตสาหกรรมชี้ว่า ความต้องการใช้คลื่นความถี่ย่านกลางในระดับโลกโดยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 2 GHz ภายในช่วงปี 2025–2030 ซึ่งย่าน 6 GHz ตอนบนจะมีส่วนสำคัญในการเติมเต็มความต้องการดังกล่าว[28]

3.4.1 การระบุย่านคลื่นความถี่ระดับโลก: ความคืบหน้าหลัง WRC-23

ในการประชุม WRC-23 (พฤศจิกายน 2023) ประชาคมโลกได้บรรลุฉันทามติครั้งสำคัญเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดสรรคลื่นย่าน 6 GHz โดยที่ประชุมมีมติระบุให้ย่าน 6 GHz ตอนบน (6.425–7.125 GHz) เป็นย่านความถี่สำหรับกิจการ IMT ในระดับโลก พร้อมทั้งกำหนดแนวทางที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค เพื่อรองรับบริการที่มีอยู่เดิม เช่น บริการดาวเทียมประจำที่ (Fixed Satellite Services: FSS) แบบส่งขึ้น และบริการประจำที่ (Fixed Service: FS)

[28] GSMA. (2024). Where are we now with 6 GHz? Retrieved from https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/one-year-since-wrc-23-where-are-we-now-with-6-ghz/

เอกสารสรุปผลการประชุม WRC-23 ได้กำหนดหมายเหตุเชิงเทคนิค 3 รูปแบบสำหรับภูมิภาคของ ITU และกลุ่มประเทศต่าง ๆ ได้แก่

ภูมิภาคที่ 1 (ยุโรป ตะวันออกกลาง และแอฟริกา): จัดสรรช่วงความถี่ 6.425–7.125 GHz ทั้งหมดสำหรับ IMT

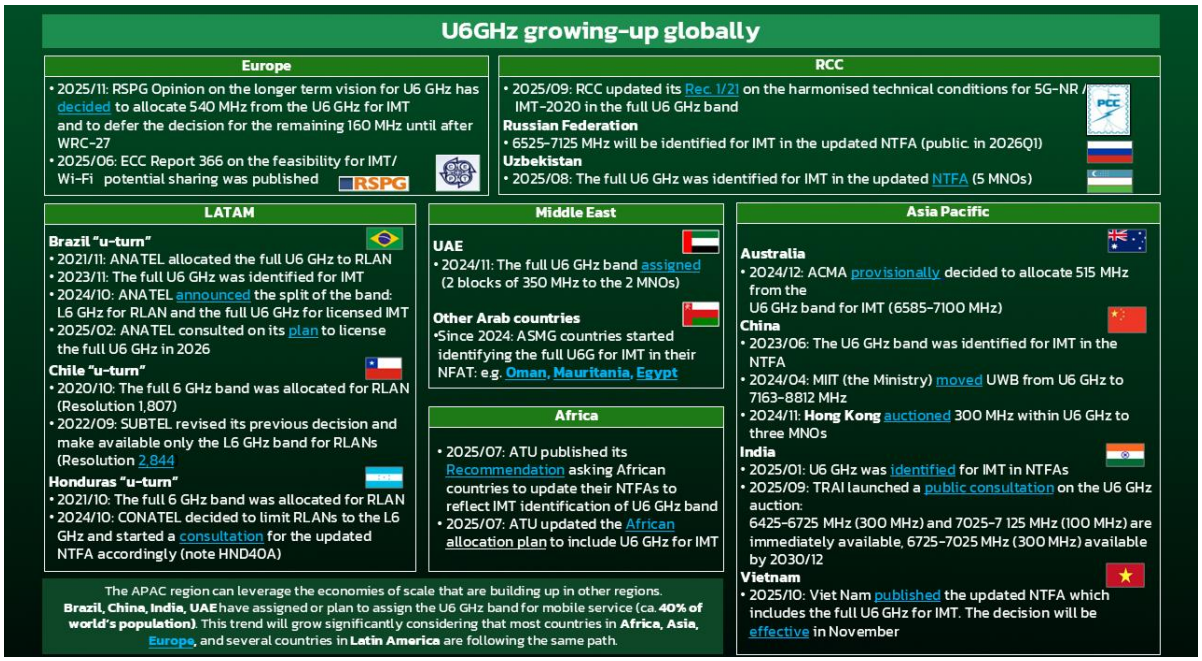
ภูมิภาคที่ 2 (ทวีปอเมริกา): เฉพาะบางประเทศที่ระบุในหมายเหตุเฉพาะ

ภูมิภาคที่ 3 (เอเชีย–แปซิฟิก): ย่านความถี่ 7.025–7.125 GHz ได้รับการจัดสรรสำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ครอบคลุมทั้งภูมิภาคที่ 3 รวมถึงประเทศไทย และย่านความถี่ 6.425–7.025 GHz ได้รับการจัดสรรสำหรับ IMT ในบางประเทศของภูมิภาคที่ 3

ช่วงเวลาหลังการประชุม WRC-23 ได้เกิดความเคลื่อนไหวด้านกฎระเบียบอย่างรวดเร็วในแต่ละภูมิภาค โดยภายในเดือนพฤศจิกายน 2568 พบว่าประเทศที่มีประชากรรวมกันมากกว่าร้อยละ 80 ของประชากรโลก ได้เริ่มต้นหรือดำเนินการเสร็จสิ้นกระบวนการระบุย่าน 6 GHz ตอนบนสำหรับ IMT แล้ว ซึ่งนับเป็นการเร่งรัดที่ก้าวกระโดดเมื่อเทียบกับวัฏจักรการจัดสรรคลื่นความถี่ในอดีต

3.4.2 สถานการณ์ความเคลื่อนไหวด้านนโยบายสำหรับคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz ตอนบนในระดับสากล

ในการผลักดันระดับโลกเพื่อจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz ตอนบน (6.425–7.125 GHz) สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) พบว่าภูมิภาคต่าง ๆ มีระดับความมุ่งมั่น วุฒิภาวะเชิงกฎระเบียบ และเจตจำนงเชิงยุทธศาสตร์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ในส่วนนี้นำเสนอภาพรวมของแนวทางที่หลากหลายในยุโรปและตะวันออกกลาง ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และทวีปอเมริกา ณ ช่วงปลายปี 2568



รูปที่ 3-16 ตัวอย่างการดำเนินการเกี่ยวกับคลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 6 GHz ในระดับสากล

ในยุโรปและตะวันออกกลาง การถกเถียงด้านกฎระเบียบถูกกำหนดทิศทางโดย “ความท้าทายในการสร้างสมดุล” ระหว่างความต้องการของผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับระบบนิเวศของ Wi-Fi 6E ที่เติบโตมากขึ้น โดยในภาพรวมสหภาพยุโรปยังมีความไม่เป็นเอกภาพในประเด็นนี้ แม้ช่วงความถี่ด้านล่างของย่านดังกล่าว (5.925–6.425 GHz) จะถูกกำหนดให้ใช้สำหรับ Wi-Fi 6E แล้ว แต่ช่วงความถี่ 6 GHz ตอนบนยังอยู่ระหว่างการประเมิน ทำให้ยังมีความไม่แน่นอนด้านกฎระเบียบค่อนข้างมาก ทั้งนี้ กลุ่มนโยบายคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Spectrum Policy Group: RSPG) ซึ่งมีประเทศสมาชิก 46 ประเทศ ได้เสนอแนวทางที่ต้องการให้เกิดความสอดคล้องร่วมกัน โดยเสนอให้จัดสรรคลื่นความถี่จำนวน 540 MHz สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบมีใบอนุญาต (licensed mobile) และอีก 160 MHz ให้รอการพิจารณาตามพัฒนาการเพิ่มเติมในการประชุม WRC-27 ต่อไป

ในทางตรงกันข้าม ภูมิภาคตะวันออกกลางได้แสดงออกอย่างชัดเจน โดยสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) ได้กลายเป็นประเทศแรกของโลกที่จัดสรรคลื่น 6 GHz ตอนบนทั้งหมดให้กับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบมีใบอนุญาตในปี 2568 ส่งผลให้ UAE ขึ้นเป็นผู้นำระดับภูมิภาคในการเตรียมความพร้อมสำหรับ 5G-Advanced และ 6G ความเคลื่อนไหวนี้จุดประกายให้หลายประเทศในกลุ่มบริหารจัดการคลื่นอาหรับ (ASMG) เช่น โอมาน มอริเตเนีย และอียิปต์ เริ่มปรับปรุงแผนการจัดสรรคลื่นความถี่แห่งชาติเพื่อบรรจุย่าน 6 GHz ตอนบน ขณะเดียวกัน รัสเซียได้กำหนดย่าน 6525–7125 MHz สำหรับ IMT ในแผนปรับปรุงของตน ซึ่งคาดว่าจะประกาศใช้ในไตรมาสแรกของปี 2569 แสดงให้เห็นถึงความพยายามระดับภูมิภาคยูเรเซียในการประสานนโยบายคลื่นระหว่างยุโรปตะวันออกและเอเชียกลาง

ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกโดดเด่นในฐานะผู้นำด้านความคืบหน้าและความชัดเจนในเจตจำนงที่จะใช้ย่าน 6 GHz ตอนบนกับ IMT โดยได้รับแรงผลักดันจากการแข่งขันด้านเทคโนโลยีและขนาดประชากรอันมหาศาล โดยสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ดำเนินกลยุทธ์เชิงรุกโดยสงวนย่าน 6 GHz ทั้งหมดไว้สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบมีใบอนุญาต และย้ายบริการ Ultra-Wide Band (UWB) ไปยังย่านความถี่อื่น โดยการตัดสินใจดังกล่าวดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (MIIT) เพื่อมุ่งมั่นที่จะให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์จากย่าน UWB ให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด

อินเดียได้เดินตามแนวทางนี้ โดยระบุคลื่น 6 GHz ตอนบนสำหรับ IMT ตั้งแต่ต้นปี 2568 และเปิดกระบวนการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ โดยเสนอช่วงคลื่นสองบล็อก ได้แก่ 6425–6725 MHz และ 7025–7125 MHz ให้ใช้งานได้ทันที และมีแผนเปิดใช้งานอีกจำนวน 300 MHz (6725–7025 MHz) ภายในเดือนธันวาคม 2573 ซึ่งสอดคล้องกับแผนการขยายเครือข่ายแบบระยะยาวของประเทศ

เวียดนามประกาศใช้กฎระเบียบจัดสรรคลื่น 6 GHz ตอนบนทั้งหมดสำหรับ IMT อย่างเป็นทางการในเดือนตุลาคม 2568 และมีผลบังคับใช้ในเดือนพฤศจิกายน ทำให้เวียดนามกลายเป็นผู้นำด้านการประสานคลื่น IMT ระดับภูมิภาค ขณะเดียวกัน ประเทศอื่นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ศรีลังกา อินโดนีเซีย ไทย บังกลาเทศ และกัมพูชา ได้รวมคลื่น 6 GHz ตอนบนไว้ในแผนแม่บทการจัดสรรคลื่นความถี่ระยะยาวของตนเอง โดยเฉพาะบังกลาเทศที่จัดสรรคลื่นย่านกลางมากกว่า 2 GHz ซึ่งรวมถึงย่าน 6 GHz ด้วย

ออสเตรเลียก็มีความคืบหน้าเช่นกัน โดยสำนักงานสื่อสารและสื่อสารมวลชนแห่งออสเตรเลีย (ACMA) ได้ตัดสินใจเบื้องต้นในเดือนธันวาคม 2567 ให้จัดสรรคลื่นจำนวน 515 MHz (6585–7100 MHz) ของย่าน 6 GHz ตอนบนสำหรับ IMT โดยอิงจากการศึกษาทางเทคนิคซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริการมือถือสามารถอยู่ร่วมกับบริการประจำที่และดาวเทียมเดิมได้ ผ่านกลไกการบริหารความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาการสำคัญในภูมิภาคนี้คือ การที่ฮ่องกงจัดประมูลคลื่น 6 GHz ตอนบนเป็นครั้งแรกของโลกในเดือนพฤศจิกายน 2567 โดยจัดสรรคลื่นจำนวน 300 MHz ให้กับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 ราย และสร้างรายได้ให้รัฐประมาณ 373 ล้านดอลลาร์สหรัฐ การประมูลครั้งนี้ส่งสัญญาณเชิงบวกถึง “มูลค่าทางเศรษฐกิจ” ของย่านคลื่นดังกล่าว และได้จุดประกายการอภิปรายด้านนโยบายในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกเกี่ยวกับการเลือกระหว่างการให้ใบอนุญาตเพื่อสร้างรายได้รัฐ กับการเปิดให้ใช้แบบไร้ใบอนุญาตเพื่อส่งเสริมนวัตกรรม Wi-Fi

ในทวีปอเมริกา ภาพรวมมีความกระจัดกระจายมากกว่า บราซิลเคยจัดสรรย่าน 6 GHz ทั้งหมดสำหรับการใช้งาน Wi-Fi แบบไร้ใบอนุญาต (RLANs) แต่ในช่วงปี 2567-2568 หน่วยงานกำกับดูแลของประเทศ (ANATEL) เริ่มทบทวนนโยบายดังกล่าว ภายใต้แรงกดดันจากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ต้องการเข้าถึงคลื่นนี้เพื่อใช้งาน IMT แบบมีใบอนุญาต ชิลีได้เปลี่ยนแปลงนโยบาย โดยจำกัดการใช้งาน RLAN เฉพาะย่านล่างของ 6 GHz และจัดสรรย่าน 6 GHz ตอนบนทั้งหมดให้ใช้กับ IMT เท่านั้น ประเทศอื่นในละตินอเมริกา เช่น ฮอนดูรัสและเม็กซิโก ก็กำลังปรับแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ของตนเพื่อให้สอดคล้องมากขึ้นกับโมเดลของละตินอเมริกาที่สนับสนุน IMT ในย่าน 6 GHz ตอนบน

อย่างไรก็ตาม ทวีปอเมริกาเหนือยังคงเป็นข้อยกเว้นในแง่ของการจัดสรร IMT แบบมีใบอนุญาต สหรัฐอเมริกาและแคนาดาเลือกที่จะสนับสนุน Wi-Fi 6E แบบครอบคลุมเต็มย่าน 5925–7125 MHz โดยเน้นการพัฒนาระบบนิเวศ Wi-Fi ที่แข็งแกร่ง ส่งผลให้เกิดตลาด Wi-Fi ที่ครบวงจรและเป็นหนึ่งเดียวสำหรับอุปกรณ์ทั่วภูมิภาค แต่แนวทางนี้ต่างจากกลยุทธ์ที่เน้นการให้ใบอนุญาตสำหรับบริการมือถือในเอเชียและบางส่วนของยุโรป

เมื่อพิจารณารวมกันแล้ว ความเคลื่อนไหวในแต่ละภูมิภาคสะท้อนให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างเป้าหมาย นโยบายแรงจูงใจทางเศรษฐกิจ และระดับความพร้อมด้านเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่กำหนดทิศทางอนาคตของย่านคลื่น 6 GHz ตอนบน ขณะที่ภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกกำลังเป็นผู้นำในการผลักดันการใช้งาน IMT ยุโรปและอเมริกากลับดำเนินนโยบายอย่างระมัดระวังและหลากหลายมากกว่า การตัดสินใจของแต่ละภูมิภาคในช่วง 2–3 ปีข้างหน้า โดยเฉพาะก่อนการประชุม WRC-27 จะเป็นตัวกำหนดสมดุลระดับนานาชาติ ระหว่างการให้ใบอนุญาตสำหรับบริการมือถือกับการเปิดใช้แบบไร้ใบอนุญาต ซึ่งจะส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมของประเทศต่าง ๆ สำหรับ 6G และเทคโนโลยีในอนาคต

3.4.3 วาระการประชุม WRC-27 และทิศทางคลื่นความถี่ย่านสูงกว่า 6 GHz ในอนาคต

ในขณะที่อุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั่วโลกกำลังมุ่งหน้าสู่เทคโนโลยี 6G การประชุม World Radiocommunication Conference 2027 (WRC-27) ซึ่งมีกำหนดจัดขึ้นที่นครเชี่ยงไฮ้ ในเดือนตุลาคม 2570 ถูกจับตามองว่าเป็นเวทีสำคัญที่จะกำหนดทิศทางในอนาคตของนโยบายคลื่นความถี่ โดยหนึ่งในวาระสำคัญของการประชุมครั้งนี้คือ วาระ 1.7 ซึ่งมุ่งให้หน่วยงานกำกับดูแลและคณะทำงานด้านเทคนิคระหว่างประเทศศึกษาความเป็นไปได้ในการแบ่งใช้คลื่นและความเข้ากันได้ (Sharing and compatibility) สำหรับย่านความถี่เพิ่มเติม 3 ย่าน ได้แก่ 4.4–4.8 GHz, 7.125–8.4 GHz และ 14.8–15.35 GHz โดยแต่ละย่านถือเป็นพรมแดนใหม่ของการขยายคลื่นความถี่ รองรับระบบ IMT และ 6G-Advanced รุ่นถัดไป โดยเฉพาะช่วงความถี่ 7.125–24.25 GHz ซึ่งกำลังได้รับการยอมรับในฐานะ “Goldilocks spectrum” สำหรับ 6G เนื่องจากมีคุณสมบัติด้านการแพร่สัญญาณที่สมดุลระหว่างระยะครอบคลุมและความจุ เหนือกว่าย่านความถี่ต่ำและย่านคลื่นมิลลิเมตร

เพื่อสนับสนุนการใช้งานระบบ IMT ในย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนอย่างสอดคล้องกันในระดับสากล สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU-R) โดยคณะทำงาน 5D (WP5D) ได้จัดตั้งกลุ่มทำงานด้านเทคนิคเฉพาะกิจหลายชุด เพื่อจัดทำกรอบแนวทางทางเทคนิคและกลไกการประสานงานกับบริการที่มีการใช้งานอยู่เดิม โดยเฉพาะบริการดาวเทียมคงที่ (Fixed Satellite Service: FSS) ซึ่งได้ใช้ย่านความถี่ 6 GHz บางส่วนสำหรับการสื่อสารขาขึ้น (Uplink) มาเป็นเวลานาน และจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันการรบกวนสัญญาณอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การประชุม WRC-23 ได้กำหนดเงื่อนไขทางเทคนิคที่เป็นเอกภาพ เช่น การกำหนดขีดจำกัดกำลังส่งเชิงสมมูลแบบไอโซทรอปิก (Equivalent Isotropically Radiated Power: EIRP) เพื่อให้สถานีฐาน IMT สามารถอยู่ร่วมกับระบบ FSS uplink ได้อย่างปลอดภัย มาตรฐานดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่ออำนวยความสะดวกในการนำ IMT ไปใช้งานในระดับโลก ควบคู่ไปกับการคุ้มครองผู้ใช้คลื่นความถี่เดิม

หนึ่งในความท้าทายทางเทคนิคและเชิงกำกับดูแลที่สำคัญที่สุดของ WRC-27[29] คือการจัดการการอยู่ร่วมกันระหว่างบริการ IMT ใหม่กับผู้ใช้งานคลื่นความถี่เดิม ในย่านความถี่ 7–8 GHz มีทั้งบริการดาวเทียมคงที่ (FSS ทั้งขาขึ้นและขาลง) และบริการดาวเทียมเคลื่อนที่ (Mobile Satellite Service: MSS) ซึ่งต้องได้รับการคุ้มครองจากการรบกวนของระบบ IMT ขณะที่ในย่านความถี่ 4 GHz ระบบอากาศยาน โดยเฉพาะเรดิโออัลติมิเตอร์ (Radio altimeters) ที่ทำงานในย่านความถี่ใกล้เคียง ถือเป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ได้แสดงความกังวลต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อความปลอดภัยด้านการบิน ส่งผลให้ต้องมีการศึกษาความเข้ากันได้เพิ่มเติมก่อนการประชุม WRC-27 นอกจากนี้ การสื่อสารทางทะเล โดยเฉพาะบริการผ่านดาวเทียมและความถี่สำหรับ

[29] International Civil Aviation Organization. (2025). ICAO position for WRC-27. Retrieved from https://www.icao.int/sites/default/files/FSMP/State-Letter-093e_ICAO-position-for-WRC27.pdf

การแจ้งเหตุฉุกเฉินในน่านน้ำสากล ก็เป็นอีกประเด็นที่ต้องได้รับการพิจารณา โดยคาดว่า WRC-27 จะกำหนดพารามิเตอร์การคุ้มครองและกลไกการประสานงานที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกเหนือจากประเด็นทางเทคนิคแล้ว ระดับความพร้อมของระบบนิเวศอุปกรณ์ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง แม้ว่าระบบนิเวศของ Wi-Fi 6E จะมีความพร้อมเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ปี 2563 และได้รับการใช้งานอย่างแพร่หลายในระดับโลก แต่ระบบนิเวศของ IMT สำหรับย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนยังอยู่ในระยะพัฒนา มาตรฐานอุปกรณ์และอุปกรณ์เชิงพาณิชย์กำลังถูกพัฒนาภายใต้มาตรฐาน 3GPP Release 19 และเวอร์ชันถัดไป โดยได้มีการกำหนดย่านความถี่ n104 สำหรับย่าน 6 GHz ตอนบนไว้แล้วในมาตรฐาน 3GPP ทั้งนี้ ได้มีการทดสอบใช้งานจริงในย่านความถี่ดังกล่าวในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้ดำเนินการทดสอบในปี 2568 และสามารถทำความเร็วขาลงสูงสุดได้ถึง 10 กิกะบิตต่อวินาที โดยใช้แบนด์วิดท์ 400 MHz ในย่าน 6 GHz ตอนบน โดยเมื่อพิจารณาในระดับสากล ประเทศที่ได้จัดสรรย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนสำหรับ IMT ในช่วงปี 2566–2567 คาดว่าจะเริ่มให้บริการเชิงพาณิชย์เบื้องต้นในช่วงปี 2568 – 2569 และจะขยายเครือข่ายในระดับที่มีความสมบูรณ์และแพร่หลายมากขึ้นในช่วงปี 2570 – 2571

กล่าวโดยสรุป ผลลัพธ์ของ WRC-27 จะมีบทบาทชี้ขาดในการกำหนดกรอบทิศทางของนโยบายคลื่นความถี่เพื่อรองรับ 6G ในระยะยาว ความสามารถในการกำหนดย่านคลื่นกลางแบบขยายให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จัดการความท้าทายด้านการอยู่ร่วมกับบริการเดิม และกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคที่สอดคล้องกันทั่วโลก จะเป็นตัวกำหนดว่าย่าน 6 GHz ตอนบนและย่านถัดไปจะสามารถทำหน้าที่เป็น “โครงสร้างพื้นฐานหลักของ 6G” ได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่

3.4.4 มิติด้านเศรษฐกิจ ยุทธศาสตร์ และแนวโน้มในอนาคตของย่านคลื่นสูงกว่า 6 GHz

การจัดสรรย่านคลื่นสูงกว่า 6 GHz หรือย่านคลื่น 6 GHz ตอนบนมีนัยสำคัญอย่างยิ่งในเชิงเศรษฐกิจและยุทธศาสตร์ ทั้งต่อประสิทธิภาพของเครือข่าย และความสามารถในการแข่งขันของประเทศในยุคดิจิทัล

งานวิจัยของ GSMA ชี้ว่า เพื่อให้สามารถให้บริการ 5G ได้อย่างไม่มีข้อจำกัดภายในปี 2030 ผู้ให้บริการในเขตเมืองจะต้องถือครองคลื่นความถี่ย่านกลางโดยเฉลี่ยประมาณ 2 GHz ต่อราย[30] อย่างไรก็ตาม ย่านคลื่นที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ย่านต่ำกว่า 3 GHz และ 3.5 GHz รวมกันให้คลื่นใช้งานได้เพียงประมาณ 1 GHz เท่านั้น นั่นหมายความว่ามี “ช่องว่าง” อีก 1 GHz ที่ต้องเติมเต็ม ซึ่งย่าน 6 GHz ตอนบนจะเข้ามาเป็น “โครงสร้างหลัก” ที่ช่วยอุดช่องว่างดังกล่าว เพื่อรองรับปริมาณข้อมูล ความหนาแน่นของผู้ใช้งาน และควบคุมต้นทุนในเขตเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ

[30] GSMA Intelligence. (2022). The licensed 6 GHz opportunity: Spectrum requirements for 5G and beyond. GSMA Report

ในอีกด้านหนึ่ง ย่านคลื่นนี้ยังสร้างโอกาสรายได้ให้แก่รัฐบาลอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างเช่น การประมูลย่านคลื่น 6 GHz ตอนบนของฮ่องกงในปี 2567 สร้างรายได้กว่า 630 ล้านดอลลาร์สหรัฐจากการจัดสรรคลื่น 300 MHz ซึ่งเป็นสัญญาณเชิงนโยบายที่ชัดเจนถึง “มูลค่าทางเศรษฐกิจ” ของย่านคลื่นนี้ หลายประเทศจึงเริ่มเห็นว่า การให้ใบอนุญาตเพื่อใช้งาน IMT ในย่านนี้อาจคุ้มค่ากว่าการเปิดให้ใช้งานแบบไร้ใบอนุญาต (เช่น Wi-Fi) ซึ่งสอดคล้องกับท่าทีผลักดันของผู้ให้บริการโทรคมนาคมทั่วโลก

ในเชิงยุทธศาสตร์ ประเทศที่จัดสรรคลื่น 6 GHz ตอนบนอย่างรวดเร็วจะมีความได้เปรียบในการเข้าสู่ยุค 6G ได้ตามแผน โดยเป้าหมายการเปิดให้บริการเชิงพาณิชย์ของ 6G ทั่วโลกคาดว่าจะเริ่มในช่วงปี 2573 ตรงกันข้าม ประเทศที่ยังไม่มีการตัดสินใจในย่านนี้ อาจเสียเปรียบในแง่ความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐาน ระบบนิเวศอุปกรณ์ และความสามารถในการแข่งขันของเศรษฐกิจดิจิทัลในระยะยาว

เมื่อมองไปข้างหน้า ภาพรวมระดับโลกของการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน 6 GHz ตอนบนมีแนวโน้มชัดเจนขึ้นและกำลังบรรจบไปในทิศทางเดียวกัน โดยแนวทางหลักมุ่งสู่การทำให้เกิดความสอดคล้องของการใช้งานคลื่นทั้งย่าน (Full-band harmonization) กล่าวคือ ย่านความถี่ 6 GHz ตอนล่างจะถูกกันไว้สำหรับการใช้งาน Wi-Fi 6E ในระดับ ขณะที่ย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนจะถูกกำหนดให้ใช้สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) อย่างสม่ำเสมอทั่วโลก แนวทางดังกล่าวจะก่อให้เกิดระดับความสอดคล้องของระบบนิเวศและประสิทธิภาพด้านการผลิตสูงสุด ช่วยเอื้อให้เกิดอุปกรณ์และโครงข่ายที่ใช้มาตรฐานเดียวกันในระดับโลก

ทั้งนี้ การตัดสินใจของตลาดขนาดใหญ่ เช่น อินเดียและจีน (แม้ว่ายังไม่มีการตัดสินใจเกี่ยวกับย่าน 6 GHz ตอนล่าง) มีแนวโน้มจะเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการประสานการจัดสรรคลื่นอย่างรวดเร็วในภูมิภาคเอเชีย-แปซิฟิก และอาจกลายเป็นหนึ่งในการจัดสรรคลื่นที่มีความสำคัญสูงสุดต่อระบบนิเวศอุปกรณ์ของทั้ง Wi-Fi และ IMT ในระดับโลก

นอกจากนี้ บางภูมิภาคหรือบางประเทศยังอยู่ระหว่างการพิจารณาแนวทางการใช้งานคลื่นร่วมในลักษณะขยายขอบเขต เช่น การอนุญาตให้มีการใช้งาน Wi-Fi ในย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนควบคู่กับ IMT บนเงื่อนไขที่ไม่ก่อให้เกิดการรบกวน (Non-interference basis) แม้แนวทางดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ แต่ก็ยังคงก่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างภูมิภาค และต้องพึ่งพากลไกการประสานงานขั้นสูง รวมถึงเทคโนโลยีการเข้าถึงคลื่นความถี่แบบมีพลวัต (Dynamic spectrum access) อย่างมาก

ในท้ายที่สุด การประชุมวิทยุคมนาคมโลกปี 2027 (WRC-27) จะเป็นหมุดหมายสำคัญที่ชี้ขาด ผลการประชุมจะกำหนดว่าย่านความถี่เพิ่มเติม ได้แก่ 7.125–8.4 GHz, 14.8–15.35 GHz และ 4.4–4.8 GHz จะถูกจัดสรรให้แก่กิจการ IMT หรือคงไว้สำหรับผู้ใช้งานเดิม การตัดสินใจดังกล่าวจะส่งผลโดยตรงต่อ ระยะเวลา และขอบเขตความจุของโครงข่าย 6G ในอนาคต และจะเป็นตัวกำหนดว่าโครงสร้างพื้นฐานโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรองรับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดในทศวรรษหน้า นอกจากนี้ ยังมีความคาดหมายว่าในการประชุม WRC-27 จะมีจำนวนประเทศในภูมิภาคที่ 3 เพิ่มเติมเข้าร่วมเชิงอรรถ IMT ของภูมิภาคในย่านความถี่ 6425–7025 MHz

บทสรุป

ย่านคลื่นความถี่ 6 GHz ตอนบนถือเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของนโยบายการจัดสรรคลื่นความถี่ สะท้อนถึงการเติบโตเต็มขั้นของคลื่นย่านกลางซึ่งกำลังกลายเป็นแกนยุทธศาสตร์หลักของโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม**ในยุค 5G-Advanced และ 6G นับถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568 ประเทศต่าง ๆ ที่มีประชากรรวมกันมากกว่า 80% ของทั้งโลกได้เริ่มกระบวนการระบุคลื่นย่านนี้สำหรับ IMT แล้ว และในจำนวนนี้มีอย่างน้อย 22 ประเทศที่ประกาศจัดสรรย่าน 6 GHz ตอนบนเพื่อใช้งาน IMT อย่างเป็นทางการ**

แม้ว่าความแตกต่างในระดับภูมิภาคจะยังคงมีอยู่ โดยยุโรปและกลุ่ม Radio Spectrum Policy Group (RSPG) สนับสนุนการจัดสรรคลื่นความถี่ส่วนใหญ่ของย่านให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ขณะที่ยังคงกันบางส่วนไว้เพื่อรอการตัดสินใจเพิ่มเติม ภูมิภาคอเมริกามีแนวทางการกำกับดูแลที่หลากหลายและแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ส่วนภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกกลับมีท่าทีชัดเจนและมีความก้าวหน้าในการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับ IMT อย่างเด็ดขาด อย่างไรก็ดี แนวโน้มในระดับโลกสะท้อนถึงการบรรจบกันของทิศทางนโยบายที่ยอมรับมากขึ้นว่าย่านความถี่ 6 GHz ตอนบนเป็นทรัพยากรคลื่นความถี่ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อ IMT แม้ว่าการถกเถียงเกี่ยวกับสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างการจัดสรรคลื่นสำหรับบริการเคลื่อนที่แบบมีใบอนุญาต (Licensed mobile) และการใช้งาน Wi-Fi แบบไม่ต้องขอใบอนุญาต (unlicensed Wi-Fi) จะยังคงดำเนินต่อไปก็ตาม

ความสำเร็จของการใช้งานคลื่น 6 GHz ตอนบนจะขึ้นอยู่กับการจัดการปัญหาการอยู่ร่วมกับบริการเดิมอย่างทันท่วงที ความก้าวหน้าของระบบนิเวศอุปกรณ์ (device ecosystem) ที่รองรับ IMT และกรอบความร่วมมือระหว่างประเทศที่กำลังจะกำหนดผ่านการประชุม WRC-27 หากประเทศใดสามารถจัดสรรคลื่นนี้ได้อย่างสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ก็จะได้เปรียบในด้านความพร้อมสู่ 6G การขยายความจุของเครือข่าย และศักยภาพการแข่งขันของเศรษฐกิจดิจิทัลในทศวรรษข้างหน้า

หมุดหมายสำคัญลำดับถัดไปคือการประชุม WRC-27 ที่นครเซี่ยงไฮ้ ในเดือนตุลาคม 2570 ซึ่งจะเป็นเวทีตัดสินว่าย่านคลื่นความถี่อื่นจะถูกจัดสรรเพิ่มเติมเพื่อเสริมศักยภาพของย่าน 6 GHz หรือไม่ และจะเป็นตัวกำหนด “ขอบเขต” ของคลื่นที่สามารถใช้ได้สำหรับ IMT ไปตลอดช่วงทศวรรษ 2570

3.5 เทคโนโลยีสื่อสารเคลื่อนที่ยุคที่ 6 (6G) กับการเปลี่ยนผ่านจากช่วง “ศึกษาวิจัย” สู่ช่วง “กำหนดมาตรฐาน”: ความคืบหน้าในระดับสากลและนัยเชิงยุทธศาสตร์ต่อประเทศไทย

ในช่วงปี พ.ศ. 2569–2572 กระบวนการกำหนดมาตรฐาน 6G มีองค์กรมาตรฐานระดับสากลทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญ ได้แก่ สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ภาคการสื่อสารวิทยุ (ITU-R[31]) ซึ่งมีบทบาทในการกำหนดกรอบวิสัยทัศน์และเกณฑ์ด้านสมรรถนะ และโครงการความร่วมมือ 3rd Generation Partnership Project (3GPP[32]) ซึ่งมีบทบาทในการจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ กระบวนการดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า 6G อยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากการศึกษาวิจัยไปสู่การกำหนดกรอบและข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น ประเทศที่เข้าไปมีบทบาทตั้งแต่ระยะแรกย่อมมีโอกาสสะท้อนผลประโยชน์ของตนเข้าสู่มาตรฐานได้มากกว่า จึงได้ประเมินนัยเชิงยุทธศาสตร์และผลกระทบต่อประเทศไทยใน 4 มิติ ได้แก่ นโยบายและการกำกับดูแล โครงสร้างพื้นฐานและสังคม การวิจัยและการพัฒนากำลังคน และอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจ โดยอ้างอิงเอกสารและแนวนโยบายของหน่วยงานภายในประเทศเป็นสำคัญ

3.5.1 บทบาทและกระบวนการของ ITU-R ต่อการพัฒนา IMT-2030

โครงสร้างและขอบเขตความรับผิดชอบ

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ภาคการสื่อสารวิทยุ (International Telecommunication Union – Radiocommunication Sector: ITU-R) เป็นองค์กรพิเศษภายใต้องค์การสหประชาชาติ โดยมีบทบาทสำคัญในการกำกับดูแลและประสานการใช้คลื่นความถี่วิทยุและวงโคจรดาวเทียมในระดับสากล สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารเคลื่อนที่ยุคที่ 6 (6G) อยู่ในความรับผิดชอบของคณะทำงาน Working Party 5D (WP 5D) ภายใต้คณะศึกษาที่ 5 (Study Group 5) ซึ่งดูแลภาพรวมด้านระบบวิทยุของโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลภาคพื้นดิน (terrestrial IMT) ครอบคลุมตั้งแต่ IMT-2000 (3G), IMT-Advanced (4G), IMT-2020 (5G) จนถึง IMT-2030 (6G)[33]

กรอบวิสัยทัศน์: ข้อเสนอแนะ ITU-R M.2160

ในเดือนพฤศจิกายน 2566 ITU-R ได้ประกาศใช้ข้อเสนอแนะ ITU-R M.2160 เรื่อง “*Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond*” ซึ่งถือเป็นกรอบพื้นฐานสำหรับการพัฒนา IMT-2030 หรือ 6G โดยเอกสารดังกล่าวกำหนด “ขีดความสามารถหลักของ IMT-2030” (capabilities) จำนวน 15 ประการ และกำหนดกรอบการใช้งานหลัก (usage scenarios) จำนวน 6 ด้าน ได้แก่ การสื่อสารแบบสมจริง (immersive communication) การสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำ

[31] ITU. “IMT-2030: Technical requirements for the 6G future.” (มีนาคม 2569). https://www.itu.int/hub/2026/03/imt-2030-technical-requirements-for-the-6g-future/

[32] European Commission – Digital Strategy. “3GPP completes its first 6G radio access network study item.” https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/miscellaneous/global-3rd-generation-partnership-project-completes-its-first-6g-radio-access-network-study-item

[33] ITU-R. “IMT towards 2030 and beyond (IMT-2030)” – Working Party 5D / Study Group 5. https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/pages/default.aspx

และความน่าเชื่อถือสูง (hyper-reliable low-latency communication: HRLLC) การสื่อสารขนาดมหาศาล (massive communication) การเชื่อมต่อที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ (ubiquitous connectivity) ปัญญาประดิษฐ์และการสื่อสาร (AI and communication) และการบูรณาการการรับรู้และการสื่อสาร (integrated sensing and communication: ISAC)

สาระสำคัญของข้อเสนอแนะ ITU-R M.2160[34] คือ การขยายกรอบความสามารถของระบบ IMT ไปสู่มิติที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นในยุค 6G โดยเฉพาะความสามารถด้านการรับรู้หรือตรวจจับ (sensing) ประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในระบบสื่อสาร และการยกระดับประเด็นด้าน “ความยั่งยืน” (sustainability) ให้เป็นหลักการสำคัญในการออกแบบระบบและพัฒนาระบบ IMT-2030 ควบคู่กับประเด็นด้านความมั่นคงและความยืดหยุ่นของระบบ และการขยายการเชื่อมต่อให้ครอบคลุมมากขึ้น

ข้อกำหนดสมรรถนะเชิงเทคนิคและขั้นตอนการอนุมัติ

การต่อยอดจากกรอบวิสัยทัศน์ดังกล่าว WP 5D ได้จัดทำร่างรายงานเรื่อง *Minimum requirements related to technical performance for IMT-2030 radio interface(s)* ซึ่งได้ข้อสรุปในการประชุมเมื่อต้นปี พ.ศ. 2569 โดยร่างดังกล่าวกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะทางเทคนิค (technical performance requirements) รวม 20 รายการ ในจำนวนนี้ เป็นตัวชี้วัดใหม่เฉพาะสำหรับ 6G จำนวน 7 รายการ อาทิ อัตราข้อมูลสูงสุด (peak data rate) เป้าหมายที่ 50–200 Gbit/s และประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ (spectral efficiency) ที่สูงกว่า IMT-2020 ประมาณ 1.5–3 เท่า

ตัวชี้วัดเหล่านี้จะถูกใช้เป็นเกณฑ์กลางในการประเมินอินเทอร์เฟซวิทยุ (Radio Interface Technologies: RIT/SRIT) ที่จะถูกเสนอเข้าสู่กระบวนการ ควบคู่กับรายงานหลักเกณฑ์การประเมินและการยื่นข้อเสนอ (Evaluation & Submission Guidelines) การอนุมัติขั้นสุดท้ายของข้อกำหนด IMT-2030 จะดำเนินต่อในกระบวนการพิจารณาของ ITU-R Study Group 5 ภายหลังจากที่ร่างเอกสารถูกยื่นเพื่อขออนุมัติ โดยกำหนดระยะเวลาการรับข้อเสนอเทคโนโลยี (candidate technology proposals) ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2572

มิติคลื่นความถี่: เวที WRC-27

ในด้านคลื่นความถี่ การประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. 2027 (World Radiocommunication Conference: WRC-27) จะมีบทบาทสำคัญต่อการพิจารณาการระบุย่านความถี่เพิ่มเติมสำหรับระบบ IMT ภายใต้วาระที่เกี่ยวข้อง โดยย่านความถี่ที่อยู่ระหว่างการศึกษา ได้แก่ 4400–4800 MHz, 7125–8400 MHz และ 14.8–15.35 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ได้รับการพิจารณาในบริบทของความต้องการคลื่นความถี่สำหรับระบบ IMT ในอนาคต ผลการพิจารณาของ WRC-27 จึงมีนัยสำคัญต่อทิศทางการวางแผนและบริหารจัดการคลื่นความถี่ของประเทศต่าง ๆ รวมถึงประเทศไทย เนื่องจาก

[34] Recommendation ITU-R M.2160-0 (11/2023). “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond.” https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2160-0-202311-I!!PDF-E.pdf

ผลการประชุมจะเป็นส่วนหนึ่งของกรอบระหว่างประเทศที่มีผลต่อการพิจารณาความเหมาะสมของย่านความถี่สำหรับระบบ IMT และการเตรียมความพร้อมรองรับการพัฒนา 6G ในระยะต่อไป[35]

3.5.2 บทบาทและกระบวนการของ 3GPP ต่อการพัฒนา 6G

โครงสร้างองค์กรและรูปแบบการทำงาน

โครงการความร่วมมือ 3rd Generation Partnership Project (3GPP) เป็นความร่วมมือระหว่างองค์กรมาตรฐานโทรคมนาคมจากภูมิภาคต่าง ๆ มีหน้าที่จัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคที่สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุปกรณ์และโครงข่ายโทรคมนาคมในทางปฏิบัติ การดำเนินงานด้านเทคนิคแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Specification Groups: TSG) จำนวน 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ TSG RAN ซึ่งรับผิดชอบด้านโครงข่ายเข้าถึงวิทยุ ชั้นกายภาพ และสถานีฐาน TSG SA ซึ่งรับผิดชอบด้านสถาปัตยกรรมระบบโดยรวม ความมั่นคงปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และความสามารถด้านบริการ และ TSG CT ซึ่งรับผิดชอบด้านโปรโตคอลของโครงข่ายแกนกลางและอุปกรณ์ปลายทาง โดยแต่ละกลุ่ม TSG แบ่งการดำเนินงานออกเป็นคณะทำงาน (Working Groups) เพื่อจัดทำและพัฒนารายละเอียดทางเทคนิคในแต่ละด้าน

กระบวนการจัดทำมาตรฐานของ 3GPP แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ “การศึกษา” (Study Item) ซึ่งมุ่งศึกษาความเป็นไปได้ วิเคราะห์ข้อกำหนด และประเมินทางเลือกเชิงเทคนิค และ “งานเชิงบรรทัดฐาน” (Work Item) ซึ่งมุ่งจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้งานได้จริง โดยทั่วไป การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่จะเริ่มจากการดำเนินงานในรูปแบบ Study Item ก่อน และเมื่อได้ข้อสรุปด้านความเป็นไปได้และแนวทางทางเทคนิคที่เหมาะสมแล้ว จึงพัฒนาไปสู่ Work Item เพื่อจัดทำข้อกำหนดมาตรฐานในลำดับถัดไป

Release 20: ระยะการศึกษาวิจัย 6G

สำหรับ Release 20 ซึ่งยังอยู่ภายใต้กรอบการพัฒนาของ 5G-Advanced นั้น 3GPP ได้กำหนด “แนวทางการศึกษาเฉพาะ” (dedicated track) สำหรับการศึกษาเทคโนโลยี 6G ควบคู่ไปกับการพัฒนางานของ 5G-Advanced ที่ยังดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงดังกล่าวมีทั้งรายการศึกษา (Study Items) จำนวน 74 รายการ และงานเชิงบรรทัดฐาน (Work Items) จำนวน 126 งาน

สำหรับส่วนของ 6G นั้น 3GPP ได้เริ่มดำเนินการศึกษาด้านโครงข่ายเข้าถึงวิทยุ (Radio Access Network: RAN) อย่างเป็นระบบ และนำผลการศึกษาไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาข้อกำหนดในระดับคณะทำงานต่อไป กระบวนการดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การพัฒนา 6G ได้เริ่มเปลี่ยนผ่านจากระยะการศึกษาและการประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิค ไปสู่ระยะการจัดทำและพัฒนาข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับมาตรฐาน 6G อย่างเป็นรูปธรรม

[35] GSMA Spectrum. “The road to WRC-27: a new cycle begins.” https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/the-road-to-wrc-27-a-new-cycle-begins/

Release 21: ข้อกำหนด 6G ชุดแรกและไทม์ไลน์

Release 21 เป็นชุดข้อกำหนดเชิงบรรทัดฐานชุดแรกของ 6G ในการประชุมใหญ่เมื่อเดือนมิถุนายน 2569 โดย 3GPP ได้ให้ความเห็นชอบกรอบระยะเวลาการดำเนินงานของ Release 21 และกำหนดหมุดหมายสำคัญ ดังนี้

- Stage-1 freeze (ข้อกำหนดด้านบริการและความต้องการ): มีนาคม 2570
- Stage-2 freeze (ข้อกำหนดด้านสถาปัตยกรรมระบบ): มิถุนายน 2571
- Functional freeze (ขอบเขตฟังก์ชันการทำงาน / Stage-3): ธันวาคม 2571
- ASN.1/OpenAPI freeze (รายละเอียดโปรโตคอลขั้นสุดท้าย): มีนาคม 2572

การกำหนดรายละเอียดของโปรโตคอลให้แล้วเสร็จในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2572 สอดคล้องกับกำหนดการรับข้อเสนอเทคโนโลยี IMT-2030 ของ ITU-R ซึ่งมีกำหนดในช่วงต้นปีเดียวกัน สะท้อนให้เห็นถึงความสอดคล้องและการประสานกันของกรอบระยะเวลาระหว่างกระบวนการกำหนดมาตรฐานของ ITU-R และกระบวนการจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคของ 3GPP

โดยภาพรวม การพัฒนา 6G ในระดับสากลจึงอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านจาก “ระยะการศึกษาวิจัย” (study phase) ไปสู่ “ระยะการจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิค” (specification phase) อย่างเป็นรูปธรรม

3.5.3 สถานะของระบบนิเวศอุตสาหกรรม

ในภาคอุตสาหกรรม ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญ อาทิ ผู้ผลิตอุปกรณ์ ผู้ให้บริการโครงข่าย และผู้ผลิตชิปเซ็ต ได้เริ่มมีบทบาทในการศึกษา ทดลอง และพัฒนาเทคโนโลยี 6G อย่างต่อเนื่อง โดยปรากฏความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตอุปกรณ์และผู้พัฒนาชิปเซ็ตรายสำคัญ ตลอดจนการส่งเสริมแนวทางการพัฒนาแบบเปิด (open-source) และสถาปัตยกรรมโครงข่ายที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-RAN) ทั้งนี้ 6G ยังไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่นำออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์ แต่ระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องเริ่มมีความพร้อมสำหรับการทดลองและการพัฒนาเทคโนโลยีในระยะก่อนการกำหนดมาตรฐาน (pre-standard development) มากขึ้น[36]

3.5.4 ผลกระทบและนัยต่อประเทศไทย

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยี 6G ในระดับหนึ่ง โดยสำนักงาน กสทช. ได้เข้าร่วมเวทีระหว่างประเทศด้านการบริหารจัดการคลื่นความถี่ อาทิ Global Spectrum Management Forum (GSMF) และติดตามพัฒนาการตามกรอบ IMT-2030 ของ ITU ซึ่งมุ่งเตรียมการด้านคลื่นความถี่เพื่อรองรับการพัฒนา 6G รวมถึงเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ระบบการขนส่งทางอากาศในเขตเมือง (Urban Air Mobility) และโครงข่ายส่วนตัว (Local 5G) ขณะเดียวกัน หน่วยงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล อาทิ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) ได้กำหนด

[36] Qualcomm. “6G standardization: Release 21 milestones.” (มิถุนายน 2569). https://www.qualcomm.com/news/onq/2026/06/6g-standardization-release-21-milestones

กรอบระยะเวลาสำหรับการนำ 6G ไปใช้ในเชิงพาณิชย์ไว้ประมาณปี พ.ศ. 2573 โดยมีพื้นฐานจากโครงสร้างพื้นฐาน 5G ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากพัฒนาการดังกล่าว ช่วงเวลาปัจจุบันจึงควรให้ความสำคัญกับการวางรากฐานและเตรียมความพร้อมเชิงยุทธศาสตร์ มากกว่าการเร่งนำเทคโนโลยี 6G ไปใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยสามารถพิจารณาผลกระทบและแนวทางการเตรียมความพร้อมของประเทศไทยใน 4 มิติ ดังนี้

มิติเชิงนโยบายและการกำกับดูแล

ภารกิจสำคัญในระยะนี้ไม่ใช่การเร่งจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับการใช้งานเชิงพาณิชย์ แต่ควรมุ่งจัดทำและปรับปรุงยุทธศาสตร์การบริหารจัดการคลื่นความถี่ในระยะยาวให้สอดคล้องกับผลการพิจารณาของ WRC-27 และแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศ (spectrum roadmap) ที่สำนักงาน กสทช. จัดทำขึ้น ควบคู่กับการส่งเสริมให้ผู้แทนประเทศไทยมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในคณะทำงานของ 3GPP และ ITU-R Study Group 5 นอกจากนี้ ประเทศไทยควรเตรียมความพร้อมด้านกฎระเบียบและกรอบการกำกับดูแลเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ โดยเฉพาะการบูรณาการการรับรู้เข้ากับการสื่อสาร (Integrated Sensing and Communication: ISAC) และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในโครงข่าย ซึ่งอาจมีผลต่อประเด็นด้านการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์

มิติโครงสร้างพื้นฐานและสังคม

เทคโนโลยี 6G ให้ความสำคัญกับการเชื่อมต่อที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ รวมถึงการให้บริการในพื้นที่ห่างไกล ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของประเทศไทยในการลดความเหลื่อมล้ำด้านการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล โดยโครงสร้างพื้นฐานในอนาคตที่บูรณาการโครงข่ายภาคพื้นดินเข้ากับโครงข่ายที่ไม่ใช่ภาคพื้นดิน (non-terrestrial networks) โดยเฉพาะระบบดาวเทียมวงโคจรต่ำ จะมีส่วนช่วยเพิ่มโอกาสในการขยายการเข้าถึงบริการดิจิทัลไปยังพื้นที่ชนบทและพื้นที่ห่างไกล ทั้งนี้ บทวิเคราะห์ของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) ระบุว่า 6G มีศักยภาพในการเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (smart city) เนื่องจากสามารถรองรับอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) ที่มีความหนาแน่นสูง รองรับการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำในระดับ 0.1 มิลลิวินาที และการระบุตำแหน่งที่มีความละเอียดในระดับเซนติเมตร ซึ่งอาจเอื้อต่อการพัฒนาบริการสาธารณสุขทางไกล ระบบการจราจรอัจฉริยะ และระบบบริหารจัดการภัยพิบัติ ขณะเดียวกัน ประเด็นด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานและความยั่งยืน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรอบ IMT-2030 มีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมและเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศไทย จึงควรนำประเด็นดังกล่าวมาประกอบการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในระยะต่อไป

มิติการวิจัยและการพัฒนากำลังคน

ช่วงระยะก่อนการกำหนดมาตรฐาน (pre-standard) เป็นช่วงเวลาที่มีความสำคัญต่อการสร้างและยกระดับขีดความสามารถด้านการวิจัย การทดลอง และการทดสอบเทคโนโลยีของประเทศไทย

โดยควรส่งเสริมการจัดตั้งหรือยกระดับห้องปฏิบัติการทดสอบ 6G (testbed) การพัฒนาความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษา สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีคลื่นความถี่ระดับสูง สถาปัตยกรรมโครงข่ายที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ และวิศวกรรมระบบสื่อสารสมัยใหม่ ทั้งนี้ กลไกด้านการพัฒนากำลังคนดิจิทัลและการสนับสนุนการวิจัยของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (depa) รวมถึงเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษา สามารถนำมาใช้เป็นฐานในการพัฒนาบุคลากรและขีดความสามารถด้าน 6G ของประเทศได้ การลงทุนด้านการวิจัยและกำลังคนตั้งแต่ระยะเริ่มต้นจะมีส่วนสำคัญต่อการกำหนดศักยภาพของประเทศไทยว่าจะสามารถมีบทบาทในการพัฒนาและสร้างเทคโนโลยี 6G หรือเป็นเพียงผู้รับและนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้งาน

มิติอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจ

แม้ตลาด 6G เชิงพาณิชย์จะยังอยู่ในระยะเริ่มต้นและคาดว่าจะต้องใช้เวลาอีกหลายปีกว่าจะเกิดการใช้งานในวงกว้าง แต่ประเทศไทยสามารถเริ่มวางตำแหน่งของตนในห่วงโซ่คุณค่าได้ตั้งแต่ระยะปัจจุบัน โดยส่งเสริมความร่วมมือกับผู้ผลิตอุปกรณ์และชิปเซ็ตในระดับสากล ตลอดจนสนับสนุนการพัฒนาต่อยอดจากแนวทางการพัฒนาแบบเปิดและสถาปัตยกรรม AI-RAN เพื่อลดการพึ่งพาผู้ผลิตหรือเทคโนโลยีจากแหล่งใดแหล่งหนึ่ง นอกจากนี้ ควรเตรียมความพร้อมของภาคการผลิต ภาคโลจิสติกส์ และภาคบริการ เพื่อรองรับกรณีการใช้งานใหม่ที่อาจเกิดขึ้นจาก 6G อาทิ การสื่อสารแบบสมจริงและการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำและความน่าเชื่อถือสูง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอัจฉริยะ ยานยนต์ไร้คนขับ และบริการสาธารณสุขทางไกล

ทั้งนี้ ในระดับนโยบายมีการคาดการณ์ว่าเทคโนโลยี 5G จะสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศไทยมากกว่า 650,000 ล้านบาท และก่อให้เกิดตำแหน่งงานที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจดิจิทัลมากกว่า 130,000 ตำแหน่งภายในปี 2573 ซึ่งการพัฒนาและต่อยอดไปสู่ 6G มีศักยภาพที่จะขยายฐานมูลค่าทางเศรษฐกิจดังกล่าวในระยะต่อไป

โดยสรุป การพัฒนา 6G ในระดับสากลกำลังอยู่ในช่วงเปลี่ยนผ่านจากระยะการศึกษาวิจัยไปสู่ระยะการกำหนดมาตรฐานและจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคอย่างเป็นรูปธรรม โดย ITU-R ได้กำหนดกรอบวิสัยทัศน์ผ่านข้อเสนอแนะ ITU-R M.2160 และอยู่ระหว่างการจัดทำข้อกำหนดด้านสมรรถนะทางเทคนิคของ IMT-2030 ขณะที่ 3GPP อยู่ระหว่างการจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับ 6G ชุดแรกภายใต้ Release 21 ซึ่งมีกำหนดดำเนินการต่อเนื่องจนถึงช่วงปลายปี 2571 ถึงต้นปี 2572 สำหรับประเทศไทย ช่วงเวลาดังกล่าวจึงควรถือเป็นระยะของการเตรียมความพร้อมและการสร้างขีดความสามารถ มากกว่าการเร่งนำ 6G มาใช้งานในเชิงพาณิชย์

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่สำคัญประกอบด้วย (1) การจัดทำและปรับปรุงยุทธศาสตร์การบริหารจัดการคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับผลการประชุม WRC-27 (2) การเสริมสร้างบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้แทนประเทศไทยในเวทีการกำหนดมาตรฐานระดับสากลอย่างต่อเนื่อง (3) การลงทุนเพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านการทดสอบ การวิจัยและพัฒนา และการพัฒนากำลังคน (4) การจัดทำกรอบการกำกับดูแลที่สามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ ควบคู่กับการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลและการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์

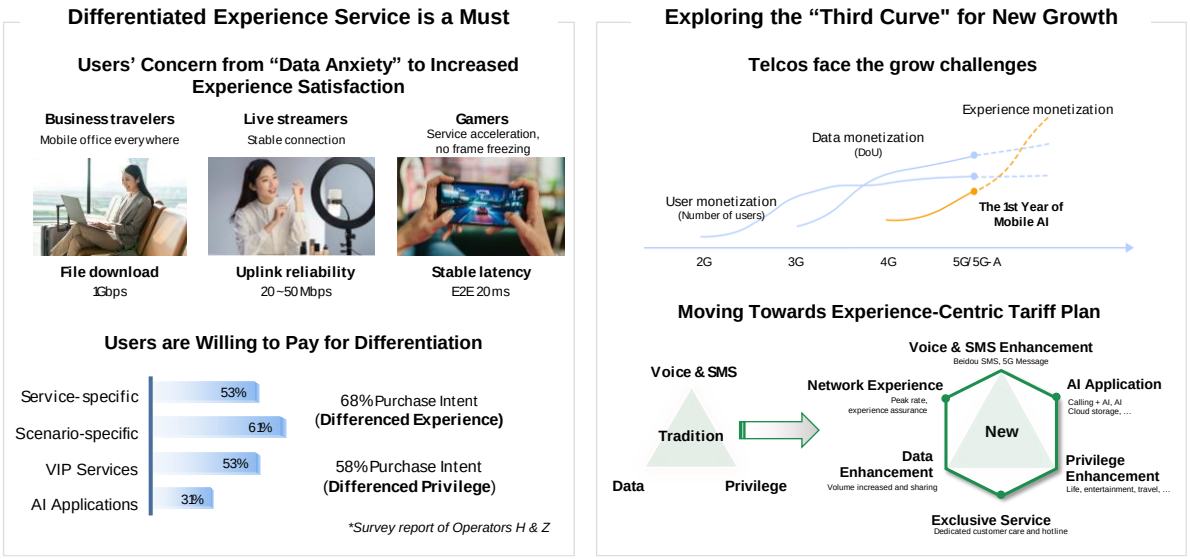
ทั้งนี้ ประเทศที่สามารถเตรียมความพร้อมและมีส่วนร่วมในกระบวนการกำหนดมาตรฐานได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น ย่อมมีโอกาสในการมีส่วนร่วมต่อการกำหนดเงื่อนไขทางเทคนิคและทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งเป็นโอกาสเชิงยุทธศาสตร์ที่ประเทศไทยควรให้ความสำคัญ

3.6 ความเชื่อมโยงของเทคโนโลยี นวัตกรรม AI และ ความต้องการในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced

จาก Data Anxiety (ความกังวลต่อปริมาณข้อมูล) สู่ “Experience Satisfaction” หรือความพึงพอใจในประสบการณ์ ตลอดทศวรรษที่ผ่านมา ผู้ใช้บริการมือถือเคยกังวลเรื่อง “เน็ตหมด เน็ตช้า ค่าเน็ตแพง” หรือที่เรียกกันว่า data anxiety แต่เมื่อเทคโนโลยี 5G เริ่มแพร่หลาย ความกังวลเรื่องปริมาณข้อมูลลดลง ผู้ใช้กลับหันมาให้ความสำคัญกับ “ประสบการณ์” มากกว่าเดิม

- นักธุรกิจต้องการทำงานได้ทุกที่ วิดีโอคอลและดาวน์โหลดไฟล์ใหญ่ได้ทันที
- สตรีมเมอร์ต้องการอัปโหลดวิดีโอสดที่คมชัดและเสถียร ไม่สะดุด
- เกมเมอร์ต้องการ latency ต่ำมาก การตอบสนองแบบเรียลไทม์และไม่แลค

พฤติกรรมเหล่านี้ทำให้เห็นชัดว่า แม้ทุกคนจะใช้ “อินเทอร์เน็ต” เหมือนกัน แต่ความคาดหวังต่อคุณภาพแตกต่างกันไปตามบริบทการใช้งาน ผลสำรวจที่ปรากฏในสไลด์ยังสะท้อนว่า ผู้ใช้จำนวนมาก “ยอมจ่ายเพิ่ม” เพื่อได้บริการที่ตรงกับสถานการณ์ เช่น แพ็กเกจสำหรับเล่นเกม แพ็กเกจสำหรับสตรีม และบริการ VIP ที่ได้รับการดูแลเป็นพิเศษ (Premium QoS: Quality of Service)



รูปที่ 3-17 5G-Advanced และ AI ส่งเสริมการให้บริการที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น

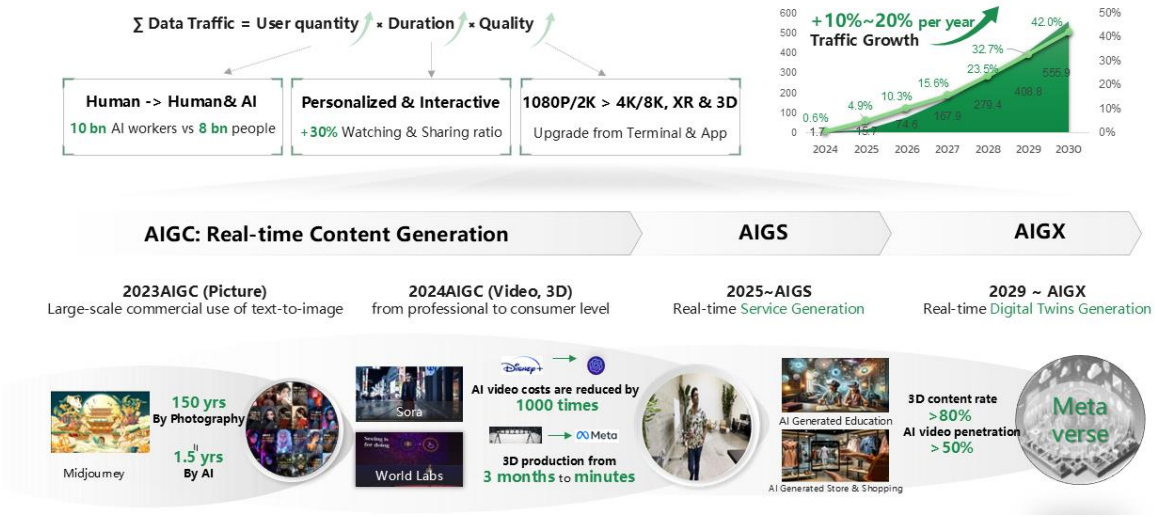
เมื่อตลาดเคลื่อนจาก “ขายข้อมูลปริมาณเท่าไรในราคาเท่าไร” ไปสู่ “ขายประสบการณ์แบบไหนในราคาเท่าไร” **โครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายก็ต้องออกแบบใหม่ให้รองรับการรับประกันคุณภาพที่แตกต่างกัน** เช่น ความเร็วขั้นต่ำ การันตีค่า Latency หรือเสถียรภาพของ Uplink ในช่วงเวลาใช้งานหนาแน่น

“คลื่นลูกที่สาม (Third Curve)” ของผู้ให้บริการโทรคมนาคม ในอดีต รายได้หลักของผู้ให้บริการโทรคมนาคมล้วนมาจากสองแหล่งสำคัญคือ (1) Voice & SMS รายได้จากการโทรและข้อความ และ (2) Data Monetization รายได้จากการขายอินเทอร์เน็ตบนมือถือ

เมื่อบริการโทรลดความสำคัญลง และข้อมูลกลายเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity) แข่งขันกันที่ราคา ผู้ให้บริการจึงต้องมองหา “คลื่นลูกที่สาม” (Third Curve) คือการสร้างรายได้จาก “ประสบการณ์” และ “บริการดิจิทัล” ที่ใช้ AI และโครงข่ายอัจฉริยะเป็นหัวใจ ตัวอย่างของแหล่งรายได้หลักแบบใหม่ที่อาจจะเกิดขึ้นคือ

- **แพ็กเกจที่แยกตามประสบการณ์** เล่นเกมไม่กระตุก ดูวิดีโอ 4K ไม่สะดุด สตรีมสดด้วย uplink สูง
- **บริการเสริมด้วย AI** ผู้ช่วยส่วนตัวบนมือถือ การแปลภาษาเรียลไทม์ การวิเคราะห์วิดีโอจากกล้อง เพื่อความปลอดภัย หรือการตลาด
- **การให้สิทธิพิเศษ (Privilege) และ Exclusive** Service เช่น การยกระดับการให้บริการ (Premium QoS) บริการลูกค้าแบบ Priority บริการช่องสัญญาณสำรองสำหรับลูกค้าองค์กร หรือการจองช่องสัญญาณ (Capacity) เครือข่ายสำหรับอีเวนต์สำคัญ

การจะขยับสู่รูปแบบรายได้ใหม่เหล่านี้ได้ เครือข่ายจำเป็นต้องมีความสามารถมากกว่า 5G รุ่นแรกทั้งในแง่ความจุ ความยืดหยุ่น และความสามารถในการควบคุมคุณภาพบริการแบบละเอียดระดับแอปพลิเคชัน นี่คือเหตุผลที่ 5G-Advanced ถูกวางให้เป็น “แพลตฟอร์มประสบการณ์” ไม่ใช่แค่ “อินเทอร์เน็ตเร็วกว่าเดิม”

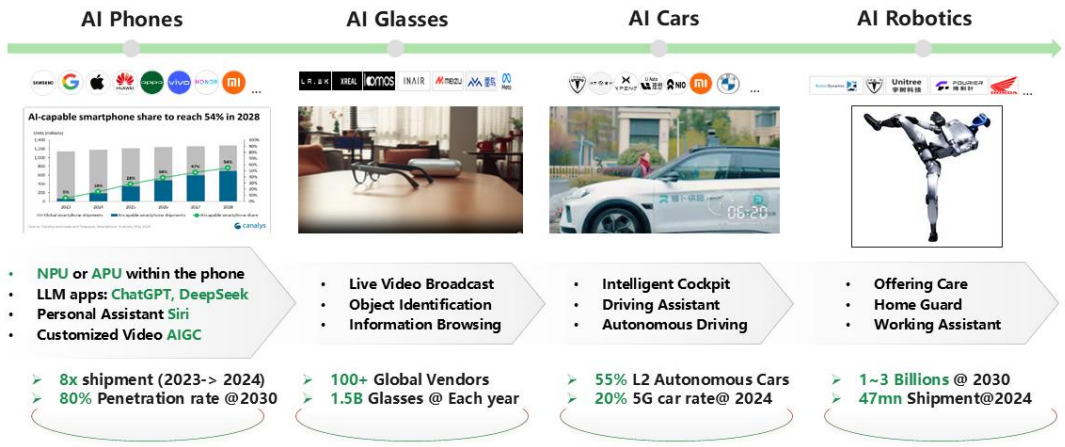


รูปที่ 3-18 AI เร่งการเติบโตของทราฟฟิก

AI เปลี่ยนสมการการเติบโตของทราฟฟิก ในยุคก่อน AI การเติบโตของทราฟฟิกอาศัยสองปัจจัยแรกเป็นหลัก คือจำนวนผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น และเวลาการใช้งานที่นานขึ้น แต่เมื่อ AI โดยเฉพาะ Generative AI เข้ามา เปลี่ยนโครงสร้างเนื้อหาในเครือข่ายทั้งด้าน “ปริมาณ” และ “ชนิดของข้อมูล”

- **จำนวนผู้สร้างคอนเทนต์เพิ่มขึ้นแบบก้าวกระโดด** จากเดิมที่คอนเทนต์คุณภาพสูงต้องใช้ทีมผลิตมืออาชีพ ใช้เวลาหลายสัปดาห์หรือหลายเดือน ปัจจุบัน AI สามารถช่วยให้คนทั่วไปสร้างภาพ วิดีโอ หรือโมเดล 3 มิติได้ภายในไม่กี่นาที ทำให้จำนวนเนื้อหาที่ถูกผลิตและถูกอัปโหลดเข้าสู่เครือข่ายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

- **เนื้อหามีความละเอียดและซับซ้อนมากขึ้น** การยกระดับจากวิดีโอ 1080p ไปสู่ 4K/8K หรือคอนเทนต์ XR และ 3D ช่วยให้ประสบการณ์ผู้ใช้ดีขึ้น แต่ก็แลกมาด้วยการใช้แบนด์วิดท์สูงขึ้นหลายเท่า
- **เนื้อหาโต้ตอบได้และเป็นส่วนตัว** แพลตฟอร์มที่ใช้ AI สามารถสร้างประสบการณ์แบบ personalized ทำให้เวลาที่ผู้ใช้ใช้กับคอนเทนต์เพิ่มขึ้นอีก เพราะรู้สึกว่าเนื้อหาตรงกับความสนใจของตัวเอง



รูปที่ 3-19 ระบบนิเวศของ AI ที่สมบูรณ์จะทำให้ทราฟฟิกเติบโตอย่างต่อเนื่อง

ผลรวมของปัจจัยเหล่านี้คืออัตราการเติบโตของทราฟฟิกระดับร้อยละ 10–20 ต่อปีในหลายตลาด ซึ่งเกินกว่าที่โครงข่ายแบบเดิมจะรองรับได้โดยไม่ต้องลงทุนเพิ่มทั้งในส่วนวิทยุ (RAN) โครงข่ายแกนกลาง (Core) และขอบเครือข่าย (Edge) โดย**ตัวอย่างของอุปกรณ์ AI ในระบบนิเวศของ AI ที่มีการใช้ทราฟฟิกและมีแนวโน้มจำนวนเพิ่มมากขึ้น** ยกตัวอย่างเช่น

- **AI Phones** สมาร์ตโฟนที่มีหน่วยประมวลผล AI ในตัว รองรับแอป LLM ผู้ช่วยเสียงอัจฉริยะ และงานประมวลผลภาพ/วิดีโอบนเครื่อง ทำให้การโต้ตอบกับ AI เกิดขึ้นบ่อยขึ้นและต่อเนื่องขึ้น การประมวลผลบางส่วนยังคงต้องเชื่อมต่อกับคลาวด์ ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลปริมาณมากขึ้นทั้ง Uplink และ Downlink
- **AI Glasses** แว่นตาอัจฉริยะที่สตรีมวิดีโอจากมุมมองผู้ใช้แบบเรียลไทม์ ใช้สำหรับการ Live broadcast การแปลภาษาหน้างาน การระบุวัตถุ หรือการนำทางในอุตสาหกรรม การส่งสัญญาณวิดีโออย่างต่อเนื่องทำให้ต้องการ Uplink ที่มั่นคงและ Latency ต่ำเป็นพิเศษ
- **AI Cars** รถยนต์ที่มีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติและ Intelligent cockpit ไม่ได้อาศัยเซนเซอร์บนรถเพียงอย่างเดียว แต่ยังพึ่งพาข้อมูลจากเครือข่าย เช่น แผนที่ความละเอียดสูง การอัปเดตสภาพการจราจร และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรถกับรถ (V2V) และรถกับโครงสร้างพื้นฐาน (V2I) สิ่งเหล่านี้ต้องพึ่งโครงข่ายที่มีความหน่วงต่ำมากและเชื่อถือได้

- **AI Robotics** หุ่นยนต์บริการในบ้านและในอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการการอัปเดตซอฟต์แวร์บ่อยครั้ง การมอนิเตอร์ระยะไกลแบบเรียลไทม์ และการเชื่อมต่อกับคลาวด์สำหรับงานประมวลผลหนัก เช่น การรับรู้ภาพขั้นสูงหรือการวางแผนการเคลื่อนที่ในพื้นที่ซับซ้อน

เมื่ออุปกรณ์ทั้ง 4 กลุ่มนี้เติบโตไปพร้อมกัน จำนวนการเชื่อมต่อใหม่ในเครือข่ายมือถืออาจเพิ่มขึ้นถึงระดับหมื่นล้าน การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานจึงต้องมองเกินกว่าโทรศัพท์มือถือเพียงอย่างเดียว แต่รวมถึง การสื่อสารของยานยนต์ (Vehicular communications) IoT ในภาคอุตสาหกรรม (Industrial IoT) และ หุ่นยนต์สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป (Consumer robotics) ด้วย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมของสถานการณ์ข้างต้น จะเห็นว่าเป็น “ห่วงโซ่เหตุผล” ที่เชื่อมโยงกันที่ชัดเจนซึ่งทำให้ 5G-Advanced จึงจำเป็นต่อยุค AI โดยมี

1. **นวัตกรรม AI ทำให้เกิดแอปและอุปกรณ์ใหม่จำนวนมาก** ตั้งแต่ AIGC, Digital twins ไปจนถึง AI glasses และหุ่นยนต์บริการ ทำให้รูปแบบการใช้งานอินเทอร์เน็ตเปลี่ยนจากการรับชมแบบ passive ไปสู่การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ และการผลิตเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง
2. **พฤติกรรมผู้ใช้ยกระดับจาก “ต้องการอินเทอร์เน็ตใช้ได้” เป็น “ต้องการประสบการณ์เฉพาะทาง”** กลุ่มธุรกิจ เกมเมอร์ หรือสตรีมเมอร์ มองเห็นคุณค่าของความเร็ว ความหน่วงต่ำ และเสถียรภาพที่แตกต่างกันในแต่ละสถานการณ์ และพร้อมจ่ายเพื่อได้รับประสบการณ์นั้น
3. **ผู้ให้บริการต้องสร้างโมเดลรายได้ใหม่บนพื้นฐาน “Experience-centric”** จากการขายแพ็กเกจข้อมูลทั่วไป ไปสู่การขายแพ็กเกจที่รับประกันคุณภาพเจาะจง (Quality of Experience:QoE) พร้อมบริการเสริมด้วย AI เพื่อเพิ่มมูลค่า
4. **เพื่อทำสิ่งเหล่านี้ได้ เครือข่ายพื้นฐานต้อง “ฉลาด” และ “ยืดหยุ่น” กว่าเดิม** 5G-Advanced จึงถูกออกแบบให้มีฟีเจอร์อย่าง
   - การจัดสรรทรัพยากรแบบมีพลวัต (Dynamic) ตามสถานการณ์ใช้งาน
   - การรับประกันความหน่วง (Latency) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) สำหรับการใช้งานที่มีความสำคัญ เช่น รถไร้คนขับหรือหุ่นยนต์
   - การรวม AI เข้ากับการบริหารเครือข่าย ทำให้เครือข่ายสามารถปรับตัวเองอัตโนมัติ
   - การเพิ่มขีดความสามารถ Uplink เพื่อรองรับการสตรีมจากอุปกรณ์ปลายทางจำนวนมาก

กล่าวโดยสรุป **นวัตกรรม AI คือ “ตัวเร่ง” ที่ทำให้ความต้องการใช้งานเครือข่ายทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพพุ่งสูงขึ้น ขณะที่ 5G-Advanced คือ “โครงกระดูกสันหลัง” ที่จะรองรับการเติบโตนี้** หากไม่มีการลงทุนและพัฒนาสู่ 5G-Advanced อย่างเป็นระบบ ทั้งภาคผู้ให้บริการและภาคอุตสาหกรรมจะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากศักยภาพเต็มที่ของ AI ได้ และโอกาสทางเศรษฐกิจใหม่ ๆ เช่น เมตาเวิร์ส อุตสาหกรรมอัตโนมัติ หรือเมืองอัจฉริยะ ก็จะเติบโตได้ไม่เต็มที่

4 การส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีดิจิทัลของประเทศไทยผ่านเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า (5G and beyond)

4.1 ภาพรวมเป้าหมายการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลภาครัฐของประเทศไทย

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลกลายเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมโลก ความสามารถของประเทศในการออกแบบ พัฒนา และลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลอย่างมียุทธศาสตร์กำลังเป็นตัวชี้วัดขีดความสามารถในการแข่งขัน ความมั่นคงของประเทศ และคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยรวม ประเทศไทยในฐานะหนึ่งในศูนย์กลางเศรษฐกิจของภูมิภาคอาเซียน จึงจำเป็นต้องก้าวข้ามแนวคิดเดิมๆ ที่มองโครงข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นเพียงเครื่องมือสื่อสาร ไปสู่การวางโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้เป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานของชาติ เทียบเคียงได้กับถนน ไฟฟ้า และแหล่งน้ำ ซึ่งต้องให้ทุกภาคส่วนสามารถเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียม มีคุณภาพ และมีต้นทุนที่เหมาะสม

ประเทศไทยได้กำหนดทิศทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลไว้แล้วอย่างชัดเจนผ่าน นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ที่มีเป้าหมายไม่เพียงเพื่อขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตไปยังทุกหมู่บ้านและชุมชนหรือสร้างเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลที่ประชาชนทุกภาคส่วนสามารถเข้าถึง ใช้ประโยชน์ และมีความสามารถทางดิจิทัลอย่างเท่าเทียมเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการพัฒนาศูนย์ข้อมูลที่มีมาตรฐานสูง การวางระบบคลาวด์ภาครัฐที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้ การจัดตั้งเกตเวย์ที่เป็นกลางและมีเสถียรภาพ รวมถึงการสร้างระบบเชื่อมโยงระหว่างประเทศที่สามารถรองรับบทบาทของประเทศไทยในฐานะจุดเชื่อมโยงดิจิทัลระดับภูมิภาค วิสัยทัศน์ดังกล่าวมิได้เป็นเพียงเป้าหมายทางเทคนิค หากแต่เป็นการปักหมุดแนวทางแห่งการพัฒนาประเทศในระยะยาว ซึ่งจะส่งผลต่อโครงสร้างเศรษฐกิจ แรงงาน การลงทุน และความสามารถในการเติบโตอย่างยั่งยืน

ขณะเดียวกัน การบริหารจัดการทรัพยากรที่มีความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์อย่างคลื่นความถี่ก็ได้รับการยกระดับเป็นกลไกกลางที่มีบทบาทต่อการสร้างโครงข่ายที่ทันสมัย มีความยืดหยุ่น และรองรับการให้บริการในหลากหลายมิติ ทั้งในภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ และภาคอุตสาหกรรม การวางแผนจัดสรรคลื่นล่วงหน้าในระยะเวลา 5 ปี และการออกแบบแนวทางการประมูลที่คำนึงถึงความหลากหลายของผู้เล่นในตลาด รวมถึงการส่งเสริมการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน ล้วนเป็นสัญญาณสะท้อนถึงการขับเคลื่อนนโยบายอย่างเป็นระบบและยั่งยืน เพื่อให้โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารของประเทศสามารถเติบโตไปพร้อมกับพลวัตของเทคโนโลยีโลก

5G-Advanced กลไกสำคัญในการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อดึงดูดการลงทุนสู่ประเทศไทย

การเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบของระบบเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการเคลื่อนย้ายเงินทุนและการจัดสรรการลงทุนระหว่างประเทศ โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลคุณภาพสูงจึงกลายเป็น “ทรัพยากรยุทธศาสตร์” ที่ประเทศต่าง ๆ ใช้ในการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันและดึงดูดนักลงทุนจากทั่วโลก สำหรับประเทศไทย การพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced ซึ่งเป็นวิวัฒนาการขั้นถัดไปของเครือข่าย 5G จึงมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการลงทุนในอุตสาหกรรมดิจิทัล เทคโนโลยีขั้นสูง และเศรษฐกิจแห่งอนาคตอย่างรอบด้าน

เทคโนโลยี 5G-Advanced มีคุณลักษณะเฉพาะที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนสูง ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมาก (Massive Connectivity) ความหน่วงต่ำระดับมิลลิวินาที (Ultra-Low Latency) ความเร็วในการรับ–ส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นทั้งด้าน Uplink และ Downlink ตลอดจนความสามารถในการรองรับการประมวลผลที่ปลายทาง (Edge Computing) และการใช้งานแอปพลิเคชันประเภท AR/VR, XR และ AI ซึ่งล้วนเป็นหัวใจของระบบการผลิตและบริการแห่งอนาคต การมีเครือข่าย 5G-Advanced ที่พร้อมใช้งานทั่วถึงในระดับประเทศ จึงสามารถเปลี่ยนประเทศไทยจาก “ฐานการผลิตดั้งเดิม” ไปสู่ “ศูนย์กลางนวัตกรรมและการลงทุนดิจิทัล” ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ในเชิงเศรษฐกิจ 5G-Advanced จะเป็นปัจจัยเร่งในการดึงดูดการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า ศูนย์วิจัยและพัฒนา (R&D Centers) อุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ และธุรกิจแพลตฟอร์มดิจิทัลระดับภูมิภาค รวมถึงการดึงดูดบริษัทข้ามชาติให้มาตั้งสำนักงานภูมิภาค (Regional Headquarters) ในประเทศไทย การมีโครงข่าย 5G-Advanced ที่มีความพร้อมจะเป็นปัจจัยชี้ขาดในการตัดสินใจลงทุน โดยเฉพาะในช่วงที่ประเทศต่าง ๆ กำลังแข่งขันเพื่อเป็น “Digital Investment Hub” ของภูมิภาค นอกจากนี้ โครงข่าย 5G-Advanced ยังเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษด้านดิจิทัล (Digital Free Zone) และการออกแบบนโยบายเชิงรุกของภาครัฐในด้านการลงทุน อาทิ การจัดตั้งเขตนวัตกรรมดิจิทัลการส่งเสริม Sandbox ด้าน 5G สำหรับ Startup และอุตสาหกรรมใหม่ และการออกแบบระบบโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่เปิดโอกาสให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาควิชาการอย่างมีพลวัต

ด้วยเหตุนี้ การยกระดับโครงสร้างพื้นฐานทางดิจิทัลของเทคโนโลยี 5G-Advanced คือการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจยุคใหม่ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระดับโลก และเป็นปัจจัยชี้วัดสำคัญที่นักลงทุนใช้ประกอบการตัดสินใจในการเข้ามาลงทุนในประเทศไทย ดังนั้น กลไกด้านนโยบายของภาครัฐ การกำหนดทิศทางการจัดคลื่นที่เพียงพอ และการวางแผนโครงสร้างพื้นฐานร่วมจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อให้ 5G-Advanced ไม่เป็นเพียงเทคโนโลยี แต่เป็น “โครงสร้างพื้นฐานแห่งโอกาส” สำหรับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมไทยสู่อนาคตอย่างยั่งยืน

เมืองนำร่อง (5G-Advanced City) สำหรับการพัฒนา 5G-Advanced รากฐานใหม่ของเศรษฐกิจดิจิทัลไทย

การเข้าสู่ยุคของเทคโนโลยี 5G-Advanced ไม่ได้เป็นเพียงการพัฒนาความเร็วของเครือข่าย แต่เป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนผ่านสู่โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่ “อัจฉริยะ ยืดหยุ่น และยกระดับคุณภาพชีวิต” อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถก้าวขึ้นเป็นศูนย์กลางของเศรษฐกิจดิจิทัลในภูมิภาคได้อย่างยั่งยืน จำเป็นต้องมีการเลือก “พื้นที่เป้าหมาย” ที่มีความพร้อมทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐานเศรษฐกิจ และระบบนิเวศด้านนวัตกรรม เพื่อใช้เป็นเมืองนำร่องของเทคโนโลยี 5G-Advanced City

1. **กรุงเทพมหานคร เมืองเศรษฐกิจมูลค่าสูง** พื้นที่ย่านกลางเมืองกรุงเทพฯ โดยเฉพาะเขตธุรกิจอย่างสาทร ปทุมวัน และพญาไท ถือเป็นศูนย์กลางของบริการการเงิน การแพทย์ขั้นสูง และหน่วยงานภาครัฐหลายแห่ง การนำร่อง 5G-Advanced ในพื้นที่นี้จะรองรับบริการที่ต้องการเครือข่ายที่เสถียรและหน่วงต่ำ เช่น Real-Time Trading, Smart Health และโครงข่ายกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ พร้อมทั้งสนับสนุนการทดสอบ Network Slicing สำหรับ B2B Services ซึ่งจะช่วยขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจระดับบนให้เกิดรูปธรรม
2. **เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา พื้นที่สร้างสรรค์อุตสาหกรรมแห่งอนาคต** EEC เป็นพื้นที่ที่มีบทบาทสำคัญในการผลักดันอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (EV) หุ่นยนต์ นวัตกรรมดิจิทัล และโลจิสติกส์ การใช้ 5G-Advanced เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ในโรงงาน คลังสินค้าอัจฉริยะ ท่าเรืออัตโนมัติ และระบบเชื่อมโยงโลจิสติกส์แบบ Real-Time จะทำให้เกิด Use Case ที่สามารถขยายผลไปยังโรงงานอื่น ๆ ได้ทั่วประเทศ
3. **เชียงใหม่ Smart City ทางภาคเหนือ** เชียงใหม่เป็นเมืองที่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อการท่องเที่ยวและการบริการภาครัฐมาอย่างต่อเนื่อง เป็นเมืองที่มีความพร้อมในด้านนวัตกรรม การศึกษาระดับสูง และระบบบริการสุขภาพที่หลากหลาย เหมาะสมต่อการทดลอง 5G-Advanced ในด้าน Smart Healthcare, Smart Mobility และบริการด้าน Tele-education ที่ต้องใช้เครือข่าย Uplink ความเร็วสูงร่วมกับ Edge AI
4. **พัทยา เมืองท่องเที่ยวนานาชาติที่รองรับเศรษฐกิจบริการ** พัทยาเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวต่างชาติหลั่งไหลเข้ามาเป็นจำนวนมาก จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการพัฒนา 5G-Advanced เพื่อรองรับบริการ AI Translation, AR Tourism การบริหารฝูงชน (Crowd Control) และแพลตฟอร์มการประชุมระดับนานาชาติในรูปแบบ Holographic หรือ Mixed Reality ที่ต้องการ Latency ต่ำและ Bandwidth สูง

การพัฒนา 5G-Advanced จำเป็นต้องเริ่มจากเมืองที่มีศักยภาพสูง เพื่อให้เกิด Use Case ที่สามารถ “เรียนรู้ ปรับใช้ และขยายผล” ไปยังพื้นที่อื่นของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมืองทั้ง 4 แห่ง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร (เขตธุรกิจ) เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เชียงใหม่ และพัทยา ต่างมีจุดแข็งเฉพาะตนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี จึงควรได้รับการส่งเสริมให้เป็นเมืองนำร่อง 5G-Advanced อย่างเป็นระบบ พร้อมการสนับสนุนจากภาครัฐ ทั้งในด้านคลื่นความถี่ มาตรการภาษี งบประมาณสนับสนุน และระบบนิเวศนวัตกรรม

ประเทศไทยกับโจทย์ Digital Hub จากความพร้อมเชิงแผน สู่การขับเคลื่อนเชิงระบบ

ปัจจุบันประเทศมีแผนยุทธศาสตร์ที่ชัดเจนและครอบคลุม แต่ในทางปฏิบัติยังพบช่องว่างที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งในด้านการเข้าถึงบริการในพื้นที่ห่างไกล การลดต้นทุนบริการให้เหมาะสมกับรายได้ประชาชน การกระจายศูนย์ข้อมูลให้ครอบคลุมทั่วภูมิภาค และการพัฒนาทักษะบุคลากรเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ช่องว่างเหล่านี้ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยกลไกเฉพาะกิจ แต่ต้องอาศัยการวางนโยบายที่เป็นระบบ สนับสนุนด้วยงบประมาณและแรงจูงใจที่เหมาะสม และที่สำคัญคือการบูรณาการการทำงานระหว่างภาครัฐ เอกชน และภาควิชาการอย่างเป็นรูปธรรม

ในบริบทของภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการก้าวสู่บทบาทของ “ศูนย์กลางดิจิทัล” หากสามารถขับเคลื่อนกลยุทธ์ในลักษณะองค์รวม ซึ่งเชื่อมโยงทั้งโครงสร้างพื้นฐานกายภาพ ระบบนิเวศทางธุรกิจ มาตรการด้านความมั่นคงทางไซเบอร์ และกรอบกฎหมายที่เอื้อต่อการลงทุนในเทคโนโลยีขั้นสูง บทบาทศูนย์กลางดิจิทัลไม่ใช่เพียงการเป็นทางผ่านของข้อมูล แต่คือการสร้างแพลตฟอร์มกลางสำหรับบริการข้อมูล ศูนย์เก็บข้อมูลคลาวด์ระดับโลก การเป็นฐานของบริการปัญญาประดิษฐ์ และการเป็นจุดเริ่มต้นของบริการเชื่อมโยงระหว่างภูมิภาคและระหว่างทวีป ดังตัวอย่างการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced ในระดับสากล ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลในมิติต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรม หลายประเทศในเอเชียที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้เร่งนำ 5G-Advanced ไปประยุกต์ใช้ในภาคส่วนที่มีมูลค่าเศรษฐกิจสูง ไม่ว่าจะเป็นการผลิตขั้นสูง เมืองอัจฉริยะ หรือบริการดิจิทัลแก่ผู้ประกอบการรายย่อย ทั้งนี้ บทเรียนจากประเทศผู้นำด้าน 5G-Advanced อย่างเกาหลีใต้ สาธารณรัฐประชาชนจีน และสิงคโปร์ สามารถใช้เป็นแนวทางเชิงยุทธศาสตร์ให้กับประเทศไทยในการยกระดับบทบาทสู่ Digital Hub ของภูมิภาค

การขับเคลื่อนประเทศไทยให้ก้าวสู่การเป็น Digital Hub อย่างแท้จริง จำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีคิดจากการมอง “โครงสร้างพื้นฐาน” เป็นเพียงเครื่องมือรองรับบริการ มาเป็น “กลยุทธ์สร้างประเทศ” ที่จะสร้างความมั่นคงทางเทคโนโลยี พึ่งพาตนเองได้ในระยะยาว และเปิดพื้นที่ให้กับนวัตกรรมของคนไทยได้เติบโตในระดับสากล หากสามารถปลดล็อกข้อจำกัดเดิม และวางโครงสร้างเชิงนโยบายที่มุ่งเป้าในระยะยาวได้อย่างเป็นระบบ ประเทศไทยจะไม่เพียงตามทันโลก แต่มีโอกาสที่จะเป็นผู้นำในภูมิภาค และเป็นจุดเชื่อมสำคัญของเศรษฐกิจดิจิทัลระดับโลกได้ในอนาคตอันใกล้

4.2 ยุทธศาสตร์และเป้าหมายภายใต้แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ระยะที่ 2 ของ สดช.

การพัฒนาเทคโนโลยี 5G ในประเทศไทยไม่ใช่เพียงความก้าวหน้าทางเทคนิคด้านโครงข่ายโทรคมนาคม แต่ได้ถูกยกระดับให้เป็นกลไกเชิงยุทธศาสตร์สำคัญในการยกระดับเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้บริบทของการแข่งขันด้านเศรษฐกิจดิจิทัลในระดับภูมิภาคและระดับโลก สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในฐานะกลไกหลักที่ทำหน้าที่สนับสนุนการดำเนินงานของคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้วางแนวทางและแผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทย ให้มีทิศทางที่สอดคล้องกับนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561–2580 อย่างเป็นระบบ

แผนปฏิบัติการว่าด้วยการส่งเสริมการใช้ประโยชน์เทคโนโลยี 5G ของประเทศไทยได้รับการออกแบบในลักษณะแบ่งระยะ โดยในปัจจุบันได้เข้าสู่แผนปฏิบัติการระยะที่ 2 (2566–2570) ซึ่งถือเป็นช่วงเร่งการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ไปสู่ภาคการผลิต การบริการสาธารณะ และการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนอย่างแท้จริง แนวทางการดำเนินงานของแผนระยะที่ 2 มุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศดิจิทัลที่สมบูรณ์ ไม่จำกัดเฉพาะโครงข่าย แต่ครอบคลุมถึงการพัฒนาแพลตฟอร์ม กฎหมาย กฎระเบียบ ทุนมนุษย์ และกลไกการลงทุน โดยมีเป้าหมายเพื่อวางรากฐานให้ประเทศไทยสามารถเติบโตเป็นศูนย์กลางดิจิทัลของอาเซียนในอนาคต

ความก้าวหน้าในการดำเนินการตามแผนระยะที่ 2 สะท้อนถึงศักยภาพของประเทศไทยในการสร้างความพร้อมทั้งในด้านเทคนิค เศรษฐกิจ และนโยบาย โดยในปี 2567 เครือข่าย 5G ได้ครอบคลุมประชากรไทยร้อยละ 95 ขณะที่การใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมระหว่างผู้ประกอบการโทรคมนาคมมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 34 ซึ่งช่วยลดต้นทุนการขยายเครือข่ายในพื้นที่ห่างไกลและส่งเสริมการแข่งขันอย่างเป็นธรรม อีกทั้งยังมีการจัดตั้งพื้นที่ทดลองทดสอบเทคโนโลยีหรือ Regulatory Sandbox อย่างน้อย 12 แห่ง ครอบคลุมทั้งเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และเมืองหัวเมืองต่าง ๆ ทั่วประเทศ

นอกจากนี้ แผนระยะที่ 2 ยังได้พัฒนาโครงการประยุกต์ใช้ 5G เพื่อยกระดับบริการภาครัฐ เช่น การบริหารจัดการจราจรอัจฉริยะ การวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขภาพระยะไกล และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำผ่านแพลตฟอร์มเมืองอัจฉริยะ รวมถึงการส่งเสริมการสร้างเครือข่ายเฉพาะด้าน (5G Private Network) ที่ตอบโจทย์การใช้งานในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งทั้งหมดนี้ถือเป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงระหว่างยุทธศาสตร์ระดับชาติกับภาคการปฏิบัติ โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับยุทธศาสตร์ที่ 1 และ 4 ของแผนดิจิทัลแห่งชาติ ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล และการพัฒนาทุนมนุษย์ดิจิทัลให้เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรมแห่งอนาคต

อย่างไรก็ตาม ความท้าทายของประเทศไทยในระยะต่อไปมิได้อยู่ที่เพียงการ “ขยายเครือข่าย” แต่คือการ “ยกระดับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้ทันพฤติกรรมใหม่ของผู้ใช้” เนื่องจากพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมีลักษณะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและซับซ้อนมากขึ้น ผู้ใช้งานไม่เพียงแค่สื่อสารหรือเสพข้อมูลแบบเดิม แต่เริ่มสร้างและเผยแพร่เนื้อหาแบบเรียลไทม์ผ่านการ Live การใช้งาน E-Commerce และ E-Payment อย่างต่อเนื่อง การใช้ระบบ Streaming คุณภาพสูง และการพึ่งพา Cloud Storage รวมถึง AI Application อย่างแพร่หลาย ทั้งในชีวิตประจำวัน การทำงาน และธุรกิจขนาดเล็ก

แนวโน้มดังกล่าวนำมาซึ่งความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งในมิติของ Bandwidth ความหน่วงต่ำ (Latency) ความเสถียร (Reliability) และการรองรับอุปกรณ์จำนวนมากพร้อมกัน (Massive Connectivity) ซึ่งเทคโนโลยี 5G ในปัจจุบันอาจไม่สามารถรองรับได้ในระยะยาว โดยเฉพาะเมื่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศขยายตัวอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นสัดส่วนต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมที่สูงขึ้น และระบบบริการสาธารณะของรัฐจำนวนมากเริ่มเปลี่ยนมาใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเป็นหลัก

ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยี 5G ต่อไปในลักษณะ 5.5G หรือ 5G Beyond จึงกลายเป็นข้อกำหนดยุทธศาสตร์ที่ประเทศไทยไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เทคโนโลยีเหล่านี้จะยกระดับขีดความสามารถของเครือข่ายทั้งในด้านการเชื่อมต่ออุปกรณ์อัจฉริยะ**จำนวน**มากแบบ Ultra-Dense การควบคุมระยะไกลด้วยความหน่วงต่ำระดับมิลลิวินาที การรองรับบริการที่ต้องการ Uplink Bandwidth สูง เช่น Live Commerce และการใช้ AI บน Edge Network ที่กระจายอยู่ในพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญทั่วประเทศ ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบหลักของ Digital Economy ในยุคถัดไป

หากประเทศไทยต้องการก้าวสู่บทบาทของศูนย์กลางดิจิทัลระดับภูมิภาคอย่างแท้จริง การเตรียมความพร้อมด้านเทคโนโลยีจะต้องไปไกลกว่าเพียงการจัดสรรคลื่นความถี่ในรูปแบบเดิม แต่ต้องรวมถึงยกระดับโครงสร้างพื้นฐานด้านดิจิทัล การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การสร้าง Data Center และ Cloud Neutral Point[37] ในระดับภูมิภาค และที่สำคัญที่สุดคือการพัฒนาทุนมนุษย์ดิจิทัลที่เข้าใจเทคโนโลยีเครือข่ายขั้นสูงและสามารถบริหารจัดการ Ecosystem ระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุป หากภาครัฐสามารถขับเคลื่อนนโยบาย 5G ของประเทศไทยให้ต่อเนื่องถึงระดับ 5G Beyond ได้อย่างมียุทธศาสตร์ มีการติดตามประเมินผลที่เป็นระบบ และมีการบูรณาการทรัพยากรระหว่างหน่วยงานอย่างใกล้ชิด ประเทศไทยจะสามารถสร้างโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่มีศักยภาพในการแข่งขันระยะยาว และวางรากฐานที่มั่นคงต่อการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัล สู่การเป็นผู้นำในภูมิภาคอาเซียนอย่างแท้จริง

[37] Cloud Neutral Point หรือ Cloud Neutral Exchange Point คือจุดเชื่อมต่อกลาง (Interconnection point) ที่ให้บริการเชื่อมต่อระหว่างผู้ให้บริการคลาวด์ (Cloud Providers), ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูล (Data Centers), ผู้ให้บริการเครือข่าย (Network Providers), และผู้ใช้งานองค์กร/ธุรกิจ โดยไม่ผูกติดกับผู้ให้บริการรายใดรายหนึ่ง (vendor-neutral) เพื่อให้เกิดความเป็นกลางในการเลือกใช้บริการและเชื่อมต่ออย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่าเพื่อยกระดับตลาดอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (Broadband) และขยายการเข้าถึงของประชาชน

การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบได้นำมาซึ่งความจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารโทรคมนาคมให้ก้าวทันต่อความต้องการของภาคประชาชน ภาคธุรกิจ และภาครัฐ เทคโนโลยีเครือข่ายไม่ใช่เพียงเครื่องมือทางเทคนิคอีกต่อไป แต่ได้กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อศักยภาพในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การสร้างนวัตกรรม และการยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างทั่วถึง

สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในฐานะหน่วยงานหลักในการขับเคลื่อนนโยบายดิจิทัลของ**ประเทศ มุ่งมั่นพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง และในบริบทของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็ว การยกระดับสู่ยุค 5.5G ต้องอาศัยเทคโนโลยี 5G-Advanced จึงถือเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการขับเคลื่อนตลาดอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง การขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต และการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศในระยะต่อไป 5G-Advanced กับการเพิ่มการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ห่างไกล**

แม้ประเทศไทยจะมีระดับความครอบคลุมของโครงข่าย 5G ที่สูงในเชิงประชากร แต่ยังคงมีความท้าทายในการเข้าถึงที่แท้จริง โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล พื้นที่ชนบท และชุมชนที่มีรายได้ต่ำ การลงทุนโครงข่ายแบบเดิมอาจไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ และอุปกรณ์ปลายทางยังมีราคาที่สูงเกินกว่าครัวเรือนบางกลุ่มจะเข้าถึงได้

5G-Advanced เข้ามาเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวผ่านความสามารถด้านประสิทธิภาพของคลื่น ความเร็วในการรับส่งข้อมูล ความหน่วงต่ำ และความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมากในสภาวะแวดล้อมที่ซับซ้อน อีกทั้งเทคโนโลยีเช่น Fixed Wireless Access (FWA) ที่มีต้นทุนต่ำจะช่วยให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงคุณภาพสูงได้โดยไม่ต้องพึ่งพาโครงข่ายสายเคเบิลแบบเดิม ส่งผลให้การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตมีความทั่วถึงมากยิ่งขึ้นและลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

การยกระดับการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสู่บริการรูปแบบดิจิทัลขั้นสูง

พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภคในยุคดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว **จากการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อรับข้อมูลพื้นฐาน สู่การเป็นผู้สร้างเนื้อหา การทำธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้บริการบนคลาวด์ ความต้องการในการถ่ายทอดสด การเล่นเกมผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ การเรียนรู้ผ่านระบบเสมือนจริง การใช้งาน AI แบบ Edge รวมถึงธุรกิจรูปแบบใหม่ เช่น E-Commerce และ Live Commerce ได้กลายเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของเศรษฐกิจยุคใหม่**

เทคโนโลยี 5G-Advanced รองรับบริการเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในมิติของแบนด์วิดท์ ความหน่วงต่ำ ความเสถียร และความสามารถในการเชื่อมต่อจำนวนมากพร้อมกัน การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตจึงไม่ใช่เพียงการเชื่อมต่อเครือข่าย แต่หมายถึงการเชื่อมต่อโอกาสในการเรียนรู้ การทำงาน การประกอบอาชีพ และการเข้าถึงบริการของรัฐ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความสามารถในการแข่งขันระดับบุคคลและระดับประเทศ

การขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลและ**เมืองอัจฉริยะด้วย 5G-Advanced**

5G-Advanced คือโครงสร้างพื้นฐานหลักของเศรษฐกิจดิจิทัลในระยะต่อไป ไม่ว่าจะเป็นการส่งเสริมเขตเศรษฐกิจพิเศษ เมืองนวัตกรรม หรือบริการดิจิทัลของภาครัฐ เครือข่ายดังกล่าวสามารถสนับสนุนการจัดตั้งและยกระดับศักยภาพของ Private Network ในภาคอุตสาหกรรม การประยุกต์ใช้ในระบบขนส่งและโลจิสติกส์อัจฉริยะ การควบคุมอุปกรณ์ IoT และเซนเซอร์ในเมืองอัจฉริยะ รวมถึงการเชื่อมโยงกับแพลตฟอร์มข้อมูลระดับชาติในด้านสาธารณสุข พลังงาน การศึกษา และการเกษตรได้ หากดำเนินการควบคู่กับการลงทุนในศูนย์ข้อมูลระดับภูมิภาค (Data Center) และจุดเชื่อมโยงคลาวด์กลาง (Cloud Neutral Point) จะสามารถยกระดับประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางบริการดิจิทัลระดับภูมิภาค และลดการพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานจากต่างประเทศอย่างมีนัยสำคัญ **โดยการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced ต้องดำเนินไปพร้อมกับการออกแบบนโยบายที่บูรณาการทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านเทคนิค เศรษฐกิจ สังคม และกฎหมาย ซึ่งจะสามารถช่วยสร้างแนวทางที่ชัดเจนในการยกระดับเครือข่ายสู่ระดับ 5G Beyond และเตรียมความพร้อมต่อการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจข้อมูลในอนาคต**

เทคโนโลยี 5G-Advanced จะสามารถเป็นองค์ประกอบหลักของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในระยะยาว และมีบทบาทสำคัญต่อการยกระดับอัตราการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต การขยายตลาดดิจิทัล และการเติบโตของนวัตกรรมไทย หากมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ควบคู่กับการสนับสนุนด้านนโยบายและทรัพยากร ประเทศไทยจะสามารถก้าวสู่บทบาทของศูนย์กลางดิจิทัลในระดับภูมิภาค และเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันเชิงระบบในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างแท้จริง

4.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีอื่นที่สูงกว่า เพื่อแก้ไขปัญหาความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัล

การลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล และยุทธศาสตร์แห่งชาติภายใต้บริบทของเทคโนโลยีเปลี่ยนผ่าน

การเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบได้ก่อให้เกิดความท้าทายเชิงโครงสร้างที่ลึกซึ้งต่อระบบสื่อสารโทรคมนาคม โดยเฉพาะในประเด็น “ความเหลื่อมล้ำด้านดิจิทัล” (Digital Divide) ซึ่งยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเข้าถึงบริการดิจิทัลอย่างเท่าเทียม โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบท เขตเศรษฐกิจชายขอบ และกลุ่มประชากรที่มีรายได้น้อย ภายใต้บริบทดังกล่าว สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในฐานะหน่วยงานหลักด้านนโยบายดิจิทัล ได้กำหนดให้การยกระดับโครงสร้างพื้นฐานและการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงอย่างทั่วถึงเป็นยุทธศาสตร์สำคัญภายใต้นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580

ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลได้กลายเป็นความท้าทายเชิงโครงสร้างที่ส่งผลต่อการเข้าถึงโอกาสทางเศรษฐกิจ การศึกษา และบริการภาครัฐอย่างเป็นธรรม โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบท เขตชายขอบ และกลุ่มเปราะบาง สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของประเด็นนี้ และได้กำหนดยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างสังคมคุณภาพที่ทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ในนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561–2580 ฉบับปัจจุบัน ให้มุ่งเน้น “การลดความเหลื่อมล้ำและสร้างความเท่าเทียมในการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัล” โดยมีเป้าหมายให้ประชาชนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล บริการสาธารณะ และข้อมูลที่จำเป็นได้อย่างทั่วถึงและยั่งยืน และในยุทธศาสตร์ที่ 1 ได้กำหนดประเด็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลประสิทธิภาพสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ ภารกิจหลักในด้านนี้จึงมุ่งเป้าสู่การวางรากฐานที่ทำให้ “โอกาสในการเข้าถึง” กลายเป็น “โอกาสในการเปลี่ยนแปลงชีวิต” ของประชาชนอย่างแท้จริง

ทั้งนี้ เป้าหมายของยุทธศาสตร์ดังกล่าวไม่เพียงจำกัดอยู่ที่การขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ครอบคลุมทั่วประเทศ **แต่ครอบคลุมถึงคุณภาพในการเข้าถึง ความสามารถในการใช้งาน และการลดต้นทุนการเชื่อมต่อในกลุ่มประชากรที่มีรายได้น้อยหรืออยู่ในพื้นที่ทุรกันดาร**

สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในฐานะหน่วยงานหลักในการผลักดันนโยบายดิจิทัลระดับชาติ ได้ตระหนักว่าการพัฒนาโครงข่ายดิจิทัลในปัจจุบันไม่อาจพึ่งพาเพียงแนวทางเดิมที่เน้นการลงทุน Fiber หรือโครงข่ายสายภาคพื้นดินในทุกพื้นที่ ซึ่งมีข้อจำกัดด้านต้นทุนและเวลา ในบริบทนี้ เทคโนโลยีใหม่อย่าง 5G Fixed Wireless Access (FWA) โดยเฉพาะในระดับ 5G-Advanced จึงกลายเป็นกลไกสำคัญที่สามารถตอบโจทย์การขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ชนบท ชุมชนห่างไกล และกลุ่มประชากรที่มีข้อจำกัดด้านรายได้

เทคโนโลยี Fixed Wireless Access (FWA) ทางเลือกใหม่ในการสร้างความเท่าเทียมทางด้านดิจิทัล

Fixed Wireless Access (FWA) ถือเป็นเทคโนโลยีเชิงกลยุทธ์ในการลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล โดยเฉพาะในบริบทของประเทศกำลังพัฒนาและพื้นที่ชนบทที่ยังมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง[38] FWA คือระบบที่ให้บริการอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย "ประจำที่" โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุแทนการลากสายสื่อสาร ทำให้สามารถให้บริการได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานแบบมีสาย เช่น เสาไฟเบอร์หรือท่อร้อยสายที่มีต้นทุนสูงและต้องใช้เวลานานในการติดตั้ง

งานวิจัยเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์จำนวนมากยืนยันว่า FWA[39] ที่ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-Advanced) มีศักยภาพในการส่งสัญญาณครอบคลุมระยะทางหลายกิโลเมตร โดยให้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่สามารถเทียบเท่าหรือใกล้เคียงกับไฟเบอร์ (FTTH) โดยเฉพาะเมื่อใช้เทคนิค Massive MIMO และ Time Division Duplexing (TDD) ในโครงข่าย mid-band spectrum ซึ่งสามารถรองรับบริการที่มีความต้องการ Bandwidth สูงอย่างต่อเนื่อง เช่น การสตรีมวิดีโอความละเอียดสูง การประชุมทางไกล หรือการใช้งานระบบคลาวด์แบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในเชิงเศรษฐกิจ FWA มีบทบาทเป็น “เครื่องมือเชื่อมโยงเศรษฐกิจดิจิทัล” จากเมืองสู่ชนบท โดยเฉพาะในกลุ่ม ผู้ประกอบการรายย่อย วิสาหกิจชุมชน และ SMEs ที่สามารถเข้าถึงแพลตฟอร์ม E-Commerce การตลาดออนไลน์ การทำธุรกรรมแบบเรียลไทม์ และบริการ Software-as-a-Service (SaaS) ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งล้วนเป็นเครื่องมือในการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของเศรษฐกิจฐานราก และลดการกระจุกตัวของโอกาสในเขตเมือง

5G-Advanced กับการแก้ปัญหา Digital Divide เพื่อก้าวข้ามความเหลื่อมล้ำด้วยการเข้าถึงที่มีคุณภาพและความยืดหยุ่นของโครงข่ายยุคใหม่

การลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (Digital Divide) นับเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างยั่งยืน ภายใต้กรอบนโยบายระดับชาติหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทยผ่าน นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561–2580 ซึ่งได้กำหนดเป้าหมายสำคัญไว้ว่า “ประชาชนทุกกลุ่มในทุกพื้นที่ต้องสามารถเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่มีคุณภาพและทั่วถึงอย่างเท่าเทียม” การบรรลุเป้าหมายนี้ไม่สามารถอาศัยการขยายโครงข่ายโดยวิธีการดั้งเดิมเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่น ประหยัดต้นทุน และสามารถรองรับการใช้งานที่ซับซ้อนในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่รายได้ต่ำได้อย่างแท้จริง

[38] Agnoletto, F., & Castells, P. (2022, June). The 5G FWA opportunity: A scenario for Southeast Asia. GSMA Intelligence. https://prod-cms.gsmaintelligence.com/research-file-download?confluenceId=72941596&filename=220622-FWA-Opportunity-Southeast-Asia.pdf

[39] Laitsou, E., et al. (2022). A techno-economic evaluation of 5G FWA deployment for rural broadband access in Europe. ITG Conference on Information Technology.

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงระดับคุณภาพการให้บริการของเทคโนโลยี 5G ในปัจจุบันของประเทศไทย พบว่า 5G ของไทยมีความครอบคลุมประชากรในระดับสูง แต่คุณภาพการใช้งานจริงกลับกระจุกตัวในเมืองใหญ่ เขตท่องเที่ยว และเขตเศรษฐกิจพิเศษ ขณะที่พื้นที่ชนบทยังอาศัย 4G เป็นหลัก และประสบการณ์ใช้งาน 5G ไม่ต่อเนื่องเท่าเมืองหลัก การปล่อยให้ “ช่องว่างคุณภาพเครือข่าย” ขยายตัว จะยิ่งซ้ำเติมความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและดิจิทัล โดยข้อมูลจาก Speedtest Connectivity Report พบว่า “ความเร็วเฉลี่ยมือถือ” แตกต่างกันระหว่างเมือง เช่น ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี และจังหวัดนนทบุรี มีความเร็วดาวน์โหลดมือถือเฉลี่ยสูงสุดราว 141 Mbps ในขณะที่บางพื้นที่อย่างตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีค่ากลางต่ำกว่า (ราว 80–90 Mbps)[40] และเมื่อพิจารณางานวิจัยเชิงเทคนิคที่ศึกษาคุณภาพ 5G ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล พบว่าค่า Download speed และ Latency ในจุดที่อยู่ใกล้เสาส่งหลักโดยทั่วไปค่อนข้างสูงและเสถียร แต่เมื่อลดความหนาแน่นของสถานีฐาน เช่น เขตชานเมืองหรือจุดอับสัญญาณ ค่าเฉลี่ยความเร็วจะลดลงและ Latency เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด[41] สะท้อนว่าถึงจะมี 5G เหมือนกัน แต่คุณภาพประสบการณ์ไม่เท่ากัน

เทคโนโลยี 5G-Advanced จึงปรากฏขึ้นในฐานะโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่มีศักยภาพในการลดช่องว่างดังกล่าวได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน โดยมิใช่เพียงการ “เพิ่มความเร็ว” ให้กับผู้ใช้งาน แต่คือการยกระดับคุณภาพของการเชื่อมต่อสู่ระดับ “ประสบการณ์ที่เชื่อถือได้” (Reliable Connectivity Experience) ที่จำเป็นต่อบริการเชิงสังคม เศรษฐกิจ และสุขภาวะของประชาชนอย่างรอบด้าน

คุณลักษณะเด่นของ 5G-Advanced ที่สนับสนุนการลดช่องว่างดิจิทัล

1. **ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมาก (Massive Connectivity)** 5G-Advanced ได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อจำนวนมากพร้อมกันในหน่วยพื้นที่จำกัด ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการใช้งานในระบบ Internet of Things (IoT) โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรมอัจฉริยะ (Smart Farming) ระบบเตือนภัยพิบัติในพื้นที่ชนบท การติดตามสุขภาพผู้ป่วยเรื้อรังในพื้นที่ห่างไกล และการบริหารจัดการทรัพยากรในชุมชน ทั้งหมดนี้ช่วยยกระดับศักยภาพของพื้นที่ที่เคยถูกมองข้ามให้เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างแท้จริง
2. **ความหน่วงต่ำระดับ Ultra-Low Latency** บริการสำคัญหลายประเภท เช่น การแพทย์ทางไกล (Telehealth) การเรียนรู้เสมือนจริง (Immersive Education) และระบบควบคุมแบบเรียลไทม์ (Real-Time Control Systems) จำเป็นต้องอาศัยความหน่วงต่ำเพื่อให้ประสบการณ์ใช้งานไม่ถูกขัดจังหวะ เทคโนโลยี 5G-Advanced ลด latency ลงเหลือเพียงไม่กี่มิลลิวินาที ทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์และ

[40] Ookla. (2025). Thailand Speedtest connectivity report: H1 2025. https://www.ookla.com/research/reports/thailand-speedtest-connectivity-report-h1-2025

[41] Daengsi, T., Sriamorntrakul, P., Chatchalermpun, S., & Phanrattanachai, K. (2023). 5G quality of service in Bangkok and metro politan areas: Revisiting BTS Skytrain station areas. arXiv. https://arxiv.org/abs/2308.02910

ความปลอดภัยได้อย่างมั่นใจ เช่น การผ่าตัดทางไกล หรือการควบคุมเขื่อนและระบบชลประทานในพื้นที่เกษตร

3. **การเพิ่มประสิทธิภาพด้าน Uplink** ในระบบดิจิทัลยุคใหม่ ข้อมูลไม่ได้ถูก “ดาวน์โหลด” อย่างเดียว แต่ยังมีความต้องการ “อัปโหลด” อย่างต่อเนื่อง เช่น วิดีโอจากกล้องวงจรปิด เซนเซอร์ในระบบ Smart City การถ่ายทอดสดกิจกรรมในชุมชน และข้อมูลทางสุขภาพจากอุปกรณ์สวมใส่ (Wearables) ซึ่ง 5G-Advanced ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพฝั่ง Uplink อย่างมีนัยสำคัญ เช่น การใช้เทคนิค uplink transmit switching เทคนิค 3-Antenna Uplink ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถอัปโหลดข้อมูลปริมาณมากได้อย่างราบรื่น ลดความแออัดของช่องสัญญาณในพื้นที่ที่มีผู้ใช้งานหนาแน่น

ความสำคัญของคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-band spectrum) ต่อความสำเร็จของ 5G-Advanced

ศักยภาพทั้งหมดของ 5G-Advanced จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากไม่มี “ทรัพยากรคลื่นความถี่ (Spectrum Resources)” ที่เพียงพอ โดยเฉพาะในคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-band) ซึ่งถือเป็น “แกนกลางของขีดความสามารถเครือข่าย” ตามรายงานของ GSMA ใน Vision 2583: Future Spectrum Needs (2567) คาดการณ์ว่า ภายในปี พ.ศ. 2573 ประเทศต่าง ๆ ต้องมีคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-band) อย่างน้อย 2 GHz ที่สามารถใช้งานได้จริง เพื่อรองรับบริการและปริมาณความต้องการทราฟฟิคในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพในทุกพื้นที่ หากไม่ได้รับการจัดสรรคลื่นเพิ่มเติม ผู้ให้บริการจำเป็นต้องสร้างสถานีฐานเพิ่มขึ้นถึง 3–5 เท่า ต่อพื้นที่ ซึ่งจะสร้างภาระด้านต้นทุน และอาจส่งผลให้พื้นที่รายได้น้อยหรือพื้นที่ห่างไกลถูกละเลยในเชิงการลงทุน

นอกจากนี้รายงานของ GSMA ในเรื่อง Insights for Mid-band Spectrum Needs ยังเสริมว่าการมีคลื่น Mid-band อย่างเพียงพอ จะช่วยให้ผู้ให้บริการสามารถใช้งานเทคโนโลยี Carrier Aggregation, Network Slicing, และ Advanced Beamforming ได้เต็มรูปแบบ โดยเฉพาะการให้บริการ FWA (Fixed Wireless Access) และ Mobile Broadband จากสถานีฐานเดียวกันโดยไม่เกิดคอขวดของความจุ (Capacity Bottleneck) ซึ่งถือเป็นกลยุทธ์สำคัญในการสร้างความคุ้มค่าให้กับการลงทุนในโครงข่าย และลดต้นทุนต่อผู้บริโภค

ผลกระทบเชิงระบบของ 5G-Advanced กับโอกาสทางเศรษฐกิจและสังคม

เมื่อการเชื่อมต่อที่มีคุณภาพถูกกระจายออกไปอย่างเท่าเทียม ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะไม่ใช่แค่ “การใช้งานอินเทอร์เน็ต” เท่านั้น แต่จะเป็นการเปิด “โอกาส” ให้กับประชาชนทุกกลุ่มในการเข้าถึง

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมในปัจจุบันมิได้มุ่งเพียงตอบสนองต่อการสื่อสารเท่านั้น หากแต่เป็นการออกแบบ "ระบบเชื่อมต่อ" ที่ครอบคลุมมิติสังคม เศรษฐกิจ และการพัฒนาทุนมนุษย์อย่างรอบด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนผ่านไปสู่เทคโนโลยี 5G-Advanced ซึ่งมีคุณลักษณะโดดเด่นที่เหนือกว่า 5G พื้นฐานในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็น ความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมาก (Massive

Connectivity) ความหน่วงต่ำระดับมิลลิวินาที (Ultra-Low Latency) การรองรับ Uplink ที่มีปริมาณข้อมูลสูง, ตลอดจนการรองรับการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี Edge AI และ XR ที่จำเป็นต่อการให้บริการดิจิทัลสมัยใหม่

ภายใต้คุณสมบัติดังกล่าว 5G-Advanced จึงไม่ได้เป็นเพียงการอัปเกรดโครงข่าย แต่คือการยกระดับ "โครงสร้างพื้นฐานแห่งโอกาส" (Infrastructure of Opportunity) ซึ่งสามารถนำไปสู่ผลกระทบเชิงระบบ ที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสังคมในเชิงคุณภาพ ได้แก่

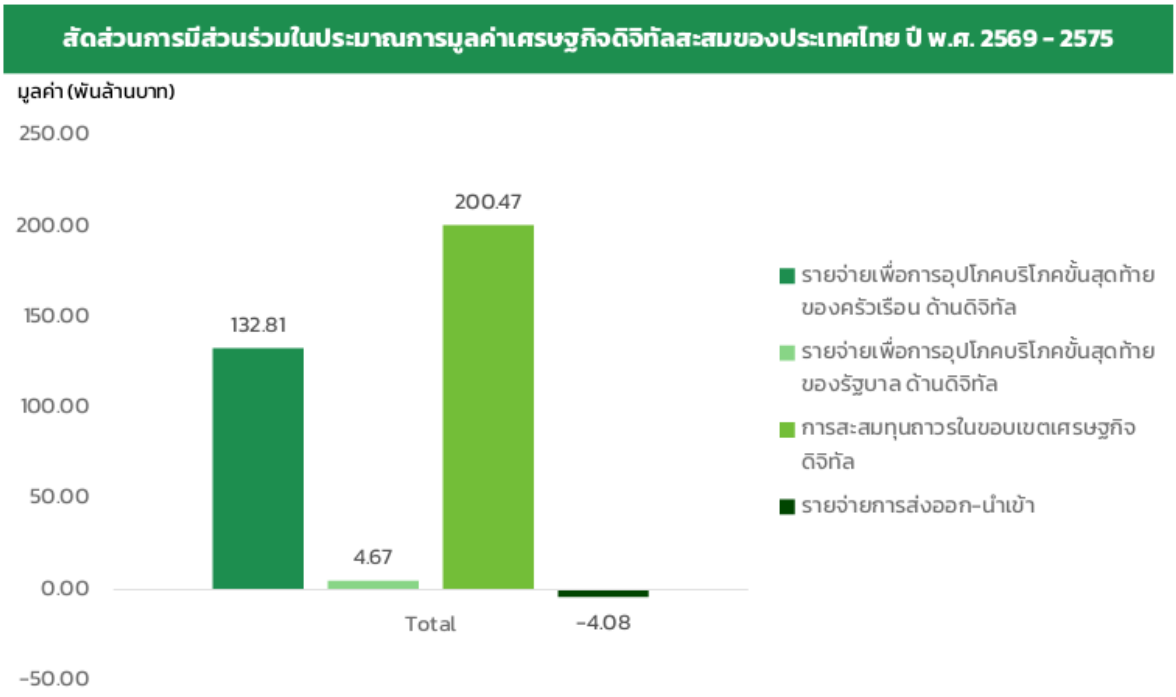
- **บริการสุขภาพที่ปลอดภัยและต่อเนื่อง** เครือข่าย 5G-Advanced สามารถรองรับการให้บริการ Telehealth ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีโรงพยาบาลใกล้บ้าน หรือมีข้อจำกัดด้านบุคลากรทางการแพทย์
- **การศึกษาดิจิทัลที่มีคุณภาพ** เทคโนโลยี Immersive Education และ Virtual Classroom ที่ต้องใช้แบนด์วิดท์สูงและ Latency ต่ำ จะสามารถเปิดโอกาสให้เด็กในพื้นที่ชนบทเข้าถึงเนื้อหาคุณภาพเดียวกับโรงเรียนในเมือง ผ่านเครือข่ายที่มีเสถียรภาพ
- **อาชีพใหม่และเศรษฐกิจดิจิทัลชุมชน** การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงทำให้ประชาชนสามารถเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล ไม่ว่าจะเป็น การผลิตเนื้อหา (Content Creation) พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) และอาชีพอิสระ (Freelancing) เป็นต้น โดยไม่จำเป็นต้องย้ายถิ่นเข้าสู่เมือง
- **การพัฒนาเมืองและหมู่บ้านอัจฉริยะ** (Smart Village/Smart Province) ด้วยการเก็บข้อมูลแบบ real-time ผ่านอุปกรณ์ IoT หรือ Redcap และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย AI เทคโนโลยี 5G-Advanced จะช่วยให้ภาครัฐสามารถบริหารจัดการบริการสาธารณะได้อย่างแม่นยำ ประหยัด และมีประสิทธิภาพ

ทั้งหมดนี้สะท้อนว่า 5G-Advanced ไม่ใช่เพียงการอัปเกรดเทคโนโลยี แต่คือการยกระดับ “โครงสร้างพื้นฐานแห่งโอกาส” ที่ทุกภาคส่วน โดยเฉพาะรัฐ จะต้องสนับสนุนอย่างเป็นระบบ เพื่อเปลี่ยนการเชื่อมต่อให้กลายเป็น “โอกาสที่ทั่วถึง” อย่างแท้จริง

5 การยกระดับเศรษฐกิจดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 5G-Advanced

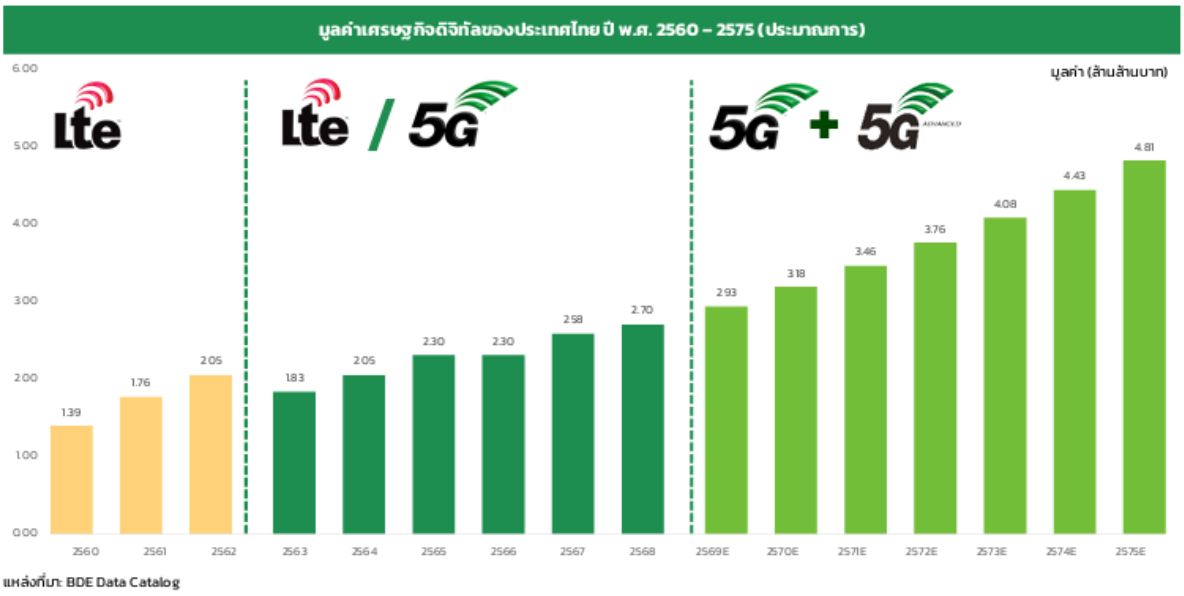
5.1 การประมาณการผลกระทบต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย

จากการศึกษาประมาณการผลกระทบของการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในประเทศไทยต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว สามารถส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยสะสมระหว่างปี พ.ศ. 2569 ถึง พ.ศ. 2575 **ทั้งสิ้น 3.33 แสนล้านบาท คิดเป็นรายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคขั้นสุดท้ายของครัวเรือนด้านดิจิทัล 1.32 แสนล้านบาท รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคขั้นสุดท้ายของรัฐบาลด้านดิจิทัล 4.67 พันล้านบาท การสะสมทุนถาวรในขอบเขตเศรษฐกิจดิจิทัล 2 แสนล้านบาท รายจ่ายการส่งออก - นำเข้า 4 หมื่นล้านบาท** โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยสัดส่วนการมีส่วนร่วมของปัจจัยต่าง ๆ ในการคำนวณประมาณการมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยแบบแคบ พ.ศ. 2566 – 2568



รูปที่ 5-1 สัดส่วนการมีส่วนร่วมในประมาณการมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลสะสมของประเทศไทย

การนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย จากการศึกษามูลค่าผลกระทบต่อเศรษฐกิจของเทคโนโลยี 5G-Advanced พบว่าเทคโนโลยีข้างต้นสามารถส่งเสริมการขยายตัวของเศรษฐกิจดิจิทัลในประเทศไทยได้ โดยประมาณการผลกระทบส่วนเพิ่มของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced ต่อมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลในประเทศไทยสะสมระหว่างปี 2569 ถึง ปี 2575 รวมทั้งสิ้น 3.33 แสนล้านบาท โดยมีอัตราเติบโตต่อเนื่องร้อยละ 8.61 ต่อปี



รูปที่ 5-2 การประมาณการ GDP ดิจิทัลของประเทศไทย และมูลค่าเพิ่มจาก 5G-Advanced

การประมาณการมูลค่าผลกระทบทางเศรษฐกิจส่วนเพิ่มที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในประเทศไทยระหว่างปี 2569 ถึง ปี 2575 โดยกำหนดให้มีการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาเริ่มใช้ในปี 2570 จะประเมินมูลค่าผลกระทบจาก 5 ปัจจัยหลักที่มีผลกระทบทางเศรษฐกิจสูง ซึ่งได้รับการคัดเลือกตามความเกี่ยวข้อง ความสามารถในการวัดผล และการมีข้อมูลเปรียบเทียบจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ในระดับสากล การประเมินนี้ใช้ข้อมูลและกรอบการวิเคราะห์ที่ได้รับการยอมรับจากองค์กรระดับโลก เช่น GSMA และ ITU โดยมุ่งเน้นไปที่ความสามารถของเทคโนโลยี 5G-Advanced เช่น ความจุในการอัปโหลด ความหน่วง และความน่าเชื่อถือของเครือข่าย เป็นต้น โดยจะสามารถแปรผลเป็นผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจที่จับต้องได้ ดังนี้

ปัจจัยผลกระทบ	ประมาณการมูลค่าส่วนเพิ่มที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced (พันล้านบาท)							
	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	สะสม
บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงรูปแบบพิเศษ	0.00	0.77	2.39	4.57	6.69	8.92	10.90	34.24
เครือข่ายส่วนตัวสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมและองค์กร	0.00	0.04	0.07	0.13	0.20	0.24	0.24	0.93
Mobile AI และ 5G-Advanced สำหรับ E-commerce	10.60	19.40	26.90	31.70	36.90	42.60	48.60	216.70
แพลตฟอร์ม OTT	0.00	0.78	1.90	2.90	3.79	4.26	4.52	18.15

ปัจจัยผลกระทบ	ประมาณการมูลค่าส่วนเพิ่มที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced (พันล้านบาท)							
	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575	สะสม
การสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว	1.27	2.76	6.11	9.44	12.51	15.05	16.71	63.85
มูลค่าผลกระทบรวม	11.87	23.75	37.36	48.74	60.09	71.08	80.97	333.87

ตารางที่ 5-1 การประมาณการมูลค่าเพิ่มที่เกิดจากการนำ 5G-Advanced มาใช้ในประเทศไทย ช่วงปี 2569–2575

จากการประมาณการรวม มูลค่าเศรษฐกิจส่วนเพิ่มจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในประเทศไทยถูกคาดการณ์ว่าจะมีมูลค่าประมาณ 333.87 พันล้านบาทในระยะเวลา 7 ปี โดยมูลค่าที่สร้างขึ้นจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อการนำเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้ในวงกว้างและกรณีการใช้งานมีการพัฒนาอย่างเต็มที่ ซึ่งในปี 2569 มูลค่าผลกระทบค่อนข้างน้อย เนื่องจากเป็นช่วงระยะก่อนการนำไปใช้หรือช่วงการเปลี่ยนผ่าน ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2570 เป็นต้นไป โดยมูลค่าผลกระทบส่วนเพิ่มในแต่ละปีจะเพิ่มจากประมาณ 11.87 พันล้านบาทในปี 2569 จนถึงมากกว่า 333.87 พันล้านบาทในปี 2575 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะการสะสมและการเพิ่มทวีของผลกระทบจากโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล

ปัจจัยที่คาดว่าจะสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้สูงที่สุด คือ ผลกระทบจากการใช้จ่ายของผู้บริโภคในภาคพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) ซึ่งสะท้อนถึงความเชื่อมโยงระหว่างประสิทธิภาพของโครงข่ายสื่อสารไร้สายกับผลลัพธ์ของตลาดในอุตสาหกรรมดิจิทัล โดยเฉพาะในมิติสำคัญ เช่น การค้าถ่ายทอดสดความละเอียดสูง (Live Commerce) ประสบการณ์การใช้งานผลิตภัณฑ์ที่สมจริง การประมวลผลคำสั่งซื้อที่รวดเร็ว และระบบโลจิสติกส์ที่เชื่อมโยงอย่างมีประสิทธิภาพ

ภายใต้สมมติฐานหลักที่ว่า เทคโนโลยี 5G-Advanced จะช่วยเพิ่มอัตราการแปลงคำสั่งซื้อ (conversion rate) เพิ่มมูลค่าการสั่งซื้อเฉลี่ย และเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานบนแพลตฟอร์มผ่านการรองรับเนื้อหาที่มีความหลากหลายและการมีปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้ ประเทศไทยมีฐานผู้บริโภคดิจิทัลที่มีระดับการมีส่วนร่วมสูงอยู่แล้ว การยกระดับประสิทธิภาพของเครือข่ายในส่วนเพิ่มจึงมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อรายได้โดยตรงอย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าการเน้นขยายฐานผู้ใช้งานเพียงอย่างเดียว

จากผลการศึกษา พบว่า การนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ ไม่ได้เป็นเพียงการยกระดับทางเทคโนโลยีในระยะสั้นเท่านั้น หากแต่ยังมีบทบาทสำคัญในฐานะกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจในระยะยาว โดยมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นมีแรงผลักดันหลักจากด้านอุปสงค์ ไม่ว่าจะเป็นรายได้ของภาคธุรกิจที่เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของการใช้งานดิจิทัลที่สูงขึ้น และประสิทธิภาพของกระบวนการที่ดียิ่งขึ้น มากกว่าที่จะมาจากการลงทุนในโครงข่ายเพียงอย่างเดียว ดังนั้น มูลค่าผลกระทบส่วนเพิ่มที่ประมาณการไว้ที่ 333.87 พันล้านบาท จึงควรได้รับการตีความว่าเป็นผลลัพธ์ของการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบนิเวศ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อมีการใช้งานเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ภายใต้สภาพแวดล้อมเชิงนโยบายที่เอื้อต่อการเติบโต และการขยายตัวอย่างยั่งยืนของเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยในระยะยาว

5.1.1 ตลาดบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงรูปแบบพิเศษ

การเพิ่มขึ้นของ Average Revenue Per User (ARPU) ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในประเทศไทยคาดว่าจะช่วยเพิ่มรายได้ในภาคการสื่อสารโทรคมนาคมอย่างมีนัยสำคัญ โดยคาดว่ารายได้สะสมจะเติบโตถึง 125.27 พันล้านบาทภายในปี 2575 การเพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการยอมรับบริการระดับสูง การเติบโตของการบริโภคข้อมูล และการนำเสนอบริการพิเศษที่ได้รับการสนับสนุนจากประสิทธิภาพที่สูงขึ้นของ 5G-Advanced

เมื่อพิจารณาจากฐาน ARPU ของตลาดโทรคมนาคมในประเทศไทยที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจาก 224 บาทในปี 2568 เป็น 306 – 324 บาทในปี 2575 การเปิดใช้งาน 5G-Advanced จะเป็นตัวขับเคลื่อนหลักในการเติบโตนี้ โดยเฉพาะในช่วงปี2570 ถึง ปี 2575 ซึ่งการนำ 5G-Advanced มาใช้งานจะเร่งตัวขึ้น ผู้ให้บริการเช่น AIS และ True จะสามารถใช้ศักยภาพของ 5G-Advanced ในการเสนอบริการที่มีมูลค่าเพิ่มและราคาที่แตกต่างกัน เพื่อดึงดูดตลาดผู้บริโภคและธุรกิจ

ผลกระทบของ 5G-Advanced ต่อ ARPU มีแนวโน้มที่จะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยส่งเสริมการใช้จ่ายของผู้บริโภค การสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจ และความสามารถในการแข่งขันในระดับโลกในภาคการสื่อสารโทรคมนาคม

ปี พ.ศ.	ประมาณการรายได้ (พันล้านบาท)		
	5G	5G-Advanced	มูลค่าส่วนเพิ่ม
2569	6.02	6.02	0
2570	8.83	9.6	0.77
2571	11.76	14.15	2.39
2572	13.91	18.48	4.57
2573	15.59	22.28	6.69
2574	16.95	25.87	8.92
2575	17.97	28.87	10.9

ตารางที่ 5-2 การประเมินผลกระทบจากตลาดอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) ของประเทศไทยระหว่างปี 2569–2575

สมมติฐานหลัก

เพื่อให้สามารถคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเพิ่มขึ้นของ ARPU ที่เกิดจากการนำ 5G-Advanced มาใช้ได้อย่างแม่นยำ จำเป็นต้องมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

- **ฐาน ARPU**: คาดว่า ARPU สำหรับปี พ.ศ. 2568 จะอยู่ที่ 224 บาทต่อเดือน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของรายได้ต่อผู้ใช้ที่รายงานโดยผู้ให้บริการโทรคมนาคมในประเทศไทย (AIS และ True) ค่านี้จะใช้เป็นฐานเริ่มต้นสำหรับการคาดการณ์ในอนาคต
- **อัตราการเติบโต**: คาดว่าอัตราการยอมรับ 5G ในประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 35 ในปี 2569 เป็นร้อยละ 90 ในปี 2575 การเติบโตที่มั่นคงนี้สะท้อนถึงความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับเครือข่ายมือถือที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ โดยได้รับแรงผลักดันจากพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ต้องการบริการสตรีมมิงที่มีคุณภาพสูง เกมออนไลน์ และบริการองค์กร
- **การนำ 5G-Advanced มาใช้**: คาดว่า 5G-Advanced จะเริ่มนำมาใช้ในปี 2570 โดยจะมีการเติบโตขึ้นจากร้อยละ 5 ในปี พ.ศ. 2570 เป็นร้อยละ 62 ในปี พ.ศ. 2575 การนำมาใช้ในช่วงแรกจะถูกขับเคลื่อนโดยบริการพิเศษ เช่น การเล่นเกมบนคลาวด์ ประสบการณ์ AR/VR และโซลูชันสำหรับธุรกิจที่ต้องการความหน่วงต่ำและความน่าเชื่อถือสูง
- **การเพิ่มขึ้นของ ARPU**: คาดว่า ARPU ที่เกิดจากการนำ 5G-Advanced มาใช้จะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10-15 สำหรับผู้ใช้ 5G และเพิ่มอีกร้อยละ 10-13 จากผู้ใช้ 5G-Advanced การเพิ่มขึ้นนี้เกิดจากการเสนอบริการที่มีมูลค่าเพิ่มและแพ็กเกจพรีเมียมที่ผู้ให้บริการสามารถเสนอให้ได้ โดยการใช้กรณีการใช้งานที่มีความต้องการสูง เช่น การสตรีมสด การใช้ในธุรกิจ และการเล่นเกมคลาวด์ที่ล้ำสมัย

ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก

การเกิดขึ้นของ 5G-Advanced เป็นการก้าวกระโดดที่สำคัญในเทคโนโลยีเครือข่ายมือถือ ซึ่งให้ความเร็วที่เพิ่มขึ้น การลดความหน่วง และการเชื่อมต่อที่ดียิ่งขึ้น สำหรับประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงนี้คาดว่าจะมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเพิ่มขึ้นของ Average Revenue Per User (ARPU) ในภาคโทรคมนาคม ซึ่งจะทำให้การเติบโตทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมดิจิทัลมีความเร็วที่สูงขึ้น โดยเทคโนโลยี 5G-Advanced คาดว่าจะได้รับการเปิดตัวในช่วงปี 2569 ถึง ปี 2575 โดยการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำมาซึ่งการเติบโตของรายได้ที่สำคัญ โดยการขับเคลื่อนจากปัจจัยหลักที่สำคัญ ดังนี้

- **มูลค่าผู้ใช้ที่สูงขึ้น**: เนื่องจาก 5G-Advanced จะพัฒนาประสบการณ์ของผู้ใช้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย (เช่น ความเร็วที่เพิ่มขึ้น การลดความหน่วง และความน่าเชื่อถือที่ดีขึ้น) ทำให้คาดว่าผู้ใช้จะย้ายไปใช้แพ็กเกจพรีเมียม เช่น การเล่นเกมบนคลาวด์และการบริโภคเนื้อหา AR/VR ซึ่งคาดว่าจะเพิ่ม ARPU ขึ้น

- **การเติบโตของการบริโภคข้อมูล**: ด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้นและการเชื่อมต่อที่เชื่อถือได้จาก 5G-Advanced การใช้งานข้อมูลต่อผู้ใช้คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ประเทศไทยมีอัตราการบริโภคข้อมูลที่สูงที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกในปีต่อ ๆ ไปจากการให้บริการที่มีคุณภาพสูงในเรื่องของการสตรีมมิง การสร้างประสบการณ์ที่มีปฏิสัมพันธ์ และโซลูชันสำหรับธุรกิจ
- **ผลกระทบต่อกลุ่มผู้บริโภคและธุรกิจ**: ตลาดผู้บริโภคจะได้รับประโยชน์จากการพัฒนา 5G-Advanced โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากบริการความบันเทิงพรีเมียม เช่น การเล่นเกมบนคลาวด์และการสตรีมมิงวิดีโอความละเอียดสูง ซึ่งจะดึงดูดผู้ใช้ให้ยินดีจ่ายเพื่อประสบการณ์ที่ดีกว่า ในขณะที่ตลาดธุรกิจจะได้รับประโยชน์จากความสามารถในการแบ่งเครือข่ายของ 5G-Advanced ที่จะให้บริการเครือข่ายที่ปรับแต่งตามความต้องการสำหรับการใช้งานต่างๆ เช่น การทำงานอัตโนมัติในอุตสาหกรรม IoT และการดูแลสุขภาพระยะไกล
- **การแข่งขันและสภาพตลาด**: เมื่อผู้ให้บริการโทรคมนาคมในประเทศไทยมีการแข่งขันที่สูงขึ้นจากผู้เล่นหลักสองราย (AIS และ True) การเติบโตของ ARPU จะถูกขับเคลื่อนจากการแยกแยะราคาที่เสนอต่อผู้บริโภค การให้บริการพรีเมียม และการรวมบริการต่างๆ ในราคาแพ็กเกจเดียว ผู้ให้บริการจะสามารถเสนอการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ซึ่งจะทำให้สามารถเรียกเก็บค่าบริการจากผู้ใช้กลุ่มพรีเมียมได้มากขึ้น

5.1.2 เครือข่ายส่วนตัวสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมและองค์กร (Private 5G to Business)

ตลาดเครือข่ายส่วนตัวในประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงปี พ.ศ. 2569 – 2575 โดยมีแรงขับเคลื่อนสำคัญจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในวงกว้าง เมื่อประเทศไทยก้าวพ้นขีดความสามารถของเครือข่าย 5G แบบดั้งเดิม การใช้งาน 5G-Advanced จะเป็นการปลดล็อกศักยภาพของคุณลักษณะขั้นสูง อาทิ ค่าความหน่วงต่ำระดับไม่เกิน 1 มิลลิวินาที ความสามารถในการแบ่งเครือข่าย (Network Slicing) และการสนับสนุนระบบปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (AI/ML) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับองค์กรที่ต้องการเครือข่ายส่วนตัวประสิทธิภาพสูง

จากการวิเคราะห์ พบว่าผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการนำ 5G-Advanced มาใช้ในตลาดเครือข่ายส่วนตัวของประเทศไทย จะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยรายได้สะสมคาดว่าจะเติบโตขึ้นประมาณร้อยละ 15.5 ในช่วงเวลา 7 ปี จากเดิมที่มีมูลค่า 5.99 พันล้านบาทภายใต้กรณี 5G แบบเดิม เพิ่มขึ้นเป็น 6.91 พันล้านบาทภายใต้กรณี 5G-Advanced การเติบโตดังกล่าวเป็นผลจากคุณลักษณะที่ได้รับการปรับปรุงของ 5G-Advanced ซึ่งสามารถตอบสนองการใช้งานทางธุรกิจได้อย่างครอบคลุมยิ่งขึ้น เช่น Edge AI การสื่อสารแบบเรียลไทม์ และการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ซับซ้อนมากขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมหลัก เช่น การผลิต โลจิสติกส์ พลังงาน และการดูแลสุขภาพ ซึ่งจะได้รับประโยชน์จากความสามารถที่เพิ่มขึ้นของระบบ รวมถึงการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การขยายตัวของตลาดเครือข่ายส่วนตัวนี้จะส่งผลให้เกิดการติดตั้งเพื่อใช้งานเชิงพาณิชย์ในระดับองค์กรได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ขณะเดียวกัน ประสิทธิภาพด้านต้นทุนทั้งในส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน (CAPEX) และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (OPEX) ที่ลดลงจากการใช้งาน 5G-Advanced จะช่วยเร่งการเติบโตของตลาดอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ภาคธุรกิจสามารถได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนที่เร็วขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้เครือข่าย 5G แบบเดิม แม้ว่าเครือข่าย 5G จะมีบทบาทสำคัญในการวางรากฐานโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศ แต่การยกระดับสู่ 5G-Advanced จะเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ประเทศไทยสามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในระดับโลกผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ปี พ.ศ.	ประมาณการมูลค่า (พันล้านบาท)		
	5G	5G-Advanced	มูลค่าส่วนเพิ่ม
2569	0.54	0.54	0.00
2570	0.62	0.66	0.04
2571	0.72	0.78	0.07
2572	0.82	0.95	0.13
2573	0.95	1.15	0.20
2574	1.10	1.34	0.24
2575	1.24	1.48	0.24

ตารางที่ 5-3 การประเมินผลกระทบจากบริการเครือข่ายส่วนตัวสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมและองค์กรในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2569–2575

สมมติฐานหลัก

เพื่อให้สามารถคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากตลาดเครือข่ายส่วนตัวสำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมและองค์กรในประเทศไทยได้อย่างแม่นยำ จำเป็นต้องมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

- **อัตราการเติบโตของตลาด:** 5G-Advanced ในประเทศไทยคาดว่าจะอยู่ที่ระดับเฉลี่ยร้อยละ 18.2 ต่อปี (Compound Annual Growth Rate: CAGR) ระหว่างปี 2569 ถึง ปี 2575 ซึ่งสะท้อนแนวโน้มการขยายตัวในเชิงบวกอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเติบโตของตลาด 5G แบบเดิมที่คาดว่าจะอยู่ที่ร้อยละ 15.4 ต่อปี การขยายตัวของอัตราการเติบโตดังกล่าวมีปัจจัยสนับสนุนสำคัญจากคุณลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยี 5G-Advanced อาทิ ความสามารถ

ในการแบ่งเครือข่าย (Network Slicing) การรองรับระบบปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (AI/ML) และค่าความหน่วงที่ต่ำเป็นพิเศษ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีแนวโน้มจะกระตุ้นให้เกิดการใช้งานเครือข่าย 5G-Advanced แบบส่วนตัวในภาคธุรกิจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมสำคัญ เช่น การผลิตและโลจิสติกส์ เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในระดับโลก และกรณีตัวอย่างของประเทศที่มีความก้าวหน้าในการนำ 5G-Advanced มาใช้ในภาคอุตสาหกรรม การประเมินอัตราการเติบโตดังกล่าวจึงถือว่ามีความสมเหตุสมผลและมีความเป็นไปได้สูงสำหรับประเทศไทยในช่วงเวลาดังกล่าว

- **ระยะเวลาการติดตั้ง**: การติดตั้งเครือข่าย 5G-Advanced คาดว่าจะเริ่มต้นในไตรมาสที่ 4 ของปี พ.ศ. 2569 โดยพื้นที่ที่มีการติดตั้งก่อนจะเริ่มในปี 2570 ซึ่งคาดว่าจะมีการติดตั้งทั้งหมด 318 แห่งในปี 2575 เมื่อเทียบกับ 268 แห่งในกรณีของเครือข่าย 5G แบบเดิม การติดตั้งที่เร็วขึ้นของ 5G-Advanced เกิดจากความต้องการในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น การใช้ AI สำหรับธุรกิจการผลิตอัตโนมัติ และการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ โดยการสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การจัดสรรคลื่นความถี่และสิทธิประโยชน์จาก BOI จะช่วยเร่งการนำ 5G-Advanced มาใช้ในภาคธุรกิจได้มากยิ่งขึ้น
- **อัตราการนำไปใช้ในภาคธุรกิจ**: อัตราการนำ 5G-Advanced มาใช้ในภาคธุรกิจคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 12 ในปี 2570 ไปจนถึงร้อยละ 50 ในปี 2575 โดยมีปัจจัยสำคัญจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นในการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (Digital Transformation) ความสำเร็จในการติดตั้งในระยะแรกและประสิทธิภาพด้านต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการใช้งานเครือข่าย 5G-Advanced การสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น การให้เงินอุดหนุนและสิทธิประโยชน์ทางภาษี จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยผลักดันการนำ 5G-Advanced ไปใช้ในภาคธุรกิจ โดยภาคการผลิตและโลจิสติกส์จะเป็นผู้นำในการนำไปใช้งานในระยะแรก

ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก

เพื่อให้สมมติฐานและวิธีการในการประเมินผลมีความมั่นคงและเชื่อถือได้ ปัจจัยขับเคลื่อนหลักที่สนับสนุนกรอบการประเมินนี้ประกอบด้วยปัจจัยที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการประเมินมูลค่า ดังนี้

- **ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของ 5G-Advanced**: ถือเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของการพัฒนาเครือข่ายยุคใหม่ โดยคุณสมบัติหลัก อาทิ ค่าความหน่วงต่ำระดับต่ำกว่า 1 มิลลิวินาที ความสามารถในการแบ่งเครือข่ายขั้นสูง (Network Slicing) และการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง (AI/ML) ล้วนส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจแบบเรียลไทม์ การปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน และการสนับสนุนโซลูชันที่ต้องการความสามารถในการประมวลผลข้อมูลปริมาณสูงในภาคธุรกิจ เมื่ออุตสาหกรรมของประเทศไทยเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ความต้องการใช้เครือข่ายที่มีคุณสมบัติขั้นสูงเช่นนี้จะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในภาคการผลิต โลจิสติกส์ และพลังงาน ซึ่งเป็นกลุ่มอุตสาหกรรม

ที่มีความต้องการด้านความแม่นยำ ความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพสูงในกระบวนการผลิตและการบริหารจัดการอย่างต่อเนื่อง

- **ความต้องการด้านการปรับแต่งเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยจากภาคธุรกิจ**: มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากการที่องค์กรต่าง ๆ ต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในการดำเนินงานมากยิ่งขึ้น ในบริบทนี้ เครือข่ายส่วนตัว 5G-Advanced จะนำเสนอความสามารถในการควบคุมทั้งด้านสมรรถนะ ความมั่นคงปลอดภัย และการปรับแต่งเครือข่ายให้สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของแต่ละองค์กรได้อย่างยืดหยุ่นและแม่นยำ คุณสมบัติดังกล่าวมีความสำคัญเป็นพิเศษในอุตสาหกรรมที่มีความอ่อนไหวต่อความปลอดภัยและต้องการความน่าเชื่อถือสูง เช่น ภาคการผลิตและภาคสาธารณสุข ซึ่งจำเป็นต้องดำเนินงานในลักษณะแบบเรียลไทม์ และไม่สามารถยอมรับความล่าช้าหรือความเสี่ยงด้านความปลอดภัยที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการหรือชีวิตผู้ใช้บริการได้
- **การสนับสนุนจากรัฐบาลและกรอบการกำกับดูแล**: กรอบการกำกับดูแลของภาครัฐ รวมถึงการจัดสรรคลื่นความถี่ สิทธิประโยชน์จาก BOI และสิทธิประโยชน์ทางภาษี จะมีบทบาทสำคัญในการเร่งการนำ 5G-Advanced ไปใช้ ซึ่งคาดว่าจะช่วยลดต้นทุนการลงทุน (CAPEX) และเพิ่มการนำไปใช้ในภาคธุรกิจ
- **การขยายตัวของกลุ่มอุตสาหกรรมเฉพาะทาง:** ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญของการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced ไปใช้งาน โดยเฉพาะในภาคการผลิต ซึ่งคาดว่าจะได้รับประโยชน์อย่างมากจากระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ และการจำลองระบบแบบดิจิทัล (Digital Twin) โดยสามารถส่งผลให้เกิดผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในระดับที่สูงขึ้น อาทิ การเพิ่มขึ้นของมูลค่าเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ (Average Order Value: AOV) ราวร้อยละ 12

ในทำนองเดียวกัน กลุ่มอุตสาหกรรมอื่น เช่น โลจิสติกส์ พลังงาน และการดูแลสุขภาพ ก็มีแนวโน้มที่จะเห็นการเพิ่มขึ้นของผลผลิต การลดต้นทุนการลงทุน (CAPEX) และการเร่งระยะเวลาคืนทุน ล้วนเป็นผลจากสมรรถนะขั้นสูงของเทคโนโลยี 5G-Advanced ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะทางของแต่ละอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3 Mobile AI และ 5G-Advanced สำหรับ E-commerce

การวิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยี 5G-Advanced ต่อพฤติกรรมการใช้จ่ายของผู้บริโภคในภาคพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) ของประเทศไทย ชี้ให้เห็นถึงการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญของมูลค่าการใช้จ่ายของผู้บริโภค ซึ่งคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 216.7 พันล้านบาทภายในปี 2575 โดยการขยายตัวดังกล่าว ซึ่งคาดว่าจะต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 7 ปีข้างหน้า มีแรงขับเคลื่อนหลักจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อาทิ การใช้งานฟีเจอร์ AR/VR สำหรับลองสินค้า การช็อปปิ้งออนไลน์ที่รวดเร็วและไร้รอยต่อตลอดจนการขยายโครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงไปยังพื้นที่ชนบท

เทคโนโลยีเหล่านี้ซึ่งขับเคลื่อนด้วยศักยภาพของ 5G-Advanced ได้ยกระดับประสบการณ์การซื้อสินค้าออนไลน์ให้มีความสมจริง มีประสิทธิภาพ และเข้าถึงได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคไทยมีแนวโน้มที่จะใช้จ่ายผ่านแพลตฟอร์ม E-commerce เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยปัจจัยสำคัญที่อยู่เบื้องหลังการเปลี่ยนแปลงนี้ ได้แก่ ความหน่วงต่ำ แบนด์วิดท์ที่สูงขึ้น และความน่าเชื่อถือของเครือข่าย ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค

เมื่อเทคโนโลยี AR/VR กลายเป็นเครื่องมือที่เข้าถึงง่ายและใช้งานได้จริง ค่าเฉลี่ยของมูลค่าการสั่งซื้อ (Average Order Value: AOV) คาดว่าจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4 ขณะเดียวกัน การชำระเงินที่รวดเร็วและการโต้ตอบแบบเรียลไทม์จะช่วยกระตุ้นให้เกิดความถี่ในการซื้อที่สูงขึ้นถึงร้อยละ 3 นอกจากนี้ การขยายตัวของโครงข่าย 5G-Advanced ในพื้นที่ชนบทยังเปิดโอกาสให้กลุ่มผู้บริโภคใหม่จากพื้นที่ที่ไม่เคยมีการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัลมากขึ้นอีกร้อยละ 2 ซึ่งถือเป็นการเพิ่มฐานผู้ใช้อย่างมีคุณภาพ

การเพิ่มขึ้นของมูลค่าการใช้จ่ายนี้จึงถือเป็นสัดส่วนสำคัญต่อการเติบโตโดยรวมของอุตสาหกรรม E-commerce ของประเทศไทย โดยในปี 2575 รายได้ส่วนเพิ่มจากผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเพียงอย่างเดียวคาดว่าจะอยู่ที่ 216.7 พันล้านบาท และจะยังคงเติบโตอย่างต่อเนื่องเมื่อผู้บริโภคได้รับประสบการณ์ตรงจากเทคโนโลยี 5G-Advanced และเมื่อแพลตฟอร์ม E-commerce พัฒนานวัตกรรมบริการอย่างไม่หยุดยั้ง

โดยสรุป เทคโนโลยี 5G-Advanced ไม่เพียงยกระดับประสบการณ์การซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค แต่ยังเป็นกลไกสำคัญที่ผลักดันการใช้จ่ายผ่านระบบดิจิทัล เพิ่มการเข้าถึงตลาด และขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยให้เติบโตได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว

ปี พ.ศ.	ประมาณการมูลค่า (พันล้านบาท)		
	5G	5G-Advanced	มูลค่าส่วนเพิ่ม
2569	227.0	237.6	10.6
2570	243.7	263.1	19.4
2571	255.4	282.3	26.9
2572	269.9	301.6	31.7
2573	285.0	321.9	36.9
2574	300.2	342.8	42.6
2575	315.9	364.5	48.6

ตารางที่ 5-4 การประเมินผลกระทบจากการใช้จ่ายของผู้บริโภคในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย ช่วงปี 2569–2575

สมมติฐานหลัก

ในการคาดการณ์ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการใช้จ่ายของผู้บริโภคในภาค E-commerce ของประเทศไทยอย่างแม่นยำ จำเป็นต้องตั้งสมมติฐาน ดังนี้

- **เทคโนโลยี AR/VR สำหรับลองสินค้า ช่วยเพิ่มมูลค่าการสั่งซื้อเฉลี่ย (AOV):** ความเร็วและความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้นของ 5G-Advanced จะทำให้เทคโนโลยี AR/VR กลายเป็นสิ่งที่เข้าถึงได้ง่ายและใช้งานได้จริงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าการสั่งซื้อเฉลี่ย (AOV) ในการทำธุรกรรม E-commerce ขึ้นร้อยละ 4 ภายในปี 2575 สมมติฐานนี้อ้างอิงจากแนวโน้มทั่วโลกที่เทคโนโลยี AR/VR กำลังได้รับการนำไปใช้เพิ่มขึ้นจากแบรนด์ชั้นนำเช่น Sephora และ IKEA เพื่อให้บริการลองสินค้าผ่านการจำลอง (Virtual) และประสบการณ์การช็อปปิ้งแบบสมจริง การนำ AR/VR มาใช้ในภาคการค้าปลีกจะเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้บริโภค ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าการซื้อขาย โดยความสามารถของ 5G-Advanced ด้านการเชื่อมต่อที่รวดเร็วและจะช่วยสร้างการโต้ตอบของผู้ซื้อ ผู้ขาย กับสินค้าที่เสมือนจริงและจะกระตุ้นให้ผู้บริโภคใช้จ่ายมากขึ้นต่อหนึ่งธุรกรรม โดยเฉพาะในกลุ่มสินค้าคุณภาพสูง เช่น แฟชั่น ความงาม และสินค้าใช้ในบ้าน
- **การลดความยุ่งยากและกระตุ้นความถี่ในการซื้อ:** ความหน่วงต่ำและความน่าเชื่อถือของเครือข่ายที่เพิ่มขึ้นของ 5G-Advanced จะช่วยให้ประสบการณ์การช็อปปิ้งออนไลน์ไร้รอยต่อ ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้บริโภคทำการซื้อบ่อยขึ้น สมมติฐานนี้อ้างอิงจากการที่เวลาในการดาวน์โหลดที่เร็วขึ้น การชำระเงินที่ไม่มีความหน่วง และการประมวลผลคำสั่งซื้อทันที จะทำให้ผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะซื้อสินค้ามากขึ้น ซึ่งจะทำให้ความถี่ในการซื้อเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 สมมติฐานนี้ได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยที่พบว่า ความเร็วของเว็บไซต์ที่ช้าและกระบวนการชำระเงินที่ซับซ้อนเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้บริโภคทิ้งตะกร้าสินค้า โดยการศึกษาของ Adobe พบว่าเกือบร้อยละ 50 ของผู้ช็อปออนไลน์ทิ้งการซื้อสินค้าของตนไปเนื่องจากจุดที่ทำให้เกิดความยุ่งยากเหล่านี้ เมื่อมี 5G-Advanced ประสบการณ์การช็อปปิ้งออนไลน์จะเร็วขึ้นและไร้รอยต่อ กระตุ้นให้ผู้บริโภคซื้อสินค้าบ่อยขึ้นและกลับมาใช้แพลตฟอร์ม E-commerce อย่างสม่ำเสมอ
- **การขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ชนบทนำไปสู่การเพิ่มจำนวนผู้ช็อปใหม่:** การขยายตัวของ 5G-Advanced ในพื้นที่ชนบทจะทำให้มีผู้บริโภคที่สามารถเข้าถึงแพลตฟอร์ม E-commerce มากขึ้น เมื่อ 5G-Advanced นำอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงไปสู่พื้นที่ที่ยังไม่ครอบคลุม ผู้คนในพื้นที่ชนบทของประเทศไทยจะสามารถเข้าถึงและมีส่วนร่วมกับแพลตฟอร์ม E-commerce ได้มากขึ้น สมมติฐานนี้ทำนายว่าจะมีผู้บริโภคเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ในตลาด E-commerce ภายในปี พ.ศ. 2575 เนื่องจากการขยายการเชื่อมต่อในพื้นที่ชนบท สมมติฐานนี้อ้างอิงจากแนวโน้มทั่วโลกที่การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตได้ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมใน E-commerce ตัวอย่างเช่น ในประเทศเวียดนาม การขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ชนบทส่งผลให้มีผู้ช็อปออนไลน์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 และประเทศ

ไทยคาดว่าจะเกิดแนวโน้มนี้เช่นกันเมื่อ 5G-Advanced ถูกนำไปใช้ในวงกว้างขึ้นและเมื่อผู้บริโภคมีจำนวนมากขึ้นจะสามารถเข้าถึงเครือข่ายความเร็วสูง สร้างการมีส่วนร่วมกับแพลตฟอร์ม E-commerce ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการเติบโตโดยรวมในมูลค่าการใช้จ่ายของผู้บริโภค

ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก

เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องและความมั่นคงของสมมติฐานและระเบียบวิธีการที่ใช้ในการประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐกิจนี้ ยังมีปัจจัยขับเคลื่อนหลักหลายประการที่สนับสนุนกรอบการประเมินนี้ ซึ่งประกอบด้วยมุมมองที่ครอบคลุมต่อสมมติฐาน ดังนี้

- **ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและอัตราการนำไปใช้:** อัตราการนำเทคโนโลยีไปใช้ โดยเฉพาะในด้าน AR/VR และเทคโนโลยี 5G-Advanced เป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญ เมื่อ 5G-Advanced ถูกนำไปใช้งาน ความสามารถในการเข้าถึงและการใช้ AR/VR ในภาค E-commerce จะเพิ่มขึ้น โดยเทคโนโลยีที่มีแบนด์วิดท์สูงและความหน่วงต่ำจะทำให้เทคโนโลยีเหล่านี้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและแพร่หลายมากขึ้น กระตุ้นให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมมากขึ้นและเพิ่มมูลค่าการสั่งซื้อเฉลี่ย (AOV) โดยการคาดการณ์ว่า AOV จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 เป็นผลจากการที่ AR/VR จะกลายเป็นเทคโนโลยีหลักใน E-commerce
- **แนวโน้มการเติบโตของตลาด E-Commerce และพฤติกรรมของผู้บริโภค:** เนื่องจาก 5G-Advanced ช่วยให้การเชื่อมต่อที่รวดเร็วและเชื่อถือได้มากขึ้น แพลตฟอร์ม E-commerce จะยังคงมีนวัตกรรมและให้บริการใหม่ ๆ ที่ดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภค การเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ในความถี่ในการซื้อจะเชื่อมโยงกับแนวโน้มการเติบโตของ E-commerce และ Mobile commerce ซึ่งคาดว่าจะเร่งขยายตัวขึ้นในประเทศไทย งานวิจัยจาก Statista และ Nielsen ชี้ให้เห็นว่า Mobile commerce กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะจากกลุ่มผู้บริโภคที่อายุน้อยซึ่งมีแนวโน้มที่จะยอมรับประสบการณ์การช็อปปิ้งแบบดิจิทัล
- **การลงทุนของภาครัฐและภาคเอกชนในโครงสร้างพื้นฐาน:** การขยาย 5G-Advanced ไปยังพื้นที่ชนบทเป็นผลมาจากการลงทุนของภาครัฐและภาคเอกชนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ในจำนวนผู้ซื้อจะขึ้นอยู่กับความสำเร็จในการขยาย 5G-Advanced ไปยังพื้นที่ที่ยังขาดการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เนื่องจากรัฐบาลไทยมีการส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลระดับชาติ การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมจะเป็นตัวช่วยสำคัญในการเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคในพื้นที่ชนบทเข้าร่วมใน E-commerce ได้

5.1.4 การเติบโตของแพลตฟอร์ม OTT

การเปิดให้บริการเทคโนโลยี 5G-Advanced จะนำเสนอศักยภาพและโอกาสเชิงกลยุทธ์ที่สำคัญสำหรับแพลตฟอร์มวิดีโอผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต (OTT) ของประเทศไทย โดยคาดว่าจะสามารถสร้างรายได้ส่วนเพิ่มได้ถึง 18.1 พันล้านบาทในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2570 – 2575 การเติบโตดังกล่าวมีปัจจัยสนับสนุนจากหลายองค์ประกอบ ได้แก่ รายได้จากโฆษณาที่เพิ่มขึ้นจากการมีส่วนร่วมของผู้ชมที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น การขยายฐานสมาชิกในกลุ่มระดับพรีเมียม การส่งมอบเนื้อหาคุณภาพสูง และการพัฒนารูปแบบการให้บริการที่มีความสมจริงและมีมูลค่าเพิ่ม ทั้งนี้ ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจริงจะขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ กลยุทธ์ทางการตลาดของทั้งผู้ให้บริการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม OTT รวมถึงแนวโน้มภาพรวมของตลาดโฆษณาดิจิทัล

จากพื้นฐานโครงสร้างพื้นฐานด้าน 5G ที่มีความพร้อมในระดับสูง และแผนการเปิดให้บริการ 5G-Advanced เชิงพาณิชย์ภายในปี พ.ศ. 2570 ประเทศไทยมีโอกาสก้าวขึ้นเป็นผู้นำในระดับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ด้านการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G-Advanced อย่างเต็มรูปแบบ โดยหากสามารถวางตำแหน่งเชิงกลยุทธ์และสนับสนุนให้แพลตฟอร์ม OTT ใช้โอกาสดังกล่าวในการพัฒนาบริการ สร้างรายได้ใหม่ และยกระดับประสบการณ์ผู้ใช้งานให้มีความเฉพาะตัวและมีคุณภาพสูงขึ้น ก็จะสามารถเสริมสร้างความยั่งยืนในระยะยาวให้กับอุตสาหกรรมดิจิทัลของประเทศ ท่ามกลางการแข่งขันที่รุนแรงและการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของภูมิทัศน์สื่อดิจิทัลในปัจจุบัน

ทั้งนี้ คาดว่ารายได้รวมจากบริการวิดีโอ OTT ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2575 จะเพิ่มขึ้นจาก 53.2 พันล้านบาท (ในกรณีที่ใช้เทคโนโลยี 5G เพียงอย่างเดียว) ไปเป็น 57.7 พันล้านบาทภายใต้สถานการณ์ที่มีการใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced อย่างเต็มรูปแบบ โดยรายได้ส่วนเพิ่ม 18.1 พันล้านบาทดังกล่าว มาจากองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพของโฆษณาจากประสบการณ์ผู้ใช้ที่ดียิ่งขึ้น การให้บริการแพ็กเกจสมาชิกในระดับพรีเมียมที่มีค่า ARPU สูงขึ้น การลดต้นทุนในการดำเนินงานด้วยระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วย AI การปรับปรุงระบบโลจิสติกส์ และการเร่งการเติบโตของรูปแบบการค้าแบบถ่ายทอดสด (Live Commerce) ที่สามารถขับเคลื่อนได้อย่างเต็มศักยภาพบนโครงข่าย 5G-Advanced

โดยสรุป อุตสาหกรรม OTT ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2575 มีแนวโน้มที่จะมีมูลค่ารวมสูงถึง 57.7 พันล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.5 จากประมาณการรายได้ในสถานการณ์ที่ไม่มีการใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของ 5G-Advanced ในการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจและยกระดับศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมสื่อดิจิทัลของประเทศในระดับภูมิภาค

ปี พ.ศ.	ประมาณการรายได้ (พันล้านบาท)		
	5G	5G-Advanced	มูลค่าส่วนเพิ่ม
2569	36.39	36.39	0.00
2570	39.11	39.89	0.78
2571	42.12	44.02	1.90
2572	44.65	47.55	2.90
2573	47.33	51.11	3.79
2574	50.17	54.43	4.26
2575	53.18	57.70	4.52

ตารางที่ 5-5 การประเมินผลกระทบจากแพลตฟอร์ม OTT ในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2569–2575

สมมติฐานหลัก

ในการเริ่มต้นการวิเคราะห์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในอุตสาหกรรมแพลตฟอร์ม OTT ของประเทศไทย จำเป็นต้องตั้งสมมติฐานพื้นฐานหลายประการ โดยสมมติฐานเหล่านี้จะเป็นการอ้างอิงจากการคาดการณ์ที่เชื่อถือได้ทั้งจากการศึกษาภายในประเทศและระดับนานาชาติ ซึ่งจะเป็นกรอบในการคำนวณมูลค่าผลกระทบทางเศรษฐกิจ ดังนี้

- **การเติบโตของรายได้พื้นฐาน:** คาดการณ์ว่ารายได้จากบริการวิดีโอ OTT ของประเทศไทยในปี 2567 จะอยู่ที่ 28.04 พันล้านบาท และจะเพิ่มขึ้นเป็น 33.86 พันล้านบาทในปี 2568 การเติบโตนี้คาดว่าเกิดจากการยอมรับบริการบนมือถือที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภค รวมถึงการโฆษณาทีวีออนไลน์ วิดีโอออนดีมานด์ (VoD) และแพลตฟอร์มสตรีมมิงเช่น Netflix และแพลตฟอร์มในประเทศ
- **โครงสร้างพื้นฐาน 5G ไม่มีการพัฒนา:** ภายใต้สถานการณ์ที่ใช้เทคโนโลยี 5G เพียงอย่างเดียว คาดว่ารายได้จาก OTT ของประเทศไทยจะอยู่ที่ 53.2 พันล้านบาทในปี พ.ศ. 2575 ซึ่งเป็นการคาดการณ์รายได้ตามพื้นฐานระหว่างปี 2568 ถึง ปี 2575 โดยสมมติว่าไม่มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น 5G-Advanced
- **ผลกระทบจาก 5G-Advanced:** การเปิดตัว 5G-Advanced ในต้นปี 2570 จะทำให้เกิดการเติบโตของรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงคุณภาพการสตรีมวิดีโอ ประสบการณ์เนื้อหาถ่ายทอดสด และบริการพรีเมียม คาดว่าการเพิ่มขึ้นของรายได้จาก OTT จะอยู่ระหว่างร้อยละ 2 ในปี 2570 จนถึงร้อยละ 8.5 ในปี 2575

- **ความอิ่มตัวของตลาด:** ภายในปี 2575 คาดว่าอุตสาหกรรม OTT ของประเทศไทยจะมีรายได้ถึง 57.7 พันล้านบาทภายใต้เงื่อนไขการใช้ 5G-Advanced ซึ่งจะมีการเพิ่มขึ้นของรายได้ประมาณ 18.1 พันล้านบาทเมื่อเทียบกับการใช้เพียง 5G เท่านั้น
- **การเติบโตของการบริโภค:** คาดว่าอุตสาหกรรมบริการวิดีโอผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต (OTT) ของประเทศไทยจะเติบโตในอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (Compound Annual Growth Rate: CAGR) ที่ประมาณร้อยละ 21 ภายในปี 2568 และจะยังคงขยายตัวอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาหลังจากนั้น ทั้งนี้ได้รับแรงสนับสนุนจากหลายปัจจัยสำคัญ ได้แก่ พฤติกรรมของผู้บริโภคที่เน้นการใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่เป็นหลัก การเพิ่มขึ้นของการยอมรับและความนิยมของรูปแบบการถ่ายทอดสด (Live Streaming) ตลอดจนการเข้าสู่ตลาดของผู้ให้บริการ OTT รายใหม่จากระดับภูมิภาคซึ่งมีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในตลาดประเทศไทย

ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก

ปัจจัยขับเคลื่อนหลักจะช่วยสนับสนุนผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-Advanced) มาใช้ในแพลตฟอร์ม OTT ของประเทศไทย ปัจจัยเหล่านี้เกิดจากคุณสมบัติและความสามารถที่พัฒนาแล้วของ 5G-Advanced ที่มอบให้กับทั้งผู้บริโภคและผู้ให้บริการ ซึ่งสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเพิ่มรายได้ ดังนี้

- **ผลกระทบต่อรายได้จากการโฆษณา:** จากการศึกษา พบว่าพฤติกรรมการรับชมวิดีโอของผู้ใช้งานมีความอ่อนไหวต่อปัญหาการบัฟเฟอร์ (Buffer) และคุณภาพวิดีโอที่ลดลง โดยตัวอย่างหนึ่งแสดงให้เห็นว่า การเกิดบัฟเฟอร์เพียงครั้งเดียวสามารถลดระยะเวลาในการรับชมได้เฉลี่ยประมาณร้อยละ 39 อย่างไรก็ตาม ด้วยคุณภาพการให้บริการที่เพิ่มขึ้นจากเทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-A) แพลตฟอร์ม OTT จะสามารถเพิ่มอัตราการรักษาผู้ชม (Viewer Retention) และยกระดับประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่โฆษณา ส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มรายได้จากโฆษณาอย่างมีนัยสำคัญ
- **การเพิ่มผลตอบแทนจากการโฆษณา:** การมีส่วนร่วมของผู้ใช้งานที่เพิ่มขึ้นนำไปสู่การเพิ่มอัตราการรับชมโฆษณาจนจบ และการใช้จ่ายด้านโฆษณาของแบรนด์ที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในโมเดลการให้บริการวิดีโอที่มีโฆษณาสนับสนุน (Advertising Video on Demand: AVOD) ความสม่ำเสมอของคุณภาพวิดีโอ และความสามารถในการสตรีมแบบเรียลไทม์ จะช่วยดึงดูดนักโฆษณาเข้าสู่แพลตฟอร์มมากยิ่งขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อรายได้จากโฆษณาที่เพิ่มขึ้น
- **การค้าแบบถ่ายทอดสดและการสร้างรายได้จากวิดีโอ:** หนึ่งในแนวโน้มที่เติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรม OTT คือการค้าแบบถ่ายทอดสด (Live Commerce) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถซื้อสินค้าได้ระหว่างรับชมการสตรีมแบบสด โดยเมื่อผนวกกับคุณสมบัติด้านความหน่วงต่ำของ 5G-Advanced จะสามารถสนับสนุนการเติบโตของรายได้อย่างมีนัยสำคัญ จากการวิจัย

พบว่า แพลตฟอร์มที่ใช้การสตรีมสดร่วมกับศักยภาพของ 5G-Advanced สามารถเพิ่มอัตราการแปลงยอดขายได้ถึงร้อยละ 20–30

- **การบูรณาการเทคโนโลยี AR/VR:** ด้วยขีดความสามารถของ 5G-Advanced ในการรองรับเนื้อหาความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) และความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) แพลตฟอร์ม OTT จะสามารถนำเสนอประสบการณ์ที่ล้ำสมัยให้แก่ผู้บริโภค บริการดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะกระตุ้นให้เกิดการใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นต่อผู้ใช้ และยกระดับมูลค่าผู้ใช้รายบุคคล
- **การเพิ่มประสิทธิภาพการส่งมอบเนื้อหาอัตโนมัติ:** เทคโนโลยี 5G-Advanced จะช่วยให้แพลตฟอร์ม OTT สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งเนื้อหาโดยใช้ระบบอัตโนมัติ ลดภาระด้านการปฏิบัติงาน และเพิ่มความแม่นยำในการให้บริการ โดยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ การจัดการเนื้อหา และการให้บริการลูกค้า จะช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถในการรักษาผู้ใช้ในระยะยาว
- **การพัฒนาโลจิสติกส์ของระบบบริการ:** เทคโนโลยี 5G-Advanced จะช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นระหว่างระบบโลจิสติกส์และแพลตฟอร์ม OTT โดยเฉพาะในด้านการส่งมอบเนื้อหาและการจัดการข้อมูล ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนของทั้งผู้ให้บริการและผู้บริโภค
- **การชำระเงินและกระบวนการธุรกรรมที่รวดเร็ว:** ความสามารถด้านความหน่วงต่ำของ 5G-Advanced จะช่วยให้กระบวนการชำระเงินมีความรวดเร็วและปลอดภัยมากขึ้น ส่งผลให้ผู้บริโภคมีประสบการณ์การใช้งานที่ดีขึ้น และกระตุ้นให้เกิดการซื้อซ้ำ โดยผลการศึกษาระบุว่าการชำระเงินผ่านมือถือที่รวดเร็วสามารถเพิ่มอัตราการแปลงยอดขายและเพิ่มรายได้อย่างมีนัยสำคัญ
- **การพัฒนารูปแบบเนื้อหาที่สามารถสร้างรายได้ใหม่:** การแนะนำรูปแบบวิดีโอแบบอินเทอร์แอกทีฟ เช่น วิดีโอ 360 องศา และการถ่ายทอดสดแบบหลายมุมกล้อง จะช่วยให้แพลตฟอร์ม OTT สามารถสร้างแหล่งรายได้ใหม่ แม้ว่าเนื้อหาในรูปแบบนี้จะยังจำกัดอยู่ในกลุ่มผู้ใช้เฉพาะทาง แต่ก็มีศักยภาพในการสร้างรายได้สูงและสามารถดึงดูดผู้บริโภคพรีเมียมที่ต้องการประสบการณ์รับชมที่น่าสนใจและมีปฏิสัมพันธ์มากยิ่งขึ้น

5.1.5 การสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว

ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว (Gig Economy) ของประเทศไทยที่เกิดจากการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced มาใช้ในช่วงปี 2569 ถึง ปี 2575 เป็นส่วนสำคัญในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล (Digital Transformation) ของประเทศ เมื่อประเทศไทยเริ่มตระหนักถึงศักยภาพของ 5G-Advanced ในส่วนของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การขนส่ง และอาชีพอิสระ จึงคาดว่าเศรษฐกิจแบบชั่วคราวจะขยายตัวอย่างมีนัยสำคัญ โดยคาดการณ์ว่าจะเกิดการสร้างอาชีพ จำนวน 311,720 ตำแหน่งในช่วงเวลาดังกล่าว

จากผลการศึกษาและประมาณการ คาดว่าการสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวนี้ จะสามารถสร้างมูลค่าผลกระทบในเชิงตัวเงินสะสมไม่น้อยกว่า 63,850 ล้านบาทภายในปี 2575 โดยมีแรงขับเคลื่อนจากการเติบโตของพาณิชย์เร่งด่วน (Quick Commerce) บริการจัดส่งภายในวันเดียว การทำงานผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และการอาชีพอิสระ ที่ได้รับการสนับสนุนจากความสามารถของ 5G-Advanced ซึ่งเป็นเครือข่ายที่มีแบนด์วิดท์สูง ความหน่วงต่ำ และการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น สามารถสื่อสารได้เร็วขึ้นและทำงานได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของแพลตฟอร์มเศรษฐกิจแบบชั่วคราว ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อ ค่าจ้างแรงงาน โอกาสการจ้างงาน และการขยายตัวของบริการต่าง ๆ ซึ่งเป็นการกระตุ้นกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการสร้างงาน

เศรษฐกิจไทยจะได้รับประโยชน์จากรายได้โดยตรงของแรงงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว และผลกระทบต่อเนื่องที่ 5G-Advanced สามารถสร้างขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจในภาคส่วนต่าง ๆ โดยในปี 2575 คาดการณ์ว่ารายได้ที่เกิดขึ้นจากเศรษฐกิจแบบชั่วคราวจะถูกนำมานับรวมในมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย และส่งผลต่อการเติบโตของการใช้จ่ายของผู้บริโภคและภาษี สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของ 5G-Advanced ในการส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัลในประเทศไทย

ปี พ.ศ.	ประมาณการมูลค่า (พันล้านบาท)		
	5G	5G-Advanced	มูลค่าส่วนเพิ่ม
2569	63.49	64.76	1.27
2570	70.85	73.61	2.76
2571	78.99	85.10	6.11
2572	87.98	97.42	9.44
2573	97.89	110.40	12.51
2574	108.83	123.88	15.05
2575	120.90	137.61	16.71

ตารางที่ 5-6 การประเมินผลกระทบจากการสร้างงานในเศรษฐกิจชั่วคราว (Gig Economy) ในประเทศไทย ช่วงปี 2569–2575

สมมติฐานหลัก

เพื่อประมาณการผลกระทบจากการสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวที่มีผลต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทยในสภาพแวดล้อมที่มีโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่แตกต่างกัน จึงมีการตั้งสมมติฐาน ดังนี้

- **การเติบโตของการพาณิชย์เร่งด่วนและบริการจัดส่งภายในวันเดียว**: พาณิชย์เร่งด่วนได้รับการเติบโตอย่างรวดเร็วในภูมิภาคอื่น ๆ และขยายตัวในประเทศไทย เนื่องจากการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่เร็วและมีความน่าเชื่อถือ ผ่านการใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced โดยเฉพาะบริการจัดส่งภายในวันเดียวที่คาดว่าจะเติบโตอย่างมาก เนื่องจาก 5G-Advanced ลดความยุ่งยากในการดำเนินงาน สามารถติดตามแบบเรียลไทม์ และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์ จึงมีการตั้งสมมติฐานว่า บริการเหล่านี้ต้องการการสื่อสารทันที การจัดการโลจิสติกส์ที่มีความต่อเนื่อง และจะสามารถเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่รองรับโดย 5G-Advanced ส่งผลให้เกิดการสร้างงานในด้านการจัดส่งและโลจิสติกส์ โดยคาดการณ์การเติบโตทบต้นประจำปี (CAGR) สำหรับการพาณิชย์เร่งด่วนในประเทศไทยอยู่ที่ร้อยละ 11.27 ซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากการเติบโตของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์จาก 5G-Advanced เมื่อผู้บริโภคต้องการบริการจัดส่งที่รวดเร็วและการติดตามแบบเรียลไทม์ แพลตฟอร์มเศรษฐกิจแบบชั่วคราวที่ให้บริการจัดส่งตามคำขอจะต้องการแรงงานมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านี้
- **การเติบโตของอาชีพอิสระและการทำงานผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล**: การขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอาชีพอิสระและการทำงานผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น งานด้านการสร้างเนื้อหา การจัดการโซเชียลมีเดีย และบริการทางเทคนิค จะสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่นและเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้ผ่านการมีเทคโนโลยี 5G-Advanced จึงคาดการณ์ว่าแรงงานจำนวนมากจะเปลี่ยนผ่านไปสู่การทำอาชีพอิสระมากขึ้นเมื่อแพลตฟอร์มดิจิทัลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจะทำให้แรงงานสามารถปฏิบัติงานจากระยะไกลได้ จึงมีการตั้งสมมติฐานว่า 5G-Advanced จะสนับสนุนการเติบโตของตลาดอาชีพอิสระโดยตรง ทำให้แรงงานสามารถเข้าถึงแพลตฟอร์มเชื่อมต่อกับลูกค้า และให้บริการที่มีคุณภาพสูงจากระยะไกล สมมติฐานนี้มีพื้นฐานจากแนวโน้มในประเทศอื่นๆ ที่มีการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตแล้ว และทำให้เกิดการเพิ่มงานในตลาดอาชีพอิสระและงานผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลอย่างมีนัยสำคัญ คาดว่าการขยายตัวของตลาดออนไลน์และแพลตฟอร์มการทำงานร่วมกัน จะทำให้การจ้างงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวในประเทศไทยเพิ่มขึ้น
- **การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ชนบทและการมีส่วนร่วมในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว**: 5G-Advanced สามารถทำให้พื้นที่ชนบทเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและเข้าถึงบริการบนระบบดิจิทัลได้ง่ายขึ้น มีการตั้งสมมติฐานว่า หาก 5G-Advanced ขยายไปยังพื้นที่ชนบทจะทำให้มีผู้เข้าร่วมในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในด้านบริการขนส่ง อาชีพอิสระและการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบัน พื้นที่ชนบทหลายแห่งในประเทศไทย กำลังเผชิญ

อุปสรรคในการเข้าถึงแพลตฟอร์มออนไลน์เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตที่ไม่ครอบคลุม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced จะทำให้แรงงานจากพื้นที่ชนบท สามารถเข้าถึงเศรษฐกิจแบบชั่วคราวได้มากขึ้น สมมติฐานนี้ได้รับการสนับสนุนจากกรณีตัวอย่างจากในประเทศอื่น ๆ ที่แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตในพื้นที่ชนบท มีผลทำให้การเข้าร่วมพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และการทำงานออนไลน์เพิ่มขึ้น

ปัจจัยขับเคลื่อนหลัก

การสร้างอาชีพในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวคาดว่าจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มมูลค่าเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced จะมีความสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล โดยมีปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญที่ต้องพิจารณาในการประเมินผลกระทบ ดังนี้

- **ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและอัตราการนำไปใช้**: เมื่อเทคโนโลยี 5G-Advanced ถูกนำมาใช้ในวงกว้าง จะช่วยเสริมศักยภาพให้กับภาคส่วนต่าง ๆ ในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว เช่น พาณิชย์เร่งด่วน และแพลตฟอร์มอาชีพอิสระ โดยการให้บริการการสื่อสารที่เร็วขึ้นและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ความสามารถในการทำงานแบบเรียลไทม์ของ 5G-Advanced จะทำให้ประสิทธิภาพและความแม่นยำของการพัฒนา ซึ่งจะลดความล่าช้าในด้านโลจิสติกส์ ส่งผลให้ความต้องการแรงงานในงานที่ต้องตอบสนองทันทีและการจัดการข้อมูลเรียลไทม์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในด้านการจัดส่งและโลจิสติกส์ อัตราการเติบโตของพาณิชย์เร่งด่วนอยู่ที่ร้อยละ 11.27 เมื่อแพลตฟอร์มเศรษฐกิจแบบชั่วคราวมีความสามารถในการตอบสนองและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความต้องการแรงงานในภาคพาณิชย์เร่งด่วนและการจัดส่งภายในวันเดียวจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะขับเคลื่อนการสร้างงานในเศรษฐกิจชั่วคราว
- **ความต้องการในตลาดสำหรับบริการตามคำขอ (On-demand Services)**: บริการตามคำขอเป็นบริการที่ผู้บริโภคมีความคาดหวังในการบริการรวดเร็ว เทคโนโลยี 5G-Advanced จะทำให้ธุรกิจสามารถตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อผู้ให้บริการสามารถตอบสนองความคาดหวังผู้บริโภคได้ ตลาดจะเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความต้องการแรงงานในตลาดบริการตามคำขอจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการสร้างงานในภาคส่วนต่างๆ เช่น การจัดส่งและบริการลูกค้า เป็นต้น นอกจากนี้ ความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้บริโภคในพาณิชย์โซเชียลมีเดีย (Social Commerce) ยังถือเป็นปัจจัยขับเคลื่อนที่สำคัญในการสร้างงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว เมื่อแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียควบรวมเข้ากับพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น ความต้องการของอาชีพอิสระ เช่น ผู้สร้างสรรค์สื่อ นักการตลาดออนไลน์ และอินฟลูเอนเซอร์บนแพลตฟอร์มออนไลน์จะเพิ่มขึ้น ซึ่งสร้างโอกาสในการทำงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวมากยิ่งขึ้น

- **การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของภาครัฐและภาคเอกชน**: การผลักดันการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลและการเปิดใช้งาน 5G-Advanced ของภาครัฐ จะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการมีส่วนร่วมทางเศรษฐกิจดิจิทัลในประเทศไทยอย่างทั่วถึง การลงทุนของภาคเอกชนในแพลตฟอร์มพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และบริการเศรษฐกิจแบบชั่วคราว จะช่วยกระตุ้นความต้องการแรงงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราวเพื่อรองรับการขยายตัวของบริการเหล่านี้ โครงการที่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น การฝึกอบรมทักษะดิจิทัลและการคุ้มครองแรงงานในเศรษฐกิจแบบชั่วคราว จะช่วยสนับสนุนการสร้างเศรษฐกิจแบบชั่วคราวที่ยั่งยืนและครอบคลุม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการสร้างงานในตลาดเศรษฐกิจแบบชั่วคราว

5.2 กรณีศึกษาต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาและการขับเคลื่อน 5G-Advanced

5.2.1 สาธารณรัฐประชาชนจีน

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 5G ของสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ผลักดันให้ประเทศก้าวขึ้นสู่แนวหน้าของการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัลในระดับโลก โดยการเปิดตัวเทคโนโลยี 5G-Advanced ยิ่งตอกย้ำสถานะของจีนในฐานะผู้นำในการเข้าสู่ระยะถัดไปของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ ทั้งนี้ โครงข่าย 5G ที่สาธารณรัฐประชาชนจีนได้ดำเนินการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เป็นรูปธรรม และการยกระดับสู่ 5G-Advanced จะยิ่งเพิ่มพูนผลกระทบเชิงเศรษฐกิจดังกล่าว โดยการเปิดโอกาสใหม่ทางการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมและเร่งการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างมีนัยสำคัญ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอภาพรวมของสถานการณ์ 5G ในสาธารณรัฐประชาชนจีนในปัจจุบัน มาตรการด้านนโยบายของภาครัฐ และบทบาทของเทคโนโลยี 5G-Advanced ในการเร่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลของสาธารณรัฐประชาชนจีนรวมถึงการสนับสนุนการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP)

การประยุกต์ใช้ 5G-Advanced ของสาธารณรัฐประชาชนจีนถือเป็นการเปลี่ยนผ่านเชิงโครงสร้างที่สำคัญของโครงข่ายดิจิทัล โดยช่วยเสริมสร้างการเติบโตของอุตสาหกรรม เสริมศักยภาพทางการแข่งขันของเศรษฐกิจ และเปิดทางสู่การพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะการแก้ไขข้อจำกัดเชิงเทคนิคเดิมและการเปิดใช้งานกรณีศึกษาใหม่ ๆ เช่น โรงงานอัจฉริยะ ยานยนต์ไร้คนขับ และเศรษฐกิจการบินระดับต่ำ หรือ Low-Altitude Economy ซึ่งมีศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจในระดับหลายล้านล้านหยวนต่อปีในทศวรรษหน้า

ด้วยนโยบายภาครัฐที่มีความมุ่งมั่นและการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่ชัดเจน สาธารณรัฐประชาชนจีนจึงสามารถกำหนดบทบาทของตนในฐานะผู้นำระดับโลกด้านเทคโนโลยี 5G-Advanced ได้อย่างเข้มแข็ง และจากความสำเร็จของสาธารณรัฐประชาชนจีนนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางต้นแบบ (Blueprint) สำหรับประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในมิติเศรษฐกิจ พร้อมทั้งยกระดับขีดความสามารถด้านนวัตกรรม เทคโนโลยี และความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาว

ภูมิทัศน์ 5G ในปัจจุบันและเศรษฐกิจดิจิทัลของสาธารณรัฐประชาชนจีน

สาธารณรัฐประชาชนจีนได้ก้าวขึ้นเป็นผู้นำระดับโลกด้านโครงสร้างพื้นฐาน 5G โดย ณ ปี 2568 สาธารณรัฐประชาชนจีนมีสถานีฐาน 5G ติดตั้งแล้วกว่า 4.83 ล้านแห่ง คิดเป็นสัดส่วนส่วนใหญ่ของสถานีฐาน 5G ทั่วโลก นอกจากนี้ ในประเทศยังมีจำนวนผู้ใช้บริการ 5G สูงถึง 850 ล้านราย ส่งผลให้อุตสาหกรรมเทคโนโลยีโทรคมนาคมของสาธารณรัฐประชาชนจีนมีส่วนสนับสนุนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ประมาณ 1.2 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือคิดเป็นสัดส่วนราวร้อยละ 6.2 โดยตัวเลขนี้ยังมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่องจากการแพร่หลายของการใช้งานดิจิทัลในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เศรษฐกิจดิจิทัลของสาธารณรัฐประชาชนจีนถือเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่มีอัตราการเติบโตเร็วที่สุดของประเทศ โดยได้รับแรงขับเคลื่อนหลักจากความก้าวหน้าทางอินเทอร์เน็ตบนมือถือ ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การประมวลผลแบบคลาวด์ และระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ทั้งนี้ แนวคิดอุตสาหกรรมหรือเศรษฐกิจดิจิทัล ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างเป็นรูปธรรมแล้วในภาคอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ท่าเรือ และการผลิตอัจฉริยะ สร้างรายได้ใหม่และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานอย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ดี แม้จะมีความก้าวหน้าอย่างมากในการพัฒนาเครือข่าย 5G ในระยะแรกของการใช้งานจริงก็ได้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดบางประการที่ยังเป็นอุปสรรคต่อการบรรลุเป้าหมายของอุตสาหกรรม 4.0 อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในด้านปัญหาคอขวดของการรับส่งข้อมูลขาขึ้น ความล่าช้าที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ และความเสถียรของเครือข่ายในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นต่อระบบอัตโนมัติขั้นสูง และระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยียานบินไร้คนขับในระดับความสูงต่ำ (Low-Altitude Economy) ที่ครอบคลุมถึงระบบโดรน ยานยนต์บินได้ (eVTOLs) และบริการในอากาศระดับต่ำอื่น ๆ สถานการณ์นี้จึงนำไปสู่การตระหนักว่าเทคโนโลยี 5G เพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอในการตอบสนองต่อข้อกำหนดที่ซับซ้อนของเศรษฐกิจดิจิทัลขั้นสูงและการปฏิรูปอุตสาหกรรมอย่างเต็มรูปแบบ

การดำเนินการของภาครัฐและการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับ 5G-Advanced

รัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Industry and Information Technology: MIIT) มีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางและมาตรฐานการพัฒนาเครือข่าย 5G-Advanced (5G-A) ในระดับประเทศ โดยเฉพาะการวางแผนเชิงกลยุทธ์เพื่อเร่งรัดการเปิดให้บริการเชิงพาณิชย์ของ 5G-Advanced ซึ่งคาดว่าจะเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2570

นอกจากการจัดสรรคลื่นความถี่แล้ว รัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนยังได้ออกแบบกรอบนโยบายหลากหลายประการเพื่อส่งเสริมการใช้ 5G-Advanced อย่างครอบคลุม โดยมาตรการสนับสนุนเหล่านี้ครอบคลุมถึง การให้เงินอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ 5G ตลอดจนการให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี เพื่อจูงใจการใช้งานเทคโนโลยี 5G ในอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ของประเทศ เช่น การผลิตอัจฉริยะ โลจิสติกส์ และสาธารณสุข ทั้งนี้ แนวทางของรัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนสะท้อนให้เห็นถึง

บทบาทเชิงรุกในการผลักดันให้ 5G-Advanced เป็นเครื่องมือหลักในการยกระดับศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจในระยะยาว

การวิจัยและทดลองเทคโนโลยี 5G-Advanced เพื่อก้าวสู่อนาคตของโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล

สาธารณรัฐประชาชนจีนถือเป็นหนึ่งในผู้นำแรกเริ่มด้านการวิจัยและทดสอบเทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-A) โดยในปี 2567 มีการเริ่มให้บริการเชิงพาณิชย์ในเมืองนำร่องกว่า 100 แห่งทั่วประเทศ และภายในสิ้นปี 2568 บริษัท China Unicom ตั้งเป้าขยายเครือข่าย 5G-Advanced ให้ครอบคลุม 300 เมือง ซึ่งจะเป็นการวางรากฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบนิเวศ ของ 5G-Advanced ในระดับประเทศอย่างเต็มรูปแบบ หนึ่งในโครงการนำร่องที่สำคัญคือ Shanghai 5G-Advanced Demonstration City ซึ่งทำหน้าที่เป็นพื้นที่ทดลองเชิงเทคโนโลยี โดยแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีใหม่ เช่น การรวมความสามารถของคลื่นความถี่แบบ 3 คลื่น (3CC Aggregation) เทคโนโลยีการรับรู้และสื่อสารแบบบูรณาการ (Integrated Sensing and Communication: ISAC) และการใช้งานอุปกรณ์ IoT ที่ใช้ทรัพยากรน้อย (Reduced Capability Devices: RedCap)

การทดลองเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ 5G-Advanced ที่ไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยเครือข่าย 5G มาตรฐานทั่วไป เช่น ความสามารถในการรักษาความหน่วงที่คาดการณ์ได้ ซึ่งจำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้งานในภาคอุตสาหกรรม การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ในปริมาณมหาศาล และความเร็วในการส่งข้อมูลขาขึ้นที่สูงขึ้น ความสำเร็จจากการทดลองเหล่านี้จะปูทางสู่การใช้งานเชิงพาณิชย์ในวงกว้างในบริบทของเมืองอัจฉริยะ ระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม และบริการที่ต้องการความแม่นยำสูง

นอกจากนี้ โครงการเครือข่าย 5G ทางทะเลในมณฑลฝูเจี้ยน (China Mobile Fujian Maritime 5G Network) ยังเป็นตัวอย่างเชิงรูปธรรมที่แสดงให้เห็นถึงแนวทางการสร้างรายได้จาก 5G-Advanced โดยการพัฒนาโมเดลบริการระดับพรีเมียมซึ่งสามารถเพิ่มรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้ (ARPU) ได้อย่างชัดเจน ในอนาคต เทคโนโลยี 5G-Advanced จะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนบริการพรีเมียมในภาคส่วนต่าง ๆ เช่น เกมบนระบบคลาวด์ การค้าขายผ่านการถ่ายทอดสด และระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งจะเปิดโอกาสทางเศรษฐกิจรูปแบบใหม่ให้กับประเทศอย่างเป็นระบบ

บทบาทของ 5G-Advanced ในการเร่งการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลและ GDP ของสาธารณรัฐประชาชนจีน

เทคโนโลยี 5G-Advanced กำลังกลายเป็นกลไกสำคัญในการเร่งการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลของสาธารณรัฐประชาชนจีน ผ่านการเปิดทางให้เกิดรูปแบบธุรกิจใหม่ การยกระดับระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม และการสนับสนุนเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยียานบินไร้คนขับในระดับความสูงต่ำ (Low-Altitude Economy) ที่ครอบคลุมการใช้โดรนและยานบินขึ้นลงแนวดิ่งแบบไฟฟ้า (eVTOLs) โดยจุดเด่นของ 5G-Advanced ได้แก่ ความสามารถในการส่งข้อมูลแบบความหน่วงต่ำที่คาดการณ์

ได้ สมรรถนะการส่งข้อมูลขาขึ้นที่สูงขึ้น และการรองรับอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก ซึ่งล้วนมีบทบาทในการแก้ไขข้อจำกัดของภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการการตัดสินใจแบบเรียลไทม์และการสื่อสารที่ใช้แบนด์วิดท์สูงในระดับความหน่วงต่ำ

- **การผลิตอัจฉริยะและอุตสาหกรรม 4.0:** ความสามารถในการรองรับการสื่อสารแบบหน่วงต่ำและมีความเสถียรของ 5G-Advanced ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการขับเคลื่อนระบบอุตสาหกรรมสมัยใหม่ โดยเฉพาะในบริบทของอุตสาหกรรม 4.0 ที่ต้องพึ่งพาการควบคุมหุ่นยนต์และยานยนต์อัตโนมัติในแบบเรียลไทม์ การบูรณาการเทคโนโลยี AI ด้านการมองเห็น (AI vision) และระบบควบคุมระยะไกล ได้ถูกนำมาใช้อย่างเป็นรูปธรรมในภาคอุตสาหกรรมชั้นนำ เช่น บริษัท Midea และ Great Wall Motors ซึ่งรายงานการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตถึงร้อยละ 20–30 การพัฒนาเชิงเทคโนโลยีในลักษณะนี้ช่วยยกระดับผลิตภาพ ลดต้นทุน และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ตั้งแต่อุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ ไปจนถึงการผลิตชิ้นส่วนความแม่นยำสูง
- **ระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยียานบินไร้คนขับในระดับความสูงต่ำ (Low-Altitude Economy):** 5G-Advanced มีบทบาทสำคัญในการเร่งการเติบโตของระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยียานบินไร้คนขับในระดับความสูงต่ำ (Low-Altitude Economy) ผ่านการสนับสนุนการดำเนินงานของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) และยานบินขึ้นลงแนวดิ่งไฟฟ้า (eVTOL) โดยเฉพาะการบินนอกระยะสายตา (Beyond Visual Line of Sight: BVLOS) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครือข่ายที่มีความเสถียรและหน่วงต่ำ บริษัทชั้นนำ เช่น Meituan และ SF Express ได้ใช้โดรนเพื่อให้บริการขนส่งสินค้าในระยะสุดท้าย (Last-Mile Delivery) ซึ่งช่วยลดต้นทุนโลจิสติกส์และเพิ่มความรวดเร็วในการให้บริการ ทั้งนี้ มีการประเมินว่าตลาดโดรนเชิงพาณิชย์เพียงอย่างเดียวจะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของจีนได้มากถึง 3–5 ล้านล้านหยวนภายในปี 2568
- **เมืองอัจฉริยะและบริการดิจิทัล:** 5G-Advanced เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ด้วยขีดความสามารถในการรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT ในจำนวนมากอย่างพร้อมกัน รวมถึงความสามารถในการจัดการข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังการจราจรแบบเรียลไทม์ และการควบคุมยานพาหนะไร้คนขับ ระบบเครือข่าย 5G-Advanced จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเมือง ทั้งในด้านความปลอดภัย การใช้พลังงาน และการให้บริการสาธารณะ พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตเมืองอย่างเป็นรูปธรรม

- **บ้านอัจฉริยะ การแพทย์ทางไกล และระบบขนส่งอัจฉริยะ:** บริการในภาคครัวเรือนและภาคสังคม เช่น บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) การแพทย์ทางไกล (Telemedicine) และระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transportation) จะได้รับประโยชน์โดยตรงจากขีดความสามารถของ 5G-Advanced ในการให้บริการที่มีความเร็วสูง ความเสถียรสูง และมีความน่าเชื่อถือ การยกระดับประสบการณ์การใช้งานเหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศให้เติบโตอย่างยั่งยืน ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบริการและการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในวงกว้าง

ผลกระทบทางเศรษฐกิจมหภาคและการใช้ประโยชน์จากนโยบายภาครัฐ

เทคโนโลยี 5G-Advanced ได้แสดงบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยก่อให้เกิดผลกระทบเชิงบวกในระดับมหภาคต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) อย่างมีนัยสำคัญ ไม่เพียงแต่จากการยกระดับประสิทธิภาพในภาคการผลิต การดำเนินงาน และระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมเท่านั้น หากแต่ยังมาจากการส่งเสริมเชิงนโยบายอย่างเป็นระบบจากภาครัฐ ซึ่งมีบทบาทเป็นตัวเร่งในการขยายการนำเทคโนโลยี 5G-Advanced ไปใช้ในวงกว้าง

กรณีศึกษาของ China Mobile ในมณฑลฝูเจี้ยน ซึ่งได้พัฒนาเครือข่าย 5G-Advanced สำหรับการใช้งานในเขตชายฝั่งและน่านน้ำทางทะเล เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการนำเทคโนโลยีมาใช้สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจใหม่ ผ่านการเพิ่มรายได้เฉลี่ยต่อผู้ใช้งาน (ARPU) และการคิดค้นบริการดิจิทัลรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการเฉพาะพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยุทธศาสตร์ของรัฐบาลจีนในการพัฒนา “ระบบนิเวศอุตสาหกรรมอัจฉริยะ” (Smart Industrial Ecosystem) ผ่านการประยุกต์ใช้ 5G-Advanced ยังถือเป็นรากฐานสำคัญในการเปิดพื้นที่ใหม่ให้กับภาคธุรกิจ สร้างโอกาสทางเศรษฐกิจ และยกระดับบทบาทของประเทศในฐานะผู้นำด้านนวัตกรรมดิจิทัลระดับโลก

บทเรียนจากกรณีของจีน จึงถือเป็นกรณีศึกษาเชิงนโยบายที่มีคุณค่าสำหรับประเทศอื่น ๆ รวมถึงประเทศไทย โดยเฉพาะในมิติการออกแบบนโยบายเชิงรุกและการบูรณาการระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคอุตสาหกรรม เพื่อขับเคลื่อนการนำเทคโนโลยี 5G ไปสู่การใช้งานจริงในระดับโครงสร้าง ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาว ทั้งในมิติของ อุตสาหกรรมอัจฉริยะ เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนโดยเทคโนโลยียานบินไร้คนขับในระดับความสูงต่ำ (Low-Altitude Economy) และ บริการดิจิทัลขั้นสูงที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศอย่างแท้จริง

5.2.2 สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) กำลังต่อยอดสถานะผู้นำระดับโลกด้านเทคโนโลยี 5G โดยเร่งรัดการเปลี่ยนผ่านสู่ 5G-Advanced ในฐานะสะพานเชื่อมเชิงปฏิบัติสู่วิสัยทัศน์ 6G ปี พ.ศ. 2573 ของประเทศ โดย UAE ไม่ได้มอง 5G-Advanced เพียงแค่การอัปเกรดเครือข่ายเท่านั้น แต่กำหนดให้เทคโนโลยีนี้เป็นชั้นความสามารถระดับชาติที่เสริมสร้างสมรรถนะ ความน่าเชื่อถือ และความสามารถในการให้บริการที่แตกต่าง ครอบคลุมการเชื่อมต่อที่มีความเฉพาะเจาะจง ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลฝั่งขาขึ้นที่สูงขึ้น และ

ประสบการณ์ผู้ใช้งานที่มีความเสถียรในกรณีที่ต้องรองรับข้อมูลปริมาณมากหรือมีความเร็วมากขึ้น ซึ่งทิศทางเชิงยุทธศาสตร์ดังกล่าวได้รับแรงหนุนจากแรงผลักทั้งระบบนิเวศ โดยผู้ให้บริการหลักทั้งสองราย ได้แก่ e& และ du ได้เริ่มดำเนินการให้บริการเชิงพาณิชย์บนโครงข่าย 5G-Advanced แล้ว ขณะเดียวกัน หน่วยงานกำกับดูแลของประเทศยังได้บรรจุเทคโนโลยี 5G-Advanced ไว้อย่างเป็นทางการในแผนแม่บทระดับชาติ สะท้อนเจตจำนงเชิงนโยบายที่ชัดเจน ความมั่นใจในการลงทุน และเส้นทางการพัฒนาที่มีโครงสร้างรองรับการเปลี่ยนผ่านจากศักยภาพ 5G-Advanced ในปัจจุบันไปสู่ความพร้อมของระบบ 6G ในอนาคตอย่างเป็นระบบ

5G ในปัจจุบันและเศรษฐกิจดิจิทัลของสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) เป็นหนึ่งในประเทศแรกของโลกที่เปิดให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5G ตั้งแต่ปี 2561 และได้ขยายพื้นที่ให้บริการจนเกือบครอบคลุมพื้นที่เมืองทั้งหมดอย่างรวดเร็วและทั่วถึง ส่งผลให้ UAE กลายเป็นหนึ่งในตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ก้าวหน้าที่สุดในภูมิภาคความร่วมมืออ่าวอาหรับ (GCC) และทำให้เทคโนโลยี 5G พัฒนาจากการเป็นเพียงการยกระดับโทรคมนาคมไปสู่การเป็นเสาหลักของเศรษฐกิจดิจิทัลระดับชาติ

เทคโนโลยี 5G มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนเป้าหมายด้านเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศ โดยรองรับบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป การประมวลผลแบบคลาวด์ และการเชื่อมต่อระดับองค์กรในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิ โลจิสติกส์ การผลิต พลังงาน และเมืองอัจฉริยะ ทั้งนี้ การใช้ 5G อย่างแพร่หลายผ่านอุปกรณ์ปลายทาง การเติบโตอย่างต่อเนื่องของการใช้งานข้อมูลผ่านโทรศัพท์มือถือ และการติดตั้งบริการอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูงประจำที่ (Fixed Wireless Access: FWA) อย่างกว้างขวางสำหรับครัวเรือน ล้วนส่งผลให้รายได้จากการใช้ข้อมูลบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และค่าเฉลี่ยรายได้ต่อผู้ใช้ (ARPU) เติบโตต่อเนื่อง ผู้ให้บริการหลักของประเทศทั้ง e& และ du รายงานว่าปริมาณการใช้งานส่วนใหญ่ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นผ่านโทรศัพท์มือถือหรือ FWA นั้นล้วนดำเนินการผ่านเครือข่าย 5G ซึ่งตอกย้ำบทบาทศูนย์กลางของเทคโนโลยีนี้ต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจในชีวิตประจำวัน

ในระดับภูมิภาค เทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่มีส่วนสนับสนุนผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ประมาณร้อยละ 5 – 6 ในกลุ่มประเทศตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ (MENA) ในช่วงกลาง ปี 2563 โดยมีการคาดการณ์ว่า 5G จะสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจในระดับหลายหมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐภายในปี 2573 ทั้งนี้ UAE ได้รับการพูดถึงอย่างสม่ำเสมอว่าเป็นประเทศหลักที่ขับเคลื่อนผลกระทบดังกล่าว เนื่องจากการเป็นผู้บุกเบิกการใช้เทคโนโลยี การใช้งานข้อมูลในระดับสูง และการบูรณาการเครือข่ายเคลื่อนที่เข้ากับบริการภาครัฐและภาคธุรกิจอย่างทั่วถึง อย่างไรก็ดี ความสำเร็จของ 5G ในช่วงเริ่มต้นยังได้เผยให้เห็นข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง เช่น ความแออัดของเครือข่าย ประสิทธิภาพของการใช้คลื่นความถี่ และข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพฝั่งส่งข้อมูล (Uplink) ซึ่งได้รับแรงกดดันมากขึ้นจากการใช้บริการวิดีโอ เกม และ FWA ปัจจัยเหล่านี้ล้วนจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขผ่านการเปลี่ยนผ่านสู่ 5G-Advanced ในระยะถัดไป

การดำเนินการภาครัฐและการบริหารจัดการคลื่นความถี่สำหรับ 5G-Advanced

การเปลี่ยนผ่านจาก 5G ไปสู่ 5G-Advanced ในประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) ดำเนินการภายใต้การกำกับอย่างเชิงรุกและบูรณาการของภาครัฐ โดยหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมและรัฐบาลดิจิทัล (Telecommunications and Digital Government Regulatory Authority: TDRA) ได้จัดทำแผนยุทธศาสตร์และแผนที่นำทางสู่เทคโนโลยี 6G ในระดับชาติ ซึ่งระบุอย่างชัดเจนถึงความจำเป็นในการพัฒนาเครือข่าย 5G ขั้นสูงอย่างต่อเนื่อง ในฐานะกลไกสำคัญเชิงยุทธศาสตร์เพื่อรองรับการให้บริการ 6G ก่อนปี พ.ศ. 2573 ทิศทางเชิงนโยบายนี้ก่อให้เกิดความชัดเจนด้านกฎระเบียบ และเสริมสร้างความมั่นใจให้แก่นักลงทุน ด้วยการจัดการแนวทางการพัฒนาเครือข่ายในระยะสั้นให้สอดคล้องกับเป้าหมายระยะยาวของประเทศ

แนวทางดังกล่าวให้ความสำคัญกับการประสานความร่วมมือระหว่างภาคอุตสาหกรรม ภาควิชาการ และภาครัฐ โดยสนับสนุนผ่านการจัดตั้ง Regulatory Sandbox ด้าน ICT เพื่อส่งเสริมการทดลองใช้งานเทคโนโลยี 5G-Advanced และ 6G ภายใต้กรอบกำกับดูแลที่ยืดหยุ่น ซึ่งช่วยให้สามารถทดสอบนวัตกรรมใหม่โดยไม่สะดุดต่อข้อจำกัดเชิงกฎระเบียบ ในด้านนโยบายคลื่นความถี่ ซึ่งถือเป็นแกนหลักของกลยุทธ์นี้ TDRA ได้ให้ความสำคัญกับการใช้คลื่นย่านกลาง (mid-band) ที่มีอยู่เดิมอย่างเข้มข้น ควบคู่ไปกับการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดสรรคลื่นที่สูงกว่าคลื่นย่านกลาง (mid-band) โดยเฉพาะย่านความถี่ 6 GHz ทั้งนี้ได้มีการทดลองใช้คลื่นความถี่ 6 GHz ในปริมาณสูงถึง 400 MHz ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการให้บริการ 5G-Advanced ที่มีความเร็วระดับ Multi-Gigabit ซึ่งสนับสนุนทิศทางเชิงนโยบายในการขยายขีดความสามารถของเครือข่ายในระยะยาว

การวิจัยและการทดลองใช้งาน 5G-Advanced ในสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

หนึ่งในลักษณะเด่นของการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced ในสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (United Arab Emirates: UAE) คือความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วจากระยะของการวิจัยและทดสอบ ไปสู่การใช้งานเชิงพาณิชย์ในช่วงเริ่มต้น โดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานกิจการโทรคมนาคมและรัฐบาลดิจิทัล (Telecommunications and Digital Government Regulatory Authority: TDRA) และผู้ให้บริการรายสำคัญ ได้แก่ e& และ du ทำให้เกิดการทดลองใช้งานเทคโนโลยี 5G-Advanced อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการทดสอบขนาดใหญ่ในย่านความถี่ 6 GHz ซึ่งสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ถึง 10 Gbps หรือเร็วกว่าความเร็วของ 5G เชิงพาณิชย์ปัจจุบันถึง 10 เท่า

การทดสอบดังกล่าวมุ่งเน้นประสิทธิภาพของช่องสัญญาณขนาดใหญ่ 400 MHz การปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้งาน และความสามารถในการรองรับการให้บริการที่มีปริมาณข้อมูลสูง เช่น การใช้งาน Metaverse และอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก (Massive IoT) ภายหลังการทดสอบ ผู้ให้บริการใน UAE ได้เริ่มเข้าสู่การใช้งานจริง โดย du ได้ดำเนินการรวมคลื่นความถี่แบบ 3 Carrier Aggregation (3CC) ในย่าน mid-band ประมาณ 300 MHz เพื่อให้บริการระดับ multi-gigabit ครอบคลุมพื้นที่กว่าร้อยละ 99 พร้อมปรับปรุงคุณภาพเครือข่ายอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ e& ได้ลงทุนในเทคโนโลยี Massive MIMO การเพิ่มประสิทธิภาพ Uplink และเทคโนโลยี Reduced Capability (RedCap) เพื่อตอบสนองการใช้งาน IoT อุปกรณ์สวมใส่ และแอปพลิเคชันในภาคอุตสาหกรรม

รายงานในระดับภูมิภาคชี้ว่า ผู้ให้บริการในกลุ่มประเทศ GCC รวมถึง UAE ถือเป็นกลุ่มแรกของโลกที่สามารถยกระดับจากการทดลองไปสู่การให้บริการเชิงพาณิชย์ของ 5G-Advanced ได้อย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนผ่านทางเทคนิคยังเผชิญกับความท้าทาย เช่น การปรับไปใช้สถาปัตยกรรม 5G Standalone (SA) การอัปเกรดโครงข่ายแกนกลางและอุปกรณ์วิทยุ การพัฒนาระบบ backhaul ให้เพียงพอ และการบริหารจัดการพลังงานที่มีความซับซ้อน ซึ่งล้วนต้องอาศัยการลงทุนขนาดใหญ่และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญสูง เพื่อให้สามารถบริหารความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ UAE จึงเลือกใช้แนวทางการขยายเครือข่ายแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยเน้นพื้นที่เมืองหลักและเขตอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูงก่อน แล้วจึงขยายครอบคลุมเพิ่มเติมตามผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

5G-Advanced กับการเร่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลและ GDP ของ UAE

รัฐบาล UAE วางให้เทคโนโลยี 5G-Advanced เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศ โดยเฉพาะในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้คลื่นความถี่ การขยายความจุของเครือข่าย และการลดค่าความหน่วง (Latency) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการให้บริการข้อมูลที่มีความหนาแน่นสูง อาทิ เกมบนคลาวด์ (Cloud gaming), การสตรีมวิดีโอ Ultra HD และประสบการณ์เสมือนจริง (AR/VR) โดยสามารถให้บริการในต้นทุนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้สามารถสร้างความแตกต่างทางการตลาด กระตุ้นการบริโภคดิจิทัล และเพิ่มรายได้ในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมอย่างยั่งยืน

ในภาคอุตสาหกรรม 5G-Advanced ช่วยสนับสนุนการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำและมีความน่าเชื่อถือสูง (URLLC) และสามารถรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในปริมาณมาก ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญสำหรับโรงงานอัจฉริยะ (smart factories), ระบบท่าเรือและสนามบินอัตโนมัติ โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) และระบบโลจิสติกส์ที่ขับเคลื่อนด้วย AI ซึ่งล้วนช่วยเพิ่มผลิตภาพ ลดต้นทุน และยกระดับประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทาน

ทั้งนี้ ตามการประเมินของ GSMA ภายในปี 2573 เทคโนโลยี 5G คาดว่าจะครอบคลุมกว่าร้อยละ 95[42] ของการเชื่อมต่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ในกลุ่มประเทศ GCC และจะมีส่วนสนับสนุน GDP ราวร้อยละ 13 ของมูลค่าที่เกิดจากภาคโทรคมนาคมทั้งหมดในภูมิภาค MENA โดยการลงทุนและการยกระดับเครือข่าย 5G-Advanced ใน UAE จะช่วยให้ประเทศสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้มากกว่าประเทศอื่นในภูมิภาค จากความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและการดำเนินนโยบายเชิงรุกที่เอื้อต่อการพัฒนาเทคโนโลยี

ผลกระทบเชิงมหภาคและบทบาทเชิงนโยบาย

เมื่อพิจารณาในระดับภูมิภาค การพัฒนาเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคใหม่คาดว่าจะมีบทบาทสนับสนุนผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของภูมิภาค MENA ในสัดส่วนราวร้อยละ 5 – 6 ภายในปี 2573 โดยผลประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G คาดว่าจะมีมูลค่าหลายหมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ สำหรับ UAE ซึ่งเป็นผู้นำในการพัฒนา 5G-Advanced มีศักยภาพที่จะได้รับประโยชน์ในระดับสูง เนื่องจากมีความพร้อมทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐาน การกำกับดูแลที่ทันสมัย และระบบนิเวศดิจิทัลที่เอื้อต่อการลงทุน โดยเครื่องมือเชิงนโยบายที่ช่วยสนับสนุนการขับเคลื่อน 5G-Advanced ได้แก่ การจัดสรรคลื่นความถี่ที่เหมาะสม (โดยเฉพาะย่าน 6 GHz) การกำกับดูแลด้านโครงสร้างพื้นฐานให้เอื้อต่อการลงทุน และการจัดตั้งพื้นที่ทดลอง

[42] Developing Telecoms. (6 ธันวาคม 2023). 5G จะคิดเป็นครึ่งหนึ่งของผู้ใช้บริการในภูมิภาคตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ (MENA) ภายในปี 2030: GSMA. Developing Telecoms.https://developingtelecoms.com/telecom-business/operator-news/15908-5g-to-account-for-half-of-mena-subs-by-2030-gsma.html

นวัตกรรม (Sandbox) ทั้งนี้ยังส่งผลเชิงบวกต่อเศรษฐกิจผ่านการสร้างงาน การลงทุนในเทคโนโลยีขั้นสูง และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้าน AI คลาวด์ และการผลิตอัจฉริยะ

แม้การเปลี่ยนผ่านสู่ 5G-Advanced จะมีโอกาสสูง แต่ยังมีความท้าทายจากภาระการลงทุนที่สูง ความไม่แน่นอนก่อนเข้าสู่ยุค 6G และความจำเป็นในการพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลและวิศวกรรมเครือข่าย อย่างไรก็ตาม หากการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced เชื่อมโยงกับเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ด้านความยั่งยืน เช่น การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ก็จะช่วยสร้างรากฐานที่แข็งแกร่งให้กับการเติบโตทางเศรษฐกิจและบริการสาธารณะในระยะยาว กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยี 5G-Advanced จึงไม่เพียงเป็นก้าวสำคัญในมิติทางเทคนิคที่นำไปสู่ยุค 6G เท่านั้น หากแต่ยังเป็นเครื่องมือเชิงยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล ยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และเสริมสร้างความยั่งยืนในระยะยาวตามวิสัยทัศน์ “We the UAE 2031”

5.2.3 ประเทศญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีตลาด 5G ที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดในโลก โดยมีการวางโครงสร้างเครือข่ายครอบคลุมทั่วประเทศ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญต่อการเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัล ภายใต้โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าว ผู้ให้บริการหลักของญี่ปุ่น ได้แก่ NTT DOCOMO, KDDI, SoftBank และ Rakuten ได้เริ่มดำเนินการทดสอบเทคโนโลยี 5G ขั้นสูง (5G-Advanced หรือ 5G-A) เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาต่อในระยะถัดไป ทั้งนี้ นโยบายภาครัฐ โดยเฉพาะการจัดสรรคลื่นความถี่ในย่าน 3.7 GHz, 4.5 GHz และ 28 GHz รวมถึงการส่งเสริมการใช้ Local 5G และเทคโนโลยีคลื่นความถี่สูง (mmWave) ได้กลายเป็นรากฐานทางด้านกฎระเบียบและเทคนิคสำหรับการทดสอบและการพาณิชย์ของ 5G-A ในอนาคต เมื่อฟีเจอร์ของ 5G-A เช่น ความสามารถในการส่งข้อมูลขาเข้าที่สูงขึ้น ความหน่วงต่ำระดับสูงสุด และการรองรับอุปกรณ์ IoT จำนวนมหาศาล ถูกบูรณาการเข้ากับเครือข่ายในประเทศญี่ปุ่นอย่างเป็นระบบ คาดว่าจะช่วยเสริมสร้างการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลในอุตสาหกรรมหลัก ได้แก่ ภาคการผลิต การดูแลสุขภาพ และการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ ซึ่งจะมีส่วนช่วยยกระดับผลิตภาพของประเทศ และสนับสนุนการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) อย่างยั่งยืน ดังที่ได้ปรากฏในการศึกษาวิเคราะห์เศรษฐกิจดิจิทัลในระดับภูมิภาค

สถานะปัจจุบันของ 5G และเศรษฐกิจดิจิทัลของญี่ปุ่น

ตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ของญี่ปุ่นถือเป็นหนึ่งในตลาดที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดในโลก โดยมีผู้ให้บริการ 5G ครอบคลุมทั่วประเทศจำนวน 4 ราย ได้แก่ NTT DOCOMO, KDDI/au, SoftBank และ Rakuten Mobile ซึ่งแข่งขันกันทั้งในด้านความครอบคลุม ความเร็ว และการพัฒนาบริการใหม่ ๆ ณ เดือนมีนาคม 2567 ญี่ปุ่นมีผู้ใช้บริการ 5G ประมาณ 90 – 92 ล้านราย และในไตรมาสที่ 3 ของปี 2568 ความเร็วในการดาวน์โหลดเฉลี่ยของผู้ให้บริการรายใหญ่ในเครือข่าย 5G สูงเกิน 120 Mbps รองรับบริการที่ต้องการแบนด์วิดท์สูงทั้งในกลุ่มผู้บริโภคและกลุ่มองค์กร

กระทรวงกิจการภายในและการสื่อสารของญี่ปุ่น (Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) รวมถึงรายงานจากภาคอุตสาหกรรมระบุว่า 5G เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัลของญี่ปุ่น โดยเฉพาะในภาคการผลิต การแพทย์ โลจิสติกส์ และสื่อสารมวลชน ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยี 5G ได้ถูกนำมาใช้ในการสนับสนุนระบบการแพทย์ทางไกล และการวินิจฉัยระยะไกล โดยโครงการที่ได้รับการสนับสนุนจาก MIC ช่วยให้แพทย์สามารถให้คำปรึกษาผ่านวิดีโอความละเอียดสูง และแลกเปลี่ยนข้อมูลทางการแพทย์แบบเรียลไทม์ระหว่างภูมิภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การผลิตอัจฉริยะ และ IoT เชิงอุตสาหกรรม ถือเป็นกรณีการใช้งานที่มีความสำคัญสูง โดยโรงงานในญี่ปุ่นมีการติดตั้งเครือข่าย 5G ส่วนตัวและเครือข่าย Local 5G เพื่อรองรับระบบควบคุมกระบวนการแบบเรียลไทม์ หุ่นยนต์ และระบบการมองเห็นของเครื่องจักร ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการวิจัยระดับโลกว่าด้วยการหลอมรวมกันของระบบการผลิตและเครือข่ายในอุตสาหกรรมแห่งอนาคต ซึ่งโครงการเมืองอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยี 5G ร่วมกับระบบการจัดการจราจรขนาดเล็ก ระบบแสงสว่างอัจฉริยะ และระบบรักษาความปลอดภัยสาธารณะ มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยตลาดโครงข่าย 5G แบบ Small Cell ของญี่ปุ่นคาดว่าจะเติบโตเฉลี่ยต่อปีในอัตราที่สูงกว่าร้อยละ 40 – 45 จนถึงปี พ.ศ. 2573 สะท้อนถึงการขยายตัวอย่างเข้มข้นของโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในประเทศ

บทบาทของภาครัฐและการจัดสรรคลื่นความถี่เพื่อรองรับ 5G-Advanced

ระบบนิเวศด้านเทคโนโลยีของประเทศญี่ปุ่นมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง โดยมีการขับเคลื่อนงานวิจัยและพัฒนาที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐาน 5G-Advanced ตามที่กลุ่ม 3GPP กำหนดไว้ใน Release 18 และฉบับถัดไป ทั้งนี้ โครงการวิจัยในระดับประเทศของญี่ปุ่นที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการชั้นนำ ได้นำเสนอแนวคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเครือข่ายการเข้าถึงวิทยุ (Radio Access Network: RAN) สำหรับยุค 5G ขั้นสูง โดยเน้นการใช้โครงสร้างเครือข่ายเสมือน (vRAN) ที่สามารถปรับตำแหน่งการทำงานของแต่ละฟังก์ชันได้อย่างยืดหยุ่น ควบคุมสัญญาณรบกวนได้ดีขึ้น และรองรับการแบ่งทรัพยากรเครือข่ายแบบแยกส่วน (Network Slicing) ด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อรองรับการใช้งานที่หลากหลายและซับซ้อนในยุค 5G-A โดยประเด็นด้านเทคนิคที่ได้รับการวิจัยอย่างเด่นชัด ได้แก่

- **การจัดรูปแบบลำแสงดิจิทัลแบบร่วม (cooperative digital beamforming)** และการจัดรูปแบบลำแสงแบบผสม (Hybrid Beamforming) ในย่านความถี่ 28 GHz ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเสริมสมรรถนะของเซลล์ mmWave ในพื้นที่หนาแน่น (hotspot)
- **การบริหารจัดการ network slice โดยใช้ AI** เพื่อจัดสรรทรัพยากรวิทยุอย่างมีประสิทธิภาพตามลักษณะการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นบริการที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงและความหน่วงต่ำ (URLLC) อินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ความเร็วสูง (Mobile Broadband) (eMBB) หรือการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมาก (mMTC)

ในด้านการประยุกต์ใช้งาน ญี่ปุ่นได้ทดลองนำระบบ 5G-A มาใช้ในการรวบรวมข้อมูลสุขภาพแบบเรียลไทม์จากสถานพยาบาลทั่วประเทศ เพื่อสนับสนุนระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาและงานวิจัยด้านสาธารณสุข นอกจากนี้ ยังได้ดำเนินโครงการนำร่องการวินิจฉัยทางไกล (Tele-Diagnosis) ด้วยความละเอียดสูงผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่ขั้นสูง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพด้าน Latency และแบนด์วิดท์ของ 5G-A ในการยกระดับบริการทางการแพทย์ ผู้ให้บริการโทรคมนาคมเชิงพาณิชย์ของญี่ปุ่นหลายรายได้เริ่มผนวกคุณลักษณะของ 5G-A เข้ากับระบบเครือข่ายของตนแล้ว เช่น การเพิ่มสมรรถนะของ Uplink และการประยุกต์ใช้ AI ในการควบคุมระบบ RAN ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวโน้มที่ผู้ผลิตอุปกรณ์โทรคมนาคมรายใหญ่ของญี่ปุ่นได้เร่งการลงทุนในงานวิจัยและพัฒนา (R&D) ภายในประเทศ รวมถึงการร่วมมือกับผู้ให้บริการหลักอย่าง NTT DOCOMO และ SoftBank ในการทดสอบระบบ AI-RAN และเทคโนโลยีเครือข่ายยุคถัดไป

แม้โครงการเหล่านี้หลายส่วนจะถูกรวมอยู่ภายใต้กรอบ Beyond 5G หรือ Pre-6G แต่คุณลักษณะทางเทคนิคที่ได้รับการพัฒนา เช่น Beamforming ที่แม่นยำยิ่งขึ้น การผนวกฟังก์ชันด้าน sensing และการบริหารเครือข่ายแบบ AI-native ต่างมีความสอดคล้องโดยตรงกับแนวทางการพัฒนา 5G-Advanced ตามเอกสารมาตรฐานของ 3GPP และงานวิชาการระดับนานาชาติ

5G-Advanced กับการเร่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลและ GDP ของญี่ปุ่น

เศรษฐกิจดิจิทัลของญี่ปุ่นอยู่ในระดับพัฒนาแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศสมาชิกความตกลงหุ้นส่วนทางเศรษฐกิจระดับภูมิภาค (RCEP) โดยมีค่าดัชนีเศรษฐกิจดิจิทัลแบบผสม (Composite Digital Economy Index) ทรงตัวอยู่ที่ประมาณ 0.55 สะท้อนถึงโครงสร้างพื้นฐานด้าน ICT ที่แข็งแกร่ง อัตราการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่สูง และกิจกรรมด้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์และบริการดิจิทัลที่หนาแน่น งานวิจัยเกี่ยวกับเศรษฐกิจ RCEP ชี้ว่า ระดับการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับสมรรถนะทางการค้าที่เข้มแข็งและการยกระดับห่วงโซ่มูลค่า โดยญี่ปุ่นอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีระดับการพัฒนาสูงร่วมกับเกาหลีใต้และออสเตรเลีย ขณะเดียวกัน รายงานเศรษฐกิจและการคลังประจำปี พ.ศ. 2567 ของญี่ปุ่นก็เน้นย้ำว่า การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล โดยเฉพาะในเทคโนโลยี 5G AI และ IoT ได้กลายเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของความสามารถในการปรับตัว และการเพิ่มผลิตภาพในทุกภาคส่วนของเศรษฐกิจ

5G-Advanced จะสร้างผลกระทบเชิงบวกเหล่านี้ ผ่านการยกระดับศักยภาพเครือข่ายที่ส่งผลโดยตรงต่อกรณีใช้งานที่มีมูลค่าสูง ได้แก่

- ความเร็ว Uplink ที่สูงขึ้น เพื่อรองรับการวิเคราะห์วิดีโอแบบเรียลไทม์ การสร้างแบบจำลองดิจิทัล (Digital Twin) และหุ่นยนต์ทำงานร่วมกับมนุษย์
- การควบคุม Latency และ Jitter แบบมีเสถียรภาพ (ผ่าน QoS และ Queue Management ที่ดียิ่งขึ้น) ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับระบบอัตโนมัติโรงงานและการควบคุมระยะไกล
- การรองรับ Massive IoT และอุปกรณ์ RedCap (Reduced Capability) ซึ่งช่วยลดต้นทุนการเชื่อมต่อของอุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์สวมใส่ต่าง ๆ

ทั้งนี้ งานวิจัยระดับโลกเกี่ยวกับการหลอมรวมระหว่างการผลิตขั้นสูงและระบบเครือข่าย ระบุว่าความสามารถเหล่านี้จะเปิดทางให้เกิดระบบไซเบอร์ฟิสิคัลที่บูรณาการอย่างลึกซึ้ง ซึ่งสายการผลิต โลจิสติกส์ และการควบคุมคุณภาพสามารถดำเนินการผ่านเครือข่ายไร้สายที่เชื่อถือได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเศรษฐกิจอย่างญี่ปุ่นที่มีรากฐานแข็งแกร่งด้านอุตสาหกรรมการผลิต ยานยนต์ และอิเล็กทรอนิกส์ ความสามารถนี้ย่อมแปลเป็นการเพิ่มผลิตภาพ ในระดับที่มีนัยสำคัญ

ช่องทางการเติบโตในแต่ละภาคส่วน

ในภาคการผลิตของญี่ปุ่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G และ 5G-Advanced ได้กลายเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนโรงงานอัจฉริยะ โดยโรงงานจำนวนมากเริ่มนำมาใช้ในกระบวนการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ระบบตรวจสอบด้วยภาพ และสายการผลิตที่ยืดหยุ่นต่อความเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในระดับสากลที่ระบุว่า โรงงานที่นำ 5G ไปใช้ในระดับเต็มรูปแบบสามารถเพิ่มผลิตภาพได้ถึงร้อยละ 20 –30 ทั้งนี้ 5G-Advanced มีศักยภาพที่สูงยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในด้าน Uplink และ Latency ที่สามารถกำหนดระดับได้ตามความต้องการ ช่วยให้สามารถดำเนินการตรวจสอบคุณภาพผ่านวิดีโอความละเอียดสูงและ AI ที่ขอบเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์และยานยนต์อัตโนมัติ

ที่ต้องการความแม่นยำสูง และสามารถติดตั้งเซนเซอร์ขนาดใหญ่เพื่อการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์และเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานได้ดีขึ้น ผลลัพธ์ของการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้มีผลต่อการเติบโตของผลิตภาพรวมทุกปัจจัย (Total Factor Productivity – TFP) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการชดเชยผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของญี่ปุ่นในระยะยาว

ในด้านสาธารณสุขและชีววิทยาศาสตร์ ญี่ปุ่นได้เริ่มต้นทดลองการใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced เพื่อการรวบรวมข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยทั่วประเทศแบบเรียลไทม์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงระบาดวิทยา และการติดตามสถานการณ์โรคอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เมื่อประกอบกับโครงการนำร่องก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการวินิจฉัยทางไกล 5G-Advanced จะสามารถขยายขอบเขตการให้บริการแพทย์ทางไกลในพื้นที่ห่างไกลได้มากขึ้น ลดภาระการเดินทางของผู้ป่วย และลดความแออัดในสถานพยาบาล นอกจากนี้ยังสามารถรองรับการใช้งานที่ต้องการความหน่วงต่ำและความเสถียรสูง เช่น การผ่าตัดจากระยะไกลและการตรวจวินิจฉัยภาพทางการแพทย์แบบเรียลไทม์ งานวิจัยเชิงเศรษฐศาสตร์ในระดับนานาชาติยังสนับสนุนว่า การลงทุนในเครือข่าย 5G จะก่อให้เกิดประโยชน์ในภาคสาธารณสุขอย่างชัดเจน ทั้งในแง่ของการลดค่าใช้จ่าย การยกระดับคุณภาพชีวิต และการเพิ่มผลิตภาพในระบบเศรษฐกิจโดยรวม

สำหรับภาคเมืองอัจฉริยะ โลจิสติกส์ และระบบขนส่ง ญี่ปุ่นได้ดำเนินการพัฒนาโครงการเมืองอัจฉริยะโดยใช้โครงข่าย 5G ความหนาแน่นสูง และการมาถึงของ 5G-Advanced จะช่วยเสริมขีดความสามารถในการจัดการเมืองอัจฉริยะให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในด้านการบริหารจัดการจราจรแบบอัจฉริยะและการสนับสนุนยานยนต์ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบโครงสร้างพื้นฐาน ลดปัญหารถติดและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังสนับสนุนการติดตามและควบคุมระบบโลจิสติกส์แบบเรียลไทม์ในพื้นที่สำคัญ เช่น ท่าเรือ คลังสินค้า และระบบรถไฟ รวมถึงสามารถให้บริการสื่อสารด้านความปลอดภัยสาธารณะในภาวะฉุกเฉินและภัยพิบัติ ซึ่งเป็นหนึ่งในความท้าทายทางนโยบายที่สำคัญของญี่ปุ่น งานวิจัยด้านการเปลี่ยนผ่านสู่โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลยังชี้ว่า การลงทุนและยกระดับระบบในลักษณะนี้จะช่วยลดความเข้มข้นของการปล่อยคาร์บอน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรในเมือง และสนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาวอย่างเป็นรูปธรรม

ผลกระทบทางเศรษฐกิจมหภาคและการใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย

ในเชิงเศรษฐกิจมหภาค เทคโนโลยี 5G-Advanced (5G-A) ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะมีบทบาทในการยกระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ของญี่ปุ่นในระยะยาว แม้ว่าการประเมินเชิงปริมาณในบริบทของญี่ปุ่นจะยังอยู่ระหว่างการศึกษา แต่หลักฐานจากการวิจัยระดับโลกและระดับภูมิภาคเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G ต่างชี้ให้เห็นถึงศักยภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่มในระดับหลายหมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐผ่านการยกระดับขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ การจ้างงาน และการยกระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในสาขาที่มีความเข้มข้นด้านนวัตกรรมและมูลค่าสูง เช่น การผลิต การแพทย์ พลังงาน สาธารณูปโภค และสื่อสารมวลชน นอกจากนี้ งานวิจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงยังระบุว่า การเชื่อมต่อดิจิทัล

ที่มีคุณภาพสามารถเชื่อมโยงกับการเติบโตของ GDP และความสามารถในการแข่งขันด้านการส่งออก ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญต่อประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำอย่างญี่ปุ่น ทั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า 5G-A มิได้เป็นเพียงการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสาร แต่เป็นเครื่องมือเชิงยุทธศาสตร์ที่สามารถยกระดับเศรษฐกิจทั้งระบบและเสริมสร้างศักยภาพของประเทศได้ในระยะยาว

สำหรับญี่ปุ่น ซึ่งกำลังเผชิญกับปัจจัยท้าทายเชิงโครงสร้างจากสังคมผู้สูงวัย และแรงกดดันด้านการแข่งขันในภูมิภาคที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยี 5G-A มีศักยภาพในการตอบโจทย์เหล่านี้ในหลายมิติ ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลิตภาพโดยรวมของประเทศ ผ่านระบบอัตโนมัติ การประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ และการพัฒนารูปแบบธุรกิจดิจิทัลใหม่ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมส่งออกที่มีความสามารถในการแข่งขันสูง อีกทั้งยังสามารถเสริมบทบาทของญี่ปุ่นในห่วงโซ่มูลค่าโลก โดยขยับขึ้นไปมีส่วนร่วมในภาคส่วนที่มีมูลค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของความร่วมมือทางเศรษฐกิจดิจิทัลภายใต้กรอบความตกลงหุ้นส่วนทางเศรษฐกิจระดับภูมิภาค (RCEP) นอกจากนี้ การพัฒนาเครือข่าย 5G-A ยังสามารถสนับสนุนเป้าหมายด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐาน การบริหารจัดการพลังงาน และการลดความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยการผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่งานวิจัยระดับนานาชาติให้ความสำคัญในยุคของการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจสีเขียวและดิจิทัลควบคู่กัน อย่างไรก็ดี การบรรลุศักยภาพทางเศรษฐกิจดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการดำเนินนโยบายอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในเรื่องการวางแผนและจัดสรรคลื่นความถี่ที่เพียงพอและต่อเนื่อง ทั้งในย่านคลื่นความถี่กลาง (Mid-Band) และย่านความถี่สูง (mmWave) ตลอดจนการสนับสนุนการใช้งาน 5G-A ในระดับท้องถิ่น เช่น เครือข่ายส่วนตัว (Private 5G-A) ในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนาในเทคโนโลยี RAN ขั้นสูง เครือข่ายที่ฝังปัญญาประดิษฐ์ (AI-Native Networks) และการเตรียมความพร้อมสำหรับเทคโนโลยีในยุคหลัง 5G ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นแนวทางที่เริ่มปรากฏชัดแล้วในนโยบายและแผนวิจัยแห่งชาติของญี่ปุ่น และสามารถเป็นแบบอย่างสำคัญให้กับประเทศอื่น ๆ รวมถึงประเทศไทย ในการวางรากฐานสำหรับการเปลี่ยนผ่านทางเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงอย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ

6 ข้อเสนอแนะ

6.1 การเปรียบเทียบเชิงยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศไทยกับประเทศชั้นนำด้านศูนย์กลางดิจิทัล (Digital Hub)

เพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านของประเทศไทยสู่เทคโนโลยี 5G-Advanced และบรรลุวิสัยทัศน์ในการเป็นศูนย์กลางดิจิทัลแห่งอาเซียน (Digital Hub of ASEAN) สามารถพิจารณาแนวปฏิบัติที่เป็นเลิศจากสาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) และประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นประเทศตัวอย่างที่มีนโยบาย โครงสร้างพื้นฐาน และกลไกกำกับดูแลที่สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนา 5G-Advanced ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในมิติของความสามารถในการแข่งขันระดับประเทศ การยกระดับอุตสาหกรรม และการส่งเสริมนวัตกรรมดิจิทัล โดยการปรับใช้แนวทางเหล่านี้ในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรมอัจฉริยะ บริการดิจิทัล และการออกแบบโครงข่ายแห่งอนาคต จะช่วยวางรากฐานให้ประเทศไทยก้าวข้ามการพัฒนาเพียงด้านโครงข่าย ไปสู่การเป็นผู้นำด้านดิจิทัลในระยะยาวอย่างแท้จริง

6.1.1 ตัวอย่างแนวปฏิบัติที่ดีจากประเทศต้นแบบ

แนวปฏิบัติที่ดีจากกรณีศึกษาของสาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (UAE) และประเทศญี่ปุ่น สามารถมองเป็น “ชุดแนวทางร่วม” ที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย โดยเฉพาะภายใต้บริบทการผลักดัน 5G-Advanced ของประเทศให้เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนสู่การเป็น Digital Hub of ASEAN

ประการแรก กรณีของสาธารณรัฐประชาชนจีนสะท้อนภาพของประเทศที่ใช้รัฐเป็นแกนกลางในการกำหนดทิศทาง 5G และ 5G-A ในระดับยุทธศาสตร์ชาติ เชื่อมโยงโดยตรงกับการยกระดับอุตสาหกรรมการผลิตล้ำสมัย เมืองอัจฉริยะ และโลจิสติกส์ การพัฒนาไม่ใช่แค่การขยายโครงข่าย แต่ผูกกับ “คลัสเตอร์เศรษฐกิจจริง” เช่น นิคมอุตสาหกรรม ท่าเรือ สนามบิน และฐานการผลิตสำคัญ ทำให้โครงข่าย 5G-A กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านประสิทธิภาพ (Productivity Infrastructure) มากกว่าต้นทุนด้านโทรคมนาคมธรรมดา แนวทางนี้สอดคล้องโดยตรงกับศักยภาพของไทยในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และโครงสร้างโลจิสติกส์ของประเทศ หากไทยกำหนดนโยบายให้ 5G-A เป็น “โครงสร้างพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ของคลัสเตอร์อุตสาหกรรม” พร้อมกลไกสนับสนุน เช่น โครงการนำร่องและมาตรการลดภาระการลงทุนช่วงเริ่มต้น ไทยย่อมสามารถเร่งใช้กรณีการใช้งานเชิงอุตสาหกรรมได้ใกล้เคียงกับโมเดลของสาธารณรัฐประชาชนจีน

ในขณะเดียวกัน แนวปฏิบัติจากสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ชี้ให้เห็นความสำคัญของการวางตำแหน่งประเทศในฐานะศูนย์กลางดิจิทัลระดับภูมิภาคอย่างชัดเจน รัฐใช้นโยบายด้านโครงสร้างพื้นฐาน 5G และ 5G-A เชื่อมกับยุทธศาสตร์เมืองอัจฉริยะ การท่องเที่ยวระดับโลก ดาต้าเซ็นเตอร์ และบริการดิจิทัลสมัยใหม่ เช่น บริการทางการเงินและสาธารณสุขดิจิทัล จุดเด่นของสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ คือการผสมผสานระหว่าง “ภาพลักษณ์ประเทศ” กับ “การออกแบบกติกา” ผ่านเครื่องมืออย่าง Regulatory Sandbox ที่เปิดพื้นที่

ทดลองบริการใหม่ภายใต้กรอบกำกับที่ยืดหยุ่นแต่ควบคุมความเสี่ยงได้ ซึ่งเหมาะกับไทยอย่างยิ่งในบริบทที่ต้องการเร่งนวัตกรรมบนโครงข่าย 5G-A ทั้งในรูปแบบ Network Slicing, Private 5G, Smart City Services และบริการด้านสุขภาพและการท่องเที่ยวดิจิทัล หากประเทศไทยกำหนดยุทธศาสตร์ชัดเจนในการเป็นศูนย์กลางดิจิทัลของอาเซียน พร้อมออกแบบ Sandbox สำหรับบริการ 5G-A ที่สำคัญในพื้นที่ยุทธศาสตร์ เช่น กรุงเทพฯ พื้นที่สนามบินหลัก ท่าเรือน้ำลึก และแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ ก็จะสามารถดึงดูดทั้งการลงทุนและนวัตกรรมในลักษณะเดียวกับสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ได้

กรณีของประเทศญี่ปุ่นให้บทเรียนที่สำคัญต่อประเทศที่เข้าสู่ระยะ “5G อิ่มตัว” และต้องการยกระดับไปสู่ 5G-Advanced อย่างมีทิศทาง ญี่ปุ่นมีผู้ให้บริการ 5G หลายรายแข่งขันกันในมิติคุณภาพโครงข่าย ความเร็ว ความหน่วงต่ำ และบริการเฉพาะภาคอุตสาหกรรม มากกว่าการมุ่งเน้นเพียงการขยายพื้นที่ครอบคลุม นโยบายภาครัฐและการจัดสรรคลื่นย่าน 3.7 GHz, 4.5 GHz และ 28 GHz ถูกออกแบบให้รองรับทั้งโครงข่ายสาธารณะและ Local/Private 5G ในภาคอุตสาหกรรม โรงงาน เมือง และโรงพยาบาล สะท้อนการใช้ 5G-A เป็นเครื่องมือยกระดับกระบวนการผลิต การแพทย์ทางไกล เมืองอัจฉริยะ และการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ ญี่ปุ่นยังลงทุนในงานวิจัยและทดสอบสถาปัตยกรรมโครงข่ายขั้นสูง เช่น vRAN และ AI-based RAN/Slice Control เพื่อรองรับบริการหลากหลายรูปแบบในยุค 5G-A ซึ่งเป็นทิศทางที่ไทยสามารถนำมาประยุกต์ผ่านความร่วมมือด้านวิจัยกับมหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และผู้ให้บริการโครงข่าย รวมถึงการพัฒนา Local/Private 5G ในโรงงานและเมืองอัจฉริยะของไทย

เมื่อนำแนวปฏิบัติทั้งสามกรณีมาพิจารณาร่วมกัน จะเห็นภาพ “กรอบแนวทาง” ที่เหมาะสมกับประเทศไทยอย่างชัดเจน กล่าวคือ ไทยควรใช้ 5G-Advanced เป็นฐานโครงสร้างพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในคลัสเตอร์อุตสาหกรรมและเมืองสำคัญตามแบบสาธารณรัฐประชาชนจีน ควบคู่กับการยกระดับบทบาทประเทศสู่การเป็น Digital Hub ของภูมิภาคอย่างมีความน่าเชื่อถือ มีภาพลักษณ์ที่ดีและมีกลไก Sandbox แบบ UAE และในเวลาเดียวกันต้องขยับจากการเน้นความครอบคลุม (Coverage) ไปสู่การแข่งขันเชิงคุณภาพโครงข่ายและบริการเฉพาะภาคส่วน ทั้งหมดนี้สอดคล้องโดยตรงกับทิศทางในบทที่ 6 ของเอกสารที่เสนอให้ไทยขับเคลื่อน 5G-Advanced ผ่านยุทธศาสตร์ระดับชาติ โครงการเรือธง และการยกระดับโครงข่ายให้รองรับบริการขั้นสูงเพื่อสร้างความได้เปรียบเชิงโครงสร้างในระยะยาว

6.1.2 หมุดหมายเชิงยุทธศาสตร์เพื่อผลักดันประเทศไทยสู่การเป็น “Digital Hub of ASEAN” ด้วยโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่มีคุณภาพสูงสุด

เพื่อให้ประเทศไทยสามารถก้าวขึ้นเป็นศูนย์กลางดิจิทัลแห่งอาเซียน (Digital Hub of ASEAN) ได้อย่างแท้จริง การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลจำเป็นต้องขับเคลื่อนภายใต้หมุดหมายเชิงยุทธศาสตร์ที่มีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น และสามารถวัดผลได้ โดยต้องก้าวข้ามแนวทางการขยายโครงข่ายในเชิงปริมาณไปสู่การเป็นผู้นำด้านระบบนิเวศดิจิทัล การให้บริการคุณภาพ และการเชื่อมโยงระดับภูมิภาคอย่างยั่งยืน หมุดหมายเหล่านี้ต้องสอดคล้องกับนโยบายดิจิทัลระดับชาติ มาตรการจูงใจด้านการลงทุน และกรอบกำกับดูแล เพื่อให้ประเทศไทยสามารถนำเสนอ “โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่น่าเชื่อถือ ขยายตัวได้ และเอื้อต่อการลงทุน” มากที่สุดในภูมิภาค

ระยะที่ 1: วางรากฐานโครงสร้างดิจิทัลในระดับมาตรฐานภูมิภาค (ระยะสั้น)

ในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่การเป็น Digital Hub of ASEAN เทคโนโลยี 5G-Advanced ต้องถูกกำหนดให้เป็น “กลไกหลัก” ในการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศ จาก “การเชื่อมต่อ” ไปสู่ “โครงสร้างที่มีสมรรถนะสูงและพร้อมรองรับ AI” โดยมีแนวทางสำคัญ ดังนี้

- เร่งติดตั้งโครงข่าย 5G ความจุสูงและโครงข่าย 5G-Advanced ระยะเริ่มต้น ในแนวระเบียงเศรษฐกิจและเมืองหลักของประเทศ โดยให้ความสำคัญกับกรุงเทพมหานคร เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และเมืองเศรษฐกิจ/ท่องเที่ยวที่สำคัญ เพื่อเป็นพื้นที่นำร่อง 5G-Advanced โดยเน้นการใช้งานฟีเจอร์ขั้นสูง เช่น advanced MIMO, การรวมคลื่น 3 ความถี่ (3CC Aggregation) และการเพิ่มประสิทธิภาพ uplink เพื่อรองรับบริการดิจิทัลที่ใช้วิดีโอความละเอียดสูง ระบบ IoT หนาแน่น และงานประมวลผล AI ที่ต้องการเวลาแฝงต่ำ

- เร่งเปลี่ยนผ่านเครือข่ายทั่วประเทศไปสู่ 5G Standalone (SA**)** และกำหนดให้ SA เป็นสถาปัตยกรรมพื้นฐานสำหรับ 5G-Advanced เพื่อเปิดทางสู่การให้บริการ Network Slicing, ระดับ QoS ที่หลากหลาย และบริการ URLLC ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของบริการดิจิทัลขั้นสูงในอุตสาหกรรม การแพทย์ และการบริหารภาครัฐ

- ยกระดับคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) ให้เป็นตัวชี้วัดหลัก (KPI) เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพฝั่ง Uplink และ Real-Time Broadband เป็นเครื่องมือในการบรรลุเป้าหมายด้าน Latency, ความน่าเชื่อถือ และความสม่ำเสมอของบริการ แทนที่จะเน้นเฉพาะความเร็ว Downlink เฉลี่ย

- ขยายโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่เป็นกลางและปลอดภัย เช่น เกตเวย์อินเทอร์เน็ตแบบกลาง (neutral gateways), จุดแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ต (IXPs) และโครงสร้าง Cloud

ของภาครัฐ โดยบูรณาการโครงข่าย 5G-Advanced เข้ากับ IXP และศูนย์ข้อมูล (Data Centers) ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้สามารถเข้าถึงบริการ Cloud และแพลตฟอร์มดิจิทัลได้อย่างมีเสถียรภาพและ Latency ต่ำในเขตเมืองหลักทั่วประเทศ

- ประกาศมาตรฐาน “5G-Advanced Ready City” และ “Digital Hub Ready Zone” สำหรับพื้นที่ที่มีการติดตั้ง 5G-Advanced, IXP และโครงสร้าง Cloud อย่างสมบูรณ์ เพื่อส่งสัญญาณชัดเจนต่อนักลงทุนว่า ประเทศไทยมีฐานดิจิทัลพร้อมใช้งาน สำหรับการดำเนินธุรกิจระดับภูมิภาคอย่างมั่นคง มีเสถียรภาพ และเชื่อถือได้ในระดับสูงที่สุดในอาเซียน

ระยะที่ 2: เสริมสร้างการเชื่อมโยงและการไหลเวียนข้อมูลระดับอาเซียน (ระยะกลาง)

ในระยะกลาง เทคโนโลยี 5G-Advanced จะต้องถูกใช้เพื่อเป้าหมายที่ก้าวไกลยิ่งกว่าการ “เชื่อมต่อผู้ใช้งานในประเทศไทยเข้าสู่โครงข่ายภายในประเทศ” แต่ต้องมีบทบาทในการยกระดับประเทศไทยให้เป็นศูนย์กลางของการไหลเวียนข้อมูลในระดับภูมิภาค

- พัฒนาโครงข่ายไฟเบอร์เชื่อมโยงข้ามพรมแดนและเพิ่มขีดความสามารถในการรองรับสายเคเบิลใต้น้ำ โดยออกแบบโครงข่าย 5G-Advanced ให้ทำหน้าที่เป็นชั้นเชื่อมต่อปลายทาง (Last-Mile) และชั้นเข้าถึงในเขตเมือง (Metro Access Layer) ที่สามารถเชื่อมโยงผู้ใช้งานและศูนย์ข้อมูล (Data Center) เข้ากับโครงข่ายไฟเบอร์ข้ามประเทศและระบบสายเคเบิลใต้น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนบริการคลาวด์ระดับภูมิภาคและแพลตฟอร์มขนาดใหญ่

- พัฒนาเขตคลาวด์ระดับภูมิภาคและกลุ่มคลัสเตอร์ศูนย์ข้อมูลที่รองรับตลาดอาเซียน โดยใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced ร่วมกับ Edge Computing เป็นโครงสร้างพื้นฐานเบื้องต้น (Front-end Infrastructure) ที่ทำให้ศูนย์ข้อมูลและเขตคลาวด์ในประเทศไทยสามารถให้บริการแบบ Latency ต่ำแก่ประเทศเพื่อนบ้าน เหมาะสำหรับบริการเกมออนไลน์ แพลตฟอร์มวิดีโอ และบริการ AI แบบเรียลไทม์

- จัดทำกรอบการกำกับดูแลข้อมูล ความสามารถในการทำงานร่วมกัน และความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานความมั่นคงเฉพาะสำหรับโครงข่าย 5G-Advanced เช่น ความปลอดภัยของ Network Slicing, การแยกใช้งาน (Isolation) และกลไกการดักข้อมูลตามกฎหมายที่โปร่งใส (Lawful Intercept) เพื่อให้บริการบนโครงข่าย 5G-Advanced สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลข้ามพรมแดนได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น

- เปิดทางให้เกิดการไหลเวียนข้อมูลข้ามพรมแดนที่เชื่อถือได้สำหรับภาคธุรกิจและบริการสาธารณะ โดยใช้ network slicing ของ 5G-Advanced เพื่อจัดสรรช่องทางการสื่อสารที่ปลอดภัยสำหรับภาครัฐ ภาคการเงิน การแพทย์ และบริการโลจิสติกส์ข้ามประเทศ ซึ่งจะช่วยลด Latency และเพิ่มความน่าเชื่อถือในการให้บริการระดับภูมิภาค

- ดึงดูดสำนักงานใหญ่ระดับภูมิภาค ผู้ให้บริการคลาวด์ ศูนย์ประมวลผล AI และแพลตฟอร์มดิจิทัล โดยเน้นย้ำว่าประเทศไทยมีโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced ที่เชื่อมต่อโดยตรงกับคลัสเตอร์ศูนย์ข้อมูลและระบบสายเคเบิลข้ามพรมแดน ซึ่งสามารถให้บริการด้วย Latency ต่ำและ Throughput สูงแก่ตลาดในภูมิภาคอาเซียน

- เสริมบทบาทของประเทศไทยในฐานะโครงข่ายเชื่อมต่อดิจิทัลระดับภูมิภาคที่มี Latency ต่ำ โดยเร่งติดตั้งโครงข่าย 5G-Advanced ร่วมกับ Edge Node ในเมืองหลักและจุดแลกเปลี่ยนข้อมูลสำคัญ เพื่อให้บริการดิจิทัลในภูมิภาคสามารถ “เคลื่อนเข้ามาใกล้ผู้ใช้งาน” ในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านได้มากยิ่งขึ้น

ระยะที่ 3: เสริมรากฐานอุตสาหกรรมดิจิทัลและอุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วย AI มูลค่าสูง (ระยะกลางถึงระยะยาว)

ในระยะกลางถึงระยะยาว ประเทศไทยต้องใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced เป็น “แพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐาน” สำหรับอุตสาหกรรมดิจิทัลและอุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วย AI ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มสูง

- บูรณาการเทคโนโลยี 5G-Advanced เข้ากับ Edge Computing, Cloud และแพลตฟอร์ม AI ในเขตนิคมอุตสาหกรรม โดยกำหนดให้นิคมอุตสาหกรรมหลัก เช่น เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เป็นพื้นที่ที่ต้องมีการเชื่อมต่อ 5G-Advanced แบบ Standalone (SA) และ Edge Cloud เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ระบบ Digital Twin และระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วย AI

- สนับสนุนระบบนิเวศการผลิตยุคอุตสาหกรรม 4.0 โลจิสติกส์อัจฉริยะ และสุขภาพดิจิทัลผ่านโครงข่าย 5G-Advanced ที่ใช้ความสามารถด้าน Uplink Enhancement, URLLC, RedCap และ Massive IoT เพื่อรองรับการทำงานของเซ็นเซอร์ หุ่นยนต์ ยานยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGVs) ระบบติดตาม และแพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลแบบเรียลไทม์

- ใช้โครงการนำร่องและพื้นที่ทดสอบร่วมภาครัฐและเอกชน เพื่อขยาย Use Case ที่มีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ โดยจัดตั้ง “เขตแซนด์บ็อกซ์ 5G-Advanced / AI” ร่วมกับภาคเอกชนและมหาวิทยาลัย เพื่อทดลองรูปแบบธุรกิจใหม่ เช่น การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive

Maintenance), การควบคุมระยะไกล และโซลูชันท่าเรือ/สนามบินอัจฉริยะ แล้วจึงขยายผลทั่วประเทศเมื่อสามารถพิสูจน์ผลตอบแทนการลงทุน (ROI) ได้

- วัดผลความก้าวหน้าผ่านเมตริกด้านการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (FDI), การเติบโตของ SME/startup ดิจิทัล และบริการมูลค่าเพิ่ม โดยเชื่อมโยงตัวชี้วัดโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced กับดัชนีเศรษฐกิจดิจิทัล เช่น มูลค่า FDI ในภาคเทคโนโลยี จำนวนสตาร์ทอัปที่ใช้เทคโนโลยี 5G-Advanced/edge/AI และรายได้จากบริการดิจิทัลที่ดำเนินการบนโครงข่าย 5G-Advanced

- ปรับจุดเน้นจากการขยายการเชื่อมต่อ ไปสู่การเพิ่มผลิตภาพและการสร้างมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ โดยวางตำแหน่งให้ 5G-Advanced เป็น “เครื่องมือเพิ่มผลิตภาพ” แทนการเพิ่มสถานีฐานเพียงอย่างเดียว โดยเน้น use case ที่สามารถวัดผลได้ เช่น การลดต้นทุนการผลิต การย่นระยะเวลาขนส่ง และการยกระดับคุณภาพการให้บริการด้านสุขภาพ

ระยะที่ 4: มุ่งสู่การเป็น “ศูนย์กลางดิจิทัลที่ได้รับความเชื่อถือ” อย่างแท้จริง (ระยะยาว)

ในระยะยาว ประเทศไทยต้องพัฒนาไปไกลกว่าการเป็นเพียง “ประเทศที่มีเครือข่ายที่ดี” สู่การเป็น “Trusted Digital Hub” หรือศูนย์กลางดิจิทัลที่ได้รับความเชื่อถือ ซึ่งสามารถรองรับปริมาณงานดิจิทัลและ AI ขนาดใหญ่ โดยมีโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced และการเปลี่ยนผ่านสู่ 6G เป็นแกนหลัก

- ยกระดับมาตรฐานความพร้อมของเครือข่ายสู่ระดับโลก โดยจัดตั้งมาตรฐานสมรรถนะในระดับนานาชาติสำหรับโครงข่าย 5G-Advanced/6G ทั้งด้านความพร้อมใช้งานของเครือข่าย (Uptime), ความสามารถในการรองรับความเสียหาย (Resilience), และแผนฟื้นฟูระบบในภาวะฉุกเฉิน (Disaster Recovery) เพื่อรองรับบริการสำคัญของประเทศอาทิ ด้านสาธารณสุข การเงิน และโครงสร้างพื้นฐานแห่งชาติ

- จัดตั้งระบบธรรมาภิบาลด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์และกรอบความเชื่อมั่นทางดิจิทัลอย่างเข้มแข็ง โดยครอบคลุมทั้งโครงข่าย 5G-Advanced (เช่น การแยก Slice, ความมั่นคงของสัญญาณ, การเปิดเผย API อย่างปลอดภัย) และบริการดิจิทัลที่อยู่บนโครงข่าย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับองค์กรระดับโลกในการเลือกประเทศไทยเป็นฐานดำเนินงานด้านข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ และแพลตฟอร์มดิจิทัล

- เตรียมความพร้อมด้านคลื่นความถี่สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) ในระยะยาว โดยจัดทำแผนแม่บทคลื่นความถี่แห่งอนาคตที่กำหนดอย่างชัดเจนว่าคลื่นย่าน mid-band (3.3–4.2 GHz และ Upper 6 GHz) และย่านอื่นที่เกี่ยวข้องจะสามารถรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่ 6G ได้อย่างราบรื่นโดยไม่สะดุด

- รักษาสมดุลด้านกฎระเบียบที่ส่งเสริมนวัตกรรมและความเชื่อมั่น ผ่านกรอบกำกับดูแลที่เอื้อต่อการทดลองนวัตกรรม 5G-Advanced/6G (Regulatory Sandbox) ควบคู่กับการคงมาตรฐานที่เข้มงวดด้านความปลอดภัย ความเป็นส่วนตัว และความน่าเชื่อถือของบริการ

- สร้างความสามารถในการรองรับงาน AI ขนาดใหญ่และบริการดิจิทัลยุคถัดไปอย่างไร้ข้อจำกัด โดยผสานโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced/6G, Edge, Cloud และเคเบิลใยแก้วนำแสงระหว่างประเทศเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณงาน AI ขนาดใหญ่ (ทั้งการฝึกและการใช้งานจริง) เมตาเวิร์ส การสื่อสารแบบโฮโลกราฟิก และบริการดิจิทัลรุ่นใหม่โดยไม่ติดข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง

- วางโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้เป็นเสาหลักของความสามารถในการแข่งขันและความมั่นคงของประเทศ โดยประกาศให้ “5G-Advanced และโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลขั้นสูง” เป็นหนึ่งในเสาหลักเชิงยุทธศาสตร์ของประเทศในด้านเศรษฐกิจ การเมือง และความมั่นคงในระยะยาว

เมื่อนำทุกระยะมาบูรณาการรวมกัน จะทำให้ประเทศไทยไม่ได้มองเพียงแค่ในมิติ “มีหรือไม่มีเครือข่าย” แต่ยกระดับ 5G-Advanced ให้เป็นตัวเร่งสำคัญและกลไกเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ เศรษฐกิจดิจิทัล และสถานะของไทยในฐานะ “ศูนย์กลางดิจิทัลของอาเซียน” อย่างแท้จริง

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced และยกระดับคุณภาพโครงข่ายของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ

ประเทศไทยต้องยกระดับตนเองจากการเป็น **“ประเทศที่มี 5G-Advanced ครอบคลุม”** ไปสู่**การเป็นประเทศที่มี “โครงสร้างพื้นฐาน 5G beyond ที่มีคุณภาพในระดับผู้นำของภูมิภาค”** และสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมได้อย่างแท้จริง โดยไม่จำกัดอยู่เพียงการมีเครือข่ายครอบคลุม แต่ต้องเน้นที่คุณภาพ ประสิทธิภาพ และการสร้างผลลัพธ์ในภาคเศรษฐกิจและภาคประชาชนอย่างเป็นรูปธรรม การพัฒนา 5G-Advanced ต้องถูกวางตำแหน่งให้เป็น “โครงสร้างพื้นฐานแห่งโอกาส” ที่ทำหน้าที่เป็น แกนกลาง (Core Enabler) ของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลในทุกมิติ ทั้งด้านการลงทุน การผลิต การบริการ และนวัตกรรม โดยมุ่งเน้นการบูรณาการสามมิติหลัก ได้แก่

- มิติอุปกรณ์ปลายทาง (Device) ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบหนาแน่นและอัจฉริยะ
- มิติโครงข่าย (Network) ที่มีความเร็วสูง หน่วงต่ำ และปรับเปลี่ยนได้
- มิติการนำไปประยุกต์ใช้งาน (Application) ที่มีศักยภาพสร้างผลผลิตและบริการรูปแบบใหม่

5G-Advanced จะต้องไม่ใช่เพียงการพัฒนาโครงข่ายในเชิงเทคนิค แต่ต้องถูกยกระดับให้เป็น “โครงสร้างพื้นฐานหลักของประเทศ (National Core Infrastructure)” ที่มีความมั่นคง ปรับขยายได้ รองรับ AI และพร้อมสำหรับบริการดิจิทัลยุคถัดไป ทำหน้าที่เป็นฐานสำคัญในการดึงดูดการลงทุนทั้งจากต่างประเทศและภายในประเทศรวมถึงการเติบโตของธุรกิจ Startup และ SMEs



รูปที่ 6-1 ข้อเสนอแนะเชิงยุทธศาสตร์ในการเร่งรัดการพัฒนาเทคโนโลยี 5G-Advanced และยกระดับคุณภาพโครงข่ายของประเทศไทยอย่างเป็นระบบ

ในภาพรวมของการเปลี่ยนผ่านระดับชาติครั้งนี้ ประเทศไทยควรยกระดับ “10-Giga City Initiative” ให้เป็นโครงการหลักสำหรับการพัฒนาเมืองยุคใหม่ของประเทศ โดยออกแบบให้เป็น “โมเดลการพัฒนาในระดับเมือง” ที่ขยายผลได้จริง ผ่านการทำงานแบบบูรณาการหลายด้านไปพร้อมกัน ได้แก่ การเพิ่มความครอบคลุมและคุณภาพโครงข่ายไฟเบอร์ การพัฒนาเครือข่าย 5G-Advanced การเตรียมโครงสร้างพื้นฐานให้รองรับการใช้งาน AI และการปรับปรุงกฎระเบียบให้เอื้อต่อนวัตกรรม

เมื่อเชื่อมการพัฒนา 10-Giga City เข้ากับการขยายเครือข่าย 5G-Advanced อย่างสมบูรณ์ ประเทศไทยจะสามารถสร้าง “เมืองต้นแบบ” ที่มีโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตทั้งแบบประจำที่และมือถือที่มีประสิทธิภาพสูง พร้อมความพร้อมด้านคลาวด์/AI และกติกาที่สนับสนุนการทดลองนวัตกรรม โดยภาครัฐและเอกชนร่วมกันออกแบบและลงทุน แล้วนำบทเรียนและรูปแบบที่ได้ไปขยายผลสู่เมืองอื่นทั่วประเทศต่อไป

เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ คือ การขับเคลื่อนให้ประเทศไทยเปลี่ยนผ่านจาก “ประเทศที่มี 5G ครอบคลุม” ไปสู่ “ประเทศที่มีโครงสร้างพื้นฐาน 5G-Advanced ที่สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล และเป็นฐานกลางของเศรษฐกิจดิจิทัลในภูมิภาค” โดยมีบทบาทนำในฐานะ ศูนย์กลางด้านเครือข่ายและบริการดิจิทัลของอาเซียน (Digital Hub of ASEAN)

6.2.1 มิติอุปกรณ์ปลายทาง (Device): การผลักดันให้เกิดความพร้อมและอุปกรณ์ให้รองรับ 5G-Advanced

1. ประเทศไทยควรมีการวางแผนและบูรณาการเชิงยุทธศาสตร์ในระดับชาติ เพื่อเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์สื่อสารที่รองรับเทคโนโลยี 5G-Advanced อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในระยะกลางและระยะยาว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องร่วมกันกำหนดกรอบมาตรฐานความพร้อมของอุปกรณ์ ที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากล รวมถึงต้องสอดรับกับแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ สำหรับกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของประเทศไทย ระยะเวลา 5 ปี (2567 - 2571) ของประเทศหรือแผนฉบับใหม่ในอนาคต กรอบดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ผลิตอุปกรณ์สามารถวางแผนพัฒนาและนำเข้าอุปกรณ์ที่รองรับย่านความถี่ในปัจจุบันและอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เสริมให้ไทยเป็นตลาดที่มีความพร้อมด้านมาตรฐานและเร่งการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้งานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
2. ควรมีการกำหนดนโยบายภาษีและมาตรการจูงใจเชิงตลาด เพื่อส่งเสริมการใช้งานอุปกรณ์ที่มีความพร้อมรองรับ 5G-Advanced อย่างเป็นระบบ โดยในระยะเริ่มต้นควรเร่งสร้างการนำร่องในกลุ่มภาคอุตสาหกรรม (B2B) ซึ่งมีความชัดเจนด้านผลตอบแทนและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เช่น อุปกรณ์ CPE อุตสาหกรรม เราเตอร์สำหรับองค์กร และอุปกรณ์ IoT/RedCap สำหรับภาคการผลิต โลจิสติกส์ สุขภาพ และเมืองอัจฉริยะ ทั้งนี้ควรผูกโยงกับกรอบมาตรฐานความพร้อมของอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถตรวจสอบความสอดคล้องกับเทคโนโลยีและย่านความถี่เป้าหมายได้

ในส่วนของกลุ่มผู้บริโภค (B2C) แนวโน้มการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเข้มข้นในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการใช้งาน AI-Based Applications, E-commerce, การเรียนรู้และความบันเทิงผ่านวิดีโอ และการสื่อสารแบบ Live streaming ส่งผลให้มีความต้องการใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับคุณภาพเครือข่ายระดับสูงเพิ่มมากขึ้น รัฐควรวางมาตรการจูงใจที่เหมาะสม เช่น การส่งเสริมการเข้าถึงสมาร์ตโฟนหรืออุปกรณ์พกพาที่รองรับ 5G-Advanced ในพื้นที่เมืองนำร่อง พร้อมทั้งสนับสนุนให้เกิดการขยายตัวของ

Ecosystem ที่เอื้อต่อการพัฒนาบริการดิจิทัลแบบครบวงจร มาตรการในข้อเสนอนี้จะเป็นกลไกสำคัญในการผลักดันเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศ โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายเป็นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนมูลค่าเพิ่มในภาคเศรษฐกิจทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับประชาชนอย่างเป็นรูปธรรม

3. ส่งเสริม “ความร่วมมือออกแบบและพัฒนา (Co-Creation)” ระหว่างผู้ให้บริการเครือข่าย ผู้ผลิตอุปกรณ์ และภาคอุตสาหกรรม/ธุรกิจ เพื่อให้เทคโนโลยี 5G-Advanced สามารถตอบสนองการใช้งานในบริบทของไทยได้อย่างแท้จริง ซึ่ง อุปกรณ์สำหรับ 5G-Advanced จะถูกออกแบบให้รองรับ Use Case จริงในภาคการผลิต ภาคสาธารณสุข เมืองอัจฉริยะ ตลอดจนการใช้งานกลุ่ม B2C ที่มีแนวโน้มเติบโตในบริการ AI ถ่ายทอดสด (Live) และพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) แนวทางนี้จะช่วยลดช่องว่างระหว่างศักยภาพเชิงเทคนิคกับความต้องการของตลาด เสริมความยืดหยุ่นให้กรอบมาตรฐานความพร้อมของอุปกรณ์ของประเทศ และเร่งการใช้งานอุปกรณ์ในกลุ่มธุรกิจ (B2B) และกลุ่มผู้บริโภค (B2C) ให้เกิดผลเชิงเศรษฐกิจเร็วขึ้น โดยมีโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเป็นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัลไทย

6.2.2 มิติโครงข่าย (Network): การเร่งสร้างความพร้อมโครงข่าย 5G-Advanced ของประเทศไทย

คลื่นความถี่ย่านกลาง จะทำหน้าที่เป็นคลื่นความถี่หลักของโครงข่าย 5G-Advanced ซึ่งคาดว่าจะรองรับปริมาณการใช้งานส่วนใหญ่ในเขตเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากการศึกษา GSMA ระบุว่า[43] ภายในปี พ.ศ. 2573 ประเทศต่าง ๆ จะต้องมีคลื่นความถี่ย่านกลางอย่างน้อย 2 GHz เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาความแออัดของโครงข่าย คงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการให้บริการ 5G-Advanced และตอบสนองต่อเป้าหมายประสิทธิภาพของ IMT-2020 อย่างครบถ้วน

ดังนั้น ยุทธศาสตร์ด้านโครงข่ายของประเทศไทยจึงจำเป็นต้อง บูรณาการการเตรียมความพร้อมของคลื่นความถี่ให้ทันเวลา การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนผ่านสู่โครงข่าย 5G แบบ Standalone (SA) การยกระดับคุณภาพการให้บริการ และการกำหนดพื้นที่เป้าหมาย (5G-Advanced Pilot/Key Cities) อย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถแปลงเม็ดเงินลงทุนด้านโครงข่ายให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างแท้จริง ภายใต้กลยุทธ์นี้ เมืองระดับ 10-Giga City เช่น กรุงเทพมหานคร และพื้นที่เมืองสำคัญในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) ควรถูกกำหนดเป็นพื้นที่เร่งด่วนในฐานะ “เมืองพร้อมสำหรับ 5G-Advanced” โดยต้องพัฒนาแบบบูรณาการทั้งระบบ ได้แก่ การเพิ่มไฟเบอร์ให้ลึกถึงอาคารและองค์กร (FTTH/FTTR/FTTO) การยกระดับโครงข่ายแกนกลางในเมืองเป็น OTN ระดับ 100G/400G การทำให้สัญญาณ 5G-Advanced หนาแน่นครอบคลุม และการติดตั้งโหนดประมวลผลใกล้ผู้ใช้ (Edge Computing) เมื่อโครงข่ายประจำที่และมือถือถูกยกระดับไปพร้อมกัน จะช่วยให้ 5G-Advanced ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะบริการที่เน้นอัปโหลด บริการ AI ที่ต้องการความหน่วงต่ำ และบริการผู้บริโภคแบบเสมือนจริง พร้อมสร้าง “พื้นที่ตัวอย่างที่เห็นผลชัด” เพื่อขยายโมเดลไปยังเมืองอื่นทั่วประเทศต่อไป

1. **Spectrum Strategy and Fee Structure**

1.1 ยุทธศาสตร์คลื่นความถี่ของประเทศไทยควรเพิ่มเติมจากการมองคลื่นความถี่เป็นทรัพยากรที่หายาก ไปสู่การวางนโยบายเชิงรุก โดยยึดหลักว่า “ประเทศไทยต้องมี

[43] GSMA. (2025, กุมภาพันธ์). ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความต้องการสเปกตรัมช่วงกลาง. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2025/02/Insights-for-Mid-band-Spectrum-Needs.pdf

คลื่นความถี่ย่าน Mid-Band ที่เพียงพอและมีแผนรองรับในระยะยาว” เพื่อให้การพัฒนาเครือข่าย 5G-Advanced มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และสามารถรองรับปริมาณการใช้งานที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเขตเมืองได้อย่างยั่งยืน แนวทางนี้สอดคล้องกับแนวโน้มระดับโลกที่ชี้ว่าการให้บริการ 5G-Advanced อย่างเต็มศักยภาพจำเป็นต้องมีคลื่นความถี่ย่านกลาง (Mid-Band Spectrum) อย่างน้อย 2 GHz ต่อประเทศภายในปี 2573 เพื่อรักษาคุณภาพบริการในเขตเมือง และให้ต้นทุนต่อบิตมีความเหมาะสมต่อการลงทุน

1.2 โครงสร้างค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่ควรถูกออกแบบให้เป็น “เครื่องมือเชิงยุทธศาสตร์” เพื่อส่งเสริมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมของประเทศในระยะยาว มากกว่าจะมุ่งเน้นรายได้จากค่าธรรมเนียมสูงสุดในระยะสั้น โดยควรมีการศึกษาและกำหนดระบบค่าธรรมเนียมที่เอื้อต่อการลงทุนของผู้ให้บริการ ทั้งในแง่ของระดับราคาที่เหมาะสม และกลไกจูงใจ (Incentive Mechanisms) ที่สนับสนุนการขยายเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในพื้นที่ยุทธศาสตร์ เช่น เมืองนำร่อง 5G-Advanced (Pilot/Key Cities) เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor) นิคมอุตสาหกรรม และพื้นที่ชนบท ควรมีมาตรการเฉพาะ เช่น การลดค่าธรรมเนียมบางส่วน (Spectrum Fee Reduction scheme) หรือการให้สิทธิประโยชน์เพิ่มเติมในลักษณะ Reward-Based Packages เพื่อให้ผู้ให้บริการสามารถลงทุนโครงข่ายในพื้นที่เหล่านี้ได้โดยไม่แบกรับต้นทุนที่สูงเกินไป ในระยะยาว ค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่ควรถูกกำหนดให้สัมพันธ์กับผลลัพธ์ด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น การขยายบริการไปยังพื้นที่ที่มีการเข้าถึงโครงข่ายไม่ทั่วถึง (Underserved) การใช้เทคโนโลยีใหม่ในภาคอุตสาหกรรม หรือการเพิ่มความครอบคลุมของบริการที่มีคุณภาพในเขตชนบท ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบค่าธรรมเนียมมีบทบาทในการเร่งการลงทุน และสร้างประโยชน์สูงสุดต่อเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศอย่างยั่งยืน

1.3 การออกแบบหลักเกณฑ์การประมูลคลื่นความถี่ในอนาคตควรก้าวข้ามจากแนวทางเดิมที่มุ่งเน้นเพียงข้อผูกพันด้าน “พื้นที่ให้บริการ (Coverage Obligation)” ไปสู่การกำหนด “ข้อผูกพันตามประสิทธิภาพการให้บริการ (Performance-Based Obligation)” ที่ครอบคลุมตัวชี้วัดสำคัญ ได้แก่ ความเร็วการรับส่งข้อมูลทั้ง Downlink และ Uplink รวมถึงค่าความหน่วง (Latency) อย่างชัดเจน ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวไม่เพียงแต่เป็นภาระข้อผูกพัน แต่ยังถือเป็นกลไกที่ส่งเสริมให้เกิดคุณภาพบริการที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของบริการดิจิทัลสมัยใหม่ เช่น บริการสตรีมมิง วิดีโอความละเอียดสูง บริการบนคลาวด์ การประมวลผลแบบเรียลไทม์ และแอปพลิเคชัน AI ที่ต้องอาศัยความเร็วและความเสถียรของเครือข่ายสูง การกำหนดตัวชี้วัดดังกล่าวจะช่วยให้การถือครองคลื่นความถี่เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างแท้จริง ไม่ใช่เพียงการได้สิทธิในทรัพยากร พร้อมกันนี้ควรมีการออกแบบกลไกการตรวจสอบและการบังคับใช้เงื่อนไขอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของไทยจะสามารถรองรับบริการขั้นสูงในอนาคตได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. Network Quality and Performance Measurement Strategy

2.1 ประเทศไทยควรประกาศเปลี่ยนมุมมองจาก “การมีสัญญาณ 5G” ไปสู่ “การเป็นผู้นำด้านคุณภาพเครือข่าย 5G-Advanced” โดยมีเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ว่าคุณภาพเครือข่ายในเมืองหลักของไทยจะต้องอยู่ในระดับแข่งขันกับประเทศผู้นำในภูมิภาค เช่น สิงคโปร์และเกาหลีใต้ ทั้งในแง่ความเร็ว ความหน่วงต่ำ และความเสถียร

2.2 ต้องมีการจัดตั้งระบบ “การวัดคุณภาพเครือข่ายโดยบุคคลที่สาม” อย่างเป็นสถาบัน ไม่ใช่การวัดเฉพาะกิจ โดยเปิดให้หน่วยงานอิสระหรือพันธมิตรที่มีความเชี่ยวชาญทำ drive test และประเมินคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) อย่างสม่ำเสมอ ผลลัพธ์ควรเผยแพร่ต่อสาธารณะเพื่อสร้างแรงกดดันเชิงการแข่งขันด้านคุณภาพระหว่างผู้ให้บริการ

2.3 ประเทศไทยควรกำหนด “เป้าหมายอันดับ” ในการจัดอันดับ Speed test / Network Quality ระดับนานาชาติอย่างเป็นทางการ เพื่อใช้เป็นตัววัดผลของนโยบายคุณภาพเครือข่าย เช่น ตั้งเป้าเป็น Top 2 ของอาเซียนในระยะ 3 ปี และใช้ตัวเลขเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการทำงานของทั้งภาครัฐ และผู้ให้บริการ

2.4 ควรกำหนดกรอบคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service: QoS) หลายระดับในระดับชาติ โดยแยกกลุ่มผู้ใช้เป็นระดับมาตรฐาน ระดับพรีเมียม และระดับองค์กร/อุตสาหกรรม พร้อมเปิดทางให้เกิดการออกแบบแพ็กเกจและข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement: SLA) ที่สอดคล้องกับความต้องการที่แตกต่างกัน เช่น บริการสำหรับโรงงานอัจฉริยะหรือโรงพยาบาลที่ต้องการความหน่วงต่ำและความเสถียรสูงกว่าผู้ใช้ทั่วไป

2.5 การสร้าง “ตรารับรองบริการ 5G-Advanced” หรือ 5G-Advanced Service Logo ควรถูกใช้เป็นเครื่องมือเชิงนโยบายด้าน Branding และ Certification เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถมองเห็นคุณภาพบริการได้ง่ายขึ้น และจูงใจผู้ให้บริการให้แข่งขันกันด้านมาตรฐานคุณภาพจริง ไม่ใช่แค่ราคา

3. Spatial Strategy: Cities – Highways – Rural Areas

3.1 การขยาย 5G-Advanced ไม่จำเป็นต้องทำพร้อมกันทั้งประเทศ แต่ควรถูกจัดลำดับความสำคัญเชิงพื้นที่อย่างมียุทธศาสตร์ โดยพื้นที่สำคัญ (Tier 1) ควรเป็น 5G-Advanced Pilot/Key Cities ได้แก่ กรุงเทพฯ เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor) เมืองเศรษฐกิจและท่องเที่ยวสำคัญ ซึ่งจะเป็น “ห้องทดลองจริง” สำหรับ Use case และโมเดลธุรกิจใหม่ ในพื้นที่ Tier 1 เหล่านี้ควรนำ “10-Giga City Initiative” มาใช้เป็นโมเดลหลักในการพัฒนาเมืองแบบบูรณาการ โดยเชื่อมการพัฒนาโครงข่ายไฟเบอร์ความเร็วสูงให้ลึกถึงบ้าน/อาคาร (10-Gbps FTTH/FTTR) โครงข่ายวิทยุโทรคมนาคม 5G-Advanced โครงข่ายขนส่งข้อมูลที่พร้อมรองรับ AI และกฎระเบียบที่เอื้อการลงทุนและนวัตกรรม เข้าด้วยกัน เพื่อให้การพัฒนา 5G-Advanced ในเมืองนำร่องไม่ใช่การทำแบบแยกส่วน แต่ได้รับการเสริมกำลังด้วยบรอดแบนด์ประจำที่คุณภาพระดับโลก โครงข่ายไฟเบอร์แบ็กโบนที่หน่วงต่ำ และกลไก/กติกาในระดับพื้นที่ที่สนับสนุนนวัตกรรม ซึ่งจะช่วยเพิ่ม “มูลค่าทางเศรษฐกิจ” จากการลงทุน 5G-Advanced ได้สูงสุด

3.2 สำหรับโครงสร้างพื้นฐานตามทางหลวงหลัก ควรกำหนดมาตรฐานด้านสมรรถนะ (Performance) เฉพาะสำหรับรองรับ Vehicle-to-Everything (V2X) และยานยนต์เชื่อมต่อในอนาคต ไม่ใช่เพียง “สัญญาณไม่หลุด” แต่ต้องมีความเร็วขั้นต่ำ และความหน่วงต่ำ (Low Latency) ที่รองรับบริการด้านความปลอดภัยและการขับขี่อัตโนมัติในระยะยาว

3.3 ด้านพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณในอาคาร (Indoor Coverage) จำเป็นต้องมีข้อกำหนดในระดับนโยบายสำหรับพื้นที่สำคัญ เช่น อาคารราชการ โรงพยาบาล สนามบิน ห้างสรรพสินค้า สถานศึกษา และศูนย์กลางการขนส่ง เพื่อให้คุณภาพภายในอาคารไม่กลายเป็นจุดอ่อนของประสบการณ์ใช้งาน 5G-Advanced โดยเฉพาะในเมืองนำร่อง

3.4 ประเทศไทยควรส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูงประจำที่ (Fixed Wireless Access: FWA) เป็นเครื่องมือสำคัญในการขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ชนบทและพื้นที่ที่ยังขาดแคลนโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบสาย เนื่องจาก FWA ใช้โครงข่ายไร้สาย เช่น 5G-Advanced ในการเชื่อมต่อถึงผู้ใช้งานโดยไม่ต้องพึ่งพาการวางสายไฟเบอร์ถึงบ้าน จึงช่วยลดต้นทุนและระยะเวลาในการติดตั้งได้อย่างมีนัยสำคัญ และเหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ที่มีการกระจายตัวของชุมชนในประเทศไทย นอกจากนี้ FWA ยังสามารถใช้ประโยชน์จากศักยภาพของ 5G-Advanced เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพด้าน Uplink และการแยกคุณภาพบริการ (QoS Slicing) เพื่อให้บริการที่มีความเสถียรและมีระดับคุณภาพที่เหมาะสม รองรับการใช้งานที่มีความจำเป็นในพื้นที่ชนบท อาทิ การเรียนออนไลน์ การแพทย์ทางไกล และการให้บริการภาครัฐผ่านระบบดิจิทัล ซึ่งจะช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลได้อย่างเป็นรูปธรรม

ทั้งนี้ การส่งเสริมการใช้ FWA ควรได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายควบคู่กับ กลไกด้านเงินทุนและงบประมาณจากภาครัฐ อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการจัดสรรงบประมาณหรือกองทุนสนับสนุนเพื่อช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงบริการของประชาชนผู้มีรายได้น้อย กลุ่มเปราะบาง และประชากรที่ยังไม่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงได้ เพื่อกระตุ้นการเริ่มต้นใช้งานและการเปลี่ยนผ่านจากการไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไปสู่การใช้ การเข้าถึง ลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล หรือช่องว่างหรือความไม่เท่าเทียมกัน ในการเข้าถึง การใช้งาน และประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) นอกจากนี้ ภาครัฐอาจพิจารณาสนับสนุนงบประมาณสำหรับโครงการนำร่องในพื้นที่เป้าหมาย ควบคู่กับการลดค่าธรรมเนียมคลื่นความถี่หรือให้สิทธิประโยชน์แก่ผู้ประกอบการที่ให้บริการ FWA ในพื้นที่ห่างไกล เพื่อจูงใจการลงทุนและขยายบริการอย่างทั่วถึง แนวทางดังกล่าวจะช่วยให้ FWA ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานเสริมที่มีประสิทธิภาพในการเร่งการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตคุณภาพสูงของประชาชนทุกกลุ่ม และสนับสนุนการพัฒนาดิจิทัลของประเทศอย่างครอบคลุมและเท่าเทียมในระยะยาว

6.2.3 มิติการนำไปประยุกต์ใช้งาน (Application): การเร่งรัดการพัฒนาและขยายการใช้งานเทคโนโลยี 5G-Advanced ที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI)

เพื่อให้การลงทุนในเทคโนโลยี 5G-Advanced เกิดผลเชิงเศรษฐกิจอย่างแท้จริง และช่วยขับเคลื่อนผลิตภาพของประเทศ ตลอดจนยกระดับเศรษฐกิจดิจิทัลในภาพรวม ประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งผลักดันให้เกิดการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ศักยภาพของเครือข่ายขั้นสูงควบคู่กับปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในลักษณะที่สามารถนำไปใช้ได้จริงและขยายผลได้ในวงกว้าง โดยการกำหนด “เมืองต้นแบบ 5G-Advanced” และ “เมืองยุทธศาสตร์หลัก” (5G-Advanced Pilot / Key Cities) จะมีบทบาทสำคัญในการเป็นพื้นที่ต้นแบบ (Living Lab) สำหรับการทดลองใช้เทคโนโลยี นวัตกรรมเชิงนโยบาย และรูปแบบธุรกิจใหม่ ๆ ที่สามารถต่อยอดในระดับประเทศได้

1. นโยบาย 5G-Advanced (5G-A) ต้องมีจุดเน้นที่ชัดเจนว่าความสำเร็จของการลงทุนโครงข่ายจะไม่ได้วัดจากเพียงความเร็วหรือพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณ (Coverage) เท่านั้น แต่ควรวัดจาก “มูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดขึ้นจริงจากการใช้งาน” หรือ Use Case ที่เกิดในภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะกลุ่มเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ เช่น อุตสาหกรรมการผลิต โลจิสติกส์ เมืองอัจฉริยะ การแพทย์ การท่องเที่ยว เกษตรอัจฉริยะ รวมถึงภาคผู้บริโภคทั่วไปที่เริ่มมีความต้องการใช้งาน 5G-Advanced เพื่อกิจกรรมที่ใช้แบนด์วิดท์สูงและต้องการความเสถียร เช่น การสตรีมมิง การเรียนรู้ดิจิทัล และบริการ AI ส่วนบุคคล

2. ภาครัฐควรออกแบบ “โปรแกรมเร่งสร้างดีมานด์” (Demand Activation Program) โดยเฉพาะในเมืองนำร่อง 5G-Advanced ที่เชื่อมโยงกับพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญ เช่น เขตอุตสาหกรรม ท่าเรือ สนามบิน และศูนย์กลางธุรกิจ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ให้บริการนำเสนอบริการ 5G-Advanced ในหลายรูปแบบ เช่น บริการที่มี SLA ชัดเจน, การใช้งานแบบ Network Slicing, หรือ Private 5G สำหรับลูกค้าองค์กร ขณะเดียวกันในภาค B2C อาจเปิดพื้นที่ทดลอง (living lab) ที่ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการใช้งานบริการใหม่บน 5G-Advanced เช่น AR/VR, Live Commerce, Cloud Gaming, และการแพทย์ทางไกลในระดับครัวเรือน

3. เพื่อให้ระบบนิเวศ 5G-Advanced เติบโตอย่างยั่งยืน รัฐควรลงทุนเชิงรุกในการสนับสนุนผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน (Developers) สตาร์ทอัป และ SMEs ผ่านมาตรการต่าง ๆ เช่น ทุนสนับสนุน (Grant), พื้นที่ทดสอบ (Testbed) การเปิด API จากผู้ให้บริการโครงข่าย รวมถึงการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน Edge/Cloud ที่เชื่อมกับเครือข่าย 5G-Advanced อย่างเป็นระบบในเมืองนำร่องและมหาวิทยาลัย เพื่อดึงดูดให้ “นวัตกรรมดิจิทัลเกิดขึ้นในประเทศไทย” แทนการพึ่งพาโซลูชันนำเข้า ทั้งนี้ควรส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ที่ตอบโจทย์ผู้บริโภคทั่วไปควบคู่ไปด้วย เช่น แพลตฟอร์ม AI ส่วนบุคคล ฟีเจอร์วิเคราะห์สุขภาพจากอุปกรณ์ IoT และแอปเรียนรู้/ค้าขายที่ตอบสนองแบบเรียลไทม์

4. การพัฒนาแอปพลิเคชันควรมุ่งเน้นที่การผสานความสามารถของ 5G-Advanced เข้ากับเทคโนโลยี AI, Edge Computing, การวิเคราะห์ข้อมูล และ Sensor เพื่อสร้างบริการใหม่ที่สร้างมูลค่าในภาคเศรษฐกิจจริง อาทิ Digital Twin, ระบบขนส่งอัจฉริยะ, การซ่อมบำรุงแบบพยากรณ์, และระบบวินิจฉัยทางไกล ในขณะเดียวกันก็ควรเปิดทางให้บริการรูปแบบใหม่ในภาคผู้บริโภค เช่น Personal AI Assistant, AR/VR-based Learning, หรือ Digital Well-being Platform เพื่อให้ประโยชน์ของ 5G-Advanced ขยายไปสู่ประชาชนทั่วไปอย่างแท้จริง

6.3 ข้อเสนอแนะการบริหารจัดการคลื่นความถี่ในอนาคตสำหรับเทคโนโลยี 5G-Advanced และเทคโนโลยีที่สูงกว่า

เพื่อสนับสนุนเป้าหมายเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศไทย และทำให้โครงข่ายสื่อสารเคลื่อนที่ยุคถัดไปสามารถทำหน้าที่เป็น “โครงสร้างพื้นฐานหลักของประเทศ” ได้อย่างมั่นคง นโยบายคลื่นความถี่จำเป็นต้องก้าวพ้นกรอบการจัดสรรและประมูลในระยะสั้น และยึดโยงกับเป้าหมายระยะยาวที่มีความต่อเนื่องและชัดเจน ในช่วงปี พ.ศ. 2569 – 2573 การบริหารจัดการด้านคลื่นความถี่เพื่อเทคโนโลยี 5G-Advanced จะเป็นตัวกำหนดความสามารถของประเทศในการขยายความจุ (Capacity) ของโครงข่าย รักษาคุณภาพบริการในพื้นที่ที่มีความต้องการสูง และเตรียมความพร้อมสู่ 6G ได้อย่างราบรื่น โดยไม่ก่อให้เกิดความไม่แน่นอนด้านกฎระเบียบหรือความเสี่ยงต่อการลงทุนของผู้รับใบอนุญาต ดังนั้น แนวนโยบายต่อไปนี้จึงมุ่งกำหนดหลักการสำคัญในการออกใบอนุญาต การวางแผนย่านความถี่ และการบริหารจัดการคลื่นความถี่เพื่อให้ประเทศไทยมีเส้นทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากความพร้อมด้าน 5G-Advanced ไปสู่การเตรียมพร้อมสำหรับ 6G ควบคู่กับการรักษาประสิทธิภาพการใช้คลื่น ความเหมาะสมของต้นทุน และความยั่งยืนของการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม

1. การกำหนดยุทธศาสตร์ด้านคลื่นความถี่ในระยะยาวควรมุ่งหมายให้การจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับการให้บริการ 5G-Advanced ในช่วงปี พ.ศ. 2569 – 2573 เป็นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาสู่เทคโนโลยี 6G ในอนาคต โดยให้การกำหนดสิทธิในคลื่นความถี่และอายุใบอนุญาตมีความต่อเนื่องเพียงพอสำหรับรองรับการเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยี โดยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านการลงทุนต่อผู้รับใบอนุญาต
2. การออกใบอนุญาตใช้คลื่นความถี่สำหรับการให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ควรกำหนดหลักการให้มีลักษณะเป็น “ใบอนุญาตที่เป็นกลางทางเทคโนโลยี” โดยให้สิทธิใช้คลื่นความถี่เพื่อการให้บริการ IMT โดยไม่ผูกพันกับเทคโนโลยีรุ่นใดรุ่นหนึ่งเป็นการเฉพาะ ทั้งนี้ ให้กำหนดเงื่อนไขใบอนุญาตในเชิงผลการดำเนินงาน (เช่น ตัวชี้วัดด้านความเร็ว ความหน่วง และคุณภาพการให้บริการ) แทนการระบุข้อจำกัดด้านมาตรฐานทางเทคนิคเป็นรายรุ่น เพื่อเอื้ออำนวยให้ผู้รับใบอนุญาตสามารถพัฒนาและปรับใช้เทคโนโลยีจาก 5G-Advanced สู่ 6G ได้อย่างต่อเนื่อง
3. การบริหารจัดการคลื่นความถี่ควรมุ่งลดการแบ่งแยกคลื่นความถี่ออกเป็นส่วนย่อยจำนวนมาก อันส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่ลดลง และเพิ่มภาระด้านต้นทุนอุปกรณ์ ทั้งนี้ ควรพิจารณาจัดสรรคลื่นความถี่ในลักษณะช่วงความถี่ต่อเนื่องให้แก่ผู้รับใบอนุญาตแต่ละราย และกำหนดโครงสร้างราคาคลื่นความถี่และค่าธรรมเนียมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เป็นอุปสรรคต่อการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคมที่จำเป็นต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของประเทศ

4. การวางแผนจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคตควรให้ความสำคัญกับการเพิ่มปริมาณคลื่นความถี่ย่านความถี่ปานกลาง (Mid-band) ให้มีความเพียงพอต่อการรองรับการให้บริการ 5G-Advanced และ 6G โดยให้มีเป้าหมายเชิงนโยบายในการเพิ่มปริมาณคลื่นความถี่สะสมในย่าน 1–7 GHz ให้ใกล้เคียงกับความต้องการในระดับสากลภายในช่วงใกล้ปี 2573 การดำเนินการดังกล่าวอาจครอบคลุมถึงการนำย่านความถี่ 1.8 GHz 2.1 GHz ช่วง 3.3 – 4.2 GHz และย่านความถี่สูง 6 GHz ส่วนบน เข้าสู่กระบวนการจัดสรรเพิ่มเติม ตลอดจนการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ย่านความถี่อื่นที่เกี่ยวข้องตามมาตรฐานระหว่างประเทศ

5. ประเทศไทยควรเตรียมความพร้อมเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถใช้โอกาสจากการประชุม World Radiocommunication Conference 2027 (WRC-27) ซึ่งมีกำหนดจัดขึ้นที่สาธารณรัฐประชาชนจีน ในเดือนตุลาคม 2570 เป็นกลไกขับเคลื่อนการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำหนดท่าทีเชิงรุกในการสนับสนุนให้ ย่านความถี่ Upper 6 GHz (6.425–7.125 GHz) ได้รับการจัดสรรเป็นย่าน IMT เพื่อรองรับบริการ 5G-Advanced และเตรียมพร้อมสำหรับ 6G อย่างชัดเจน โดยในปัจจุบันในระดับสากลได้มีการดำเนินการริเริ่มเตรียมการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน Upper 6 GHz อย่างแพร่หลาย[44] ทั้งนี้ ควรมีการพิจารณาการประเมินประเด็นทางเทคนิค เศรษฐกิจ และความมั่นคง ตลอดจนกำหนดยุทธศาสตร์การเจรจาและข้อเสนอที่มีน้ำหนักในเวทีระหว่างประเทศ โดยเชื่อมโยงกับนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2561 – 2580 ของประเทศในระยะยาว

6. การกำหนดกรอบเวลาและลำดับขั้นการดำเนินงานด้านคลื่นความถี่ในอนาคตควรมีความชัดเจนและสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีโทรคมนาคมของโลก โดยในระยะสั้นถึงระยะกลาง (พ.ศ. 2569 – 2573) ควรมุ่งเน้นการจัดสรรและปรับโครงสร้างการใช้คลื่นความถี่ที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และเตรียมความพร้อมสำหรับการรองรับเทคโนโลยี 6G ขณะเดียวกัน ในระยะยาวควรกำหนดกลไกการทบทวนและปรับปรุงแผนแม่บทคลื่นความถี่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ของประเทศสามารถสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลและเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายยุคถัดไปได้อย่างยั่งยืน

[44] GSMA. (2024, November 20). One year since WRC-23: Where are we now with 6 GHz? GSMA. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/one-year-since-wrc-23-where-are-we-now-with-6-ghz/

7 การเร่งการบูรณาการเมืองอัจฉริยะและเครือข่ายความเร็วสูงระดับ 10-Giga City

การเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัลทำให้โครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงกลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นไม่ต่างจากไฟฟ้าและน้ำประปา โดยเฉพาะโครงข่ายไฟเบอร์ออปติกที่รองรับบริการความเร็วระดับกิกะบิตและ 10 กิกะบิตต่อวินาที ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของบริการคลาวด์ ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เมืองอัจฉริยะและอุตสาหกรรม 4.0 โดยรายงาน Fiber Development Index (FDI) 2025 และ Gigacity Index 2025 สะท้อนว่าหลายประเทศและเมืองหลักทั่วโลกกำลังเร่งลงทุนในโครงข่ายไฟเบอร์และ 10G PON อย่างจริงจัง เพื่อยกระดับคุณภาพประสบการณ์การใช้งานอินเทอร์เน็ตของประชาชนและขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล

ประเทศไทยได้จัดทำ “Giga Thailand Infrastructure White Paper” และกำหนดเป้าหมาย “Giga Fiber” เพื่อให้ทุกครัวเรือนสามารถเข้าถึงความเร็ว 1 Gbps ได้ภายในปี 2570[45] และตั้งเป้าให้สัดส่วนมูลค่าเพิ่มเศรษฐกิจดิจิทัลมีสัดส่วนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 25 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลล่าสุดชี้ว่าประเทศไทยยังมีช่องว่างทั้งคุณภาพประสบการณ์ (QoE) ความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองและชนบท รวมถึงอุปสรรคด้านโครงสร้างในอาคาร (In-building) ที่ยังไม่พร้อมรองรับไฟเบอร์อย่างเต็มที่

7.1 การอัปเดตเทคโนโลยี 10Gbps FTTH & FTTR และก้าวต่อไป

ตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมา โครงข่ายอินเทอร์เน็ตแบบสายพัฒนาจาก PSTN/DSL มาสู่ FTTH F5G-Advanced และ ION-2030 ทำให้ความเร็วเพิ่มจากเมกะบิตเป็นระดับ 10 กิกะบิต พร้อมลดความหน่วงและเพิ่มความน่าเชื่อถืออย่างชัดเจน ท่ามกลางการเติบโตของอุปกรณ์เชื่อมต่อ วิดีโอ 4K/8K แอป XR และงานด้าน AI จากข้อสรุปของ ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) และ The World Broadband Association (WBBA) รวมถึงรายงาน Giga Thailand Infrastructure White Paper ล้วนมีข้อสังเกตตรงกันว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพจาก GPON สู่ 10G PON/XGS-PON และการใช้ FTTR เพื่อปิดช่องว่าง Wi-Fi ภายในบ้าน เป็นก้าวสำคัญในการเตรียมโครงข่ายคงที่ให้รองรับเศรษฐกิจดิจิทัลและเมืองอัจฉริยะในยุค 10 Gbps ขึ้นไป

7.1.1 วิวัฒนาการของโครงข่ายอินเทอร์เน็ตประจำที่ (Fixed Network Generation)

การพัฒนาอินเทอร์เน็ตแบบสายตลอดหลายทศวรรษที่ผ่านมา สามารถแบ่งออกเป็นหลาย “ยุค” ตามเทคโนโลยีที่ใช้ โดยอ้างอิงกรอบ F1G–F5G-Advanced และ International Optical Networks towards 2030 and Beyond (ION-2030) ของ European Telecommunication Standards Institute

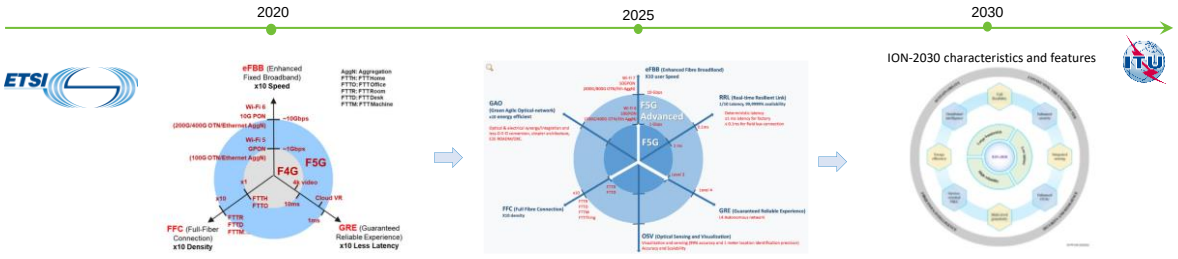
[45] National Broadcasting and Telecommunications Commission. (n.d.). Giga Thailand infrastructure white paper.

(ETSI) และ International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)[46]

เริ่มจากยุคโทรศัพท์พื้นฐาน PSTN/ISDN หรือ F1G ที่ใช้สายทองแดง ให้บริการเสียงด้วยความเร็วประมาณ 64 kbps ความหน่วงสูง และมีข้อจำกัดด้านคุณภาพสัญญาณ ต่อมาเข้าสู่ยุค ADSL บนคู่สายทองแดง (F2G) ที่ทำให้คนทั่วไปเริ่มเข้าเว็บไซต์และใช้อีเมลจากที่บ้านได้ ด้วยความเร็วราว 10 Mbps แม้ความเร็วดาวน์โหลดจะเพิ่มขึ้นมาก แต่ความเร็วอัปโหลดยังค่อนข้างต่ำ และเป็นการเชื่อมต่อแบบไม่สมมาตรอย่างชัดเจน

หลังจากนั้นเกิดยุค F3G โดยมีเทคโนโลยี VDSL และ HFC ที่นำมาใช้ในรูปแบบ FTTC/FTTB ความเร็วเพิ่มขึ้นเป็นช่วง 30 – 100 Mbps รองรับวิดีโอออนไลน์และการสตรีมมิงความละเอียดสูง ความหน่วงลดลงจากยุคก่อน แต่ยังมีข้อจำกัดจากการใช้สายทองแดงหรือสายโคแอกซ์ (Coaxial) ในช่วงสุดท้าย และมีอุปกรณ์ ที่พร้อมใช้งานหลายจุดในเส้นทาง ทำให้ความเสถียรและความน่าเชื่อถือยังไม่สูงเท่าที่ควร

ยุคถัดมาคือ F4G ซึ่งคือการขยาย FTTH บนเทคโนโลยี GPON ใช้สายไฟเบอร์จากชุมสายถึงบ้านโดยตรง ให้ความเร็ว 100 – 1,000 Mbps ลดความหน่วงลงอย่างชัดเจน และเพิ่มความน่าเชื่อถือ เนื่องจากโครงข่ายส่วนใหญ่เป็น Passive optical แต่เมื่อจำนวนผู้ใช้ต่อพอร์ตสูงขึ้น แบนด์วิดท์รวม 2.5/1.25 Gbps ของ GPON ก็เริ่มไม่เพียงพอสำหรับแพ็กเกจระดับกิกะบิต



ITU-T initiated the next generation optical network standard: **ION-2030**.

Fixed Network	F1G	F2G	F3G	F4G	F5G	F5G-Advanced	ION-2030
Year	~1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020	2020-2025	2025-2030	2030+
Access Network	PSTN/ISDN **Copper**	Wi-Fi 1/2 ADSL **Copper**	Wi-Fi 3 **VDSL** **Copper**	Wi-Fi 4/5 **GPON** **FTTH**	Wi-Fi 6 **10G PON** **FTTH / FTTR**	Wi-Fi 7 **50G PON** **FTTR+X**	Wi-Fi 8/9 **200G PON** AI-FAN, AI-FTTR
Metro Network	PDH	SDH/MSTP	MSTP	MS-OTN	100G/λ OTN +OXC	100G/200G/λ **OTN / fgOTN** +OXC+QKD	400G/λ fgOTN / AI-OTN +OXC+QKD
Backbone Network	155-622M SDH/MSTP	2.5G-10G/λ WDM	40G/λ OTN	100G/λ OTN	200G/400G/λ OTN+OXC	400G/800G/λ **OTN+DC-OXC** 100G satellite optical	800G/1.6T/λ AI-OTN+DC-OXC 400G satellite optical
Speed	64Kbps	10Mbps	30-100Mbps	100-500Mbps	500-1000Mbps	2000-5000Mbps	10000Mbps+
Applications	Voice call	Email	Online Video	HD Video	Home Cloud Storage	AI Home	Embodied intelligence

รูปที่ 7-1 สรุปพัฒนาการของโครงข่ายคงที่จาก F1G ถึง F5G-Advanced และ ION-2030 โดยเทียบปีที่ใช้งาน เทคโนโลยี Access–backbone ความเร็ว และแอปพลิเคชันเด่นในแต่ละยุคบนไทม์ไลน์เดียวกัน

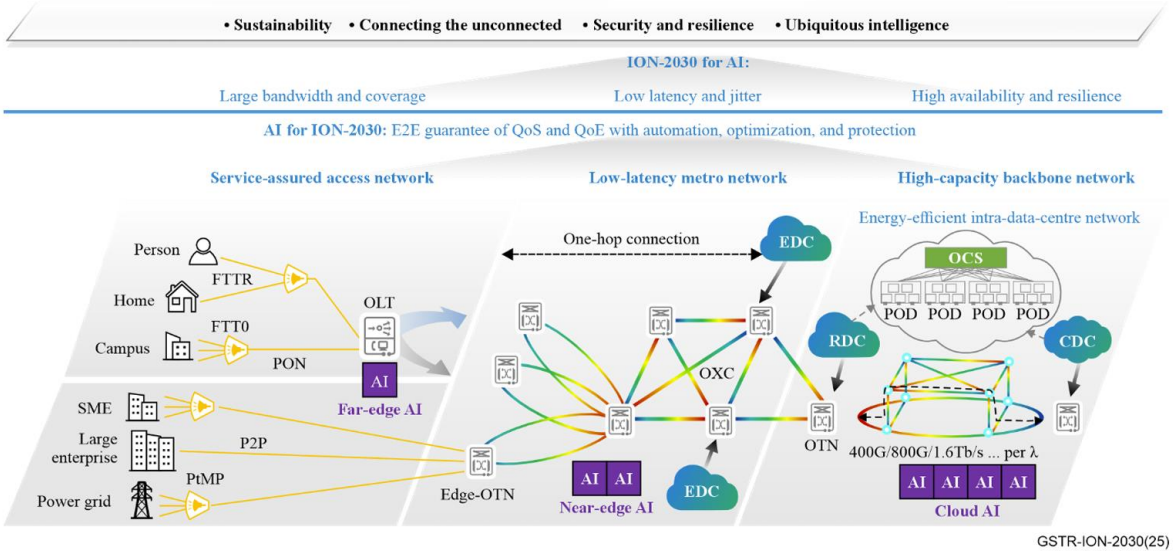
ปัจจุบันกำลังเข้าสู่ยุค F5G และ F5G-Advanced ซึ่งนำ 10G PON, FTTR และ Wi-Fi 6/7 มาใช้ร่วมกัน ทำให้สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตแบบ Symmetric Gigabit หรือหลายกิกะบิต ด้วยความหน่วงน้อยมากในระดับมิลลิวินาที และระดับความพร้อมใช้งาน (Availability) ที่ออกแบบไว้

[46] International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector (ITU-T). (2025). Technical report on international optical networks towards 2030 and beyond (GSTR-ION-2030; 10/2025). International Telecommunication Union.

ถึงร้อยละ 99.999–99.9999 รองรับการเก็บข้อมูลบนคลาวด์ที่บ้าน (Home Cloud), เกมบนคลาวด์, วิดีโอแบบ XR และงานที่ใช้ AI เป็นหลัก

โดยในขั้นต่อไปคือยุคของการพัฒนาระบบโครงข่ายออปติคอลตามกรอบ International Optical Networks towards 2030 and beyond (ION-2030) โดยโครงข่ายจะมุ่งสู่การรองรับเทคโนโลยี 50G/200G PON, AI-FAN และ AI-OTN บนโครงข่ายสายส่งแกนกลางที่ให้ความเร็ว 800G–1.6T ต่อความยาวคลื่น พร้อมความหน่วงแบบกำหนดได้ในระดับประมาณ 1 มิลลิวินาที (ms) เพื่อรองรับบริการที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์และ “Embodied intelligence” ในอนาคต

บทบาทของอินเทอร์เน็ตแบบสายจึงเปลี่ยนจาก “เน็ตบ้านสำหรับดูเว็บ” เป็น “โครงสร้างพื้นฐานหลัก” ของระบบดิจิทัลโดยรวม ทั้งสำหรับเชื่อมเสาสัญญาณ 5G/5G-Advanced เข้ากับโครงข่ายหลัก (Backhaul & Fronthaul) เชื่อมศูนย์ข้อมูลและคลาวด์ที่ประมวลผล AI ปริมาณมาก รวมถึงรองรับบริการเมืองอัจฉริยะ เช่น กล้องวงจรปิดอัจฉริยะ ระบบไฟฟ้าอัจฉริยะ และระบบขนส่งสาธารณะ



รูปที่ 7-2 สถาปัตยกรรมโครงข่ายออปติกยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI-ON) ที่มี AI อยู่ทุกหนแห่ง ครอบคลุมทั้ง “AI เพื่อ ION-2030” และ “ION-2030 เพื่อรองรับ AI

รายงานของ World Broadband Association (WBBA)[47] และ Omdia คาดว่า จำนวนอุปกรณ์อัจฉริยะเชื่อมต่อภายในบ้านจะเพิ่มจากเฉลี่ยราว 14 ชิ้นในปี 2563 เป็นเกือบ 55 ชิ้นในปี 2573 โดยอุปกรณ์ IoT ฝั่งผู้บริโภคจะเติบโตมากกว่าร้อยละ 200 และปริมาณการรับส่งข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) จะเติบโตเฉลี่ยปีละประมาณร้อยละ 11 ทำให้ปริมาณรวมเพิ่มขึ้นกว่าสี่เท่าภายใน 15 ปี ขณะเดียวกัน การเพิ่มขึ้นของวิดีโอ 4K/8K ที่ใช้ความเร็ว 50–300 Mbps ต่อสตรีม และแอป XR ที่อาจต้องใช้แบนด์วิดท์ระดับ 1 Gbps ต่อการใช้งานหนึ่งครั้ง พร้อมความหน่วงไม่เกิน 3–5 ms เป็นปัจจัยผลักดันให้ความเร็วระดับ 10 Gbps ขึ้นไปมีความจำเป็นมากขึ้นในอนาคต

[47] World Broadband Association. (2025). Fiber Development Index (FDI) analysis 2025.

ข้อมูลจาก ETSI, ITU-T และ WBBA แสดงให้เห็นชัดเจนว่า การขยับจากยุค PSTN/DSL มาสู่ FTTH, F5G-Advanced และ ION-2030 ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นหลายเท่า ความหน่วงลดลง และความน่าเชื่อถือสูงขึ้น เพื่อตอบสนองจำนวนอุปกรณ์อัจฉริยะในบ้านที่เพิ่มขึ้นและแอปพลิเคชันด้านภาพและ AI ที่ใช้แบนด์วิดท์สูง จึงมีเหตุผลด้านเทคนิคที่ชัดเจนในการเร่งปรับปรุงประสิทธิภาพเครือข่ายคงที่ให้รองรับความเร็วระดับ 10 Gbps หรือมากกว่า

7.1.2 เส้นทางพัฒนาของเทคโนโลยี PON: จาก GPON สู่ 200G PON

เทคโนโลยี PON หรือเครือข่ายใยแก้วนำแสงแบบรับ-ส่งร่วมกัน ได้พัฒนาต่อเนื่องจาก GPON ไปสู่ XG-PON, XGS-PON, 50G PON และกำลังก้าวไปถึงระดับ 200G PON เพื่อรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและบริการ Multigigabit

เทคโนโลยี	Down/Up (Gbps)	การใช้งานหลัก
GPON	2.5 / 1.25	อินเทอร์เน็ตบ้านมาตรฐาน, Triple-Play
XG-PON	10 / 2.5	ธุรกิจที่เน้นดาวน์โหลด, Backhaul บางส่วน
XGS-PON	10 /10	บริการ Symmetric Gigabit/Multigigabit สำหรับบ้าน, SME, อุตสาหกรรม
50G PON	50 / 50	เมืองอุตสาหกรรม, ท่าเรืออัจฉริยะ, 10G-city pilot
200G PON	200 / 200	เครือข่ายเข้าถึงสำหรับงาน AI/Data Center ในอนาคต

จากรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association และรายงาน Giga Thailand Infrastructure White Paper[48] ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) รายงานว่าปัจจุบันโครงข่าย FTTH ส่วนใหญ่ยังใช้ GPON ซึ่งแบ่งแบนด์วิดท์ 2.5/1.25 Gbps ร่วมกันระหว่างผู้ใช้จำนวนหนึ่งในพอร์ตเดียว โดยเมื่อผู้ให้บริการเริ่มขายแพ็กเกจระดับ 500 Mbps–1 Gbps ขึ้นไป ปัญหาที่พบชัดเจนคือ

- แบนด์วิดท์ที่ต้องแชร์ระหว่างลูกค้าในพอร์ตเดียวกัน เมื่อการใช้งานพร้อมกันสูง โดยเฉพาะจากวิดีโอสตรีมมิง เกมออนไลน์ และบริการคลาวด์ ทำให้ประสบการณ์ใช้งานแย่ลง เช่น ภาพกระตุก หรือความหน่วงเพิ่มขึ้น
- การรับประกันความเร็วตามที่โฆษณาทำได้ยาก โดยเฉพาะเมื่อหน่วยงานกำกับดูแลเริ่มให้ความสำคัญกับคุณภาพและประสบการณ์ และ “ความเร็วขั้นต่ำที่ใช้งานได้จริง” มากขึ้น
- ข้อมูลจาก Omdia พบว่า ประเทศที่มีลูกค้าอย่างน้อยครึ่งหนึ่งสมัครแพ็กเกจมากกว่าหรือเท่ากับ 500 Mbps ถึงร้อยละ 45 มี Median Download Speed ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความเร็วที่โฆษณา ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดของโครงข่าย Access เดิม

[48] National Broadcasting and Telecommunications Commission. (n.d.). Giga Thailand infrastructure white paper.

ในทางกลับกัน การปรับปรุงประสิทธิภาพเป็น 10G PON โดยเฉพาะ XGS-PON มีเหตุผลรองรับทั้งด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์

- รองรับบริการ Symmetric Gigabit/Multigigabit ได้มั่นคงมากขึ้น ทำให้บ้านที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อจำนวนมากใช้งานพร้อมกันได้โดยที่คุณภาพไม่ตกลงมาก และลดผลกระทบจากการใช้งานแบบ Bursty
- วางฐานสำหรับการเปิดแพ็กเกจ 10 Gbps และการรองรับทราฟฟิกที่เน้น AI เช่น การวิเคราะห์วิดีโอแบบเรียลไทม์ (Video Analytics) หรือการใช้งาน XR ที่ต้องการแบนด์วิดท์ขาขึ้นสูงและความหน่วงต่ำ ซึ่ง GPON จะเริ่มรับภาระไม่ไหวเมื่อมีผู้ใช้หนาแน่น
- ปรับปรุงต้นทุนต่อบิต ทั้งในแง่เงินลงทุนและค่าใช้จ่ายเดินโครงข่าย เนื่องจาก 10G PON ให้ความจุสูงขึ้นต่อพอร์ต และยังสามารถใช้สายไฟเบอร์เดิมร่วมกับ GPON ผ่าน OLT แบบ Combo ได้ ทำให้ต้นทุนเพิ่มต่อหน่วยแบนด์วิดท์ต่ำกว่าการขยาย GPON เดิม

ในมิติระบบขนส่งสัญญาณ รายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association และ ITU-T แสดงให้เห็นว่าการเติบโตของ 10G/50G/200G PON ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับการพัฒนา Optical Transport/OTN/DWDM จาก 100–200G ไปสู่ 400–800G บนเส้นทาง Backbone และมีแผนต่อเนื่องสู่ 1.2T/1.6T พร้อมแนวคิด Fine-Grain OTN (FGOTN) ที่จัดสรรวงจรขนาดต่าง ๆ ได้ยืดหยุ่นและควบคุมความหน่วงได้ดี เหมาะกับงาน AI และ XR

ข้อมูลจาก รายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 รายงาน Giga Thailand และ ITU-T ชี้ตรงกันว่า GPON เริ่มมีข้อจำกัดเมื่อใช้ให้บริการแพ็กเกจ 1 Gbps ขึ้นไป โดยเฉพาะด้านคุณภาพประสบการณ์และการรับประกันความเร็ว การปรับปรุงประสิทธิภาพเป็น 10G PON/XGS-PON จึงมีเหตุผลชัดเจน ทั้งในแง่การรองรับ Symmetric Gigabit/Multigigabit การเตรียมเครือข่ายสำหรับปริมาณการรับส่งข้อมูลเพื่อใช้งานร่วมกับ AI และการลดต้นทุนต่อบิต ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้ม Optical Transport ที่ก้าวสู่ 400–800G และ ION-2030

7.1.3 Fiber to the Room (FTTR): ปิด “ระยะเมตรสุดท้าย” เพื่อประสบการณ์กิกะบิตทั่วทั้งบ้าน

แม้หลายบ้านจะติดตั้งอินเทอร์เน็ตไฟเบอร์ถึงบ้าน (FTTH) และใช้เราเตอร์ Wi-Fi รุ่นใหม่ แต่ข้อมูลจาก WBBA และ Ookla พบว่า ความเร็วที่ผู้ใช้ได้รับผ่าน Wi-Fi มักอยู่เพียงประมาณร้อยละ 30–40 ของความเร็วที่วัดได้จากสาย LAN ที่เสียบตรงกับกล่องไฟเบอร์ (ONT) ปัญหานี้เกิดจากการลดทอนสัญญาณเมื่อผ่านผนัง ระยะห่าง และการรบกวนจากสัญญาณอื่น ๆ ทำให้เกิด “ช่องว่างช่วงสุดท้าย” หรือ Last-meter / In-home gap ระหว่างความเร็วที่พอร์ตกับความเร็วที่ถึงอุปกรณ์จริง

สถาปัตยกรรม FTTR ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาช่วงสุดท้ายนี้โดยตรง แนวคิดคือใช้สายไฟเบอร์เป็น “กระดูกสันหลัง” ภายในบ้าน โดยลากสายจากอุปกรณ์หลัก (Main FTTR Unit) ไปยังอุปกรณ์ย่อย (Sub Unit) ที่ติดตั้งไว้ในแต่ละห้องหรือบริเวณต่างๆ ของบ้าน จากนั้นอุปกรณ์ย่อยแต่ละตัวจะกระจายสัญญาณ Wi-Fi ในพื้นที่ของตัวเอง ทำให้ระยะระหว่างเราเตอร์กับอุปกรณ์สั้นลงมาก

FTTR ยังใช้ระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ (Centralized Coordination) จัดการการทำงานร่วมกันของสายไฟเบอร์และสัญญาณ Wi-Fi ทำให้การเชื่อมต่อข้ามโครงข่าย (Roaming) ระหว่างห้องเป็นไปอย่างราบรื่น ลดการชนกันของช่องสัญญาณ และทำให้สัญญาณเสถียรมากขึ้น จากผลทดสอบของผู้ให้บริการหลายรายพบว่าการติดตั้ง FTTR ทำให้ผู้ใช้งานได้รับความเร็วใกล้เคียงความเร็วพอร์ต ONT ในทุกห้อง ลดความหน่วงทั่วทั้งบ้าน และสร้างประสบการณ์ “กิกะบิตจริงในทุกห้อง” ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งกับการใช้งาน AR/VR เกมบนคลาวด์ งานทางไกล และระบบ Smart Home ที่มีอุปกรณ์จำนวนมาก และเมื่อเชื่อมโยง FTTR กับ Wi-Fi 6/6E/7 และมาตรฐาน F5G/F5G-Advanced โครงข่ายในบ้านจึงพัฒนาจากระบบ Wi-Fi ที่เน้น “ส่งให้ถึงก็พอ” ไปสู่โครงข่ายที่สามารถบริหารคุณภาพจากต้นทางจนถึงอุปกรณ์ปลายทางได้ดีขึ้น

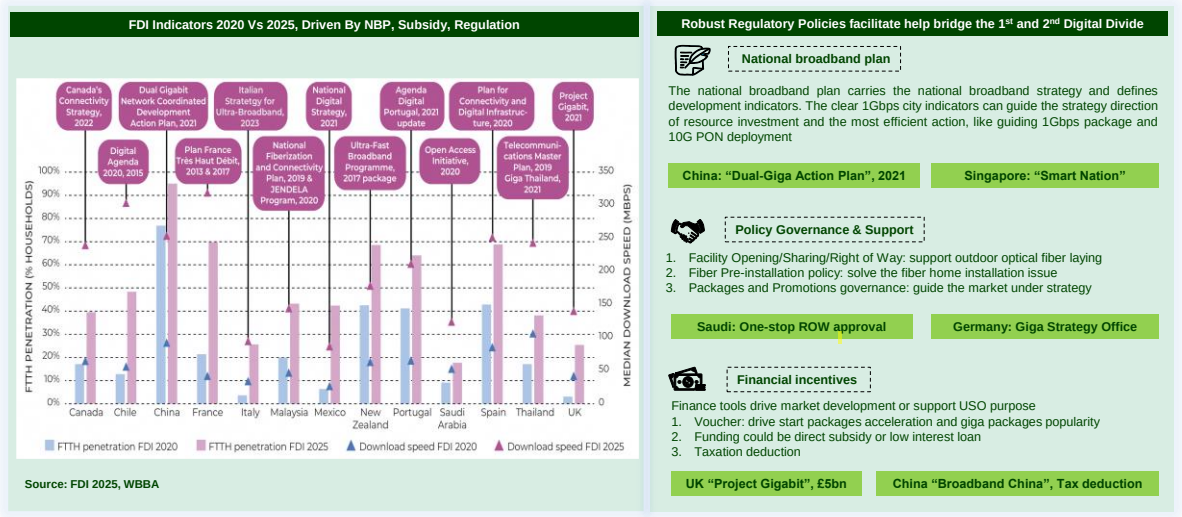
ข้อมูลจากรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) และเอกสารผู้ผลิตอุปกรณ์สะท้อนตรงกันว่า “Digital Divide ด้านคุณภาพ” ระหว่างความเร็วพอร์ต ONT และความเร็ว Wi-Fi ที่ผู้ใช้ได้รับจริง เป็นอุปสรรคสำคัญของประสบการณ์กิกะบิต การนำ FTTR มาใช้ร่วมกับ Wi-Fi รุ่นใหม่และการจัดการแบบรวมศูนย์จึงเป็นแนวทางที่มีหลักฐานรองรับในการปิดช่องว่างช่วงสุดท้าย (Last Meter Gap) และรับประกันคุณภาพประสบการณ์ และทำให้ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์กิกะบิตจริงในทุกห้อง

7.2 นโยบายการติดตั้งสายไฟเบอร์ภายในอาคาร (In-Building Fiberization) ของประเทศไทย

ประเทศไทยได้ลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์จนมีไฟเบอร์ถึงบ้าน (FTTP coverage) ครอบคลุมกว้าง แต่ประสบการณ์จริงของผู้ใช้ยังไม่ถึงระดับ “กิกะบิตสำหรับทุกคน” เพราะติดคอขวดในอาคารและพื้นที่เอกชนที่ยังใช้สายทองแดงและ Wi-Fi มาตรฐานเก่า หากประเทศไทยต้องการยกระดับเศรษฐกิจดิจิทัลให้เป็นหนึ่งในเสาหลักของการเติบโต จำเป็นต้องยกระดับ “โครงสร้างไฟเบอร์ภายในอาคาร” ให้เป็นสาธารณูปโภคพื้นฐาน กำหนดให้ทุกอาคารใหม่เป็น Fiber-Ready และผลักดันการปรับปรุงอาคารเดิมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ความเร็วที่ผู้คน “ได้ใช้จริง” ทัดเทียมกับศักยภาพโครงข่ายของประเทศ

7.2.1 สถานะปัจจุบันและช่องว่างด้านประสบการณ์ใช้งานบรอดแบนด์ของผู้ใช้บริการ

รายงาน Fiber Development Index (FDI) 2025 จัดให้ไทยอยู่ในกลุ่ม “ประเทศที่กำลังเดินหน้าสู่ยุคไฟเบอร์เต็มรูปแบบ” โดยไทยมีการลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาอื่น และมีพื้นที่ที่รองรับไฟเบอร์ถึงบ้าน (FTTP Coverage) ในระดับกว้าง แต่หากดูตัวเลขการสมัครใช้งานจริง (FTTH Penetration) สัดส่วนลูกค้าที่ใช้แพ็กเกจความเร็ว 500 Mbps ขึ้นไป และตัวชี้วัดประสบการณ์ใช้งาน (เช่น Median Download Speed และ Latency) จะพบว่ายังอยู่ระดับกลาง และไม่โดดเด่นเท่าประเทศผู้นำ



รูปที่ 7-3 เปรียบเทียบ FDI 2020–2025 ระหว่างประเทศ (FTTH และความเร็ว)

เมื่อนำข้อมูล FDI มาวิเคราะห์เป็น “ภาพโปรไฟล์ของประเทศไทย” จะเห็นว่า พื้นที่ที่มีโครงข่ายไฟเบอร์ปักเสาไว้แล้วมีจำนวนมาก แต่ครัวเรือนที่สมัครใช้งานจริงยังไม่ถึงศักยภาพที่ควรจะเป็น และการลงทุนโครงข่าย DWDM/WDM ความเร็วสูงยังกระจุกตัวในเส้นทางหลัก เมืองใหญ่ และเส้นทางระหว่างประเทศ ขณะที่โครงข่ายในระดับเมืองและชนบทบางส่วนยังตามหลัง รายงาน Giga Thailand ระบุว่าในปี 2563 ความเร็วเฉลี่ย อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) ในเขตเมือง

อยู่ราว 191/151 Mbps แต่ในชนบทอยู่แค่ช่วง 30/10 Mbps และอัตราการเข้าถึงของครัวเรือนอยู่ประมาณร้อยละ 58 ในปี 2563 โดยถึงแม้คาดว่าจะเพิ่มเป็นร้อยละ 62 ในปี 2568 แต่ก็ยังต่ำกว่าศักยภาพของโครงข่าย

พื้นที่ยุทธศาสตร์สำคัญเพิ่มเติม คือ “พื้นที่เอกชน” หรือ Private Areas เช่น อาคารชุด หมู่บ้านจัดสรร และนิคมอุตสาหกรรมจำนวนมาก แม้จะมีสาย Backbone ผ่านถึงหน้าพื้นที่ แต่ภายในอาคารยังไม่รองรับการลากไฟเบอร์เข้าห้องพักได้สะดวก ทำให้ผู้ให้บริการยังต้องใช้สายทองแดงหรือโครงข่ายเก่า ส่งผลให้ความเร็วที่ใช้งานจริงต่ำกว่าที่ควร ในระดับโลก FDI พบว่าในร้อยละ 45 ของประเทศที่มีลูกค้าอย่างน้อยครึ่งหนึ่งสมัครแพ็กเกจ 500 Mbps ขึ้นไป อย่างไรก็ดี ค่า Median Download Speed จริงต่ำกว่า 250 Mbps สะท้อนช่องว่างระหว่าง “ความเร็วบนกระดาษ” กับ “ความเร็วที่ใช้ได้จริง” สำหรับไทย รายงานชี้ว่าผู้ใช้ในเมืองยังไม่สามารถใช้งานที่เป้าหมาย 1 Gbps ในปี 2570 และพื้นที่ชนบทจำนวนมากยังต้องพึ่งพา Wi-Fi สาธารณะจากโครงการการจัดให้มีบริการโทรคมนาคมพื้นฐานโดยทั่วถึงและบริการเพื่อสังคม (USO) ที่ความเร็ว 30/10 หรือ 100/50 Mbps ซึ่งรองรับคนได้จำกัด

เมื่อมองในระดับอาคาร ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดช่องว่างประสบการณ์ (Experience Gap) ได้แก่ การเดินสายทองแดงภายในอาคาร (Copper Internal Wiring) ที่ไม่รองรับบริการระดับกิกะบิต การไม่มีท่อเดินสาย (Duct) มาตรฐานในอาคารเก่า การใช้เราเตอร์ Wi-Fi รุ่นเก่าที่รองรับเพียง Wi-Fi 4/5 และการยังไม่ได้ใช้โครงข่ายแบบ FTTR ทำให้แม้จะมีสายไฟเบอร์เข้าถึงอาคารแล้ว แต่ความเร็วและประสบการณ์จริงภายในห้องพักกลับไม่ถึงระดับที่แพ็กเกจระบุ[49]

เมื่อสรุปข้อมูลจากรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association และรายงาน Giga Thailand ของสำนักงาน กสทช. สะท้อนว่าไทยลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์ในระดับสูงและมีพื้นที่รองรับไฟเบอร์กว้าง แต่การสมัครใช้งานจริงและประสบการณ์ใช้งานยังตามหลัง โดยเฉพาะในอาคารและพื้นที่เอกชน ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างความเร็วที่สมัครกับความเร็วที่ใช้งานจริง ซึ่งมีต้นตอหลักจากการขาดมาตรฐานโครงสร้างไฟเบอร์ภายในอาคาร (In-Building Fiberization) และการพึ่งสายทองแดง/ Wi-Fi เก่าอยู่มาก

7.2.2 เหตุผลเชิงนโยบายสำหรับการกำหนด “มาตรฐานไฟเบอร์ภายในอาคารภาคบังคับ”

ผลการศึกษาของ Giga Thailand วิเคราะห์ว่า หากอาคารพัฒนาใหม่ถูกออกแบบให้ “รองรับไฟเบอร์ตั้งแต่แรก” หรือเป็น Fiber-Ready Building จะช่วยลดทั้งต้นทุนและเวลาในการขยายโครงข่ายลงได้มาก การมีท่อและโครงสร้างสื่อสารเตรียมไว้ตั้งแต่ช่วงก่อสร้าง ทำให้ผู้ให้บริการไม่ต้องเจาะผนัง เดินท่อใหม่ หรือแก้แบบอาคารในภายหลัง มีการประเมินว่าต้นทุนลงทุน (Capex) ในส่วน In-Building สามารถลดลงได้ประมาณร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่ได้เตรียมระบบไว้ นอกจากนี้ การออกแบบให้ใช้ร่วมกันได้

[49] Office of the National Digital Economy and Society Commission. (n.d.). Fiberization in building guideline.

หลายผู้ให้บริการตั้งแต่แรก ยังช่วยลดการลงทุนซ้ำซ้อนและเพิ่มการแข่งขัน ส่งผลให้ราคาบริการแก่ผู้บริโภคลดลงและคุณภาพดีขึ้น

บทเรียนกรณีศึกษาจากต่างประเทศช่วยยืนยันแนวคิดนี้อย่างชัดเจน สาธารณรัฐประชาชนจีนได้ออกกฎหมายด้านงานโทรคมนาคมในอาคารที่กำหนดให้อาคารพักอาศัยใหม่ต้องติดตั้งโครงสร้าง FTTH ถึงแต่ละห้อง พร้อมทั้งกำหนดพื้นที่และท่อเดินสายสำหรับผู้ให้บริการอย่างน้อย 3 ราย เพื่อเปิดทางการแข่งขัน สิงคโปร์ใช้ Code of Practice For Info-Communication Facilities In Buildings (COPIF) บังคับให้อาคารใหม่ต้องมีห้องสื่อสาร (MDF/IDF) ท่อแนวตั้ง (Riser) และท่อเดินสายตามมาตรฐาน เพื่อรองรับโครงข่าย National Broadband Network (NBN) ที่เป็น FTTH ทั่วประเทศ ส่วนในยุโรป หลายประเทศ เช่น สเปนและอิตาลี ได้ออกกฎหมายให้มีท่อสื่อสารในอาคารใหม่เพื่อรองรับ FTTH และลดการขุดและเจาะซ้ำซ้อน

สำหรับประเทศไทยข้อเสนอในรายงาน Giga Thailand ได้ตั้งเป้า “Giga Fiber” ให้ทุกครัวเรือนเข้าถึงความเร็ว 1 Gbps ภายในปี 2570 และต้องการให้ค่าใช้จ่ายในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) ต่ำกว่าร้อยละ 1 ของรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัว (GNI) พร้อมตั้งเป้าให้เศรษฐกิจดิจิทัลมีสัดส่วนร้อยละ 25 ของ GDP ในช่วงปี 2570–2573 หากไม่จัดการประเด็น In-Building อย่างจริงจัง แม้โครงข่าย Backbone และ Access ภายนอกอาคารจะพร้อม แต่ครัวเรือนจำนวนมากยังอาจติดอยู่กับเทคโนโลยีเก่า และประเทศจะไปไม่ถึงเป้าหมายด้านเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างเต็มที่

ข้อมูลจากกรณีศึกษาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน สิงคโปร์ และการวิเคราะห์ต้นทุนของไทยมีข้อสังเกตตรงกันว่าการออกมาตรฐานโครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารแบบบังคับ จะช่วยลดต้นทุนและเวลาในการขยายโครงข่ายลงได้ราวร้อยละ 30–50 ปิดช่องว่างในพื้นที่เอกชน และเป็นเงื่อนไขสำคัญในการบรรลุเป้าหมาย Giga Thailand และ Thailand 4.0

7.2.3 กรอบแนวทางเชิงนโยบายที่เสนอสำหรับประเทศไทย

Giga Thailand และ “Fiberization in Building Guideline” ได้วางแนวทางที่สามารถต่อยอดเป็นกรอบนโยบายระดับชาติของไทย โดยมีหลักคิดสำคัญคือ “โครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐาน” เช่นเดียวกับน้ำและไฟ

สำหรับประเด็นด้านกฎหมาย ข้อเสนอคือ ให้สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) และสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สดช.) ร่วมกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ทบทวนและปรับปรุงพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พระราชบัญญัติอาคารชุด และพระราชบัญญัติการจัดสรรที่ดิน เพื่อรองรับข้อกำหนดว่าการออกแบบ ก่อสร้าง และตรวจรับอาคารต้องรวมโครงสร้างไฟเบอร์เข้าไปด้วย จากนั้นจึงออกกฎกระทรวงกำหนดรายละเอียด เช่น รูปแบบท่อเดินสาย การจัดวางห้องสื่อสาร และวิธีตรวจรับระบบไฟเบอร์

ในเชิงเทคนิค ข้อเสนอแนะ (Guideline) ของไทยได้จัดทำมาตรฐานไว้ค่อนข้างละเอียด เช่น ขนาดและจำนวนท่อ (Duct) และ Cable Tray การออกแบบห้องไฟเบอร์/ห้องสาย จำนวนคอร์ไฟเบอร์ขั้นต่ำ

ต่อยูนิต และความซ้ำซ้อน (Redundancy) สำหรับอาคารประเภทต่าง ๆ ทั้งบ้านเดี่ยว (SDU) อาคารชุด (MDU) สำนักงาน และอาคารอุตสาหกรรม เอกสารเดียวกันยังมีตัวอย่างผังเดินสายและการติดตั้งจุดเชื่อมต่อสะดวกต่อการนำไปใช้เป็นภาคผนวกของกฎกระทรวง

ในระดับกระบวนการรายงาน Giga Thailand เสนอให้ผูกมาตรฐานดังกล่าวเข้ากับขั้นตอนการขออนุญาตก่อสร้างและดัดแปลงอาคาร โดยผู้พัฒนาโครงการต้องยื่นแบบโครงสร้างไฟเบอร์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตรวจสอบ และต้องผ่านการตรวจรับก่อนเปิดใช้อาคาร สำหรับอาคารเก่า เสนอให้ใช้กองทุน USO (Universal Service Obligation) หรือบริการโทรคมนาคมพื้นฐานโดยทั่วถึงและบริการเพื่อสังคม กองทุนดิจิทัลของรัฐ หรือมาตรการลดหย่อนภาษี เพื่อสนับสนุนการกระบวนการปรับปรุง ดัดแปลง หรือเพิ่มเทคโนโลยี/อุปกรณ์ใหม่เข้าไปในอาคาร (Retrofit) โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับโรงพยาบาล โรงเรียน อาคารราชการ และจุดคมนาคมมวลชน

ในด้านการแข่งขัน เสนอให้สำนักงาน กสทช. กำหนดหลักเกณฑ์ Open Access ในโครงสร้างภายในอาคาร เพื่อให้ผู้ให้บริการหลายรายสามารถใช้ร่วมกันได้อย่างเป็นธรรม โดยอาจอิงรูปแบบคำนวณต้นทุนเช่น LRIC และพัฒนาระบบ “Infrastructure Atlas” และ “Broadband Monitoring System” เพื่อเก็บข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและสถานะการให้บริการ สำหรับใช้วางแผนและกำกับดูแล

บทสรุป กรอบการดำเนินงานที่ถือโครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐาน ประกอบด้วยการปรับกฎหมายอาคาร การกำหนดมาตรฐานทางเทคนิค การเชื่อมโยงมาตรฐานกับขั้นตอนอนุญาตและตรวจรับ การใช้เครื่องมือการเงินเพื่อสนับสนุนอาคารเก่า และการจัดให้มี Open Access ในพื้นที่เอกชน แนวทางเหล่านี้มีพื้นฐานจากข้อเสนอแนะ (Guideline) และรายงานผลการศึกษาเชิงวิชาการ (White Paper) ของประเทศไทยเอง จึงมีความเป็นไปได้สูงในการบูรณาการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานและขับเคลื่อนต่อทั้งในเชิงกฎหมายและเทคนิค

7.3 กรณีศึกษาที่น่าสนใจในระดับสากล

ประเทศผู้นำโครงข่าย 10G อย่างสาธารณรัฐประชาชนจีน ซาอุดีอาระเบีย และสิงคโปร์ กำลังพิสูจน์ให้เห็นว่า การจะก้าวสู่ยุคบรอดแบนด์ใหม่ไม่ได้อยู่ที่ “ความเร็วสูงบนกระดาษ” แต่อยู่ที่ยุทธศาสตร์ระดับชาติที่ชัดเจน เป้าหมายระดับเมืองที่วัดผลได้ และกติกาเรื่องโครงสร้างในอาคารและความเท่าเทียมในการเข้าถึงบริการที่ออกแบบมาอย่างรอบด้าน สาธารณรัฐประชาชนจีน ยกระดับจาก “Broadband China” สู่ยุคเมืองกิกะบิตและเมือง 10G โดยใช้ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ เช่น จำนวนพอร์ต 10G PON การใช้ FTTR และเครือข่ายประมวลผล 1 ms เป็น “เข็มทิศ” เชื่อมการลงทุนโครงข่ายเข้ากับเป้าหมายเศรษฐกิจดิจิทัลโดยตรง ขณะที่ซาอุดีอาระเบียใช้วิสัยทัศน์ “10Gbps Society” ภายใต้ Vision 2030 ผสานเทคโนโลยี F5G-Advanced, 10G/50G PON และ Backbone 400/800GE เข้ากับการลงทุนแบบ PPP (Public-Private Partnership) หรือการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน และมาตรการโครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) เพื่อผลักดันให้ความเร็วระดับ 10G เป็นมาตรฐานของสังคมทั้งเมือง ไม่ใช่เฉพาะกลุ่มรายได้สูง

ด้านสิงคโปร์ใช้โมเดล Nationwide Broadband Network (NBN) ที่แยกบทบาทเจ้าของโครงสร้างพื้นฐาน ผู้ให้บริการค้าส่ง และผู้ให้บริการปลายทางอย่างชัดเจน ร่วมกับแผนปรับปรุงประสิทธิภาพโครงข่ายสู่ 10G ทั่วประเทศ และมีการกำหนดกฎ Code of Practice for Info-communication Facilities in Buildings (COPIF) ที่ “ล็อก” ให้ทุกอาคารใหม่ต้องมีโครงสร้างสื่อสารรองรับไฟเบอร์ และโครงการอุดหนุนครัวเรือนรายได้น้อย แสดงให้เห็นว่าการกำหนด Baseline ความเร็วระดับชาติที่ทะเยอทะยาน และมาตรฐาน In-Building ที่แข็งแรง สามารถยกระดับประเทศจาก 1 Gbps ไปสู่ 10 Gbps ได้ทั้งระบบโดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง เมื่อมองภาพรวม แบบจำลองเหล่านี้ชี้ทางว่าไทยควรออกแบบ 10-Giga City ด้วยมุมมอง “โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อทุกคน” กำหนดขั้นต่ำของความเร็วและระดับการใช้งาน (Penetration) ที่ท้าทาย มี KPI ด้าน 10G และ Latency ในระดับเมือง บังคับใช้มาตรฐานไฟเบอร์ในอาคารอย่างจริงจัง และออกแบบเครื่องมือด้าน Affordability ให้เฉียบคม เพื่อให้ทั้งครัวเรือนและภาคธุรกิจในทุกทำเลสามารถเกาะขบวนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 10G ไปสู่เศรษฐกิจดิจิทัลยุคใหม่ได้พร้อมกัน

ตารางด้านล่างคือการสรุปแนวทางของสาธารณรัฐประชาชนจีน ซาอุดีอาระเบีย และสิงคโปร์ในการพัฒนาโครงข่าย 10G โดยเปรียบเทียบนโยบาย เป้าหมายความเร็ว/การใช้งาน โครงสร้างการลงทุน บทบาทของเมือง และมาตรการด้าน In-Building, Quality of Experience (QoE) หรือมาตรวัดความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้ที่มีต่อบริการหรือผลิตภัณฑ์ และการเข้าถึงเทคโนโลยี (Inclusion)

ประเทศ	นโยบาย/แผนหลัก	เป้าหมาย speed/ penetration	โครงสร้างการลงทุน	บทบาทเมืองหลัก	มาตรการ In-building/QoE/ Inclusion
จีน	Broadband China ▪ Gigabit Cities ▪ Dual-Gigabit & 10Giga FBB / 1ms	▪ ครอบคลุม gigabit ใน 200+ เมือง ▪ 10G PON port ratio >ร้อยละ 50	รัฐกำหนดเป้าหมายระยะยาว 2013–2020–2025 ใช้เงินลงทุนจากรัฐและเอกชน ขับเคลื่อนด้วย	เมืองอย่างปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ เสิ่นเจิ้น ขึ้นเป็น 10Giga City ด้วยตัวชี้วัด FTTH, 10G	▪ กำหนดมาตรฐานติดตั้งไฟเบอร์ในอาคาร ▪ ใช้ FTTR อย่างแพร่หลาย

ประเทศ	นโยบาย/แผนหลัก	เป้าหมาย speed/ penetration	โครงสร้างการลงทุน	บทบาทเมืองหลัก	มาตรการ In-building/QoE/ Inclusion
	Computing Network Plan	▪ ทดลองใช้ 50G PON และสร้างเครือข่าย 1 ms ในเมืองสำคัญ	แผนเศรษฐกิจดิจิทัลที่มีสัดส่วนกว่าร้อยละ 40 ของ GDP	PON, FTTR และ 400G OTN	▪ เน้นตัวชี้วัด QoE และมาตรการลดช่องว่างคุณภาพ
ซาอุดีอาระเบีย	แผน “10Gbps Society” ภายใต้ Vision 2030	▪ ครอบคลุม FTTP gigabit เกินร้อยละ 95 ครัวเรือน ▪ อัปเกรด GPON เป็น 10G/50G PON และสร้างโครงข่าย 5G-A พร้อม bearer 400–800GE	ใช้รูปแบบ PPP ผสมการลงทุนจากรัฐและเอกชน พร้อมมาตรการสนับสนุนนวัตกรรมและบุคลากรด้านดิจิทัล	ริยาดเป็นเมืองหลักด้าน smart city และโครงข่าย 10G สำหรับภูมิภาค	▪ เสนอ fibre pre-deployment ▪ นโยบาย Dig Once, ลดค่า RoW, และ Social Tariff เพื่อลด Digital Divide
สิงคโปร์	National Broadband Network (NBN) และแผนอัปเกรด 10G ภายในปี 2026	▪ FTTP coverage และ penetration เกือบร้อยละ 100 ▪ ตั้งเป้าใช้ 10G PON และบริการ 10 Gbps ทั่วไปภายใน 2026	โมเดล NetCo/OpCo/RSP รัฐลงทุนตั้งต้น NBN และกำกับดูแลการแข่งขัน	สิงคโปร์ทั้งประเทศเป็น “gold gigacity” คะแนนสูงสุดใน Gigacity Index	▪ ใช้ COPIF บังคับโครงสร้างในอาคาร ▪ กำหนดการเปิดเผย QoE และมีโครงการอุดหนุน broadband สำหรับครัวเรือนรายได้น้อย

7.3.1 สาธารณรัฐประชาชนจีน: โครงการนำร่องบรอดแบนด์ออปติคอล 10 Gbps ระดับชาติ

สาธารณรัฐประชาชนจีนได้เริ่มต้นจากโครงการ “Broadband China” เพื่อสร้างหลักประกันว่าประชาชนทั่วประเทศสามารถเข้าถึงบริการบรอดแบนด์ได้อย่างทั่วถึง จากนั้นได้ยกระดับยุทธศาสตร์ดังกล่าวผ่านโครงการ “Gigabit Cities” และ “Dual Gigabit Network Coordinated Development Action Plan” ซึ่งมีเป้าหมายในการพัฒนาเมืองหลักให้มีทั้งเครือข่ายบรอดแบนด์ประจำที่ระดับกิกะบิตและเครือข่าย 5G ระดับกิกะบิตควบคู่กันไป

ในระยะหลัง หลายมณฑลและหลายเมืองของสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ดำเนินการแผนแบบบูรณาการภายใต้แนวคิด “10 Giga FBB & 1 ms Computing Network Plans” โดยมีเป้าหมายในการขยายโครงข่าย 10G PON ทดลองใช้ 50G PON เพิ่มพอร์ต Backbone ระดับ 400G และสร้างโครงข่ายการประมวลผลระดับเมืองที่มีความหน่วงต่ำเพียง 1 ms เพื่อรองรับการประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Processing)

ยุทธศาสตร์ 10 Giga ของสาธารณรัฐประชาชนจีนมีความพร้อมทั้งในเชิงเทคโนโลยีและมาตรฐานแล้ว โดยมีแนวทางการพัฒนาที่ชัดเจนผ่านเทคโนโลยี 5G-Advanced และวิสัยทัศน์ตามแนวทาง ION-2030 ขณะที่อุปสรรคสำคัญที่ยังต้องเร่งพัฒนาคือความพร้อมของอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนออปโตอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้สามารถผลิตและติดตั้งโครงข่ายในระดับขนาดใหญ่ได้อย่างคุ้มค่า เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์คือการสร้างโครงข่ายออปติกแบบครบวงจร (All-Optical Network) ที่มีความก้าวหน้านี้ให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานหลัก

สำหรับรองรับการเปลี่ยนผ่านทางเศรษฐกิจและสังคมสู่ยุคดิจิทัลที่ขับเคลื่อนด้วย ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในหลายภาคส่วน เช่น อุตสาหกรรม การแพทย์ ท่าเรือ และเมืองอัจฉริยะ

ตัวอย่างที่ชัดเจนคือ นครเซี่ยงไฮ้ (Shanghai) ซึ่งได้ดำเนินโครงการ “Full Fiber Lightening Shanghai Action Plan” เพื่อพัฒนาเมืองให้ก้าวสู่การเป็น “Dual 10 Gbps City” โดยครอบคลุมทั้งบริการอินเทอร์เน็ต 10 Gbps สำหรับครัวเรือน และเครือข่าย 10 Gbps สำหรับภาคอุตสาหกรรมและการใช้งานเมืองอัจฉริยะ ทั้งนี้ยังได้รับการสนับสนุนจากโครงข่าย Backbone แบบ 400G OTN สำหรับการรับส่งข้อมูลปริมาณมหาศาล

การลงทุนเหล่านี้มีความเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับการเติบโตของ เศรษฐกิจดิจิทัลของสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งปัจจุบันมีสัดส่วนมากกว่า ร้อยละ 40 ของ GDP โดยนครเซี่ยงไฮ้ได้มีการใช้โครงสร้างพื้นฐาน Dual-10 Gbps นี้เป็นฐานในการบ่มเพาะโครงการนวัตกรรมหลายร้อยโครงการ และช่วยรักษาความเป็นผู้นำด้านเศรษฐกิจดิจิทัลของเมือง

ในระดับประเทศ กระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศของสาธารณรัฐประชาชนจีน (MIIT) ได้คัดเลือกโครงการนำร่องจำนวน 168 โครงการซึ่งเป็นบรอดแบนด์ออปติกระดับ 10 Gbps ครอบคลุมมากถึง 86 เมือง ใน 30 มณฑล รวมถึงมหานครระดับแนวหน้า เช่น ปักกิ่ง เซี่ยงไฮ้ และกว่างโจว นอกจากนี้โครงการนำร่องยังครอบคลุมเมืองในภูมิภาคตอนกลางและตะวันตก รวมถึงเมืองระดับรอง เช่น เมืองฉางเต๋อ เมืองโฮฮอต และเมืองพันจือฮวา เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย “ครอบคลุมทุกภูมิภาคและการพัฒนาแบบแบ่งระดับ” เพื่อทดสอบศักยภาพเครือข่าย 10 Gbps ในบริบทเศรษฐกิจและภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย ความสำเร็จของสาธารณรัฐประชาชนจีนแสดงให้เห็นว่า การกำหนด เป้าหมายและตัวชี้วัดระดับเมืองที่ชัดเจน เช่น จำนวนพอร์ต 10G PON และ 50G PON การติดตั้ง FTTR จำนวนผู้ใช้งาน 10G และพื้นที่ครอบคลุมของ โครงข่ายประมวลผล 1 ms สามารถช่วยขับเคลื่อนทั้ง การลงทุนในโครงข่าย และ การเติบโตของเศรษฐกิจดิจิทัล ไปพร้อมกัน

ประเทศไทยสามารถประยุกต์แนวคิดของ “ตัวชี้วัดเมือง 10-Giga (10-Giga City indicators)” สำหรับพื้นที่ กรุงเทพมหานครและเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เพื่อจัดการแนวทางการลงทุนด้าน โครงข่ายไฟเบอร์ Backbone และโครงข่าย Computing network ให้สอดคล้องกับเป้าหมายเศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศ เช่น การกำหนดเป้าหมายเชิงปริมาณสำหรับ สัดส่วนการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต 10 Gbps การสร้าง วงโครงข่าย Computing Latency ต่ำระดับเมือง และการพัฒนา Use case ด้าน AI ที่มีความสำคัญสูงเป็นลำดับแรก

7.3.2 ซาอุดีอาระเบีย: วิสัยทัศน์ “10Gbps Society”

รายงาน “The 10Gbps Society” ของซาอุดีอาระเบีย[50] วางภาพอนาคตของประเทศว่า ประชาชน ครัวเรือน และองค์กรจะสามารถใช้บริการความเร็วระดับ 10 Gbps ทั้งผ่านโครงข่าย Fixed, Mobile และศูนย์ข้อมูล แผนนี้ใช้เทคโนโลยีหลักอย่าง F5G-Advanced, 10G/50G PON, FTTR, Wi-Fi 7 และ Backbone 400/800GE และสอดคล้องกับเป้าหมาย Vision 2030 ของประเทศที่ต้องการเพิ่มสัดส่วนเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในระบบเศรษฐกิจ และทำให้ประเทศเป็นศูนย์กลางดิจิทัลของภูมิภาค



Criteria of Building	Mandated Telecom Services
Responsibility	Developer or Owner
IBS Scenarios	• 7 Floors Building • Two or more basement floors • Can accommodate 1000 Tenants or more • Any floor with 3000 Meter square area
Internet Via Wi-Fi	Any building or facility that falls under the occupancy **classifications of Saudi Building Code-General (SBC 201).**

Fiber is First Option for the New Telecom Services

4.2.6.1.c) **Fiber Optic Cable (FOC) shall be used.** If Unshielded Twisted Pair (UTP) copper cable is also installed, it shall at least conform to Category 6 (CAT 6) and preferably Category 7 (CAT 7).
4.4.5.6.c) Each Unit (Dwelling, Office, Commercial, etc.) shall have **at least 4 fiber connections to the BDF (MTR).** For business customers a higher number of connections may be designed if demand is expected at building planning phase.
4.4.5.6.d**) Each residential room** (except wet rooms such as: bathrooms and laundry rooms) or office room shall be equipped with **at least one Network Termination Point (NT)** connected with a 2-core fiber cable to the UDF.

รูปที่ 7-4 แนวทางซาอุดีอาระเบียที่ใช้กฎระเบียบกำหนด “การแบ่งความรับผิดชอบ” งาน FTTH/FTTR ในอาคาร พร้อมเกณฑ์อาคารและข้อกำหนดบริการโทรคมนาคมภาคบังคับ

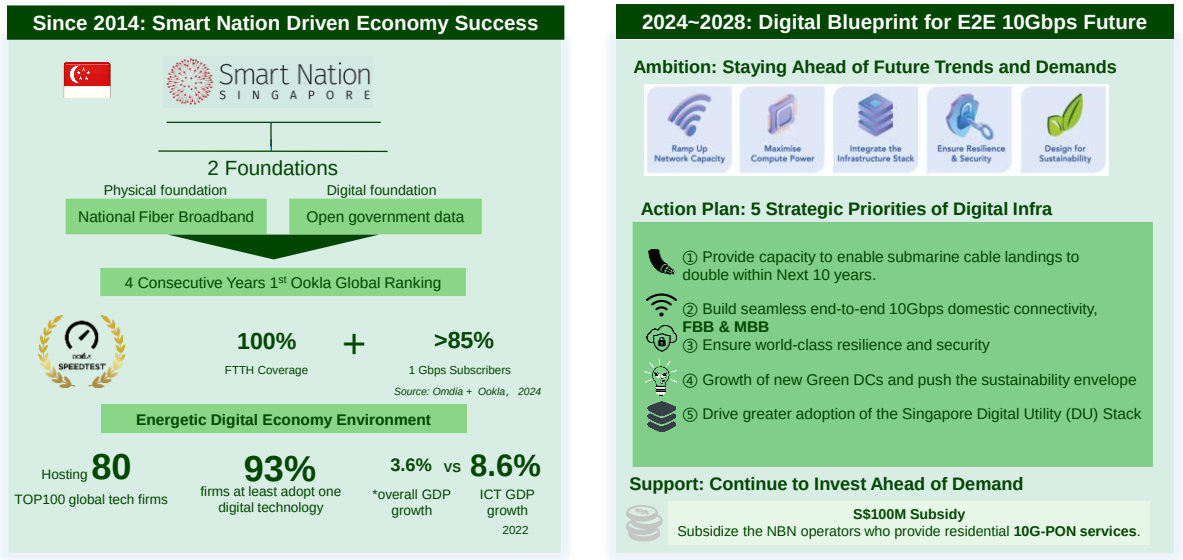
การดำเนินงานมีการใช้กลไกหลากหลายในการขับเคลื่อนรวมถึงการจัดสรรคลื่น 5G-Advanced ให้เพียงพอ การส่งเสริมให้ผู้ประกอบการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน (Passive Sharing) และนโยบาย Dig Once เพื่อลดการขุดถนนซ้ำ นอกจากนี้ ยังผลักดันการเตรียมโครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารใหม่ การใช้รูปแบบการร่วมลงทุนระหว่างรัฐ–เอกชน (Public-Private Partnership: PPP) และการกำหนดโครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) พร้อม Voucher/Subsidy เพื่อให้กลุ่มรายได้น้อยและพื้นที่ชนบทสามารถเข้าถึงบริการ 10G ได้ โดยเมืองริยาดได้รับบทบาทให้เป็นเมืองนำร่อง มีการทดลอง 5G-Advanced ความเร็ว 10 Gbps การทดสอบ 50G PON และการสร้างโครงข่าย Backbone ที่รองรับ Latency 1-5-20 ms สำหรับใช้งานด้าน AI และ Smart city

โมเดล “10Gbps Society” ชี้ว่าการก้าวสู่สังคม 10Gbps ต้องบูรณาการนโยบายด้านโครงข่าย เทคโนโลยี AI เมืองอัจฉริยะ เครื่องมือด้านกฎระเบียบ และมาตรการลดช่องว่างทางสังคมเข้าด้วยกัน ประเทศไทยสามารถนำแนวคิดนี้ไปออกแบบแผน Broadband ระยะใหม่ที่ผสาน 10G fixed, 5G-Advanced, AI และเมืองอัจฉริยะภายใต้โครงสร้างความร่วมมือแบบ PPP และมีโครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) เพื่อไม่ให้กลุ่มรายได้น้อยถูกทิ้งไว้ข้างหลัง

[50] Saudi Ministry of Communications and Information Technology. (2024, March). The 10Gbps Society.

7.3.3 สิงคโปร์: แผนอัปเกรดโครงข่าย NBN สู่โครงข่าย 10Gbps ระดับชาติ

สิงคโปร์เป็นตัวอย่างของประเทศที่ออกแบบตลาดและโครงสร้างโครงข่ายอย่างรอบคอบ รัฐบาลได้สร้าง National Broadband Network (NBN) แบบ FTTH ทั่วประเทศ โดยใช้โมเดล NetCo/OpCo/RSP ที่แยกเจ้าของโครงสร้างพื้นฐาน ผู้ให้บริการโครงข่ายค้าส่ง (Wholesale) และผู้ให้บริการลูกค้าปลายทางออกจากกัน เพื่อเปิดให้เกิดการแข่งขันและลดการผูกขาด NBN นี้เป็นพื้นฐานที่ทำให้สิงคโปร์มี FTTH Coverage และอัตราการเข้าถึงใกล้เคียงร้อยละ 100 และมีสัดส่วนผู้ใช้แพ็กเกจ 1 Gbps ขึ้นไปในระดับสูง



รูปที่ 7-5 กรณีศึกษา “Smart Nation Singapore” ตั้งแต่ปี 2014 ที่วางรากฐานโครงข่ายไฟเบอร์และข้อมูลภาครัฐ จนถึงแผน Digital Blueprint 2024–2028 เพื่อขับเคลื่อนโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลสู่อนาคต 10Gbps แบบ End-to-End

ในปี 2567 หน่วยงาน Infocomm Media Development Authority (IMDA) ของประเทศสิงคโปร์ประกาศลงทุนประมาณ 100 ล้านดอลลาร์สิงคโปร์ เพื่ออัปเกรด NBN สู่ 10G PON และตั้งเป้าให้มีบริการ 10 Gbps ทั่วไปภายในปี 2568 พร้อมบริการเสริม เช่น Cloud Storage, XR และเกมออนไลน์ เพื่อให้ประชาชนใช้ประโยชน์จากความเร็วที่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม พร้อมกันนั้น รัฐบาลใช้กฎ COPIF บังคับอาคารใหม่ให้ต้องมีห้อง MDF/IDF ท่อแนวตั้ง และจุดเชื่อมต่อสื่อสารมาตรฐาน และต้องรองรับผู้ให้บริการหลายราย ถือเป็นฐานสำคัญให้การปรับปรุงประสิทธิภาพจาก FTTH ไปสู่ 10G PON ทำได้อย่างรวดเร็ว

กรณีของสิงคโปร์แสดงให้เห็นว่าการกำหนด “Baseline ความเร็วระดับชาติ” ที่ชัดเจน (จาก 1 Gbps สู่ 10 Gbps) การออกแบบโครงสร้างตลาดให้แข่งขันได้ และการมีกฎหมาย In-Building ที่ชัดเจน เป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จ โดยประเทศไทยสามารถพิจารณากำหนด Baseline ใหม่ (เช่น เขตเมืองเปลี่ยนจาก 1 Gbps เป็น 10 Gbps) พร้อมทั้งให้สิทธิประโยชน์สำหรับการลงทุน 10G PON และผลักดันมาตรฐาน In-Building แบบที่มีหลักการคล้ายกับ COPIF แต่ปรับให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

7.4 ทิศทางเชิงนโยบายเพื่อการเร่งรัดการพัฒนาบรอดแบนด์

ประเทศไทยควรเร่งยกระดับอินเทอร์เน็ตประจำที่ให้เป็น “สาธารณูปโภคดิจิทัล” ที่ทุกครัวเรือนเข้าถึงได้ ด้วยความเร็วขั้นต่ำ 1 Gbps ในเมืองและอย่างน้อย 100 Mbps ในชนบท ตั้งเป้าอัตราการเข้าถึง FTTH ประมาณร้อยละ 80 และมีจำนวนผู้ใช้แพ็กเกจ 500 Mbps–1 Gbps ขึ้นไปอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของผู้ใช้ทั้งหมด งานวิจัยจาก WBBA, Giga Thailand และกรอบ “10Gbps Society” ของประเทศชาอุดีอาระเบีย ชี้ว่าการกำหนดเป้าหมายระดับชาติที่ชัดเจนด้านความเร็ว การปรับปรุงประสิทธิภาพ GPON สู่ 10G PON การปฏิรูปกฎหมายอาคารให้รองรับไฟเบอร์ การกำกับคุณภาพประสบการณ์ในการใช้งานตามความเร็วใช้งานจริง และมาตรการด้านการส่งเสริมความสามารถที่ซื้อได้ (Affordability) และการเข้าถึงเทคโนโลยี (Inclusion) เป็นชุดนโยบายสำคัญที่จะทำให้การลงทุนไฟเบอร์ของไทยสร้างทั้งการเติบโตทางเศรษฐกิจและลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลได้พร้อมกัน

7.4.1 แนวทางยกระดับบรอดแบนด์แห่งชาติและเป้าหมายด้านความเร็วโครงข่ายในระดับประเทศ

จากรายงาน Giga Thailand และรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) ยุทธศาสตร์ Broadband ระดับชาติของไทยควรมองอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) เป็น “สาธารณูปโภคพื้นฐาน” ที่ทุกครัวเรือนต้องเข้าถึงได้ เป้าหมายเชิงพื้นที่ควรตั้งให้ครอบคลุมทุกครัวเรือนและทุกหมู่บ้านภายในช่วงเวลาเดียวกับเป้าหมายในข้อเสนอแนะของแผน Giga Fiber (เช่นช่วงปี พ.ศ. 2570–2573) โดยกำหนดความเร็วขั้นต่ำในเขตเมืองที่ 1 Gbps (และเปิดช่องให้บางเมืองยกระดับสู่ 10 Gbps) ส่วนเขตชนบทควรตั้งเป้ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 Mbps ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่หลายประเทศใช้เป็นมาตรฐานของ “บรอดแบนด์ความเร็วสูง”

ด้านการใช้งาน ควรตั้งเป้าให้อัตราการเข้าถึง FTTH อย่างน้อยร้อยละ 80 ของครัวเรือน และมีผู้ใช้แพ็กเกจ 500 Mbps/1 Gbps ขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 50–60 ของผู้ใช้ทั้งหมด เพื่อเตรียมฐานให้พร้อมสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัลที่ใช้ข้อมูลเข้มข้น

ด้านประเด็นความสามารถที่ซื้อได้ (Affordability) รายงาน Giga Thailand เสนอให้ค่าใช้จ่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) ต่ำกว่าร้อยละ 1 ของ รายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัว (GNI) พร้อมใช้กลไกพิเศษ เช่น การลดต้นทุนโครงสร้างพื้นฐาน การใช้กองทุน USO และโครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) สำหรับกลุ่มเปราะบางเป็นเครื่องมือสนับสนุน

ในด้านเศรษฐกิจ ควรตั้งเป้าให้สัดส่วนเศรษฐกิจดิจิทัลอย่างน้อยร้อยละ 25 ของ GDP ภายในปี 2570–2573 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ชี้ว่าการเพิ่มการเข้าถึงและความเร็ว Broadband มีผลเชิงบวกต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ

โดยเมื่อแบ่งตามประเภทพื้นที่ สามารถแบ่งได้ทั้งสิ้น 3 กลุ่มหลัก

- พื้นที่ชนบท: ใช้โครงข่าย FTTH ต่อขยายจากโครงข่าย USO ร่วมกับ FWA ที่มี Fiber Backhaul เน้นครอบคลุมและราคาที่ประชาชนจ่ายได้
- พื้นที่ในอาคารของเมืองทั่วไป: เน้นให้มีการเตรียมโครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารใหม่ การ Retrofit อาคารเก่า และการใช้ FTTR เพื่อให้คุณภาพสัญญาณภายในห้องพักตรงกับแพ็กเกจ พร้อมกำหนด “ระดับประสบการณ์ขั้นต่ำ (QoE Floor)” เช่น Median Speed อย่างน้อยร้อยละ X ของความเร็วแพ็กเกจ
- เมืองยุทธศาสตร์และเขตอุตสาหกรรม: เช่น กรุงเทพฯ เขต EEC เมืองท่องเที่ยวสำคัญ มุ่งสู่การใช้ 10G PON, FTTR, Private Fiber Network และ Edge Computing เพื่อรองรับ AI, XR และโรงงานอัตโนมัติ

เพื่อให้สอดคล้องกับแผน 5G-Advanced ยุทธศาสตร์ควรกำหนดว่าการลงทุนใน 5G-Advanced ต้องไปพร้อมกับการปรับปรุงประสิทธิภาพเครือข่าย IP Backbone และ Backhaul ไปสู่ 400/800GE และใช้แนวคิด Fixed–Mobile Convergence ที่ให้โครงข่ายไฟเบอร์เป็นแกนกลาง และตั้งเป้า ให้มีค่าความหน่วงอยู่ระหว่าง 1–10 ms สำหรับการใช้งานที่ต้องการตอบสนองเร็ว เช่น XR และการควบคุมระยะไกล

รายงานจาก Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) รายงาน Giga Thailand ของสำนักงาน กสทช. และรายงาน 10Gbps Society ของหน่วยงานกำกับดูแลประเทศซาอุดีอาระเบีย ชี้ให้เห็นว่าการมียุทธศาสตร์ระดับชาติที่กำหนดเป้าหมายครอบคลุมทุกครัวเรือน ความเร็วขั้นต่ำในเมืองและชนบทมีอัตราการเข้าถึง FTTH สูง ราคาที่เข้าถึงได้ และสัดส่วนเศรษฐกิจดิจิทัลชัดเจน พร้อมเชื่อมโยงกับแผน 5G-Advanced จะช่วยให้การลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์ของไทยสร้างผลลัพธ์ด้านเศรษฐกิจและสังคมได้เต็มที่

7.4.2 การยกระดับโครงข่าย 10G PON และมาตรการจูงใจการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน

ข้อมูลจาก Omdia ชี้ว่าจำนวนพอร์ต 10G PON (โดยเฉพาะ XGS-PON) ที่ผู้ให้บริการทั่วโลกจัดซื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มจะกลายเป็นเทคโนโลยีหลักแทน GPON ภายในไม่กี่ปี สำหรับไทย Giga Thailand ระบุว่า ผู้ให้บริการบางรายได้เริ่มทดลอง XG-PON และให้บริการแพ็กเกจ Symmetric 1,000/1,000 Mbps แล้ว แสดงให้เห็นว่าตลาดเริ่มเดินเข้าสู่ยุค 10G PON ดังนั้น แผนระดับประเทศควรระบุเส้นทางการย้ายเทคโนโลยีจาก GPON ไปสู่ XG-PON/XGS-PON และเปิดช่องให้มีการทดลองใช้ 25G/50G PON ในพื้นที่ยุทธศาสตร์

ในเชิงนโยบาย Giga Thailand เสนอเครื่องมือหลายด้าน เช่น การให้สิทธิประโยชน์พิเศษทางภาษี (Tax Incentive) หรือ เงินเผื่อเหลือเผื่อขาดสำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Capex Allowance) สำหรับการลงทุนในพอร์ต 10G PON การใช้สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ (Soft Loan) หรือเงินร่วมลงทุนจากกองทุน USO

ในพื้นที่ที่ลงทุนเชิงพาณิชย์ไม่คุ้ม และการปรับกฎระเบียบให้ยืดหยุ่นขึ้น เช่น ลดขั้นตอนการอนุญาตโครงข่าย ส่งเสริมการใช้ท่อร้อยสาย (Duct) ร่วมกัน และปรับปรุงกระบวนการขอสิทธิทางผ่านให้รวดเร็ว แนวทางนี้สอดคล้องกับประเทศที่ประสบความสำเร็จในการขยาย FTTH/10G PON ซึ่งมักใช้ชุดเครื่องมือผสมระหว่างเงินอุดหนุน การแบ่งปันโครงสร้างพื้นฐาน และการลดอุปสรรคด้านกฎหมาย

นอกจากนี้ ควรมีการตั้งเป้าที่ชัดเจน เช่น สัดส่วนพอร์ต 10G PON ต่อพอร์ต PON ทั้งหมด และสัดส่วนผู้ใช้แพ็กเกจ 500 Mbps/1 Gbps ขึ้นไปภายในปีเป้าหมาย (เช่น ปี 2570 หรือ ปี 2573) พร้อมระบบติดตามผล ตัวอย่างจากจีนที่กำหนดให้เมือง 10Giga มีพอร์ต 10G PON อย่างน้อยครึ่งหนึ่งของพอร์ตทั้งหมด และมีผู้ใช้แพ็กเกจมากกว่าหรือเท่ากับ 500 Mbps ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดประเภทนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้ให้บริการลงทุนเพิ่ม

ข้อมูลตลาดและตัวอย่างจากหลายประเทศชี้ว่าการกำหนดเส้นทางปรับปรุงประสิทธิภาพจาก GPON สู่ XGS-PON/10G PON ควบคู่ไปกับมาตรการด้านภาษี เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ การลงทุนร่วมของรัฐ และการลดอุปสรรคด้านกฎระเบียบ จะช่วยเร่งการลงทุนโครงข่าย 10G PON ในไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยควรตั้งตัวชี้วัดทั้งในมิติพอร์ต 10G และสัดส่วนผู้ใช้แพ็กเกจความเร็วสูงให้ชัดเจน

7.4.3 การผลักดัน In-Building Fiberization และการปรับปรุงกฎหมายและกฎระเบียบด้านการก่อสร้าง

ผลการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบในประเทศและกรณีศึกษาต่างประเทศ พบว่าช่องว่างหลักของไทยในเรื่องโครงสร้างไฟเบอร์ในอาคารมีอยู่สามประเด็น

1. ยังไม่มีข้อบังคับให้อาคารใหม่ต้องเตรียมโครงสร้างรองรับไฟเบอร์
2. ไม่มีกรอบเวลาชัดเจนในการปรับปรุง (Retrofit) อาคารเก่า
3. ยังไม่มีมาตรฐานกลางด้านการเปิดให้ผู้ให้บริการหลายรายใช้โครงสร้างในอาคารร่วมกัน (Open Access)

รายงาน Giga Thailand ระบุว่า ด้วยเหตุนี้ ผู้ใช้งานในหมู่บ้านจัดสรรและอาคารชุดในกรุงเทพฯ และเมืองใหญ่จำนวนมากจึงได้รับความเร็วและประสบการณ์ใช้งานต่ำกว่าพื้นที่ที่มี FTTH เข้าถึงโดยตรง โดยมีแนวทางข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาดังนี้

- กำหนดให้อาคารใหม่ทุกประเภท (บ้านเดี่ยว อาคารชุด สำนักงาน โรงงาน) ต้อง “พร้อมสำหรับไฟเบอร์” โดยต้องมีท่อเดินสาย (Duct), Riser, ห้อง MDF/IDF แหล่งจ่ายไฟ และระบบป้ายกำกับสายตามมาตรฐานกลาง
- กำหนดกรอบเวลาสำหรับการ retrofit อาคารเก่า โดยให้ความสำคัญกับโรงพยาบาล โรงเรียน อาคารราชการ และจุดเชื่อมต่อคมนาคมมวลชน
- กำหนดบทบาทของหน่วยงาน เช่น สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัล

เพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรมโยธาธิการและผังเมือง กรุงเทพมหานคร/หน่วยงานท้องถิ่น ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ และผู้ให้บริการ (ISP) ให้ชัดเจนในการจัดทำมาตรฐาน ตรวจแบบ และตรวจรับระบบไฟเบอร์ในอาคาร

ตัวอย่างจากจีนและสิงคโปร์แสดงให้เห็นว่า เมื่อกฎหมายอาคารระบุให้ต้องเตรียมโครงสร้างสื่อสารรองรับไฟเบอร์ตั้งแต่แรก การขยาย FTTH และ 10G PON ทำได้เร็วขึ้นและต้นทุนต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ประเทศไทยจึงควรใช้ช่องทางกฎหมายที่มีอยู่ เช่น การออกกฎกระทรวงภายใต้ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร และประกาศกฎหมายลำดับรองมาใช้กำหนดมาตรฐานดังกล่าว

ผลการศึกษาจากในประเทศและตัวอย่างต่างประเทศยืนยันว่า การปฏิรูปกฎหมายอาคารให้กำหนดมาตรฐาน Fiber Readiness สำหรับอาคารใหม่ และกำหนดแผน Retrofit สำหรับอาคารเก่า โดยมีบทบาทชัดเจนของหน่วยงานรัฐและเอกชน จะช่วยปิดช่องว่างด้านโครงสร้างในอาคารและสนับสนุนการขยาย FTTH/10G PON ในไทยได้อย่างมีระบบ

7.4.4 กรอบการกำกับดูแลด้าน Quality of Experience (QoE) เพื่อยกระดับคุณภาพอินเทอร์เน็ตที่ประชาชน “สัมผัสได้จริง”

รายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) ชี้ว่าหลายประเทศเจอปัญหาเดียวกันคือ “ความเร็วที่โฆษณากับความเร็วที่ได้ใช้จริงต่างกันมาก” ตัวอย่างเช่น ฝรั่งเศสมีผู้ใช้สมัครแพ็กเกจ gigabit เกือบร้อยละ 40 แต่มีผู้ใช้ที่ได้ความเร็วระดับดังกล่าวจริงไม่ถึงร้อยละ 2 ในระดับโลกร้อยละ 45 ของประเทศที่มีลูกค้าอย่างน้อยครึ่งหนึ่งอยู่บนแพ็กเกจ 500 Mbps ขึ้นไป มีค่า Median Download Speed ต่ำกว่า 250 Mbps แสดงให้เห็นว่าตัวเลขบนแพ็กเกจไม่ได้สะท้อนประสบการณ์เท่าที่ควร

เพื่อแก้ปัญหานี้ หลายประเทศจึงหันมาดูแล “คุณภาพประสบการณ์” หรือ QoE มากกว่าดูแค่ความเร็วที่โฆษณา สำหรับประเทศไทย กรอบที่เหมาะสมคือการกำหนดตัวชี้วัด QoE เช่น Median Download/Upload Speed, Latency, Jitter, Packet Loss และสัดส่วนลูกค้าที่ได้รับความเร็วให้ไม่ต่ำกว่าร้อยละหนึ่งของแพ็กเกจที่สมัคร (เช่น อย่างน้อยร้อยละ 70 หรืออย่างน้อยร้อยละ 80) และควรกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับแพ็กเกจ “กิกะบิต” เช่น Median Download อย่างน้อย 500 Mbps และกำหนดขีดจำกัดของ Latency/Jitter ที่รับได้

นอกจากนี้ ควรบังคับให้ผู้ให้บริการเปิดเผยข้อมูล QoE ผ่านแผนที่ Broadband (Broadband Map) และข้อมูลจากการทดสอบความเร็วของผู้ใช้ (Crowd-Sourced หรือ Speedtest) เพื่อให้ผู้บริโภคตัดสินใจได้จากข้อมูลจริง และสร้างแรงจูงใจให้ผู้ให้บริการพัฒนาคุณภาพ ปรับปรุงกติกาเรื่อง “ความเร็วที่โฆษณากับความเร็วที่ส่งมอบจริง” เช่น การระบุความเร็วขั้นต่ำ/ทั่วไป/สูงสุด และการให้สิทธิ์ลูกค้ายกเลิกสัญญาหาก QoE ต่ำกว่ามาตรฐานอย่างต่อเนื่อง ก็เป็นแนวทางที่ใช้ในยุโรป และควรนำมาปรับใช้ในไทย

รายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 แสดงว่าการกำกับ QoE ด้วยตัวชี้วัดเชิงประสบการณ์และการกำหนดกติกาเรื่อง Advertised vs Delivered Speed เป็นกุญแจในการสร้าง “สังคมกิกะบิตอย่างแท้จริง” ไทยสามารถใช้กรอบนี้เพื่อลดช่องว่างระหว่างแพ็กเกจที่โฆษณากับความเร็วที่ผู้ใช้ได้รับจริง และยกระดับคุณภาพบริการอินเทอร์เน็ตในภาพรวม

7.4.5 การส่งเสริมความสามารถในการเข้าถึงบริการ (Affordability) และการลดช่องว่างดิจิทัล

WBBA และสำนักงาน กสทช. ย้ำว่าการมีโครงสร้างพื้นฐานอย่างเดียวไม่พอ หากผู้คนจ่ายไม่ไหวหรือกลุ่มเปราะบางเข้าไม่ถึง บรอดแบนด์ก็ไม่สามารถสร้างประโยชน์เต็มที่โดยรายงาน Giga Thailand ตั้งเป้าว่าค่าใช้จ่าย อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) ควรต่ำกว่าร้อยละ 1 ของรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัว (GNI) และชี้ว่ามีช่องว่างชัดเจนระหว่างเมืองกับชนบท ทั้งด้านราคา แพ็กเกจ และคุณภาพ ทั้งนี้เมื่อพิจารณามาตรการที่ใช้กันในหลายประเทศ เช่น

- แพ็กเกจราคาพิเศษ (Social Tariff) สำหรับกลุ่มรายได้น้อย ผู้สูงอายุ และนักเรียน เพื่อให้เข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วพื้นฐานได้
- คูปองหรือเงินอุดหนุน (Voucher/Subsidy) สำหรับค่าติดตั้งครั้งแรกในพื้นที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานอยู่แล้ว แต่ครัวเรือนไม่พร้อมจ่ายค่าอุปกรณ์และค่าเดินสาย FTTH
- การจัดให้มีจุด Wi-Fi สาธารณะคุณภาพสูงในพื้นที่สาธารณะสำคัญ เช่น ศูนย์การเรียนรู้ โรงเรียน โรงพยาบาล เพื่อช่วยให้คนที่ยังไม่มีอินเทอร์เน็ตบ้านเข้าถึงบริการดิจิทัลได้ในระยะสั้น

รายงานของ ITU และ WBBA พบว่า เมื่อการเข้าถึงของอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) และความเร็วอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้น จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) เติบโตและความเหลื่อมล้ำลดลง ดังนั้น การออกแบบโครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) และการสนับสนุนด้านค่าใช้จ่าย (Subsidy) ควรอิงข้อมูล เช่น สัดส่วนค่าใช้จ่ายของ อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ (Fixed Broadband) ต่อรายได้ประชาชาติเฉลี่ยต่อหัว (GNI) รายกลุ่มรายได้ ค่า ARPU และสัดส่วนครัวเรือนรายได้น้อยที่มีหรือไม่มีอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านโครงข่ายประจำที่ เพื่อให้มาตรการช่วยเหลือไปถึงกลุ่มเป้าหมายได้จริง

หากประเทศไทยต้องการไปสู่เป้าหมาย “กิกะบิตเพื่อทุกคน” จำเป็นต้องมีมาตรการด้านส่งเสริมความสามารถในการจ่าย หรือความสามารถในการซื้อได้ (Affordability) และการเข้าถึงเทคโนโลยี (Inclusion) เช่น โครงสร้างราคาหรือส่วนลดพิเศษสำหรับบริการสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Social Tariff) คูปองหรือเงินอุดหนุน (Voucher/Subsidy) สำหรับค่าติดตั้ง และจุด Wi-Fi สาธารณะคุณภาพดีควบคู่กับการลดต้นทุนลงทุนโครงข่าย สิ่งเหล่านี้จะช่วยลดความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองกับชนบทและทำให้เป้าหมายด้านการใช้อินเทอร์เน็ตในครัวเรือนเป็นจริงได้

7.5 10-Giga City สำหรับประเทศไทย: เมืองนำร่องสู่อนาคตอัจฉริยะ

รายงาน Gigacity Index 2025 และ Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) สะท้อนวิสัยทัศน์ว่า “เมือง” คือเวทีนำร่องเชิงยุทธศาสตร์ในการสร้างสังคมกิกะบิต เนื่องจากมีความหนาแน่นประชากรสูงและเป็นศูนย์รวมกิจกรรมทางเศรษฐกิจ การศึกษา การแพทย์ และการท่องเที่ยว ทำให้การลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์และ 10G PON ให้เกิดผลคุ้มค่าและสร้างบริการดิจิทัลใหม่ได้ชัดเจน

7.5.1 เหตุผลเชิงยุทธศาสตร์: เหตุใด “เมือง” จึงควรเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ 10Gbps

จากข้อมูลของรายงาน Gigacity Index 2025[51] และรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) สามารถสะท้อนว่า “เมือง” เป็นตัวเร่งสำคัญของการพัฒนาเครือข่ายกิกะบิต เพราะมีความหนาแน่นประชากรสูง ทำให้การลงทุนไฟเบอร์คุ้มทุน และยังเป็นจุดรวมของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ การศึกษา การแพทย์ และการท่องเที่ยว ตัวอย่างจากสาธารณรัฐประชาชนจีนแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการพัฒนาเมือง 207 แห่งให้เป็น Gigacity ที่มี Gigabit Coverage ร้อยละ 100 และ 10G PON Port Ratio เฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 เศรษฐกิจดิจิทัลของประเทศก็เพิ่มสัดส่วนเป็นประมาณร้อยละ 42.8 ของ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP)

โดยในรายงานใช้ตัวชี้วัด เช่น FTTH Coverage, FTTH Penetration, สัดส่วนพอร์ต 10G PON, การใช้งาน Wi-Fi รุ่นใหม่ และค่า Median Download/Upload/Latency เพื่อจัดระดับเมืองเป็น Gold, Silver และ Bronze โดยกรุงเทพมหานคร ได้คะแนนรวมราว 50/100 จัดอยู่ในกลุ่ม “Silver Gigacity” ซึ่งหมายความว่ามีพื้นฐานโครงข่ายที่ดี แต่ยังมีช่องว่างในด้านสัดส่วน 10G PON และคุณภาพประสบการณ์ (QoE) เมื่อเทียบกับเมือง Gold อย่างสิงคโปร์และเซี่ยงไฮ้

ข้อมูลจาก Gigacity Index ชี้ให้เห็นว่า การเริ่มต้นลงทุนยกระดับจากเมืองที่มีความหนาแน่นและบทบาททางเศรษฐกิจสูง จะช่วยให้ลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์และ 10G PON ได้คุ้มค่าที่สุด และใช้เมืองเหล่านี้เป็นต้นแบบขยายไปพื้นที่อื่น ประเทศไทยจึงควรประยุกต์ใช้กรอบ Gold/Silver/Bronze Gigacity ในการเลือกเมืองนำร่องและกำหนดตัวชี้วัดพัฒนา

7.5.2 เมืองนำร่อง: กรุงเทพมหานคร ชลบุรี เชียงใหม่ และภูเก็ต

จังหวัดที่มีการเติบโตของอาคารและที่อยู่อาศัยสูง ได้แก่ กรุงเทพฯ เชียงใหม่ ชลบุรี ระยอง นครราชสีมา ขอนแก่น และภูเก็ต ซึ่งสะท้อนโอกาสการลงทุนโครงข่ายไฟเบอร์และมาตรฐานในอาคาร รายงานนี้จึงเสนอ 4 เมืองนำร่องสำหรับโครงการ 10-Giga City ได้แก่ กรุงเทพฯ ชลบุรี เชียงใหม่ และภูเก็ต โดยพิจารณาจากบทบาททางเศรษฐกิจและโอกาสการใช้ประโยชน์โครงข่าย 10G

[51] Philpott, M., Fellenbaum, A., & Wilson, S. (2025). Gigacity Index 2025: Quantifying city-level fiber development. World Broadband Association.

กรุงเทพมหานคร ศูนย์กลางการปกครอง เศรษฐกิจ การเงิน และคมนาคมของประเทศ เหมาะกับกรณีตัวอย่างในประเด็น E-government บริการการเงินดิจิทัล และระบบขนส่งอัจฉริยะ การตั้งเป้าให้มี FTTH Coverage ใกล้ร้อยละ 100 อัตราการเข้าถึง FTTH สูง สัดส่วน 10G PON สูง และการใช้ FTTR ในเมืองชั้นใน จะช่วยให้กรุงเทพฯ ขยับจากระดับ Silver ไปสู่ Gold Gigacity ตามเกณฑ์ WBBA

ชลบุรี (เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก: EEC) เป็นศูนย์กลางนิคมอุตสาหกรรมและเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เหมาะกับกรณีตัวอย่างโรงงานอัจฉริยะ (Smart Factory) และนิคมอุตสาหกรรมอัจฉริยะ (Smart Industrial Park) ที่ใช้ 10G PON โครงข่ายไฟเบอร์ส่วนบุคคล และ Edge Computing รองรับระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์

เชียงใหม่ เป็นเมืองศูนย์กลางภาคเหนือ มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ การศึกษา และเขตพัฒนาใหม่ (Greenfield Smart District) จึงเหมาะสำหรับทดลองโครงสร้างพื้นฐาน 10G PON FTTR สำหรับพื้นที่ใหม่ หรือใช้ในห้องเรียน XR ในสถานศึกษา แหล่งท่องเที่ยวอัจฉริยะ และพื้นที่ทำงานร่วมกัน (Co-Working) สำหรับผู้ประกอบการดิจิทัลในท้องถิ่น

ภูเก็ต เป็นเมืองท่องเที่ยวระดับโลกที่เน้นกลุ่มใช้จ่ายสูง รวมถึงมีชุมชน Remote Worker/Nomad และบริการด้าน E-Health และความปลอดภัยอัจฉริยะ การยกระดับ FTTH, 10G PON, FTTR และ Wi-Fi คุณภาพสูงในภูเก็ต จะสนับสนุนภาพลักษณ์เมืองท่องเที่ยวอัจฉริยะที่มีโครงข่าย 10G รองรับเติบโตของการท่องเที่ยว

สำหรับแต่ละเมือง ควรกำหนดเป้าหมายด้าน FTTH Coverage/Penetration สัดส่วน 10G PON อัตราการใช้ FTTR (FTTR Adoption Rate) และสัดส่วนอุปกรณ์ CPE ที่รองรับ Wi-Fi รุ่นใหม่ให้ชัดเจน ซึ่งทั้งหมดสอดคล้องกับตัวชี้วัดของ Gigacity Index 2025 และ Fiber Development Index (FDI) 2025

การเลือกกรุงเทพฯ ชลบุรี เชียงใหม่ และภูเก็ตเป็นเมืองนำร่องสอดคล้องกับข้อมูลด้านการเติบโตของอสังหาริมทรัพย์ โครงสร้างเศรษฐกิจ และแผนการขับเคลื่อนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะประเทศไทย (Smart City Thailand Development Plan) ของไทย รวมถึงเกณฑ์ Gigacity Index การตั้งเป้า FTTH/10G PON/FTTR สำหรับแต่ละเมือง จะช่วยสร้าง “เมืองตัวอย่าง” ที่สามารถขยายบทเรียนไปยังเมืองอื่นได้ในอนาคต

7.5.3 โครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการประมวลผลอัจฉริยะ: ขอบเครือข่ายความหน่วงต่ำ (Low-Latency Edge) เพื่อรองรับ AI และบริการดิจิทัลขั้นสูง

ตัวอย่างแนวปฏิบัติของประเทศซาอุดีอาระเบียนำเสนอแนวคิด “วงกลมความหน่วง” หรือ Latency Circle ที่แบ่งระดับเวลาหน่วงระหว่าง ผู้ใช้ – Edge – Cloud เป็นโซน 1 ms 5 ms และ 10 ms โดยในระดับเมือง ควรมีสถาปัตยกรรมโครงข่ายที่ทำให้ผู้ใช้สื่อสารกับ Edge Data Center ภายในเวลาใกล้ 1 ms ภายในประเทศราว 5 ms และระหว่างภูมิภาคราว 20 ms เพื่อรองรับแอปพลิเคชันที่ต้องตอบสนองใกล้เรียลไทม์

ในเชิงเทคนิค โครงข่ายสำหรับงาน AI-หนัก (AI-Centric) ต้องใช้ DWDM/OTN ความเร็ว 400–800G และกำลังก้าวเข้าสู่ระบบ 1.2/1.6T ร่วมกับความน่าเชื่อถือระดับร้อยละ 99.9999 และความสามารถทำ Network Slicing และควบคุมความหน่วงได้ (Deterministic Latency) โดยรายงาน Fiber Development Index (FDI) Analysis 2025 ของ World Broadband Association (WBBA) ระบุว่าผู้ให้บริการและผู้ให้บริการคลาวด์รายใหญ่กำลังสร้างเส้นทางไฟเบอร์ใหม่ด้วยสายคุณภาพสูง เพื่อรองรับปริมาณการรับส่งข้อมูลจากศูนย์ข้อมูล สำหรับ AI ขนาดใหญ่

สำหรับโครงสร้างเมืองที่พร้อมต่อ AI จำเป็นต้องมีศูนย์ข้อมูลใกล้เมือง (Metro Edge DC) และศูนย์ข้อมูลระดับภูมิภาค (Regional DC) เชื่อมกันด้วยโครงข่ายไฟเบอร์คุณภาพสูง เพื่อรองรับกรณีตัวอย่าง เช่น ระบบวิเคราะห์วิดีโออัจฉริยะ (AI Video Analytics) แบบจำลองดิจิทัลของเมืองและโรงงาน (Digital Twin) ห้องเรียน XR และระบบยานยนต์หรือขนส่งอัจฉริยะในเมือง ตัวอย่างจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่สร้าง “เครือข่ายคอมพิวติ้ง 1 ms” ในบางเมือง แสดงให้เห็นว่าการออกแบบ OTN/DC ให้รองรับความหน่วงเป้าหมาย 1-5-20 ms มีความสำคัญต่อการใช้งาน AI และบริการเรียลไทม์[52]

เพื่อให้ประเทศไทยมีความพร้อมรองรับการพัฒนาและการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ (AI) โครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายจำเป็นต้องได้รับการยกระดับให้รองรับความจุระดับ 400–800 Gbps ในระบบ DWDM/OTN และสูงกว่านั้น พร้อมทั้งต้องมีสถาปัตยกรรมโครงข่ายที่กำหนด วงแหวนความหน่วง (Latency Circle) ระดับ 1-5-20 มิลลิวินาที อย่างชัดเจน เพื่อเชื่อมโยงระหว่าง ผู้ใช้งานปลายทาง (End Users) โหนดประมวลผลระดับขอบเครือข่าย (Edge Nodes) และแพลตฟอร์มคลาวด์ (Cloud Platforms) โครงสร้างพื้นฐานดังกล่าวถือเป็นรากฐานสำคัญในการรองรับการใช้งานขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์วิดีโอด้วย AI (AI-driven Video Analytics) แบบจำลองเสมือนจริงที่จำลองวัตถุ ระบบ หรือกระบวนการทางกายภาพในโลกจริง (Digital Twin Environments) และ ระบบการคมนาคมอัจฉริยะ (Intelligent Mobility Systems) ดังนั้น

---

[52] 1 ms ภายในเมือง (1 ms within the City) แนวคิด “เมืองความหน่วงต่ำพิเศษ (Ultra-Low Latency City)” นี้ถูกออกแบบมาเพื่อกระตุ้นการพัฒนาอุตสาหกรรมอัจฉริยะ (Smart Manufacturing) และสนับสนุนการเกิดแอปพลิเคชันที่มีความสำคัญสูง เช่น การผ่าตัดทางไกล (Remote Surgery) และ Cloud Gaming ขั้นสูง ซึ่งต้องการการตอบสนองแบบเกือบทันที ระบบดังกล่าวช่วยให้กำลังประมวลผล (Computing Power) สามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วภายในพื้นที่มหานคร

5 ms ภายในประเทศ (5 ms within the Country) ค่าความหน่วงระดับนี้ทำให้สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมศูนย์ข้อมูลแบบ Active-Active Data Center ได้ ซึ่งหมายถึงศูนย์ข้อมูลหลายแห่งในประเทศไทยสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการแบ่งปันภาระงาน (Workload Sharing) และการสลับระบบสำรอง (Failover) อย่างราบรื่น สิ่งนี้ถือเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเชื่อมโยงกำลังประมวลผลด้าน AI ระดับประเทศ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ความมั่นคง และประสิทธิภาพของโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล

20 ms ภายในภูมิภาค (20 ms in the Region) เป้าหมายนี้ช่วยวางตำแหน่งประเทศไทยให้เป็น ศูนย์กลางดิจิทัลของภูมิภาคอาเซียน โดยสามารถรองรับการกระจายเนื้อหาและแอปพลิเคชันระดับนานาชาติ รวมถึงการเชื่อมต่อกับพันธมิตรในภูมิภาคได้อย่างไร้รอยต่อ ทำให้ประเทศไทยมีความน่าสนใจในฐานะฐานปฏิบัติการสำหรับธุรกิจดิจิทัลระดับภูมิภาค

ประเทศไทยควรกำหนด มาตรฐานระดับชาติสำหรับตัวชี้วัดด้านความหน่วง (Latency Benchmarks) และ โครงสร้างโทโพโลยีของ Edge Data Center และ OTN ให้เป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงการ 10-Giga City อย่างเป็นทางการ

เพื่อสนับสนุนวิสัยทัศน์ของประเทศไทยในการเป็น ศูนย์กลางดิจิทัลของภูมิภาค (Digital Hub) และการสร้างวงแหวนความหน่วงระดับภูมิภาค 20 มิลลิวินาที (20 ms Regional Latency Circle) โครงสร้างพื้นฐานด้านเคเบิลใต้น้ำ (Submarine Cables) และ เคเบิลใยแก้วนำแสงภาคพื้นดิน (Terrestrial Optical Cables) ควรถูกกำหนดให้เป็น โครงสร้างพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ของประเทศ สำหรับเคเบิลใต้น้ำ โดยควรมุ่งพัฒนาให้ประเทศไทยเป็น ศูนย์กลางการเชื่อมต่อระดับโลก (Global Connectivity Hub) โดยเสริมความแข็งแกร่งของเส้นทางเชื่อมต่อโดยตรงกับศูนย์กลางดิจิทัลสำคัญของเอเชีย เช่น สิงคโปร์และฮ่องกง เพื่อให้ประเทศไทยสามารถดึงดูดและรวบรวมการรับส่งข้อมูลระหว่างประเทศ และสามารถ “แบ่งปันผลประโยชน์จากเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Dividends)” ที่เกิดจากบริการคอนเทนต์และคลาวด์ระดับโลก

ในส่วนของโครงข่ายใยแก้วนำแสงภาคพื้นดิน ประเทศไทยสามารถพัฒนา เส้นทางโครงข่ายใหม่ที่มีความหลากหลาย (Diverse Routes) เชื่อมต่อไปยังประเทศจีนและประเทศอื่น ๆ ในอาเซียน ซึ่งจะช่วยให้สามารถ ซ่อมบำรุงได้รวดเร็วขึ้น มีเส้นทางโครงข่ายที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองอย่างสมบูรณ์ (Self-Controlled Routes) และสนับสนุนการจัดเก็บข้อมูลภายในประเทศ (Data Localization) ได้ดียิ่งขึ้น ขณะเดียวกันยังช่วย ลดต้นทุนการเชื่อมต่อข้ามพรมแดนลงประมาณร้อยละ 30–50 ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจสำคัญให้ ผู้ให้บริการศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Hyperscale Data Centers) และผู้ให้บริการคลาวด์ระดับโลกเลือกจัดตั้งแพลตฟอร์มระดับภูมิภาคในประเทศไทย

7.5.4 แนวทางการพัฒนาและระยะเวลาดำเนินงาน

1. กรอบแนวนโยบายภาพรวม

1.1. กำหนดให้ “โครงการพัฒนาเมือง 10-Giga City” และ “การยกระดับโครงข่าย 5G-Advanced (5G-A)” เป็นยุทธศาสตร์คู่ขนาน ภายใต้กรอบ “ประเทศไทยศูนย์กลางดิจิทัลแห่งอาเซียน (Digital Hub of ASEAN)” โดยมุ่งเน้นการบูรณาการโครงสร้างพื้นฐานคงที่ (10G FTTH/FTTR และโครงข่ายใยแก้วนำแสงความเร็วสูง) เข้ากับโครงข่ายไร้สายยุคใหม่ (5G-A) และโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล/คลาวด์อย่างเป็นระบบ

1.2. กำหนดให้กรุงเทพมหานคร เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และเมืองเศรษฐกิจ/ท่องเที่ยวสำคัญ เช่น จังหวัดภูเก็ต เป็น “พื้นที่นำร่องร่วม” สำหรับทั้งโครงการ 10-Giga City และ 5G-A (5G-A Pilot/Key Cities) เพื่อให้การลงทุนด้านโครงข่ายคงที่และโครงข่ายไร้สายเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสนับสนุนคลัสเตอร์เศรษฐกิจจริง ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิต โลจิสติกส์ เมืองอัจฉริยะ และการท่องเที่ยว

2. การเชื่อมโยงกรอบเวลา (Roadmap) ระหว่าง 10-Giga City กับ 5G-Advanced

2.1. **ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2569–2570) “ระยะนำร่อง”**

2.1.1. เร่งปรับโครงข่าย 5G ทั่วประเทศเข้าสู่สถาปัตยกรรม Standalone (SA) และเริ่มนำฟังก์ชัน 5G-Advanced มาใช้ในพื้นที่นำร่อง เช่น ฟีเจอร์การรวมคลื่นความถี่หลายย่าน (3CC Aggregation) การเพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลขาขึ้น และบริการหน่วงต่ำ (URLLC) เพื่อรองรับการใช้งานดิจิทัลขั้นสูง

2.1.2. ดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพโครงข่ายคงที่จาก GPON เป็น XGS-PON/10G PON ในพื้นที่เมืองนำร่อง โดยตั้งเป้าสัดส่วนพอร์ต 10G PON ในระดับที่สามารถรองรับแพ็กเกจบริการระดับกิกะบิตขึ้นไปอย่างมีเสถียรภาพ พร้อมเริ่มใช้เทคโนโลยี FTTR ในอาคารสำคัญ เพื่อแก้ไขปัญหา “ช่องว่างช่วงสุดท้าย” ภายในอาคาร (Last Mile Gap)

2.1.3. พัฒนาโครงข่ายใยแก้วนำแสงหลักและระบบขนส่งสัญญาณ (DWDM/OTN) ให้รองรับความเร็วอย่างน้อย 400 Gbps เชื่อมโยงเมืองนำร่องกับศูนย์ข้อมูล (Edge Data Center) และจุดแลกเปลี่ยนข้อมูลอินเทอร์เน็ต (IXP) ภายในประเทศ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเวลาหน่วง (Latency) ระดับ 1–5 มิลลิวินาที ในพื้นที่เมืองนำร่อง ตามแนวคิด “Latency Circle”

2.1.4. เริ่มประกาศนิยาม “5G-A Ready City” และ “10-Giga City Pilot” สำหรับพื้นที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานทั้งสองด้านพร้อม และกำหนดให้มีการติดตามคุณภาพการให้บริการ (QoE) ของทั้งโครงข่ายคงที่และโครงข่ายไร้สายอย่างเป็นระบบ

2.2. **ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2571–2573) “ระยะขยายและเชื่อมโยงระดับภูมิภาค”**

2.2.1. ขยายพื้นที่ 10-Giga City และ 5G-A ไปยังเมืองเศรษฐกิจระดับรอง และเมืองศูนย์กลางภูมิภาค เช่น ภูเก็ต และเชียงใหม่ โดยกำหนดให้มีทั้ง FTTH/10G PON, FTTR, 5G-A SA และโครงสร้างพื้นฐาน Edge/Cloud ที่เชื่อมโยงกัน

2.2.2. พัฒนาโครงข่ายใยแก้วนำแสงระหว่างประเทศและสายเคเบิลใต้น้ำ รวมทั้งเพิ่มความสามารถของระบบ DWDM/OTN ไปสู่ระดับ 800 Gbps–1.2 Tbps เพื่อสนับสนุนบทบาทของประเทศไทยในฐานะศูนย์กลางการไหลเวียนข้อมูลของอาเซียน ตามกรอบรายงาน

ของธนาคารโลกและแผนโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลของเขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

2.2.3. จัดทำมาตรการดึงดูดการลงทุนด้านศูนย์ข้อมูล (Data Center) คลัสเตอร์คลาวด์ และศูนย์ประมวลผล AI ให้มาตั้งอยู่ในพื้นที่เมืองนำร่อง โดยอาศัยความพร้อมของโครงข่าย 10G FTTH/OTN และ 5G-A เป็นปัจจัยสำคัญ

2.3. **ระยะที่ 3 (หลังปี พ.ศ. 2573) "ระยะรองรับอุตสาหกรรมดิจิทัลและ AI มูลค่าสูง และการเตรียมสู่ 6G"**

2.3.1. กำหนดให้เมืองนำร่องหลัก เช่น กรุงเทพมหานคร และเขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) มีคุณสมบัติครบถ้วนตามแนวคิด "10-Giga City เต็มรูปแบบ" ได้แก่ ครอบคลุม FTTH ในระดับใกล้ 100% มีสัดส่วนพอร์ต 10G PON สูง มีการใช้ FTTR อย่างแพร่หลายในอาคารยุทธศาสตร์ และมีโครงข่ายใยแก้วนำแสงระดับ 800 Gbps–1.6 Tbps เชื่อมโยงกับศูนย์ข้อมูล

2.3.2. บูรณาการโครงข่าย 5G-Advanced เข้ากับ Edge Computing, Cloud และแพลตฟอร์ม AI ในเขตนิคมอุตสาหกรรมสำคัญ เพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0 ระบบ Digital Twin และระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนด้วย AI ตามหมุดหมายระยะที่ 3 ของแผน 5G-A

2.3.3. ใช้กรอบมาตรฐาน ION-2030 ของ ITU-T เป็นแนวทางในการยกระดับโครงข่ายใยแก้วนำแสงสากลของไทยให้พร้อมรองรับการเปลี่ยนผ่านจาก 5G-Advanced ไปสู่ 6G ทั้งในมิติการเพิ่มความจุและการสนับสนุนปริมาณงานด้าน AI ขนาดใหญ่

3. นโยบายโครงสร้างพื้นฐาน: การบูรณาการโครงข่ายคงที่ โครงข่ายไร้สาย และโครงสร้างข้อมูล

3.1. กำหนดหลักการ "Fixed–Mobile Convergence" ในระดับประเทศ โดยกำหนดให้โครงข่ายคงที่ความเร็วสูง (FTTH/FTTR/10G PON/50G PON) และโครงข่ายไร้สายยุค 5G-Advanced ใช้โครงสร้างพื้นฐานสายใยแก้วนำแสงและจุดเชื่อมต่อเดียวกันในพื้นที่เมืองนำร่อง เพื่อลดต้นทุนรวมและยกระดับคุณภาพบริการแบบปลายทางถึงปลายทาง (End-to-End)

3.2. กำหนดมาตรฐาน "เมือง 10-Giga และ 5G-A พร้อมใช้งาน" โดยอย่างน้อยต้องมี

3.2.1. ความครอบคลุม FTTH ในระดับสูง (เช่น อย่างน้อยร้อยละ 95) พร้อมสัดส่วนพอร์ต 10G PON และ 50G PON ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.2. โครงข่าย 5G-Advanced แบบ Standalone ครอบคลุมพื้นที่เมือง โดยมีตัวชี้วัดด้านความเร็วและความหน่วงใกล้เคียงกับประเทศผู้นำในภูมิภาค

3.2.3. ศูนย์ข้อมูลระดับเมือง (Edge Data Center) และจุดแลกเปลี่ยนข้อมูล (IXP) เชื่อมต่อด้วยโครงข่ายใยแก้วนำแสงความเร็วสูง พร้อมการออกแบบเวลาหน่วงตามแนวคิด Latency Circle

3.2.4. ส่งเสริมการใช้ Fixed Wireless Access (FWA) บนโครงข่าย 5G-Advanced เป็นกลไกสำคัญในการขยายการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในพื้นที่ชนบทและพื้นที่ที่โครงสร้างพื้นฐานสายยังเข้าไม่ถึง โดยบูรณาการเข้ากับแผนขยาย FTTH และกองทุนสนับสนุนด้านดิจิทัลของรัฐ เพื่อช่วยลดความเหลื่อมล้ำด้านการเข้าถึงบรอดแบนด์

4. นโยบายการวิจัยและนวัตกรรม (R&D) และพื้นที่ทดสอบ (Sandbox)

4.1. จัดตั้ง “เขตนวัตกรรม 10-Giga City และ 5G-A / AI” ในเมืองนำร่อง เช่น กรุงเทพมหานคร เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) และเมืองท่องเที่ยวหลัก โดยออกแบบเป็นพื้นที่ทดสอบเชิงนโยบาย (Regulatory Sandbox) สำหรับบริการดิจิทัลขั้นสูงที่ใช้ทั้งโครงข่าย 10G และ 5G-Advanced เช่น บริการ Network Slicing, Private 5G, เมืองอัจฉริยะ บริการสาธารณสุขดิจิทัล และบริการด้านการท่องเที่ยวดิจิทัล

4.2. ส่งเสริม “การร่วมออกแบบและพัฒนา (Co-Creation)” ระหว่างผู้ให้บริการโครงข่าย ผู้ผลิตอุปกรณ์ ภาคอุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษาของไทย เพื่อพัฒนาอุปกรณ์และโซลูชันที่ใช้ศักยภาพของ 5G-Advanced และ 10G FTTH/FTTR ได้อย่างเต็มที่ เช่น ระบบ Digital Twin การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ และแพลตฟอร์ม AI สำหรับภาคอุตสาหกรรมและผู้บริโภค

4.3. จัดทำโครงการทุนวิจัยและพัฒนาร่วมระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อสนับสนุนการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้โครงสร้างพื้นฐาน 10-Giga City และ 5G-Advanced อย่างแท้จริง โดยเฉพาะในสาขาที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจสูง เช่น อุตสาหกรรมการผลิต โลจิสติกส์ การแพทย์ เมืองอัจฉริยะ การท่องเที่ยว และบริการดิจิทัลสำหรับประชาชน

5. นโยบายกำกับดูแลและการบริหารจัดการคลื่นความถี่

5.1. พิจารณาให้กรอบการบริหารคลื่นความถี่สำหรับเทคโนโลยี 5G-Advanced ในช่วงปี 2569–2573 เป็น “ฐานสำคัญรองรับโครงสร้างพื้นฐานยุค 6G” และสอดคล้องกับการพัฒนาโครงข่าย 10-Giga City โดยกำหนดให้มีปริมาณคลื่นย่านกลาง (Mid-Band) เพียงพอ (ไม่น้อยกว่า 2 GHz ภายในปี 2573) และพิจารณาให้ย่าน Upper 6 GHz ตามแนวทางของ GSMA และ ITU สำหรับการให้บริการ IMT ในอนาคต

5.2. ปรับปรุงหลักเกณฑ์การประมูลและการออกใบอนุญาตคลื่นความถี่จากการมุ่งเน้นเฉพาะ “ภาระผูกพันด้านพื้นที่ให้บริการ (Coverage Obligation)” ไปสู่ “ภาระผูกพันด้านสมรรถนะการให้บริการ (Performance-Based Obligation)” โดยกำหนดตัวชี้วัดด้านความเร็วทั้งขาขึ้นและขาลง ค่าความหน่วง และคุณภาพการให้บริการอื่น ๆ ให้ชัดเจน เพื่อให้การถือครองคลื่นความถี่เกิดประโยชน์สูงสุดต่อเศรษฐกิจและสังคม

5.3. กำหนดกรอบการวัดคุณภาพการให้บริการ (QoS/QoE Framework) ร่วมสำหรับทั้งโครงข่ายคงที่และโครงข่ายไร้สาย โดยประกาศตัวชี้วัดด้าน Median Speed, Latency, Jitter และสัดส่วนผู้ใช้งานที่ได้รับความเร็วตามที่ระบุในแพ็กเกจอย่างโปร่งใส พร้อมจัดให้มีระบบวัดผลโดยบุคคลที่สามและเผยแพร่ข้อมูลต่อสาธารณะผ่านแดชบอร์ดระดับเมืองและระดับประเทศ

5.4. ปรับปรุงกฎหมายอาคารและข้อกำหนดด้านโครงสร้างพื้นฐานในอาคาร ให้กำหนดให้ทุกอาคารใหม่ที่อยู่ในเมืองนำร่องต้องเป็น “อาคารพร้อมใช้ไฟเบอร์และ 5G (Fiber-ready & 5G-Ready Building)” โดยมีทั้งระบบท่อเดินสาย (Duct) ห้องสาย (MDF/IDF) สำหรับไฟเบอร์ และโครงสร้างรองรับระบบ 5G ภายในอาคาร เพื่อไม่ให้คุณภาพสัญญาณภายในอาคารเป็นจุดอ่อนของประสบการณ์ใช้งาน

7.5.5 บทบาทของภาครัฐและกลไกการประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เพื่อให้การพัฒนา 10-Giga City และโครงข่าย 5G-Advanced ของประเทศไทยเป็นไปอย่างมีเอกภาพ โปร่งใส และต่อเนื่อง จำเป็นต้องมีกลไกบริหารจัดการทั้งระดับชาติและระดับเมืองที่ชัดเจน ควบคู่กับระบบดัชนีและการติดตามผลเชิงข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะ เพื่อกำหนดทิศทางนโยบาย กำกับการดำเนินงานในพื้นที่นำร่อง และสร้างแรงจูงใจให้ทุกภาคส่วนร่วมกันยกระดับสมรรถนะดิจิทัลของตนเอง

1. ควรจัดตั้ง “คณะกรรมการอำนวยการระดับชาติด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล” ที่มีองค์ประกอบจากกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงการคลัง หน่วยงานด้านความมั่นคง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำหน้าที่กำหนดนโยบาย วางเป้าหมาย และกำกับติดตามโครงการ 10-Giga City และ 5G-Advanced ในภาพรวม
2. สนับสนุนให้แต่ละเมืองนำร่องจัดตั้ง “สำนักงานดิจิทัล/เมืองอัจฉริยะระดับเมือง (City-Level Digital/Smart City Office)” ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานหลักในการบริหารโครงการเมือง 10-Giga City และ 5G-Advanced ในพื้นที่ ประสานงานกับผู้ให้บริการโครงข่าย ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ภาคเอกชน และภาคประชาชน
3. พัฒนา “ดัชนีเมืองดิจิทัล 10-Giga City & 5G-Advanced (City-Level Gigacity & 5G-Advanced Index)” ในระดับประเทศ โดยใช้ตัวชี้วัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน (FTTH Coverage, 10G PON Ratio, 5G-Advanced Coverage, DWDM/OTN Capacity) ด้านคุณภาพบริการ (Median Speed, Latency, QoE) และด้านเศรษฐกิจดิจิทัล (มูลค่า FDI ดิจิทัล จำนวนธุรกิจดิจิทัล ฯลฯ) และเผยแพร่ข้อมูลต่อสาธารณะอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอเชิงนโยบายข้างต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับ 10-Giga City และ 5G-Advanced ให้เป็น “โครงสร้างพื้นฐานหลักระดับชาติ” รองรับบทบาทของประเทศไทยในฐานะศูนย์กลางดิจิทัลของอาเซียน โดยผสานการพัฒนาโครงข่ายคงที่ความเร็วสูง โครงข่ายไร้สายยุคใหม่ โครงสร้างข้อมูล คลาวด์ งานวิจัยและนวัตกรรม และกรอบกำกับดูแลเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ และมีกรอบเวลาชัดเจนในช่วง 2569–2573 และระยะยาวต่อไป

8 อภิธานศัพท์

คำศัพท์	ความหมาย
Affordability	ความสามารถในการจ่าย
AI Compute	ทรัพยากรประมวลผลสำหรับ AI
AI for Network	การใช้ AI เพื่อปรับแต่งเครือข่าย
AI Governance	การกำกับดูแล AI
AI Inference	การรันโมเดล AI เพื่อคาดคะเน
AI Lifecycle	วงจรชีวิตระบบ AI
AI Offloading	การย้ายงาน AI ไปประมวลผลที่อื่น
AI Workload	งานประมวลผลของ AI
AI2X (AI To Everything)	AI สำหรับทุกสิ่ง
AI-driven 5G-Advanced Applications	แอปพลิเคชัน 5G-A ขับเคลื่อนด้วย AI
AI-driven e-Commerce	อีคอมเมิร์ซที่ขับเคลื่อนด้วย AI
AI-Embedded	เทคโนโลยีฝังปัญญาประดิษฐ์
AI-Native	ที่มี AI เป็นส่วนแกนหลัก
AI-Native RAN	RAN ที่ผนวก AI ในการควบคุม
AI-Native Traffic	ทราฟฟิกที่เกิดจากบริการ AI เป็นหลัก
AI-Powered Services	บริการที่ขับเคลื่อนด้วย AI
AI-Ready Infrastructure	โครงสร้างพื้นฐานพร้อมรองรับ AI
All-Optical Broadband	บรอดแบนด์ที่เป็นใยแก้วทั้งหมด
All-Optical Network	โครงข่ายใยแก้วทั้งระบบ
Ambient IoT (P-IoT)	IoT เชิงแวดล้อม/พาสซีฟ
Anomaly Detection	การตรวจจับความผิดปกติ
Anonymized Data	ข้อมูลที่ลบ/ปิดบังตัวตน
Application Ecosystem	ระบบนิเวศแอปพลิเคชัน
AR try-on	ลองสินค้าเสมือนด้วย AR
ARPU uplift	การเพิ่มขึ้นของรายได้เฉลี่ยต่อเลขหมาย
Benchmark Countries	ประเทศตัวอย่าง/เกณฑ์อ้างอิง
Best Practice	แนวปฏิบัติที่เป็นเลิศ
Broadband Market	ตลาดบรอดแบนด์
Broadband Market Liberalization	การเปิดเสรีตลาดบรอดแบนด์
Broadband Penetration	อัตราการเข้าถึงบรอดแบนด์
Campus Network	เครือข่ายครอบคลุมพื้นที่องค์กร
Capacity Upgrade	การเพิ่มขีดความจุ
Cart Abandonment	การทิ้งตะกร้าสินค้าไม่จ่ายเงิน
Churn	การยกเลิกใช้บริการ
Closed-Loop Control	การควบคุมแบบวงจรปิด
Cloud-Native 5G Core	แกนเครือข่าย 5G แบบคลาวด์เนทีฟ
Communications Infrastructure Code	ข้อกำหนดโครงสร้างพื้นฐานสื่อสาร
Competitive Broadband Offers	แพ็กเกจบรอดแบนด์ที่แข่งขันได้
Competitiveness	ความสามารถในการแข่งขัน
Computing Network	เครือข่ายด้านการประมวลผล
Construction Code Reform	การปฏิรูปกฎด้านก่อสร้าง
Conversion Rate	อัตราการเปลี่ยนจากผู้ชมเป็นผู้ซื้อ

คำศัพท์	ความหมาย
Cost-per-Bit	ต้นทุนต่อบิตข้อมูล
Coverage Enhancement	การเสริมความครอบคลุม
Coverage Obligation	ภาระหน้าที่ครอบคลุมพื้นที่
Creator Economy	เศรษฐกิจครีเอเตอร์
Cross-Border Coordination	การประสานงานข้ามพรมแดน
Data Privacy	ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล
Demand Stimulation	การกระตุ้นอุปสงค์
Demand-Side Support	มาตรการด้านอุปสงค์
Device Ecosystem	ระบบนิเวศอุปกรณ์
Device Readiness	ความพร้อมด้านอุปกรณ์
Device-to-Device Connectivity	การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์โดยตรง
DIG Once policy	นโยบายขุดครั้งเดียว
Digital Divide	ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล
Digital Economy	เศรษฐกิจดิจิทัล
Digital Hub Of ASEAN	ศูนย์กลางดิจิทัลของอาเซียน
Digital Inclusion	การทำให้ทุกกลุ่มเข้าถึงดิจิทัล
Digital Infrastructure Roadmap	แผนแม่บทโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล
Digital Infrastructure Targets	เป้าหมายโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล
Digital Policy Framework	กรอบนโยบายดิจิทัล
Distributed Computing	การประมวลผลแบบกระจาย
Dual 10Gbps city	เมือง “Dual 10Gbps”
DWDM / OTN	เทคโนโลยี DWDM/เครือข่ายส่งสัญญาณออปติก
Dynamic Ad Insertion	การแทรกโฆษณาแบบไดนามิก
Economic Contribution	การมีส่วนช่วยต่อเศรษฐกิจ
Ecosystem Readiness	ความพร้อมของระบบนิเวศ
Edge AI	AI ที่ประมวลผลบน edge
Edge Cloud	คลาวด์ที่อยู่ใกล้ผู้ใช้
Edge Node	โหนดขอบเครือข่าย
E-Government Services	บริการรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์
ELAA-MM (Enhanced Large-Scale Antenna Array)	เสาอากาศจำนวนมากประสิทธิภาพสูง
Energy Saving	การประหยัดพลังงานเครือข่าย
Experience Gap	ช่องว่างด้านประสบการณ์ใช้งาน
Federated Learning	การเรียนรู้ร่วมแบบกระจาย
Fiber Development Index (FDI)	ดัชนีพัฒนาไฟเบอร์
Fixed Broadband Coverage	ความครอบคลุมบรอดแบนด์ประจำที่
Fixed Network Generation	รุ่น/ยุคของโครงข่ายคงที่
Fixed Wireless Access (FWA)	อินเทอร์เน็ตประจำที่ไร้สาย
Fixed–Mobile Convergence	การบูรณาการ fixed กับ mobile
FTTH (Fiber to the Home)	ไฟเบอร์ถึงบ้าน
FTTR (Fiber to the Room)	ไฟเบอร์ถึงห้อง
Full-Scenario Intelligent Connections	การเชื่อมต่ออัจฉริยะครอบคลุมทุกสถานการณ์
Future Spectrum Roadmap	แนวทางพัฒนาคลื่นความถี่ในอนาคต
Gig Economy	เศรษฐกิจแบบชั่วคราว
Gigacity Index	ดัชนี Gigacity

คำศัพท์	ความหมาย
Government Coordination	การประสานงานระหว่างหน่วยงานรัฐ
Government Digital Infrastructure	โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลภาครัฐ
Government Digital Infrastructure Targets	เป้าหมายโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลภาครัฐ
GPON	มาตรฐานกิกะบิต PON
Harmonized Communication and Sensing (HCS)	การผสานการสื่อสารกับการเซนซิง
High-Speed Fixed Broadband	บรอดแบนด์ประจำที่ความเร็วสูง
Household Penetration	สัดส่วนครัวเรือนที่เชื่อมต่อเน็ต
Household-Level Fiber Penetration	การเข้าถึงไฟเบอร์ในระดับครัวเรือน
Hybrid Business Model	โมเดลรายได้แบบผสม
Immersive Experience	ประสบการณ์ดื่มด่ำ
In-Building Fiber Standards	มาตรฐานไฟเบอร์ในอาคาร
In-Building Fiberization	การวางโครงข่ายไฟเบอร์ภายในอาคาร
Incentive Schemes	แผนสิทธิประโยชน์สนับสนุน
Inclusive Growth	การเติบโตอย่างทั่วถึง
Income Opportunities	โอกาสสร้างรายได้
Industrial Digitalization	การเปลี่ยนอุตสาหกรรมสู่ดิจิทัล
Infrastructure Of Opportunity	โครงสร้างพื้นฐานเพื่อโอกาส
Infrastructure Sharing	การร่วมใช้โครงสร้างพื้นฐาน
Innovation Capacity	ศักยภาพด้านนวัตกรรม
Integrated Sensing and Communication	การรวมฟังก์ชันสื่อสารกับตรวจจับ
Intelligent Routing	การกำหนดเส้นทางอย่างชาญฉลาด
Intent-Based Networking	เครือข่ายขับเคลื่อนด้วยเจตนารมณ์
International Bandwidth	แบนด์วิดท์เชื่อมต่อระหว่างประเทศ
International Case Studies	กรณีศึกษาต่างประเทศ
Investment Climate	บรรยากาศการลงทุน
Job Creation	การสร้างงาน
Last-Mile Bottleneck	คอขวดในช่วงเชื่อมต่อสุดท้าย
Last-Mile Connectivity	การเชื่อมต่อช่วงสุดท้ายถึงผู้ใช้
Latency Circle	วงแหวนค่าหน่วงเวลา
Latency-Sensitive AI Services	บริการ AI ที่ไวต่อ latency
License Conditions	เงื่อนไขใบอนุญาต
Lighthouse Cities	เมืองนำร่อง" หรือ "เมืองต้นแบบ
Lighthouse Projects	โครงการนำร่องตัวอย่าง
Live Commerce	คอมเมิร์ซผ่านไลฟ์สตรีม
Long-Term Roadmap	แผนระยะยาว
Long-Term Spectrum Planning	การวางแผนคลื่นระยะยาว
Low-Altitude Economy	เศรษฐกิจการบินระดับต่ำ
Lower-Power High-Accuracy Positioning	การระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงใช้พลังต่ำ
Mandatory In-Building Fiber Standards	มาตรฐานไฟเบอร์ภาคบังคับ
Metro Edge Data Center	ดาต้าเซ็นเตอร์ขอบเครือข่ายในเมือง
Mid-Band Expansion	การขยายย่านความถี่กลาง
mmWave Deployment	การใช้งานย่านความถี่สูงมาก
Mobile AI	ปัญญาประดิษฐ์บนมือถือ
Model Inference	การใช้งานโมเดลเพื่อทำนาย

คำศัพท์	ความหมาย
Model Training	การฝึกโมเดล AI
Model Updates Over-the-Air	การอัปเดตโมเดลผ่านเครือข่ายไร้สาย
Multi-Access Edge Computing (MEC)	การประมวลผลที่ขอบเครือข่าย
Multi-Band Spectrum Aggregation	การรวมคลื่นหลายย่าน
National Broadband Strategy	ยุทธศาสตร์บรอดแบนด์แห่งชาติ
National Speed Targets	เป้าหมายความเร็วระดับชาติ
Network For AI	เครือข่ายที่สนับสนุนงาน AI
Network Quality Improvement	การยกระดับคุณภาพเครือข่าย
Network Readiness	ความพร้อมของโครงข่าย
Network Slicing	การแบ่งส่วนเครือข่าย
On-Demand Services	บริการตามสั่งทันที
On-Device AI	AI บนอุปกรณ์ปลายทาง
Open Data	ชุดข้อมูลเปิดภาครัฐ
OTT platforms	แพลตฟอร์ม OTT
Peri-Urban Areas	พื้นที่รอบนอกเมือง
Pilot Cities	เมืองนำร่อง
Platform Workers	แรงงานแพลตฟอร์ม
Policy Levers	คันโยกเชิงนโยบาย
Policy Objectives	วัตถุประสงค์เชิงนโยบาย
PON (Passive Optical Network)	โครงข่ายใยแก้วแบบพาสซีฟ
Port Ratio	สัดส่วนพอร์ต PON ระดับ 10G/50G
Premium 5G Plans	แพ็กเกจ 5G ระดับพรีเมียม
Premium Mobile Broadband	บรอดแบนด์มือถือระดับพรีเมียม
Priority Sectors	ภาคเศรษฐกิจเป้าหมาย
Private 5G	เครือข่าย 5G ส่วนตัว
Productivity Gains	การเพิ่มขึ้นของผลิตภาพ
Public Funding	เงินทุนภาครัฐ
Public–Private Partnership (PPP)	ความร่วมมือภาครัฐ-เอกชน
QoS-Aware Scheduling	การจัดตารางทรัพยากรตาม QoS
Quality Of Experience (QoE) Regulation	กฎระเบียบด้าน QoE
Quality-of-Experience (QoE) Metrics	ตัวชี้วัดคุณภาพประสบการณ์
Quality-of-Service Regulation	กฎคุมคุณภาพบริการ
Real-Time Broadband Communications (RTBC)	บรอดแบนด์แบบเรียลไทม์
Recommendations	ข้อเสนอเชิงนโยบาย/เชิงกลยุทธ์
RedCap / eRedCap	อุปกรณ์ 5G ที่ลดความซับซ้อน
Regional Data Center	ดาต้าเซ็นเตอร์ระดับภูมิภาค
Regulatory Sandbox	sandbox ด้านกำกับดูแล
Remote Learning Access	การเข้าถึงการเรียนทางไกล
Reserve Price	ราคาตั้งต้นการประมูล
Right-of-Way (Row) Charges	ค่าธรรมเนียมสิทธิทางผ่าน
Rural Connectivity	การเชื่อมต่อในพื้นที่ชนบท
SA Architecture	สถาปัตยกรรม 5G แบบ Standalone
Sector-Specific Solutions	โซลูชันเฉพาะอุตสาหกรรม
Self-Optimizing Network	เครือข่ายที่ปรับตัวเองอัตโนมัติ

คำศัพท์	ความหมาย
Service Differentiation	การสร้างความแตกต่างของบริการ
Service-Based Interfaces	อินเทอร์เฟซแบบบริการ
Shoppable Video	วิดีโอที่คลิกซื้อสินค้าได้ทันที
Slice Lifecycle Management	การจัดการวงจรชีวิต slice
Smart Logistics	โลจิสติกส์อัจฉริยะ
Smart Province	จังหวัดอัจฉริยะ
Smart Tourism City	เมืองท่องเที่ยวอัจฉริยะ
Smart Village	หมู่บ้านอัจฉริยะ
Spectrum Efficiency	ประสิทธิภาพการใช้คลื่น
Spectrum Refarming	การจัดสรรคลื่นใหม่จากเทคโนโลยีเดิม
Speed And Penetration Targets	เป้าหมายความเร็วและอัตราเข้าถึง
Speed Targets	เป้าหมายความเร็วอินเทอร์เน็ต
Stakeholder Alignment	การจัดแนวผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
Strategic Comparison	การเปรียบเทียบเชิงกลยุทธ์
Strategic Initiatives	โครงการริเริ่มเชิงยุทธศาสตร์
Strategic Milestone	หมุดหมายเชิงยุทธศาสตร์
Strategic Priorities	ลำดับความสำคัญเชิงยุทธศาสตร์
Streaming & OTT Platforms	แพลตฟอร์มสตรีมมิงและ OTT
Submarine Cable Capacity	ความจุเคเบิลใต้น้ำ
Subsidies	เงินอุดหนุน
Supply-Side Incentives	แรงจูงใจฝั่งผู้ให้บริการ
Supply-Side Measures	มาตรการด้านฝั่งผู้ให้บริการ
Ten-Fold Capability Enhancement	การเพิ่มขีดความสามารถ 10 เท่า
Top Digital Hub Countries	ประเทศศูนย์กลางดิจิทัลชั้นนำ
Traffic Monetization	การสร้างรายได้จากทราฟฟิก
Traffic Prediction	การคาดการณ์ทราฟฟิก
Underserved Areas	พื้นที่ที่ได้รับบริการไม่เพียงพอ
Underserved Communities	ชุมชนที่ได้รับบริการไม่เพียงพอ
Universal Service	บริการโทรคมนาคมถ้วนหน้า
Universal Service Obligation (USO)	ภาระหน้าที่บริการพื้นฐานถ้วนหน้า
Ultra-Connected Broadband Communication (UCBC)	บรอดแบนด์เน้นอัปโหลด
Upper 6 GHz Band	ย่าน 6 GHz ตอนบน
Urban-Rural Gap	ช่องว่างเมือง–ชนบท
URLLC Enhancements	การเพิ่มประสิทธิภาพ URLLC
Value Creation	การสร้างมูลค่าเพิ่ม
Vertical Industries	อุตสาหกรรมแนวตั้ง
Virtual Showroom	โชว์รูมเสมือน
VoNR (Voice Over New Radio)	เสียงผ่านเครือข่าย NR
Watch Time	เวลาในการรับชม



The National Board of Digital Economy and Society Office

สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เลขที่ 120 หมู่ 3 ชั้น 3 และ 5 ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา
5 ธันวาคม 2550 (อาคาร ซี) ซอยแจ้งวัฒนะ 7 ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210