



กทปส

## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนา  
กิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

### ประจำงวดที่ 4

โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง  
เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง

ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์

ได้รับทุนอุดหนุนจาก  
กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
(สำนักงาน กสทช.)

## คำนำ

การพัฒนาเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายในยุค 5G นั้นถือเป็นวิวัฒนาการครั้งสำคัญของระบบสื่อสารโทรคมนาคมของโลก และเปรียบได้ว่าเป็นแกนหลักของการขับเคลื่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (The Fourth Industrial Revolution) ซึ่งบางครั้งเรียกว่าการแปลงแบบดิจิทัล (digital transformation) อันเป็นแรงผลักดันไปสู่รูปแบบหรือมิติใหม่ของมนุษย์ในการดำรงชีวิต การทำงาน และความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน รวมถึงการสื่อสารระหว่างเครื่องจักรกับเครื่องจักร (machine-to-machine communications: m2m) และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่จะเชื่อมต่อโลกออนไลน์เสมือนจริงกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

ด้วยเหตุนี้ กระบวนการร่างข้อกำหนดมาตรฐานของการสื่อสาร 5G ในระดับนานาชาติจึงมีความเข้มข้นและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมโทรคมนาคมและผู้ประกอบการโครงข่ายสามารถให้บริการได้ทันใน ค.ศ.2020 รองรับการต้องการรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลาย สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU) ได้จัดแบ่งรูปแบบสถานการณ์การใช้งานอย่างกว้าง ๆ ไว้ 3 ประเภท ได้แก่ Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Massive Machine Type Communications (mMTC) และ Ultra-reliable and Low Latency Communications (URLLC) การใช้งานประเภทแรก eMBB คือ การเพิ่มขีดความสามารถของบริการให้ดีขึ้นกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน อาทิ การเพิ่มความจุของอัตราการส่งข้อมูลให้สูงขึ้นอย่างมีนัยยะ การสื่อสารเกิดขึ้นได้ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง และการครอบคลุมสัญญาณในทุกพื้นที่ได้อย่างไร้รอยต่อ สถานการณ์การใช้งานประเภทที่สอง mMTC คือ การรองรับการสื่อสารของอุปกรณ์จำนวนมาก โดยที่อุปกรณ์แต่ละตัวส่งข้อมูลด้วยอัตราที่ต่ำและมีเวลาประวิงได้ การใช้งานประเภทที่สาม URLLC คือ ความต้องการสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำและความน่าเชื่อถือสูง การบริการ URLLC จึงจัดเป็นสิ่งที่ท้าทายมากที่สุด และมีตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่ชัดเจนหลากหลาย อาทิ สมาร์ทกริด (smart grid) ระบบขนส่งอัจฉริยะ (intelligent transport systems) การควบคุมไร้สายของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม (wireless control of industrial manufacturing) การสื่อสารรถยนต์กับทุกสิ่ง (vehicle-to-everything)

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีระบบสื่อสารไร้สายเข้าสู่ยุค 5G กำลังเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและอยู่ในความสนใจของทุกภาคส่วนทั่วโลก และจะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในแทบทุกมิติ เป็นฐานรากสำคัญของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สังคม การเมือง และวิถีการดำรงชีวิตในยุคดิจิทัล ในส่วนของประเทศไทยกล่าวได้ว่ายังมีความตระหนักรู้และทราบถึงความสำคัญในวงจำกัด การเตรียมความพร้อมด้านบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญของประเทศจึงเป็นเรื่องสำคัญและเร่งด่วน ทั้งในภาคการศึกษา อุตสาหกรรม ผู้ประกอบการ และผู้กำหนดนโยบาย เพื่อให้เกิดการพัฒนาความก้าวหน้าและการประยุกต์ใช้งานทางด้านการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ของประเทศได้อย่างเต็มศักยภาพ นำพาประเทศไปสู่สังคมดิจิทัลที่ต้องอาศัยทั้งความร่วมมือและแข่งขันในระดับนานาชาติที่ผ่านมา กลุ่มนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญการสื่อสารไร้สายจึงรวมกลุ่มกันและจัดกิจกรรมวิชาการ เพื่อที่จะทำการสำรวจ ศึกษา วิจัย ติดตามเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในยุค 5G รวมถึงการสำรวจและวิเคราะห์มาตรฐานที่

กำลังดำเนินการอยู่ โดยจะรวมกลุ่มผู้สนใจทั้งภาคนโยบาย ภาคการศึกษาและวิจัย และผู้ใช้งานหรือผู้ประกอบการ  
สู่การเตรียมความพร้อมรองรับเทคโนโลยีใหม่ที่ได้ในอนาคตได้ทัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบหนังสือหรือคู่มือ  
และสื่อออนไลน์เพื่อการฝึกอบรมและการเผยแพร่ในวงกว้าง ทั้งด้านเทคนิคสำหรับภาคการศึกษา อุตสาหกรรม  
หน่วยงานกำกับและผู้สนใจ เพื่อการพัฒนาบุคลากรตั้งเป้าหมายหลักของโครงการ และเพื่อเร่งยกระดับการเตรียม  
ความพร้อมเพื่อรองรับต่อเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงนี้ในอนาคตและการต่อยอดต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ii
ส่วนที่ 1 สารสำคัญของโครงการ (Project Highlight)	
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 เป้าหมาย	1
1.3 ผลผลิตสำคัญ	2
1.4 แผนปฏิบัติการโครงการ	2
ส่วนที่ 2 ความก้าวหน้าในการดำเนินโครงการ	
2.1 สรุปผลการดำเนินงานประจำงวด	3
2.2 สถานภาพการดำเนินโครงการรายกิจกรรม	4
2.3 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ	6
2.4 แผนการดำเนินงานในระยะต่อไป	6
ส่วนที่ 3 รายงานความก้าวหน้าทางการเงิน	
3.1 รายงานสรุปการใช้จ่ายงบประมาณ	7
3.2 รายงานสรุปความก้าวหน้าทางการเงิน	7
3.3 รายละเอียดการบันทึกบัญชีรับ-จ่ายเงิน	8
ส่วนที่ 4 สรุปผลการดำเนินโครงการ	
4.1 สรุปผลการจัดทำหนังสือหรือคู่มือความรู้	18
4.2 สรุปผลการจัดทำ Infographic	19
4.3 สรุปผลการจัดทำวิดีโอ	31
4.4 สรุปผลการจัดทำเว็บไซต์และเฟซบุ๊ก	37
4.5 สรุปผลการจัดอบรม	42
4.6 ข้อเสนอและเชิงนโยบายต่อ กสทช. และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง	46
ภาคผนวก	
ก. ความเชื่อมโยงกับโครงการก่อนหน้า	48
ข. วิธีการดำเนินงานโครงการฯ	49
ค. การถอดบทเรียนการจัดอบรม/สัมมนาของโครงการฯ ที่ผ่านมา	53

## แบบรายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

ชื่อโครงการ (ไทย) :	โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง		
ชื่อโครงการ (อังกฤษ) :	-		
สัญญาารับทุนเลขที่ :	A62-1(3)-008		
หน่วยงาน :	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		
ชื่อ - นามสกุล (หัวหน้าโครงการ) :	ผศ.ดร.เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์		
เบอร์ติดต่อ :	081-948-4388	E-Mail :	watid.ph@kmitl.ac.th
ระยะเวลาดำเนินการ (เริ่มต้น - สิ้นสุด) :	4 ต.ค. 2562 - 3 ต.ค. 2563	ปี	12 เดือน
งบประมาณรวม :	1,646,890.50		บาท

### ส่วนที่ 1 สารสำคัญของโครงการ (Project Highlight)

#### 1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายในยุค 5G
- 2) เพื่อพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G สำหรับประเทศไทย
- 3) เพื่อรวมกลุ่มผู้สนใจ สร้างความตระหนักทั้งภาคนโยบาย ภาคการศึกษาและวิจัย และผู้ประกอบการสู่การรองรับเทคโนโลยีใหม่นี้ในอนาคตอันใกล้
- 4) ส่งเสริมและสนับสนุนผู้สนใจใหม่ให้มีส่วนร่วมการจัดกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรร่วมกันในระยะยาว สู่การพัฒนาวิชาชีพอย่างต่อเนื่องสำหรับวิศวกรในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

#### 1.2 เป้าหมาย

- 1) ผู้สนใจทั่วไป ตระหนักถึงเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายอันเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่มีศักยภาพสูงในอนาคต
- 2) นักเรียน นักศึกษา การพัฒนาวิชาชีพต่อเนื่องในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร แนวทางการศึกษา และโอกาสการประกอบอาชีพสาขาใหม่นี้ในอนาคต

- 3) นักวิจัย อาจารย์ และสมาคมวิชาชีพ กลุ่มความร่วมมือด้านวิชาการ ที่จะส่งเสริมความเข้มแข็งของชุมชน วิชาชีพไฟฟ้าสื่อสารโทรคมนาคมและแนวทางการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในอนาคต
- 4) วิศวกรและผู้ประกอบการด้านโทรคมนาคม องค์กรความรู้ที่ทันสมัยสู่ความพร้อมการนำใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G

### 1.3 ผลผลิตสำคัญ

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด (เชิงปริมาณ/เชิงคุณภาพ)
1	หนังสือหรือคู่มือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G	จำนวนหนังสือหรือคู่มือ	500 เล่ม
2	การอบรม/สัมมนา เทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ	จำนวนผู้เข้าร่วมอบรม	500 คน
3	เว็บไซต์ออนไลน์	จำนวนเว็บไซต์ออนไลน์	1 ชิ้น
4	Infographic ให้ความรู้เทคโนโลยีสื่อสาร 5G และ use case	จำนวน Infographic	10 ชิ้น
5	วิดีโอการเรียนรู้เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G และ use case	จำนวนวิดีโอ	10 ชิ้น

### 1.4 แผนปฏิบัติการโครงการ

ลำดับ	กิจกรรมที่สำคัญ	ระยะเวลาการดำเนินงานกิจกรรม								
		ประจำปี 2562				ประจำปี 2563				น้ำหนัก
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
1. หนังสือและ/หรือคู่มือความรู้การเข้ารหัสในระบบสื่อสารไร้สายยุค 5G										
1.1	ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G ตามมาตรฐาน 3GPP				✓	✓				10%
1.2	หนังสือหรือคู่มือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G จำนวน 500 เล่ม					✓	✓			15%

ลำดับ	กิจกรรมที่สำคัญ	ระยะเวลาการดำเนินงาน								น้ำหนัก
		ประจำปี 2562				ประจำปี 2563				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
2. การจัดอบรม/สัมมนาในมหาวิทยาลัย 5 ครั้ง										
2.1	การอบรม/สัมมนา ในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 1							✓		10%
2.2	การอบรม/สัมมนา ในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 2							✓		10%
2.3	การอบรม/สัมมนา ในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 3							✓		10%
2.4	การอบรม/สัมมนา ในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 4							✓		10%
2.5	การอบรม/สัมมนา ในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 5							✓		10%
3. สื่อเพื่อการเผยแพร่ออนไลน์สาธารณะ										
3.1	เว็บไซต์ออนไลน์ให้ความรู้เทคโนโลยีสื่อสาร 5G และ use case				✓	✓				5%
3.2	Infographic ให้ความรู้เทคโนโลยีสื่อสาร 5G และ use case				✓	✓	✓			10%
3.3	วิดีโอการเรียนรู้เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G และ use case						✓	✓	✓	10%
<b>รวม</b>										<b>100%</b>

## ส่วนที่ 2 ความก้าวหน้าในการดำเนินโครงการ

### 2.1 สรุปผลการดำเนินงานประจำงวด

ทีมผู้วิจัยได้จัดทำ

- 1) สรุปผลการดำเนินโครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง
- 2) จัดการฝึกอบรมโครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ครั้งที่ 2-5 พร้อมจัดทำสรุปการติดตามและการประเมินผลการฝึกอบรม
- 3) จัดทำข้อเสนอและเชิงนโยบายต่อ กสทช. และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง
- 4) จัดทำวิดีโอการเรียนรู้เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G และ use case จำนวน 12 เรื่อง
- 5) ปรับปรุงเนื้อหา Infographic จำนวน 12 เรื่อง
- 6) ปรับปรุงเว็บไซต์ให้ข้อมูลเทคโนโลยี 5G
- 7) ปรับปรุงเนื้อหาของหนังสือเรื่อง เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G

## 2.2 สถานภาพการดำเนินโครงการรายกิจกรรม

กิจกรรม	ระยะเวลา	สถานะกิจกรรม/ ผลดำเนินงาน			แผนปฏิบัติการ ณ วันลงนาม ในสัญญา		ความก้าวหน้า โปรดทำเครื่องหมาย (✓)			กรณีล่าช้าหรือ เร็วกว่าแผน	
		แล้ว เสร็จ	อยู่ระหว่าง ดำเนินการ	ยังไม่ ดำเนินการ	เริ่มต้น	สิ้นสุด	ล่าช้า	ตามแผน	เร็วกว่า แผน	เริ่มต้น	สิ้นสุด
1. หนังสือและ/หรือคู่มือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G แม่นยำสูง											
1.1 ทบทวนวรรณกรรม ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี การสื่อสารไร้สายยุค 5G ตามมาตรฐาน 3GPP	3 เดือน	✓			4 พ.ย. 2562	3 ก.พ. 2563		✓			
1.2 ร่างหนังสือหรือ คู่มือความรู้เบื้องต้นของ เทคโนโลยีที่ใช้ใน มาตรฐานการสื่อสารไร้ สายยุค 5G และ use case ด้านการระบุ ตำแหน่งความแม่นยำสูง	3 เดือน	✓			4 พ.ย. 2562	3 ก.พ. 2563		✓			
1.3 ต้นฉบับหนังสือหรือ คู่มือความรู้เบื้องต้นของ เทคโนโลยีที่ใช้ใน มาตรฐานการสื่อสารไร้ สายยุค 5G และ use case ด้านการระบุ ตำแหน่งความแม่นยำสูง	4 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 มิ.ย. 2563		✓			
1.4 หนังสือหรือคู่มือ ความรู้เบื้องต้นของ เทคโนโลยีที่ใช้ใน มาตรฐานการสื่อสารไร้ สายยุค 5G และ use case ด้านการระบุ ตำแหน่งความแม่นยำสูง จำนวน 500 เล่ม	4 เดือน	✓			4 มิ.ย. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			



กิจกรรม	ระยะเวลา	สถานะกิจกรรม/ ผลดำเนินงาน			แผนปฏิบัติการ ณ วันลงนาม ในสัญญา		ความก้าวหน้า โปรดทำเครื่องหมาย (✓)			กรณีล่าช้าหรือ เร็วกว่าแผน	
		แล้ว เสร็จ	อยู่ระหว่าง ดำเนินการ	ยังไม่ ดำเนินการ	เริ่มต้น	สิ้นสุด	ล่าช้า	ตามแผน	เร็วกว่า แผน	เริ่มต้น	สิ้นสุด
2. การจัดอบรม/สัมมนาในมหาวิทยาลัย 5 ครั้ง											
2.1 ร่างหลักสูตรการ ฝึกอบรมเทคโนโลยีที่ใช้ใน มาตรฐานการสื่อสารไร้ สายยุค 5G และ use case ด้านการระบุ ตำแหน่งความแม่นยำสูง	3 เดือน	✓			4 พ.ย. 2562	3 ก.พ. 2563		✓			
2.2 การจัดอบรม/ สัมมนาในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 1	8 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			
2.3 การจัดอบรม/ สัมมนาในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 2	8 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			
2.4 การจัดอบรม/ สัมมนาในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 3	8 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			
2.5 การจัดอบรม/ สัมมนาในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 4	8 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			
2.6 การจัดอบรม/ สัมมนาในมหาวิทยาลัย ครั้งที่ 5	8 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			
3. สื่อเพื่อการเผยแพร่ออนไลน์สาธารณะ											
3.1 เว็บไซต์ออนไลน์ให้ ความรู้เทคโนโลยีสื่อสาร 5G และ use case	3 เดือน	✓			4 พ.ย. 2562	3 ก.พ. 2563		✓			

กิจกรรม	ระยะเวลา	สถานะกิจกรรม/ ผลดำเนินงาน			แผนปฏิบัติการ ณ วันลงนาม ในสัญญา		ความก้าวหน้า โปรดทำเครื่องหมาย (✓)			กรณีล่าช้าหรือ เร็วกว่าแผน	
		แล้ว เสร็จ	อยู่ระหว่าง ดำเนินการ	ยังไม่ ดำเนินการ	เริ่มต้น	สิ้นสุด	ล่าช้า	ตามแผน	เร็วกว่า แผน	เริ่มต้น	สิ้นสุด
3.2 รายละเอียดเนื้อหา ที่ใช้จัดทำ Infographic และวิดีโอการเรียนรู้ จำนวน 10 หัวข้อ	3 เดือน	✓			4 พ.ย. 2562	3 ก.พ. 2563		✓			
3.3 Infographic ให้ ความรู้เทคโนโลยีสื่อสาร 5G และ use case จำนวน 10 หัวข้อ	4 เดือน	✓			4 ก.พ. 2563	3 มิ.ย. 2563		✓			
3.4 วิดีโอการเรียนรู้ เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G และ use case จำนวน 10 หัวข้อ	4 เดือน	✓			4 มิ.ย. 2563	3 ต.ค. 2563		✓			

### 2.3 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

ไม่มี

### 2.4 แผนการดำเนินงานในระยะต่อไป

ไม่มี

ส่วนที่ 3 รายงานความก้าวหน้าทางการเงิน

3.1 รายงานสรุปการใช้จ่ายงบประมาณ

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณ	ประจำปี 2562	ประจำปี 2563			รวม	คงเหลือ	ร้อยละการเบิกจ่าย
		Q4	Q1	Q2	Q3			
1. ค่าตอบแทนบุคลากร	360,000.00	108,000.00	108,000.00	108,000.00	36,000.00	360,000.00	0.00	100.00
2. ค่าใช้สอย	440,150.00	11,818.00	279,844.60	352.00	289,847.88	581,862.48	-141,712.48	132.20
3. ค่าวัสดุ	36,000.00	543.00	23,942.00	6,430.70	5,080.00	35,995.70	4.30	99.99
4. ค่าครุภัณฑ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	703,000.00	0.00	0.00	420,000.00	251,010.00	671,010.00	31,990.00	95.45
6. ค่าบริหารจัดการ	107,740.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107,740.50	0.00
<b>รวม</b>	<b>1,646,890.50</b>	<b>120,361.00</b>	<b>411,786.60</b>	<b>534,782.70</b>	<b>581,937.88</b>	<b>1,648,868.18</b>	<b>-1,977.68</b>	<b>100.12</b>

3.2 รายงานสรุปความก้าวหน้าทางการเงิน

จำนวนเงินที่ ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ						
ประจำงวด	มูลค่าตามสัญญา	วัน/เดือน/ปีที่ได้รับ	งบประมาณที่ได้รับจริง	ค่าใช้จ่าย	คงเหลือ	หมายเหตุ
งวดที่ 1	164,689.05	22/11/2562	164,689.05	120,361.00	44,328.05	-
งวดที่ 2	823,445.25	27/3/2563	823,445.25	764,786.60	58,658.65	-
งวดที่ 3	411,722.62	-	0	761,742.90	0	-
งวดที่ 4	247,033.58	-	0	0	0	-
<b>รวม</b>	<b>1,646,890.50</b>	<b>-</b>	<b>988,134.3</b>	<b>988,134.3</b>	<b>0</b>	<b>-</b>

## 3.3 รายละเอียดการบันทึกบัญชีรับ-จ่ายเงิน

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่า ครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหาร โครงการ	
31 ต.ค. 2562	RCPT#325307	ค่าส่งเอกสาร			97.00					-97.00
31 ต.ค. 2562	62100005	ค่าทำเล่มพร้อมไลด์แผ่น CD				201.00				-298.00
18 ธ.ค. 2562	INV2019120560	ค่าเช่ารถ วันที่ 18 พ.ย. 2562			10,626.00					-10,924.00
25 ธ.ค. 2562	VAT.TCKT/THA/163536/20200101470	ค่าพาหนะเดินทางวันที่ 5 ม.ค. 2563			1,095.00					-12,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-18,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-24,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-30,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-36,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-42,019.00
31 ต.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน ต.ค. 2562		6,000.00						-48,019.00
26 พ.ย. 2562	ใบเสร็จรับเงิน	เงินประจำงวดที่ 1	164,689.05							116,670.05
27 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าถ่ายเอกสารแบบสอบถามการอบรม				100.00				116,570.05
28 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำรูปเล่มและถ่ายเอกสาร				242.00				116,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						110,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						104,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						98,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						92,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						86,328.05
29 พ.ย. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน พ.ย. 2562		6,000.00						80,328.05
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						74,328.05

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ	
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						68,328.05
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						62,328.05
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						56,328.05
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						50,328.05
27 ธ.ค. 2562	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน ธ.ค. 2562		6,000.00						44,328.05
2 ม.ค. 2563	FF-HO200100169	ค่าพาหนะเดินทาง วันที่ 6 ม.ค. 2563			4,204.00					40,124.05
5 ม.ค. 2563	334351	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				1,500.00				38,624.05
6 ม.ค. 2563	FF-HO200102553	ค่าพาหนะเดินทาง วันที่ 5 ม.ค. 2563			2,657.40					35,966.65
6 ม.ค. 2563	077/2563	ค่าอาหารกลางวัน วันที่ 6 ม.ค. 2563			75,000.00					-39,033.35
6 ม.ค. 2563	079/2563	ค่าอาหารว่างและเครื่องดื่ม วันที่ 6 ม.ค. 2563			12,500.00					-51,533.35
6 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม วันที่ 6 ม.ค. 2563			15,000.00					-66,533.35
6 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบเทคโนโลยี RTK ชนิด Rover วันที่ 6 ม.ค. 2563			40,000.00					-106,533.35
6 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบเทคโนโลยี RTK ชนิด Base วันที่ 6 ม.ค. 2563			40,000.00					-146,533.35
6 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบอุปกรณ์เข้ารหัส LDPC Code วันที่ 6 ม.ค. 2563			40,000.00					-186,533.35
6 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบอุปกรณ์เข้ารหัส Polar Code วันที่ 6 ม.ค. 2563			40,000.00					-226,533.35
7 ม.ค. 2563	V2020010008	ค่าห้องพัก วันที่ 7 ม.ค. 2563			4,500.00					-231,033.35
7 ม.ค. 2563	430234	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				1,120.00				-232,153.35

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ	
31 ม.ค. 2563	6301009	ค่ากระดาษ				4,500.00				-236,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-242,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-248,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-254,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-260,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-266,653.35
31 ม.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน ม.ค. 2563		6,000.00						-272,653.35
10 ก.พ. 2563	6302001	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม				13,180.00				-285,833.35
10 ก.พ. 2563	INV004281	ค่าทำเอกสาร				963.00				-286,796.35
11 ก.พ. 2563	63020003	ค่าจัดทำหนังสือ				350.00				-287,146.35
11 ก.พ. 2563	INV004284	ค่าเช่าเล่ม				535.00				-287,681.35
12 ก.พ. 2563	INV004286	ค่าจัดทำรูปเล่มรายงาน				1,070.00				-288,751.35
13 ก.พ. 2563	INV004294	ค่าเช่าเล่ม				535.00				-289,286.35
19 ก.พ. 2563	5874/34	ค่าห้องพัก วันที่ 10 ก.พ. 2563			4,320.00					-293,606.35
20 ก.พ. 2563	IVDR6302/10762	ค่าน้ำดื่ม			1,663.20					-295,269.55
24 ก.พ. 2563	24/02	ค่าเช่าเล่ม				189.00				-295,458.55
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-301,458.55
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-307,458.55
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-313,458.55
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-319,458.55
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-325,458.55

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่า ครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหาร โครงการ	
28 ก.พ. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน ก.พ. 2563		6,000.00						-331,458.55
27 มี.ค. 2563	ใบเสร็จรับเงิน	เงินประจำงวดที่ 2	823,445.25							491,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						485,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						479,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						473,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						467,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						461,986.70
31 มี.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน มี.ค. 2563		6,000.00						455,986.70
15 เม.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาถ่ายทอดและเขียนคู่มือ หัวข้อที่ 1						30,000.00		425,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 1						10,000.00		415,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 2						10,000.00		405,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						399,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						393,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						387,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						381,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						375,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน เม.ย. 2563		6,000.00						369,986.70
30 เม.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาถ่ายทอดและเขียนคู่มือ หัวข้อที่ 2						30,000.00		339,986.70
14 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาถ่ายทอดและเขียนคู่มือ หัวข้อที่ 3						30,000.00		309,986.70
15 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 3						10,000.00		299,986.70
15 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 4						10,000.00		289,986.70

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ	
29 พ.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						283,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						277,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						271,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						265,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						259,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน พ.ค. 2563		6,000.00						253,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 5						10,000.00		243,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 6						10,000.00		233,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 1						20,000.00		213,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 2						20,000.00		193,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 3						20,000.00		173,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 4						20,000.00		153,986.70
29 พ.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 5						20,000.00		133,986.70
25 มิ.ย. 2563	INV004587	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม				6,430.70				127,556.00
26 มิ.ย. 2563	RCPT#5436	ค่าส่งเอกสาร			352.00					127,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาถ่ายทอดและเขียนคู่มือ หัวข้อที่ 4						30,000.00		97,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						91,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						85,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						79,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						73,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						67,204.00



วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่า ครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหาร โครงการ	
30 มิ.ย. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน มิ.ย. 2563		6,000.00						61,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 7						10,000.00		51,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 8						10,000.00		41,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 9						10,000.00		31,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic เรื่องที่ 10						10,000.00		21,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 6						20,000.00		1,204.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 7						20,000.00		-18,796.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 8						20,000.00		-38,796.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 9						20,000.00		-58,796.00
30 มิ.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 10						20,000.00		-78,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 1 เดือน ก.ค. 2563		6,000.00						-84,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 2 เดือน ก.ค.2563		6,000.00						-90,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 3 เดือน ก.ค. 2563		6,000.00						-96,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 4 เดือน ก.ค. 2563		6,000.00						-102,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 5 เดือน ก.ค. 2563		6,000.00						-108,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบรับเงิน	ค่าตอบแทนผู้ช่วยวิจัย คนที่ 6 เดือน ก.ค. 2563		6,000.00						-114,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic ครั้งที่ 11						10,000.00		-124,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำ infographic ครั้งที่ 12						10,000.00		-134,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 11						20,000.00		-154,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาจัดทำวิดีโอการสอน ครั้งที่ 12						20,000.00		-174,796.00
31 ก.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจ้างเหมาถ่ายทอดและเขียนคู่มือ หัวข้อที่ 5						30,000.00		-204,796.00

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่า ครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหาร โครงการ	
13 ส.ค. 2563	R5V020080367	ค่าเช่ารถ วันที่ 13 ส.ค. 2563			6,845.43					-211,641.43
13 ส.ค. 2563	R5V020080368	ค่าเช่ารถ วันที่ 13 ส.ค. 2563			6,845.43					-218,486.86
13 ส.ค. 2563	IV2008038024-38500	ค่าตัวโดยสาร			1,632.40					-220,119.26
13 ส.ค. 2563	IV2008038026-38359	ค่าตัวโดยสาร			1,252.40					-221,371.66
13 ส.ค. 2563	IV2008040004-27725	ค่าตัวโดยสาร			1,520.41					-222,892.07
21 ส.ค. 2563	001/269	ค่าถ่ายเอกสาร				130.00				-223,022.07
24 ส.ค. 2563	60062	ค่าห้องพัก วันที่ 24 ส.ค. 2563			9,179.95					-232,202.02
23 ส.ค. 2563	ถ81808/46	ค่าทางด่วน			50.00					-232,252.02
24 ส.ค. 2563	ต07428/61	ค่าทางด่วน			50.00					-232,302.02
24 ส.ค. 2563	ต15267/69	ค่าทางด่วน			50.00					-232,352.02
25 ส.ค. 2563	630080082	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 25 ส.ค. 2563			7,155.00					-239,507.02
25 ส.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 25 ส.ค. 2563			5,000.00					-244,507.02
25 ส.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม วันที่ 25 ส.ค. 2563			6,000.00					-250,507.02
26 ส.ค. 2563	403794	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				970.00				-251,477.02
26 ส.ค. 2563	361128	ค่าผลิตภัณฑ์ DIESEL B10				890.00				-252,367.02
26 ส.ค. 2563	006/02721	ค่าห้องพัก วันที่ 26 ส.ค. 2563			4,781.25					-257,148.27
26 ส.ค. 2563	006/02722	ค่าห้องพัก วันที่ 26 ส.ค. 2563			1,083.75					-258,232.02
27 ส.ค. 2563	296/40	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 27 ส.ค. 2563			6,071.00					-264,303.02
27 ส.ค. 2563	50	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 27 ส.ค. 2563			980.00					-265,283.02
27 ส.ค. 2563	36/TX0820-132/2563	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 27 ส.ค. 2563			4,295.00					-269,578.02

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ	
27 ส.ค. 2563	P759022829	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 27 ส.ค. 2563			2,390.00					-271,968.02
27 ส.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม วันที่ 27 ส.ค. 2563			3,500.00					-275,468.02
28 ส.ค. 2563	7/8	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม วันที่ 28 ส.ค. 2563			3,000.00					-278,468.02
28 ส.ค. 2563	5/12	ค่าเครื่องดื่ม 5/12			190.00					-278,658.02
28 ส.ค. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม วันที่ 28 ส.ค. 2563			2,500.00					-281,158.02
29 ส.ค. 2563	ณ57066/85	ค่าทางด่วน			50.00					-281,208.02
29 ส.ค. 2563	ต09166/22	ค่าทางด่วน			50.00					-281,258.02
29 ส.ค. 2563	107881	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				560.00				-281,818.02
29 ส.ค. 2563	107884	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				830.00				-282,648.02
29 ส.ค. 2563	T10000026308000220	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				770.00				-283,418.02
29 ส.ค. 2563	11017552	ค่าประกันรถ			2,889.00					-286,307.02
29 ส.ค. 2563	11017553	ค่าประกันรถ			2,889.00					-289,196.02
29 ส.ค. 2563	10142	ค่าผลิตภัณฑ์ HSD				930.00				-290,126.02
29 ส.ค. 2563	025/1212	ค่าห้องพัก วันที่ 26-29 ส.ค. 2563			17,820.00					-307,946.02
8 ก.ย. 2563	IV6309004	ค่าพิมพ์หนังสือเทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G						46,010.00		-353,956.02
21 ก.ย. 2563	100,000,012,290.00	ค่าเช่ารถ			853.86					-354,809.88
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 4 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท วันที่ 25 ส.ค. 2563, 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			8,000.00					-361,956.02

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ	
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ		
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 4 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท วันที่ 25 ส.ค. 2563, 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			8,000.00						-369,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 3 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท วันที่ 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			6,000.00						-375,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 1 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท วันที่ 28 ส.ค. 2563			2,000.00						-377,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 4 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท วันที่ 6 ม.ค. 2563, 25 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			8,000.00						-385,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าวิทยากรบรรยาย 1 ครั้ง ครั้งละ 2000 บาท 24 ก.ย. 2563			2,000.00						-387,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบอุปกรณ์ VR จำนวน 1 เครื่อง 4 ครั้ง วันที่ 25 ส.ค. 2563, 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			35,000.00						-422,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบอุปกรณ์ VR จำนวน 1 เครื่อง 4 ครั้ง วันที่ 25 ส.ค. 2563, 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			35,000.00						-457,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดแสดงและทดสอบซอฟต์แวร์จำลองสถานที่บน VR จำนวน 4 ครั้ง วันที่ 25 ส.ค. 2563, 27 ส.ค. 2563, 28 ส.ค. 2563, 24 ก.ย. 2563			45,000.00						-502,956.02

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้จ่าย	ค่าวัสดุ	ค่า ครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหาร โครงการ	
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ www.5g-thailand.org						60,000.00		-562,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำข้อมูลบนเว็บไซต์ www.5g-thailand.org และเฟสบุค 5G Wireless Technology in Thailand						40,000.00		-602,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำบัญชีโครงการจำนวน 12 เดือน เดือนละ 2,000 บาท			24,000.00					-626,956.02
24 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าจัดทำเล่มรายงานและเอกสารประกอบการอบรม วันที่ 24 ก.ย. 2563			2,500.00					-629,456.02
24 ก.ย. 2563	32/01275	ค่าทางด่วน			60.00					-629,516.02
24 ก.ย. 2563	288/06579	ค่าทางด่วน			60.00					-629,576.02
24 ก.ย. 2563	ถ84968/78	ค่าทางด่วน			50.00					-629,626.02
24 ก.ย. 2563	E010030002A451	ค่าน้ำมัน			980.00					-630,606.02
24 ก.ย. 2563	บิลเงินสด	ค่าอาหารว่าง			2,100.00					-632,706.02
24 ก.ย. 2563	บิลเงินสด	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม			7,699.00					-640,405.02
24 ก.ย. 2563	008/383	ค่าอาหารและเครื่องดื่ม			3,775.00					-644,180.02
25 ก.ย. 2563	E051120002A2423	ค่าน้ำมัน			700.00					-644,880.02
30 ก.ย. 2563	ใบสำคัญรับเงิน	ค่าตรวจสอบบัญชี						15,000.00		-659,880.02
		รวม	988,134.30	360,000.00	581,862.48	35,995.70	0.00	671,010.00	0.00	

ลงลายมือชื่อ.....

(ผศ.ดร.เวจิต ภาคย์พิสุทธิ์)

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วันที่.....

## ส่วนที่ 4 สรุปผลการดำเนินโครงการ

### 4.1 สรุปผลการจัดทำหนังสือหรือคู่มือความรู้



รูปที่ 1 ปกหนังสือเรื่อง เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G

โครงการได้จัดทำหนังสือเรื่อง เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G จำนวน 500 เล่ม โดยในหนังสือประกอบด้วยเนื้อหา 5 บท ดังนี้

- **บทที่ 1 IMT-2000 IMT-ADVANCE IMT-2020 และ 3GPP**

ในบทนี้กล่าวถึงมาตรฐานที่กำหนดรูปแบบการใช้งานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุค 3G - 5G โดยในแต่ละมาตรฐานจะมีข้อกำหนดและเป้าหมายหลักที่แตกต่างกัน คือ มาตรฐาน IMT-2000 สำหรับยุค 3G จะเน้นการรองรับการสื่อสารที่หลากหลายรูปแบบ เช่น เสียง ข้อมูล มัลติมีเดีย และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น มาตรฐาน IMT-ADVANCE สำหรับยุค 4G จะเน้นการเพิ่มอัตราเร็วในการส่งข้อมูลให้มากขึ้น และมาตรฐาน IMT-2020 สำหรับยุค 5G จะเน้นการให้บริการตามความต้องการของผู้ใช้งานใน 3 ด้าน ได้แก่ การใช้งานที่ต้องการการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง (enhanced Mobile Broadband: eMBB) การใช้งานที่ต้องการใช้การเชื่อมต่อของอุปกรณ์จำนวนมากในพื้นที่เดียวกัน (massive Machine Type Communication: mMTC) และการใช้งานที่ต้องการการส่งข้อมูลที่มีความเสถียรมาก และมีความหน่วงต่ำ (Ultra-reliable and Low Latency Communications: URLLC) นอกจากนี้ ในบทนี้ยังกล่าวถึงหน้าที่และการกำหนดมาตรฐานขององค์กร 3GPP ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่กำกับดูแลมาตรฐานทางเทคนิคเกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

- **บทที่ 2 กรณีการใช้งานของเทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G**

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและตัวอย่างกรณีของเทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G โดยแบ่งกรณีการใช้งานตามรูปแบบความต้องการของผู้ใช้งาน 3 ด้าน ได้แก่ eMBB mMTC และ URLLC เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจการประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการประยุกต์ใช้ระบบระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงกับการพัฒนาประเทศไทย โดยในระบบดังกล่าวจะใช้เทคนิค RTK (Real-Time Kinematic) ในการช่วยแก้ไขความผิดพลาดของการระบุตำแหน่ง ซึ่งความสามารถของ 5G จะเข้ามามีบทบาทสำคัญที่ทำให้ระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- **บทที่ 3 เทคโนโลยีโครงข่ายการสื่อสารยุค 5G**

ในบทนี้กล่าวถึงองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมโครงข่ายในการสื่อสารยุค 5G และการใช้งานของสถาปัตยกรรมโครงข่ายสำหรับการสื่อสารที่ประกอบด้วย สถาปัตยกรรมร่วม (Non-Standalone: NSA) ซึ่งเป็นการใช้โครงข่าย 5G ร่วมกับโครงข่าย 4G และสถาปัตยกรรมเดี่ยว (Standalone: SA) ซึ่งเป็นการใช้โครงข่าย 5G ในการสื่อสารเท่านั้น นอกจากนี้ ในบทนี้ยังได้กล่าวถึงการแบ่งโครงข่าย (Network Slicing) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยใน 5G สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างหลากหลาย

- **บทที่ 4 เทคโนโลยีไร้สายในการสื่อสารยุค 5G**

ในบทนี้กล่าวถึงเทคโนโลยีไร้สายที่ใช้ในการสื่อสารไร้สายยุค 5G ได้แก่ คลื่นมิลลิเมตร Massive MIMO การเข้ารหัสช่องสัญญาณ และ Scalable Time-Frequency Domain Resource Block ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถของโครงข่ายการสื่อสารในระบบ 5G ทั้งในด้านอัตราเร็วในการส่งข้อมูล ความจุของโครงข่าย การใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และการรองรับความต้องการใช้งานที่หลากหลาย

- **บทที่ 5 ความก้าวหน้าของ 5G ในประเทศไทย**

ในบทนี้กล่าวถึงความก้าวหน้าของ 5G ในประเทศไทย โดยเริ่มตั้งแต่การประมูลคลื่นความถี่โทรคมนาคมที่จัดขึ้นโดย คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ซึ่งมีการประมูลความถี่ที่ใช้ใน 5G ทั้งหมด 4 ความถี่ ได้แก่ 700 เมกะเฮิร์ตซ์ 1800 เมกะเฮิร์ตซ์ 2600 เมกะเฮิร์ตซ์ และ 26 กิกะเฮิร์ตซ์ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการทดสอบการใช้งาน 5G ในประเทศไทย ซึ่งบริษัทผู้ให้บริการด้านโทรคมนาคมได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อศึกษา วิจัย ทดสอบ และพัฒนาเทคโนโลยี 5G ให้สามารถใช้งานได้ตรงตามเป้าหมายขององค์กร

## 4.2 สรุปผลการจัดทำ Infographic

โครงการได้จัดทำสื่อการเรียนรู้ Infographic จำนวน 12 หัวข้อ โดยแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

- **มาตรฐานของเครือข่ายโทรคมนาคมไร้สาย**

Infographic นี้ แสดงถึงวิวัฒนาการของการสื่อสารตั้งแต่ยุค 1G-5G และมาตรฐานการสื่อสารที่ใช้งานในยุค 3G-5G ที่กำหนดโดยสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union: ITU) โดยจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละมาตรฐานทั้งในด้านอัตราเร็วในการส่งข้อมูล และการใช้งาน

Infographic ในหัวข้อมาตรฐานของเครือข่ายโทรคมนาคมไร้สายแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Infographic มาตรฐานของเครือข่ายโทรคมนาคมไร้สาย

- **กรณีการใช้งาน 5G ด้าน eMBB**  
Infographic นี้ แสดงกรณีการใช้งานของ 5G ในด้าน eMBB โดยเน้นให้เห็นถึงตัวอย่างการใช้บริการที่ต้องการการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูง ได้แก่ การถ่ายทอดสดออนไลน์ การรับชมวิดีโอความละเอียดสูงระดับ 4K และการใช้งานเทคโนโลยี VR (Virtual eality) หรือเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) Infographic ในหัวข้อกรณีการใช้งาน 5G ด้าน eMBB แสดงดังรูปที่ 3



# USE CASE

# 5G

การสื่อสารยุค 5G จะมีการใช้งาน 3 รูปแบบ ดังนี้

**eMBB (Enhanced Mobile Broadband)**  
การใช้งานการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง

**mMTC (Massive Machine Type Communications)**  
การใช้งานอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก

**URLLC (Ultra-reliable and Low Latency Communications)**  
การใช้งานที่มีความน่าเชื่อถือสูงและมีการหน่วงเวลาต่ำ

## eMBB

(Enhanced Mobile Broadband)

เน้นให้บริการส่งและรับข้อมูลด้วยอัตราเร็วสูงระดับ 20 กิกะบิตต่อวินาที (20 Gbps) เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การรับชมวิดีโอความละเอียด 4K การใช้งาน VR/AR

Use case	ITU classes
eHealth	mMTC, eMBB, URLLC
Smart industry, Smart mobility, High speed rail, road monitoring, advanced mobility	mMTC, URLLC
Structural health monitoring	mMTC, eMBB
Smart grid, 5G and sensors	mMTC
City surveillance, Smart safety for smart city, VR for cultural heritage, Agriculture 2.0	eMBB

จัดทำโดย: ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
สนับสนุนโดย: กองทุนวิจัยและพัฒนาการกระจายเสียง กิจการโทรคมนาคม และการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
<http://www.5g-thailand.org/>

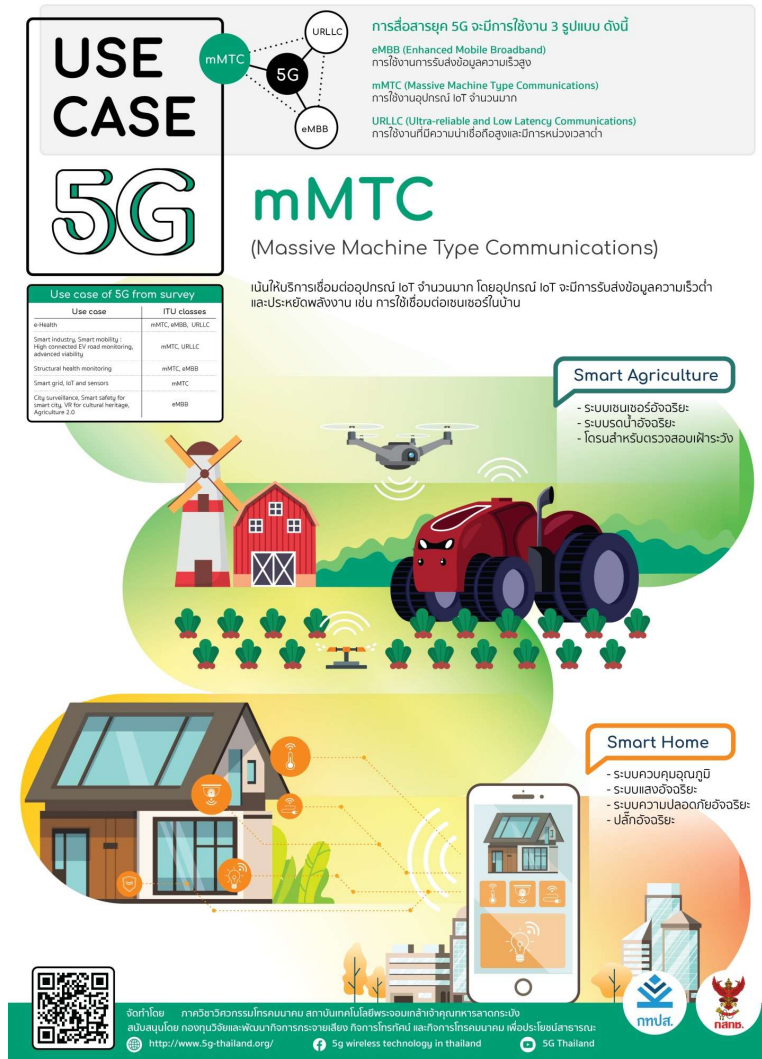
5g wireless technology in thailand

5G Thailand

รูปที่ 3 Infographic กรณีการใช้งาน 5G ด้าน eMBB

- กรณีการใช้งาน 5G ด้าน mMTC

Infographic นี้ แสดงกรณีการใช้งานของ 5G ด้าน mMTC โดยเน้นให้เห็นถึงตัวอย่างการให้บริการที่มีการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT จำนวนมากในบริเวณเดียวกัน ได้แก่ การทำเกษตรกรรมอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ที่มีการเชื่อมต่อกันของระบบเซนเซอร์และอุปกรณ์การเกษตรต่าง ๆ และบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) ที่มีระบบเซนเซอร์เพื่ออำนวยความสะดวกและรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน Infographic ในหัวข้อกรณีการใช้งาน 5G ด้าน mMTC แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 Infographic กรณีการใช้งาน 5G ด้าน mMTC

▪ กรณีการใช้งาน 5G ด้าน URLLC

Infographic นี้ แสดงกรณีการใช้งานของ 5G ด้าน URLLC โดยเน้นให้เห็นถึงตัวอย่างการใช้บริการต้องการการสื่อสารที่มีความเสถียรสูงและมีความหน่วงต่ำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และผู้ใช้งาน ได้แก่ การผ่าตัดทางไกล โรงงานอัจฉริยะ และยานยนต์ไร้คนขับ Infographic ในหัวข้อกรณีการใช้งาน 5G ด้าน URLLC แสดงดังรูปที่ 5

# USE CASE

# 5G

การสื่อสารยุค 5G จะมีการใช้งาน 3 รูปแบบ ดังนี้

eMBB (Enhanced Mobile Broadband)  
การใช้งานการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง

mMTC (Massive Machine Type Communications)  
การใช้งานอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก

URLLC (Ultra-reliable and Low Latency Communications)  
การใช้งานที่ความน่าเชื่อถือสูงและมีการหน่วงเวลาต่ำ

## URLLC

(Ultra-reliable and Low Latency Communications)

เน้นให้บริการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ต้องการความหน่วงเวลาต่ำระดับ 1 มิลลิวินาที (1 ms) และการเชื่อมต่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือสูง เช่น การควบคุมหุ่นยนต์ผ่าตัดทางไกล โรงงานอัจฉริยะ ยานยนต์ไร้คนขับ

Use case	ITU classes
eHealth	mMTC, eMBB, URLLC
Smart Industry, Smart mobility, High dimensional CT scan monitoring, advanced mobility	mMTC, URLLC
Structural health monitoring	mMTC, eMBB
Smart grid, IoT and sensors	mMTC
City surveillance, Smart safety for smart city, VR for cultural heritage, Agriculture 2.0	eMBB

**Telesurgery**

- การผ่าตัดทางไกล

**Smart Factory**

- โรงงานอัจฉริยะ  
- เครื่องจักรอัจฉริยะ  
- ระบบอัตโนมัติ  
- หุ่นยนต์

**Self-Driving Car**

- รถยนต์ไร้คนขับ  
- ระบบขนส่งคมนาคมอัจฉริยะ

จัดทำโดย: ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
สนับสนุนโดย: กองทุนวิจัยและพัฒนาการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
<http://www.5g-thailand.org/>

5g wireless technology in thailand

รูปที่ 5 Infographic กรณีการใช้งาน 5G ด้าน URLLC

▪ กรณีการใช้งาน 5G การเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีการระบุตำแหน่ง

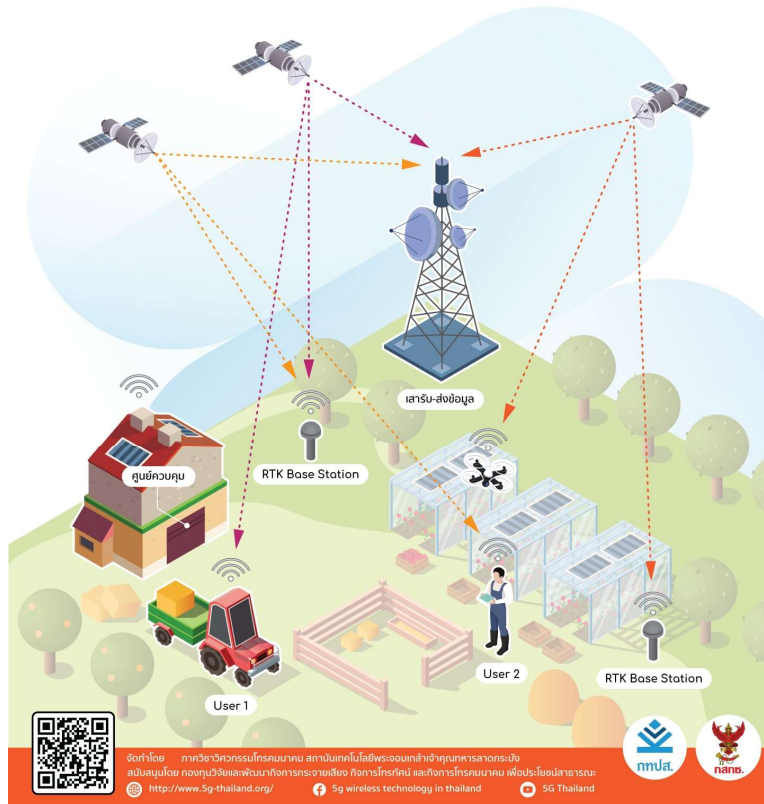
Infographic นี้ แสดงการประยุกต์ใช้งานของ 5G ในด้านการเกษตร โดยใช้เทคนิค RTK ในการแก้ไขความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งของเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งเทคโนโลยี 5G จะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเชื่อมต่อและการรับส่งข้อมูล โดยเมื่อการเชื่อมต่อมีเสถียรภาพมากขึ้น และมีอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นก็จะทำให้สามารถระบุตำแหน่งของเครื่องจักรกลเกษตรได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น Infographic กรณีการใช้งาน 5G การเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีระบุตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 6

# การเกษตรแม่นยำ

ด้วยเทคโนโลยีการระบุตำแหน่งด้วยดาวเทียม

วิธีการระบุตำแหน่งความแม่นยำระดับเซนติเมตร

การระบุตำแหน่งความแม่นยำระดับเซนติเมตรจะใช้เทคนิค RTK (Real Time Kinematic) โดยอาศัยสถานีฐาน (Base Station) ในการช่วยแก้ไขความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ โดยสถานีฐานจะส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ผ่านการสื่อสาร 5G



รูปที่ 6 Infographic กรณีการใช้งาน 5G การเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีการระบุตำแหน่ง

- **สถาปัตยกรรมโครงข่ายร่วม (NSA) และสถาปัตยกรรมโครงข่ายเดี่ยว (SA)**

Infographic นี้ แสดงสถาปัตยกรรมโครงข่ายสำหรับการใช้งาน 5G โดยโครงข่ายแบบ NSA จะมีการใช้งานสถานีฐานของ 5G ร่วมกับ 4G ซึ่งในการส่งข้อมูลผู้ใช้จะส่งผ่านสถานีฐานของ 5G และในการส่งสัญญาณควบคุมจะส่งผ่านสถานีฐานของ 4G ในขณะที่โครงข่ายแบบ SA จะใช้เฉพาะสถานีฐานของ 5G เท่านั้น Infographic ของสถาปัตยกรรมโครงข่ายร่วม (NSA) และสถาปัตยกรรมโครงข่ายเดี่ยว (SA) แสดงดังรูปที่ 7

# เทคโนโลยี โครงข่ายโทรคมนาคมยุค 5G

## NSA/SA

**NSA** ส่งข้อมูลผู้ใช้ผ่าน 5G NR และส่งสัญญาณควบคุมผ่าน 4G LTE

**SA** ส่งข้อมูลผู้ใช้และสัญญาณควบคุมผ่าน 5G NR



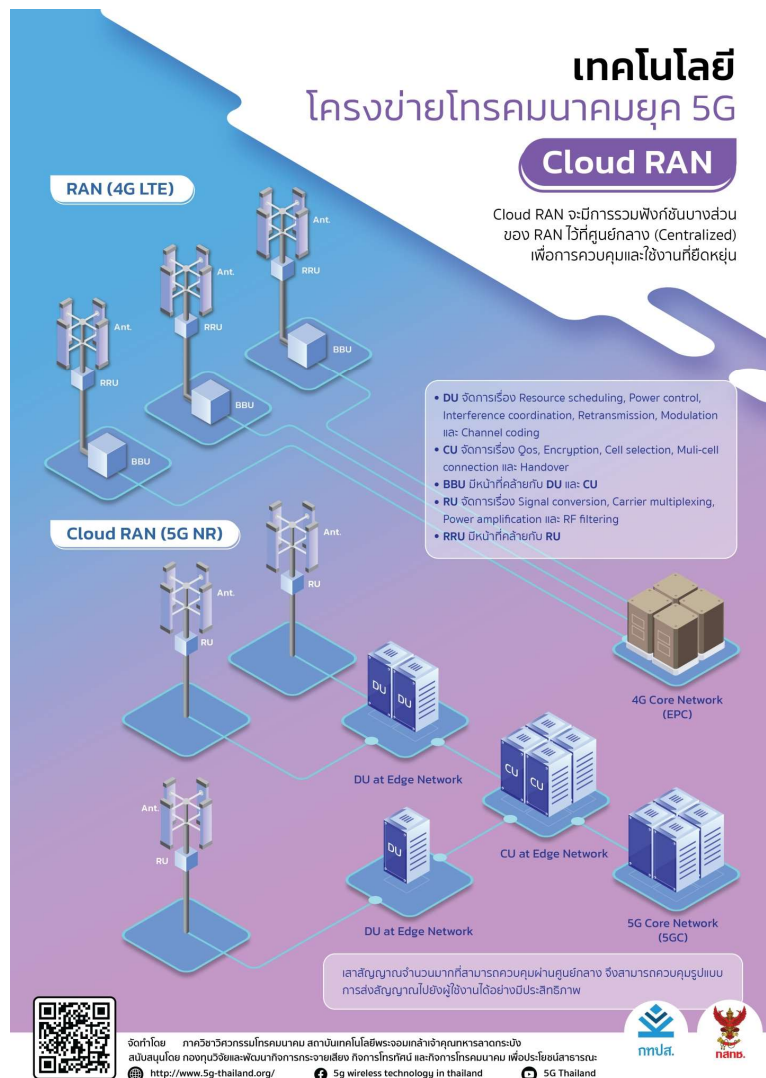
รูปที่ 7 Infographic สถาปัตยกรรมโครงข่ายร่วม (NSA) และสถาปัตยกรรมโครงข่ายเดี่ยว (SA)

### การแบ่งโครงข่าย

Infographic นี้ แสดงการแบ่งโครงข่าย (Network Slicing) ใน 5G ซึ่งเป็นรูปแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายเสมือน โดยใช้หลักการแบ่งโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพของโครงข่ายหลักให้โครงข่ายเสมือนนำไปใช้งานได้ตามความต้องการและเหมาะสมกับประเภทการให้บริการ โดยได้แสดงตัวอย่างของรูปแบบการใช้งานใน 5G ได้แก่ การใช้งานด้าน eMBB ที่ต้องการความเร็วสูงและความหน่วงไม่จำเป็นต้องต่ำมาก โครงข่ายสามารถใช้งาน edge network สำหรับการควบคุมช่องสัญญาณข้อมูลผู้ใช้ได้ โดยที่สามารถใช้งาน core network สำหรับการควบคุมช่องสัญญาณควบคุม การใช้งานด้าน mMTC ซึ่งเป็นการใช้งานความเร็วต่ำ และไม่ต้องการความหน่วงต่ำ จึงสามารถควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ ได้จาก core network ระยะไกล และการใช้งานด้าน URLLC ซึ่งเป็นการใช้งานที่ต้องการความเร็วสูงและความหน่วงต่ำมาก เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการ จึงเหมาะที่จะควบคุมช่องสัญญาณข้อมูลผู้ใช้และช่องสัญญาณควบคุมที่ edge network โดย Infographic ของการแบ่งโครงข่ายแสดงดังรูปที่ 8







รูปที่ 9 Infographic Cloud RAN

▪ คลื่นมิลลิเมตร

Infographic นี้ แสดงความถี่ที่ใช้ในการสื่อสาร 5G ทั้ง 3 ความถี่ ได้แก่ คลื่นมิลลิเมตร (mmWave) Sub-6 GHz และ Sub-1 GHz โดยเน้นให้เห็นถึงความแตกต่างด้านความถี่ ความเร็วในการรับส่งข้อมูล และการครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งจะเห็นว่าคลื่นมิลลิเมตรเป็นคลื่นที่มีความถี่สูง รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง แต่มีพื้นที่ครอบคลุมน้อย Infographic ของคลื่นมิลลิเมตรแสดงดังรูปที่ 10

# เทคโนโลยี การสื่อสารไร้สายยุค 5G

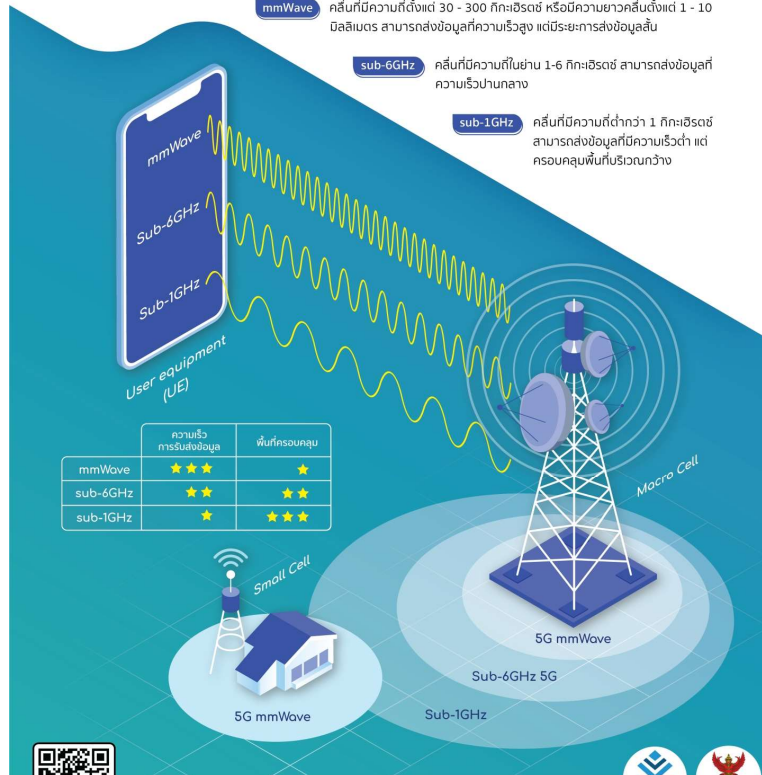
## mmWave

ความถี่ในการสื่อสาร 5G แบ่งออกเป็น 3 ช่วงได้แก่ mmWave sub-6GHz และ sub-1GHz

**mmWave** คลื่นที่มีความถี่ตั้งแต่ 30 - 300 กิกะเฮิรตซ์ หรือมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1 - 10 มิลลิเมตร สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง แต่มีระยะการส่งข้อมูลสั้น

**sub-6GHz** คลื่นที่มีความถี่ในย่าน 1-6 กิกะเฮิรตซ์ สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วปานกลาง

**sub-1GHz** คลื่นที่มีความถี่ต่ำกว่า 1 กิกะเฮิรตซ์ สามารถส่งข้อมูลที่มีความเร็วต่ำ แต่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง



จัดทำโดย ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
สนับสนุนโดย กองทุนวิจัยและพัฒนาการกระจายเสียง การโทรทัศน์ และการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ  
<http://www.5g-thailand.org/> 5g wireless technology in thailand 5G Thailand

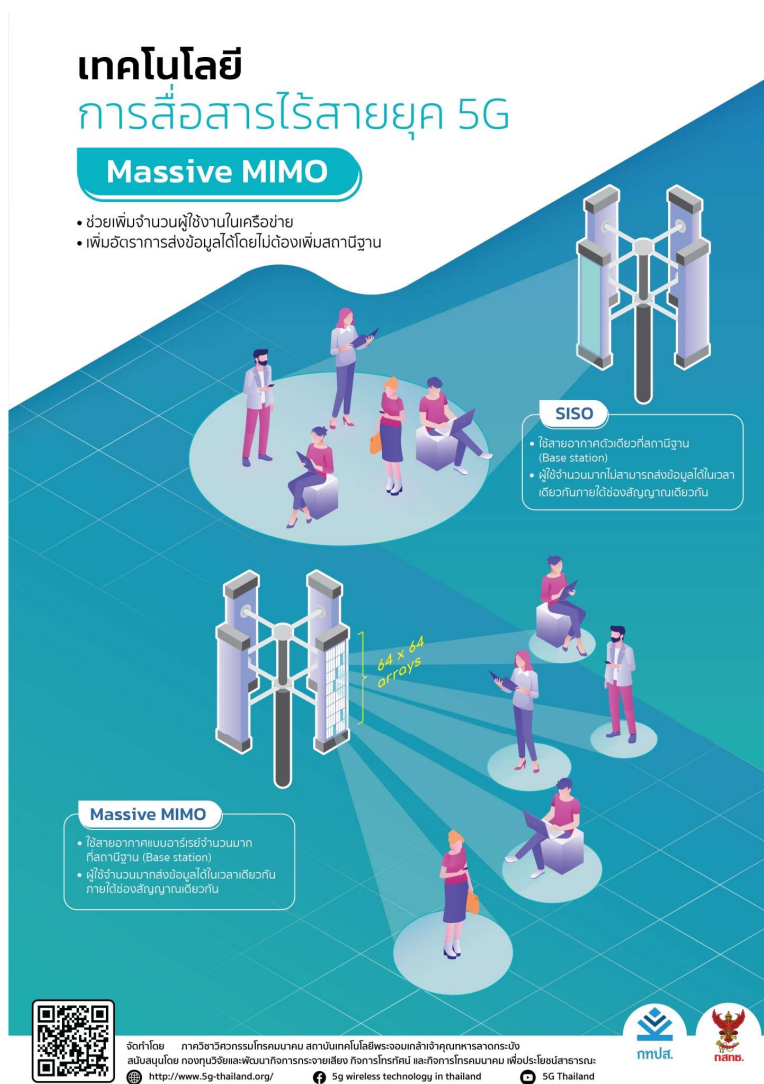


รูปที่ 10 Infographic คลื่นมิลลิเมตร

### ▪ Massive MIMO

Infographic นี้ แสดงการใช้เทคโนโลยีสายอากาศแบบ Massive MIMO ในระบบ 5G เมื่อเทียบกับเทคโนโลยีสายอากาศแบบ SISO โดยจะเน้นให้เห็นว่า Massive MIMO เป็นการใช้สายอากาศแบบอาร์เรย์จำนวนมากที่สถานีฐาน เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานจำนวนมากสามารถรับส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน โดยในหนึ่งลำคลื่นจะถูกควบคุมให้ครอบคลุมพื้นที่สำหรับผู้ใช้งานเพียงรายเดียว ซึ่งแตกต่างจาก SISO ที่ในหนึ่งลำคลื่นต้องครอบคลุมผู้ใช้งานจำนวนมาก Infographic ของ Massive MIMO แสดงดังรูปที่ 11





รูปที่ 11 Infographic Massive MIMO

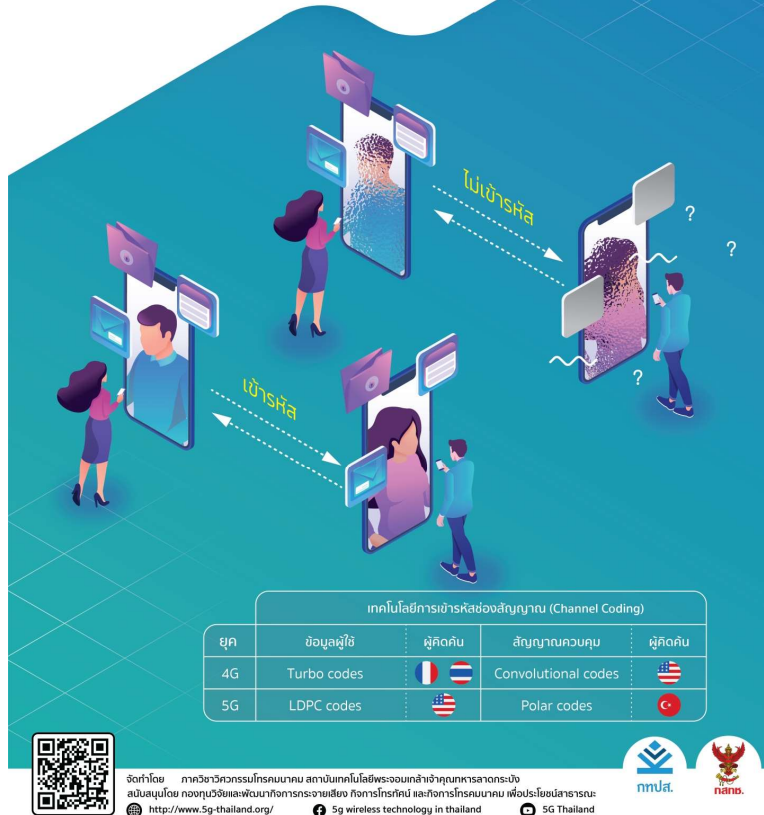
▪ การเข้ารหัสช่องสัญญาณ

Infographic นี้ แสดงถึงข้อดีของการเข้ารหัสช่องสัญญาณ โดยจะเน้นให้เห็นว่าหากในระบบการสื่อสารไร้สายไม่มีการเข้ารหัส สัญญาณที่ถูกส่งออกไปจะมีโอกาสได้รับการรบกวนจากปัจจัยภายนอกและส่งผลให้การสื่อสารมีความผิดพลาด แต่หากมีการเข้ารหัสจะเกิดการแก้ไขความผิดพลาดทำให้สามารถสื่อสารยังคงสามารถดำเนินไปได้ อย่างราบรื่น นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นความแตกต่างของรหัสช่องสัญญาณที่ใช้ใน 4G และ 5G โดยใน 5G จะใช้รหัสแอลดีพีซีในการเข้ารหัสข้อมูลผู้ใช้แทนรหัสเทอร์โบ (Turbo Code) ที่ใช้ใน 4G และในสัญญาณควบคุม 5G จะใช้รหัสโพลาร์ (Polar Code) แทนรหัสคอนวูลูชัน (Convolutional Code) ใน 4G ซึ่ง Infographic ของการเข้ารหัสช่องสัญญาณแสดงดังรูปที่ 12

# เทคโนโลยี การสื่อสารไร้สายยุค 5G

## Channel Coding

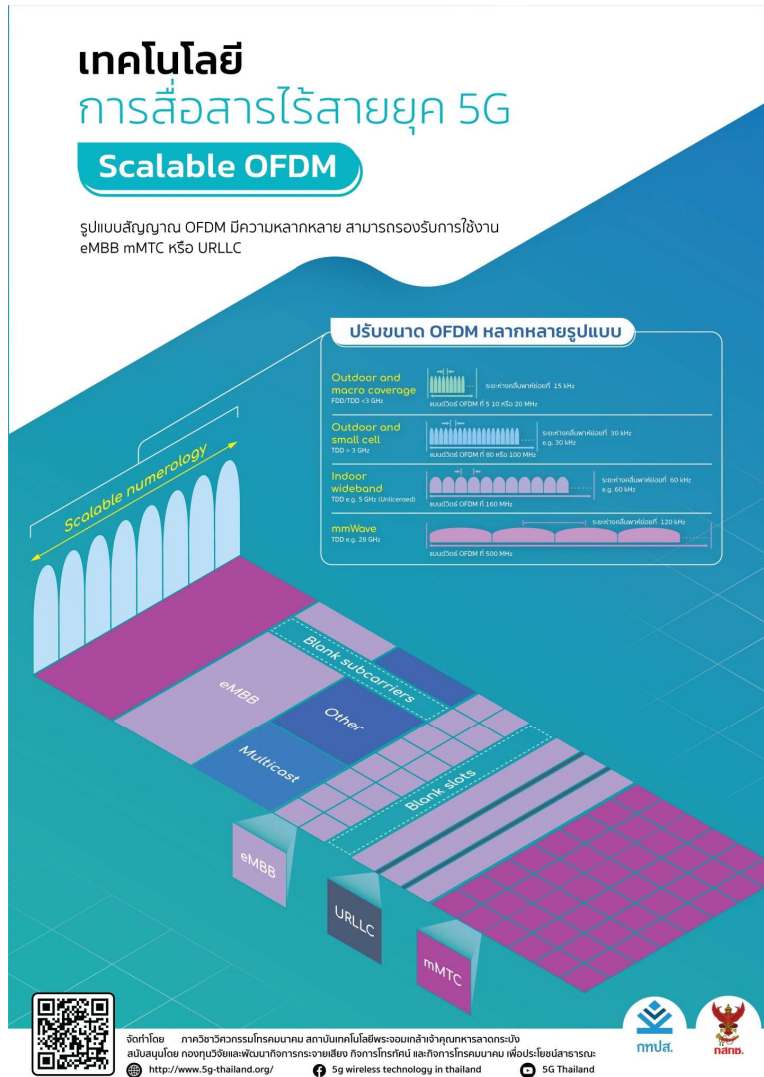
การเข้ารหัสช่องสัญญาณ (Channel Coding) ในระบบสื่อสารไร้สาย  
ทำให้การสื่อสารปราศจากความผิดพลาด



รูปที่ 12 infographic การเข้ารหัสช่องสัญญาณ

- Scalable OFDM

Infographic นี้ แสดงเทคโนโลยี Scalable OFDM ที่ใช้งานใน 5G ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีสำคัญในการจัดสรรทรัพยากรให้มีความยืดหยุ่น เพื่อรองรับการใช้งานที่หลากหลาย โดยเน้นให้เห็นถึงโครงสร้างการจัดสรรทรัพยากรที่ยืดหยุ่นและพร้อมที่จะรองรับบริการรูปแบบใหม่ในอนาคตดังแสดงในรูปที่ 13



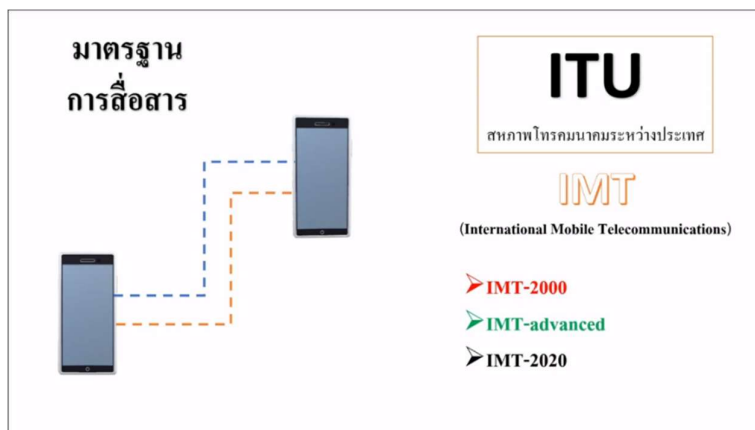
รูปที่ 13 Infographic Scalable OFDM

### 4.3 สรุปผลการจัดทำวิดีโอ

โครงการได้จัดทำวิดีโอสำหรับการเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีการสื่อสาร 5G และ Use Case 12 หัวข้อ โดยวิดีโอทั้งหมดจะถูกเผยแพร่ในเว็บไซต์ [www.youtube.com](http://www.youtube.com) และจะเผยแพร่วิดีโอ YouTube ดังกล่าวในเว็บไซต์ [www.5g-thailand.com/5g-key](http://www.5g-thailand.com/5g-key) รายละเอียดของวิดีโอแต่ละหัวข้อมีดังนี้

- **มาตรฐานการสื่อสารยุค 3G ถึง 5G**

มาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 3G ถึง 5G มีเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติการสื่อสารตั้งแต่ยุคแรกจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้เปรียบเทียบลักษณะของการสื่อสารไร้สายในแต่ละยุค จนถึงองค์การที่กำหนดข้อกำหนดของการสื่อสารไร้สายในยุคต่าง ๆ และอธิบายรายละเอียดของข้อกำหนดการสื่อสารไร้สายยุค 3G ถึง 5G ที่มีชื่อข้อกำหนดว่า IMT-2000 IMT-Advanced และ IMT-2020



รูปที่ 14 ตัวอย่างวิดีโอ มาตรฐานการสื่อสารยุค 3G ถึง 5G

▪ **กรณีการใช้งานด้าน eMBB**

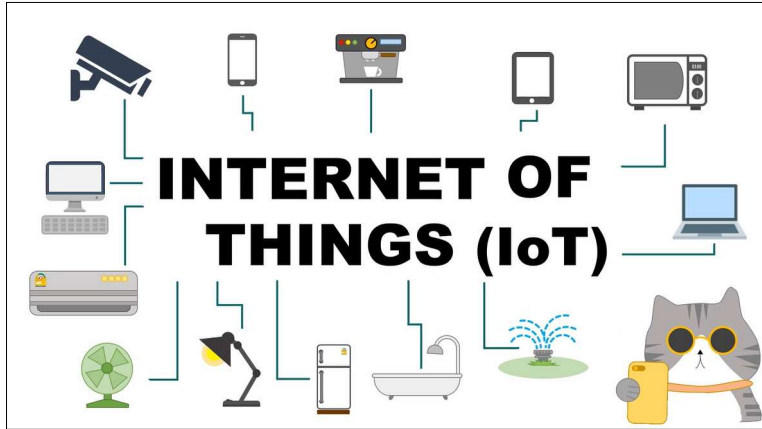
กรณีการใช้งานด้าน eMBB มีเนื้อหาถึงลักษณะเด่นของรูปแบบการใช้งานด้าน eMBB เช่น อัตราเร็วที่สูงกว่าระบบเดิมกว่า 20 เท่าสำหรับการดาวน์โหลด และ 70 เท่าสำหรับการอัปโหลด จากนั้นยกตัวอย่างเทคโนโลยีใหม่ที่ได้นำเข้ามาใช้งานในมาตรฐาน 5G ที่สามารถนำมาปรับปรุงการสื่อสารไร้สายเพื่อให้ตอบสนองเกณฑ์ข้อกำหนดที่ถูกต้องขึ้น เช่น เทคโนโลยี beam forming และยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานที่ตอบสนองกับรูปแบบ eMBB เช่น วิดีโอความละเอียดสูง VR หรือ AR เป็นต้น



รูปที่ 15 ตัวอย่างวิดีโอ กรณีการใช้งานด้าน eMBB

▪ **กรณีการใช้งานด้าน mMTC**

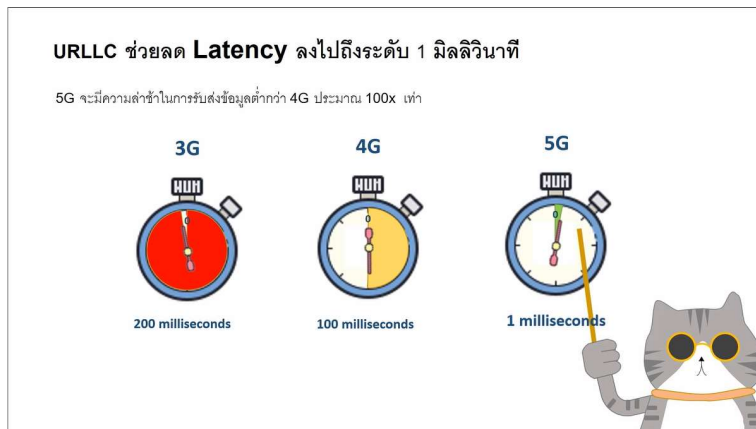
กรณีการใช้งานด้าน mMTC มีเนื้อหาเกี่ยวกับการที่อุปกรณ์ IoT จำนวนมากจะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งโครงข่ายระบบเดิมไม่สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างเพียงพอ การสื่อสารไร้สายยุค 5G จึงเข้ามาแก้ปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ในวิดีโอยังได้ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานที่ตอบสนองกับรูปแบบ mMTC เช่น เมืองอัจฉริยะ ซึ่งต้องประกอบไปด้วย บ้านอัจฉริยะ โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ขนส่งอัจฉริยะ หรือ อุตสาหกรรมอัจฉริยะ เป็นต้น



รูปที่ 16 ตัวอย่างวิดีโอ กรณีการใช้งานด้าน mMTC

- **กรณีการใช้งานด้าน URLLC**

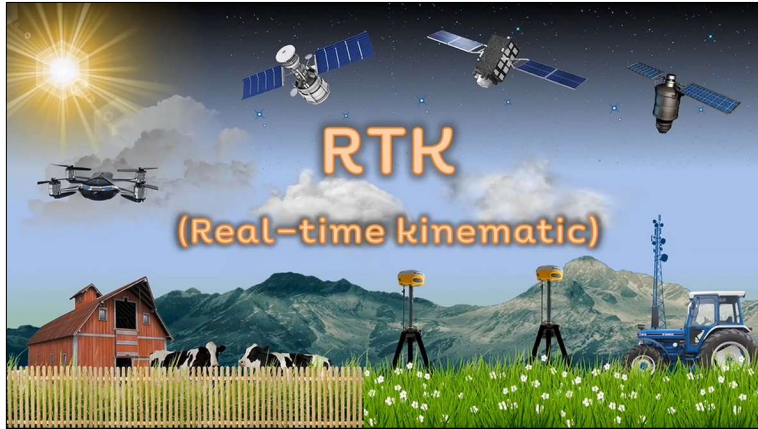
กรณีการใช้งานรูปด้าน URLLC มีเนื้อหาเกี่ยวกับคุณสมบัติที่สำคัญของรูปแบบการใช้งานด้าน URLLC ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การสื่อสารที่มีความหน่วงต่ำและมีความเสถียรสูง นอกจากนี้ในวิดีโอยังได้ยกตัวอย่างถึงการใช้งานรถยนต์ไร้คนขับ การผ่าตัดทางไกล และการใช้งานเครื่องจักรอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 17 ตัวอย่างวิดีโอ กรณีการใช้งานด้าน URLLC

- **การระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงด้วยเทคโนโลยี RTK**

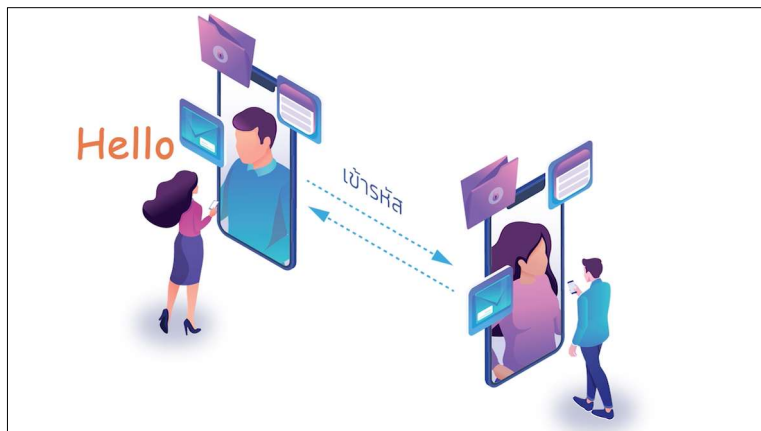
การระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงด้วยเทคโนโลยี RTK มีเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี RTK ที่สามารถเพิ่มความแม่นยำในการระบุตำแหน่งได้ถึงระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 เมตร เทคโนโลยี RTK เป็นการระบุตำแหน่งของเครื่องรับที่สามารถเคลื่อนที่ได้ (rover) โดยการใช้ค่าแก้ทางตำแหน่งจากสถานีฐาน โดยที่ทั้ง 2 สถานีนี้จะสื่อสารกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์การเกษตรแม่นยำสูง เช่น โดรนหรือรถจักรกลเกษตรบนพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ เนื่องจากการสื่อสารไร้สายยุค 5G มีคุณสมบัติที่ช่วยสนับสนุนการสื่อสารระหว่างทั้ง 2 สถานีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การมาถึงของการสื่อสารไร้สายยุค 5G จะช่วยให้สามารถใช้งานเทคโนโลยี RTK ได้อย่างต่อเนื่อง และอาจนำไปสู่การพัฒนาประยุกต์ใช้กับรถจักรกลเกษตรไร้คนขับได้จริงในอนาคต



รูปที่ 18 ตัวอย่างวิดีโอ การระบุตำแหน่งความแม่นยำสูงด้วยเทคโนโลยี RTK

- **การเข้ารหัสช่องสัญญาณ**

การเข้ารหัสช่องสัญญาณ วิดีโอนี้ได้กล่าวถึงเหตุผลที่ต้องทำการเข้ารหัสช่องสัญญาณ เนื่องจากสัญญาณอาจเกิดการรบกวนจากปัจจัยภายนอก ดังนั้นหากไม่มีการเข้ารหัสช่องสัญญาณ ผู้รับอาจไม่ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง เนื่องจากข้อมูลนั้นไม่สามารถแก้ไขความผิดพลาดได้ การเข้ารหัสช่องสัญญาณจะช่วยเข้ามาแก้ไขความผิดพลาดได้ จากนั้นได้แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารไร้สายยุคก่อนรวมถึงยุค 5G ใช้รหัสใดในการเข้ารหัสช่องสัญญาณ และได้เปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของการเข้ารหัสช่องสัญญาณในยุคก่อนกับยุค 5G



รูปที่ 19 ตัวอย่างวิดีโอ การเข้ารหัสช่องสัญญาณ

- **เทคโนโลยี Massive MIMO**

เทคโนโลยี Massive MIMO วิดีโอนี้ได้กล่าวถึงวิวัฒนาการของเทคโนโลยีสายอากาศที่ใช้ในระบบการสื่อสารแบบไร้สาย โดยชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของเทคโนโลยีสายอากาศแบบเดิมกับเทคโนโลยี Massive MIMO โดยเทคโนโลยีดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ระบบการสื่อสารยุค 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่าย

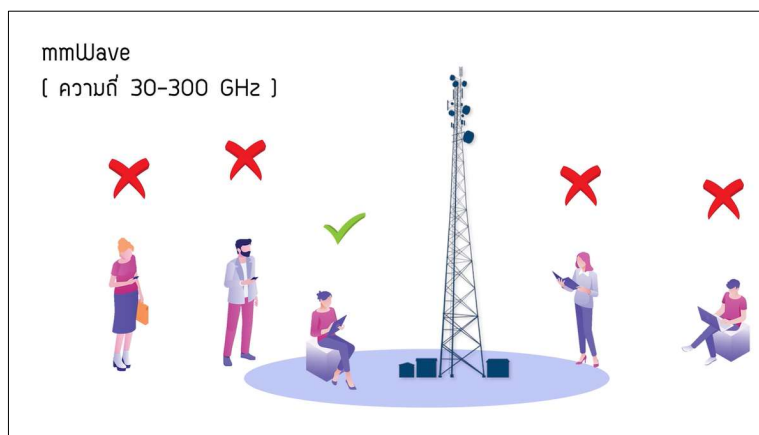




รูปที่ 20 ตัวอย่างวิดีโอ เทคโนโลยี Massive MIMO

- **คลื่นมิลลิเมตร**

คลื่นมิลลิเมตร มีเนื้อหาเกี่ยวกับคุณสมบัติของคลื่นมิลลิเมตรที่จัดอยู่ในความถี่ระหว่าง 30-300 กิกะเฮิรตซ์ และจัดอยู่ในความยาวคลื่นช่วง 1-10 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นเหตุผลของการตั้งชื่อคลื่นนี้ จากนั้นได้เปรียบเทียบคุณสมบัติของคลื่นย่านความถี่ต่าง ๆ ที่ใช้งานในการสื่อสารไร้สายยุค 5G เทียบกับคลื่นมิลลิเมตร รวมถึงอธิบายข้อดี ข้อเสีย และการปรับปรุงปัญหาของการใช้งานคลื่นมิลลิเมตร



รูปที่ 21 ตัวอย่างวิดีโอ คลื่นมิลลิเมตร

- **การจัดสรรทรัพยากรที่ปรับได้**

การจัดสรรทรัพยากรที่ปรับได้ (Scalable Time-Frequency Resource Block) มีเนื้อหากล่าวถึงพื้นฐานของข้อมูล คุณสมบัติของคลื่น โดเมนเวลา และโดเมนความถี่ การมอดูเลตสัญญาณดิจิทัลเป็นแอมพลิจูด ASK FSK และ PSK จากนั้นได้ยกตัวอย่างการจัดการทรัพยากรรูปแบบต่าง ๆ เช่น TDM FDM และ OFDM และได้ อธิบายรูปแบบการใช้งานของ OFDMA ที่สอดคล้องกับการใช้งานรูปแบบต่าง ๆ ในการสื่อสารไร้สายยุค 5G



รูปที่ 22 ตัวอย่างวิดีโอ การจัดสรรทรัพยากรที่ปรับได้

- **โครงข่ายการเข้าถึงผ่านทางวิทยุแบบคลาวด์**

โครงข่ายการเข้าถึงผ่านทางวิทยุแบบคลาวด์ (Cloud RAN) มีเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานที่ก่อให้เกิดเทคโนโลยีดังกล่าวทั้งการจำลองเสมือนและการรวมศูนย์กลาง โดยได้อธิบายโครงสร้างของเทคโนโลยีดังกล่าวที่ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก และหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ จากนั้นได้ยกตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวเทียบกับมุมมองการใช้งานด้านต่าง ๆ ทั้งมุมมองการแบ่งส่วนโครงข่ายและมุมมองการจัดสรรทรัพยากรที่ปรับได้

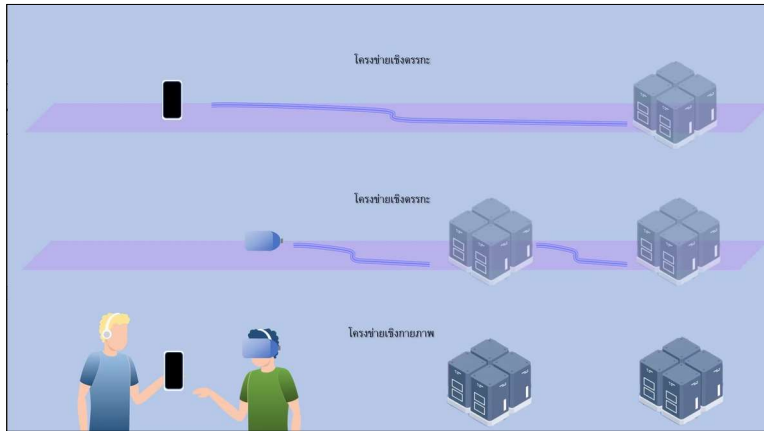


รูปที่ 23 ตัวอย่างวิดีโอ โครงข่ายการเข้าถึงผ่านคลื่นวิทยุแบบคลาวด์

- **การแบ่งส่วนโครงข่าย**

การแบ่งส่วนโครงข่าย (Network Slicing) มีเนื้อหาเกี่ยวกับข้อกำหนดที่ท้าทายในการสื่อสารไร้สายยุค 5G และการแบ่งส่วนโครงข่ายจะสามารถเข้ามาเติมเต็มถึงข้อกำหนดต่าง ๆ เหล่านี้ โดยได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการแบ่งส่วนโครงข่ายซึ่งมีเพียง 1 โครงข่ายเชิงกายภาพและสามารถมีโครงข่ายเชิงตรรกะได้หลายโครงข่าย และได้ยกตัวอย่างรูปแบบการใช้งานของการแบ่งส่วนโครงข่ายที่สอดคล้องกับการใช้งานรูปแบบต่าง ๆ ในการสื่อสารไร้สายยุค 5G

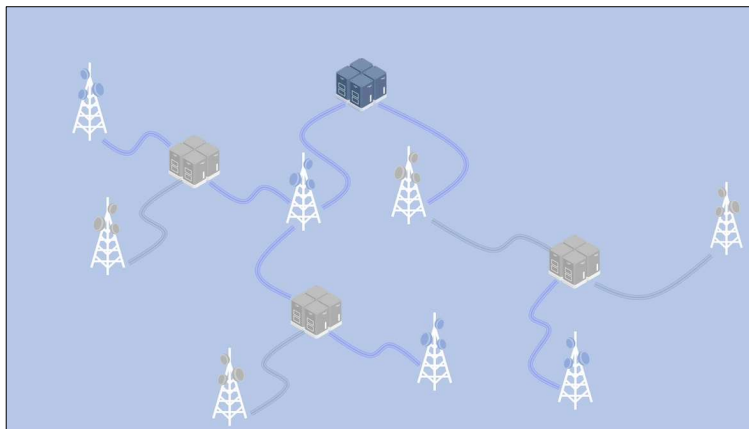




รูปที่ 24 ตัวอย่างวิดีโอ การแบ่งส่วนโครงข่าย

- **สถาปัตยกรรมโครงข่ายร่วมและเดี่ยว**

สถาปัตยกรรมร่วมและเดี่ยว (Non-standalone architecture/ Standalone architecture: NSA/SA) มีเนื้อหาอธิบายถึงสถาปัตยกรรมร่วมและเดี่ยวของโครงข่าย 5G คืออะไรและเหตุผลของการใช้งานสถาปัตยกรรมร่วมและเดี่ยว จากนั้นได้แสดงรูปแบบของสถาปัตยกรรมที่เป็นไปได้ของการใช้งานสถาปัตยกรรมร่วมและเดี่ยว



รูปที่ 24 ตัวอย่างวิดีโอ สถาปัตยกรรมร่วมและเดี่ยว

#### 4.4 สรุปผลการจัดทำเว็บไซต์และเฟซบุ๊ก

โครงการได้จัดทำเว็บไซต์และเฟซบุ๊กสำหรับการเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับข่าวสารงานอบรมของโครงการ โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาที่เผยแพร่ในเว็บไซต์และเฟซบุ๊กดังนี้

- **เว็บไซต์**

บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงเว็บไซต์ของโครงการได้ที่ [www.5g-thailand.com](http://www.5g-thailand.com) โดยในหน้าเว็บไซต์จะเผยแพร่ข้อมูลความรู้และกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการ ดังนี้

1) หน้าหลัก เป็นหน้าแรกที่พบเจอในเว็บไซต์ [www.5g-thailand.org](http://www.5g-thailand.org) ซึ่งได้ทำการสรุปข่าวสาร กิจกรรม สื่อ และความรู้ ภายในหน้าดังกล่าว ซึ่งส่วนบนหรือเมนูบนเว็บไซต์จะสามารถให้ผู้ใช้งานท่องเว็บเข้าชมส่วนต่าง ๆ ที่ถูกจัดเป็นหมวดหมู่ประกอบด้วย เมนูกิจกรรม ซึ่งมีเนื้อหากิจกรรมของโครงการ เมนูสื่อความรู้ ซึ่งมีสื่อความรู้ ประเภทต่าง ๆ ทั้งคู่มือความรู้ Infographic และวิดีโอ เมนูเทคโนโลยี 5G ซึ่งมีบทความเกี่ยวเทคโนโลยีที่เป็นจุดเด่นของมาตรฐานการสื่อสารไร้สาย 5G และเมนูเกี่ยวกับเรา เนื้อหาในหน้าหลักจะประกอบไปด้วย บทเกริ่นนำว่า เว็บไซต์ดังกล่าวจัดทำเพื่ออะไร ส่วนของหนังสือคู่มือให้ความรู้เทคโนโลยี 5G อัลบั้มภาพ Infographic ความรู้เทคโนโลยี 5G และวิดีโอความรู้เทคโนโลยี 5G ที่ให้ผู้เข้าชมสามารถดาวน์โหลดได้ผ่านทางฐานข้อมูลของเว็บไซต์ และผู้สนับสนุน



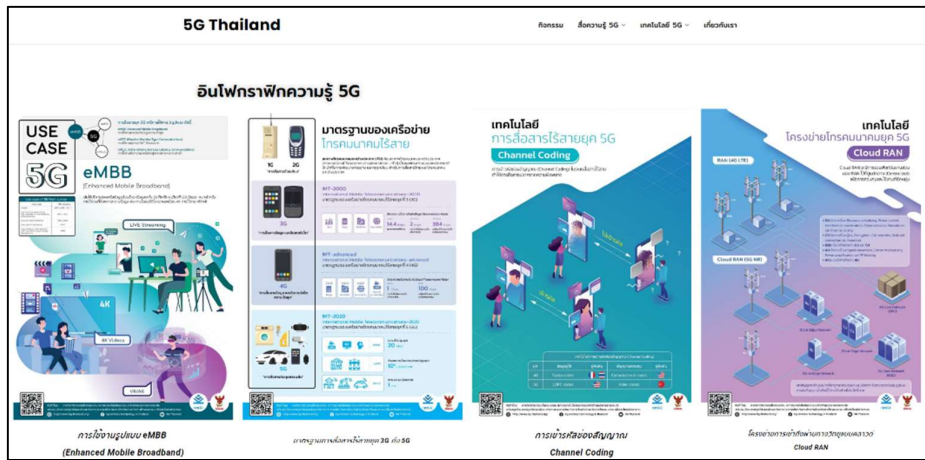
รูปที่ 25 หน้าหลักของเว็บไซต์

2) คู่มือความรู้เทคโนโลยี 5G ประกอบด้วยหนังสือการสื่อสารไร้สายยุค 5G (เผยแพร่ พ.ศ. 2563) การสำรวจความก้าวหน้าของมาตรฐานระบบสื่อสารไร้สายยุค 5G (เผยแพร่ พ.ศ. 2562) และรหัสช่องสัญญาณในระบบสื่อสารไร้สายยุค 5G (เผยแพร่ พ.ศ. 2562)



รูปที่ 26 หน้าเว็บไซต์ คู่มือความรู้พื้นฐานและเทคโนโลยี 5G

3) Infographic ความรู้เทคโนโลยี 5G ประกอบด้วยอินโฟกราฟิกความรู้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G และ Use case ทั้งหมด 12 หัวข้อ



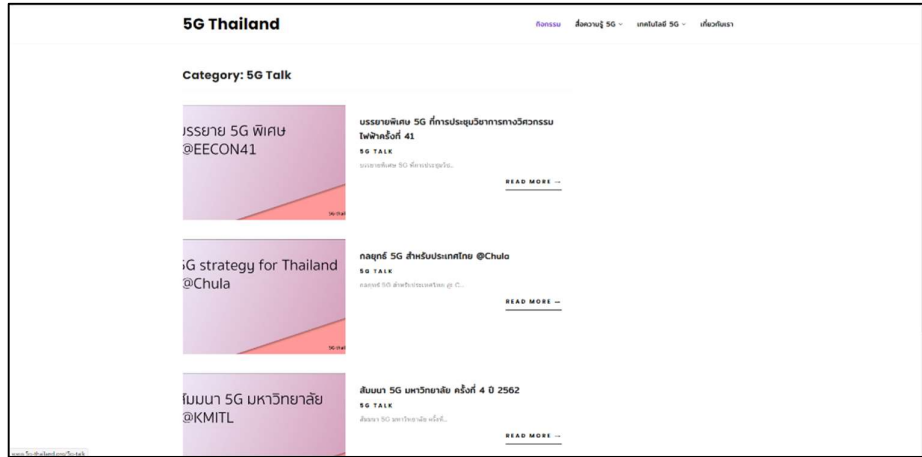
รูปที่ 27 หน้าเว็บไซต์ Infographic

4) วิดีโอความรู้เทคโนโลยี 5G ประกอบด้วยวิดีโอความรู้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายยุค 5G และ use case ทั้งหมด 12 หัวข้อ



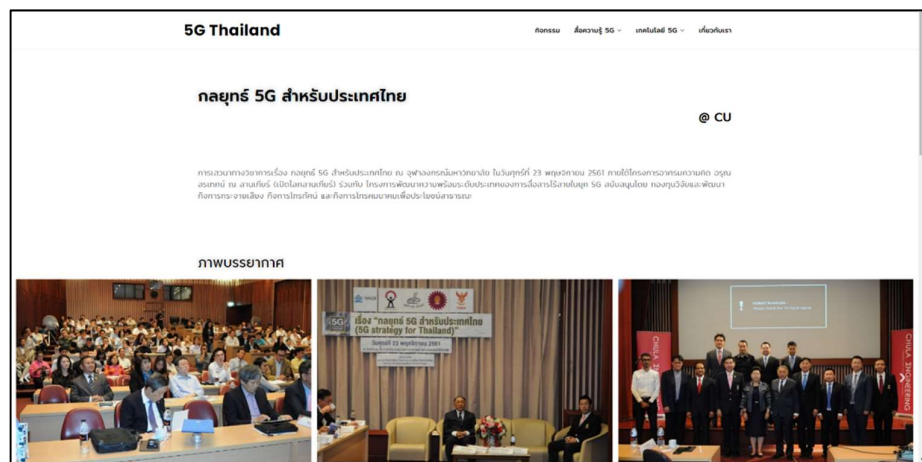
รูปที่ 28 หน้าเว็บไซต์ วิดีโอความรู้เทคโนโลยี 5G

5) หน้ากิจกรรม เป็นหน้าเว็บไซต์ของแถบเมนูแรก ซึ่งจะประกอบไปด้วยเนื้อหากิจกรรมที่โครงการได้จัดทำขึ้น ทั้งงานบรรยายและสัมมนา



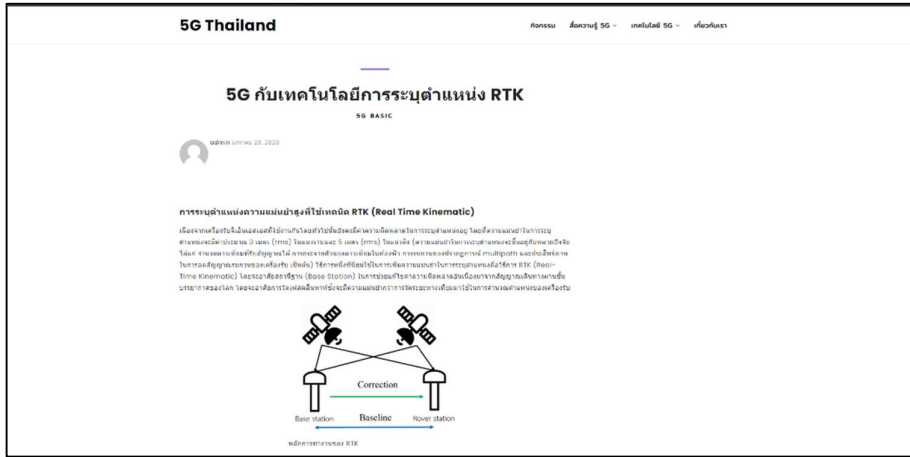
รูปที่ 29 หน้าเว็บไซต์ กิจกรรมของโครงการ

6) หน้าตัวอย่างกิจกรรม ซึ่งเป็นหน้าเว็บไซต์ของกิจกรรมกลยุทธ์ 5G สำหรับประเทศไทย จัดขึ้นที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งจะประกอบไปด้วยเนื้อหา กิจกรรม ภาพบรรยากาศ และวิดีโอภายในงาน



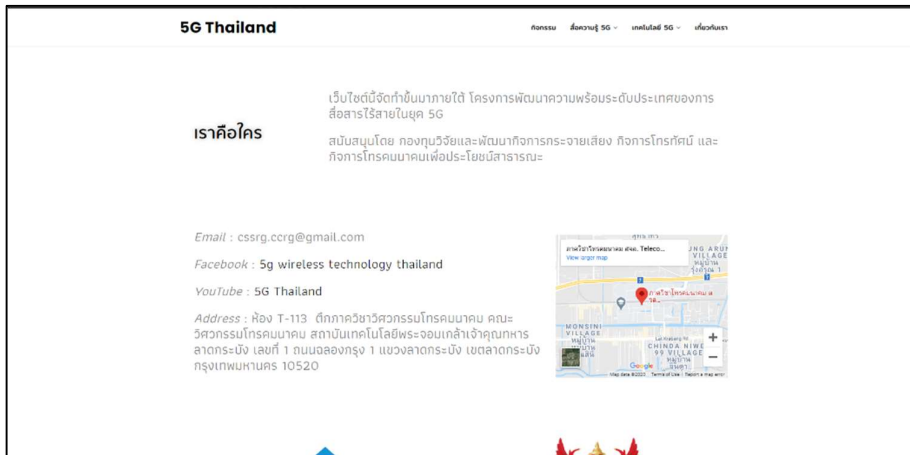
รูปที่ 30 หน้าเว็บไซต์ ตัวอย่างกิจกรรมของโครงการ

7) หน้าตัวอย่างเทคโนโลยี 5G ซึ่งเป็นหน้าเว็บไซต์ความรู้การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี RTK กับเทคโนโลยี 5G มีเนื้อหาที่การใช้งานการสื่อสารไร้สายยุค 5G กับเทคโนโลยีการระบุตำแหน่ง RTK และตัวอย่างสถานการณ์การใช้งานเทคโนโลยี RTK ดังกล่าว



รูปที่ 31 หน้าเว็บไซต์ ตัวอย่างเทคโนโลยี 5G

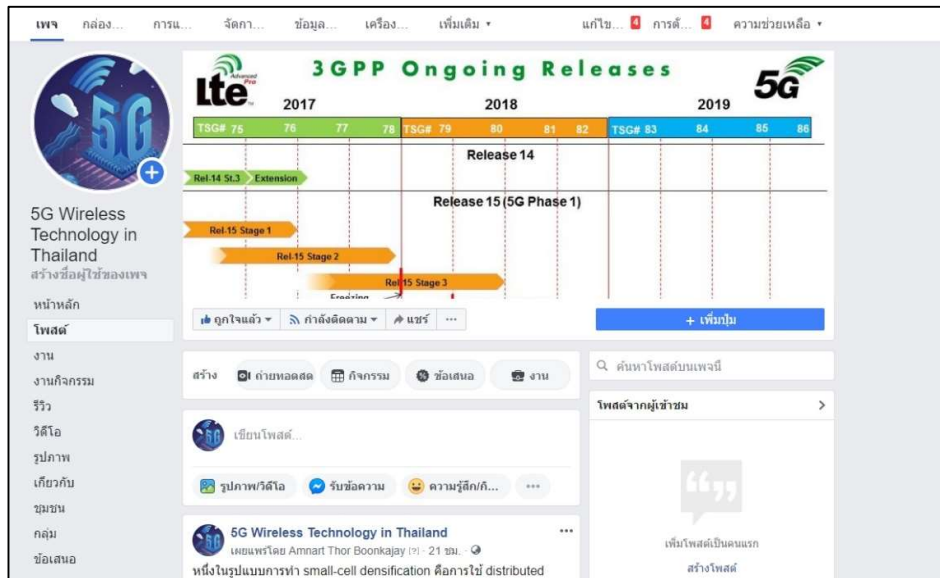
8) หน้าเกี่ยวกับเรา มีเนื้อหาของผู้สนับสนุนและข้อมูลการติดต่อผู้จัดทำเว็บไซต์



รูปที่ 32 หน้าเว็บไซต์ เกี่ยวกับเรา

- เฟซบุ๊ก

โครงการได้จัดทำโซเชียลมีเดียสำหรับการเผยแพร่ความรู้และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับข่าวสาร งานอบรมของโครงการไว้ที่ช่องทางเฟซบุ๊กชื่อ 5G Wireless Technology in Thailand โดยได้มีการแบ่งปันข้อมูลความรู้และกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านช่องทางดังกล่าว



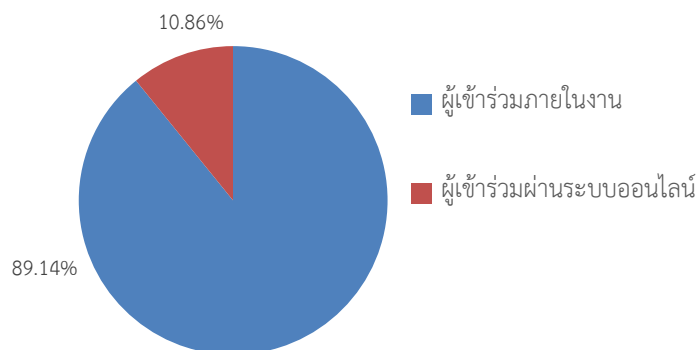
รูปที่ 39 หน้าหลักของเฟซบุ๊ก 5G Wireless Technology in Thailand

#### 4.5 สรุปผลการจัดอบรม

##### 1. รายละเอียดผู้เข้าร่วมการอบรม

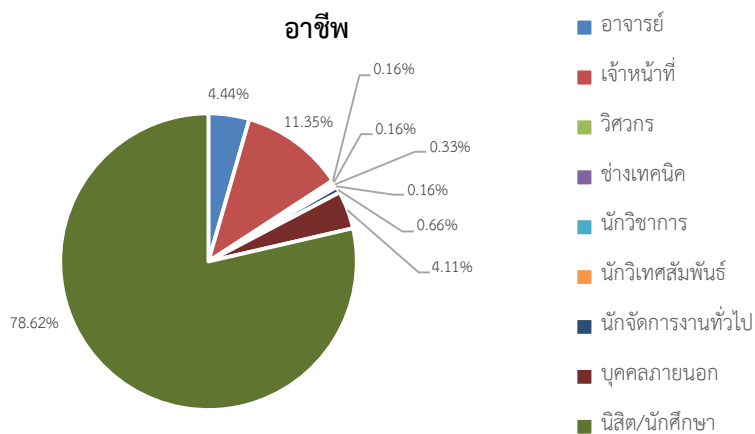
โครงการจัดอบรมมีผู้เข้าร่วมงานทั้งสิ้นจำนวน 608 คน ประกอบด้วย ผู้เข้าร่วมภายในงาน 542 คนและผู้เข้าร่วมผ่านระบบออนไลน์ 66 คน

รูปแบบการเข้าร่วมอบรม



รายละเอียดของผู้เข้าร่วมงาน แบ่งตามอาชีพได้ดังนี้

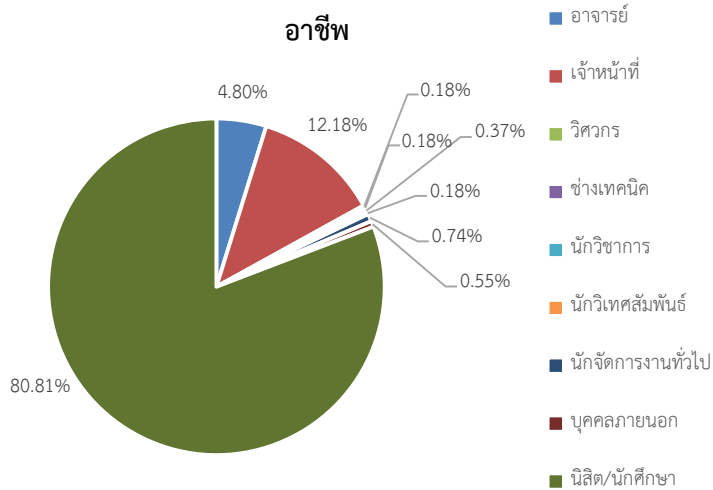
อาชีพผู้เข้าร่วมงานทั้งหมด	จำนวน
อาจารย์	27
เจ้าหน้าที่	69
วิศวกร	1
ช่างเทคนิค	1
นักวิชาการ	2
นักวิเทศสัมพันธ์	1
นักจัดการงานทั่วไป	4
บุคคลภายนอก	25
นิสิต/นักศึกษา	478



รายละเอียดผู้เข้าร่วมภายในงาน

ในการจัดอบรมมีผู้เข้าร่วมภายในงานทั้งสิ้นจำนวน 542 คน แบ่งตามอาชีพได้ดังนี้

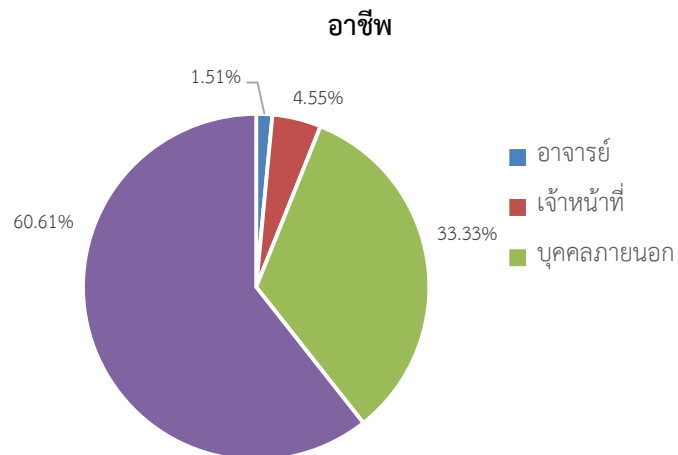
อาชีพผู้เข้าร่วมภายในงาน	จำนวน
อาจารย์	26
เจ้าหน้าที่	66
วิศวกร	1
ช่างเทคนิค	1
นักวิชาการ	2
นักวิเทศสัมพันธ์	1
นักจัดการงานทั่วไป	4
บุคคลภายนอก	3
นิสิต/นักศึกษา	438



- รายละเอียดผู้เข้าร่วมผ่านระบบออนไลน์

ในการจัดอบรมมีผู้เข้าร่วมระบบออนไลน์ทั้งสิ้นจำนวน 66 คน แบ่งตามอาชีพได้ดังนี้

อาชีพผู้เข้าร่วมงานผ่านระบบออนไลน์	จำนวน
อาจารย์	1
เจ้าหน้าที่	3
บุคคลภายนอก	22
นิสิต/นักศึกษา	40





## 2. สรุปหัวข้อการบรรยายและวิทยากร

หัวข้อการบรรยาย	วิทยากร
1. วิวัฒนาการของการสื่อสารไร้สาย	ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์
2. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Millimeter Wave และ Massive MIMO	ดร. พิสิฐ วณิชชานันท์
3. เทคโนโลยีรหัสช่องสัญญาณ (Channel Coding) ในมาตรฐาน 5G	นายศิริวิชญ์ กิตติวิญญกุล นางสาวกฤติยาภรณ์ เหมือนดขุนทด
4. เทคโนโลยี Multiple Access ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่	ผศ.ดร. กฤษฎา มามาตร นายจตุพร ดั่งทอง นายอนุสรณ์ วงศ์ษา
5. เทคโนโลยี AI กับโครงข่ายการสื่อสารไร้สาย	ผศ.ดร. เวธิต ภาคย์พิสุทธิ์
6. การทดสอบใช้งาน Virtual Reality และโปรแกรม Blender	รศ.ดร. ลัญฉกร วุฒิสัทติกุลกิจ

## 3. สรุปแบบประเมินผลการอบรม

การจัดอบรมมีผู้ที่ทำแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งสิ้นจำนวน 369 คน โดยผู้ที่ทำแบบสอบถามเป็นผู้เข้าร่วมการอบรมภายในงานทั้งสิ้น ผลการประเมินความพึงพอใจสามารถสรุปผลดังนี้

ประเด็นความคิดเห็น	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	คะแนนเฉลี่ย
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
1. ท่านได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G เพิ่มขึ้น	152	193	24	0	0	4.35
<b>ด้านสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร</b>						
1. สถานที่และสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสม	160	164	39	6	0	4.30
2. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	124	166	71	5	3	4.09
3. อาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	144	151	52	19	3	4.12

ทั้งนี้ในการจัดอบรม มีจำนวนผู้เข้าร่วมงานทั้งสิ้น 608 คน มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งสิ้น 369 คน มีจำนวนผู้ที่ต้องการให้จัดการอบรมต่อไป คิดเป็นร้อยละ 85.37 มีผู้ที่ไม่อยากให้จัดการอบรมต่อไป คิดเป็นร้อยละ 1.63 ในขณะที่ร้อยละ 13.00 งดออกความเห็น

สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เข้าร่วมอบรม/สัมมนาแบ่งตามประเภทคำแนะนำได้ดังนี้

### 1) ด้านความเหมาะสมของระยะเวลาปัญหาที่พบคือ

- การอบรมในบางครั้งมีความล่าช้า โดยเริ่มการอบรมไม่ตรงเวลา
- เนื่องจากเนื้อหาอาจมีปริมาณมากเกินไป ผู้เข้าร่วมอาจต้องการเวลาพักมากขึ้น

### 2) ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาปัญหาที่พบคือ

- การเตรียมแจกเอกสารก่อนเริ่มการอบรม ทั้งทางกายภาพและออนไลน์
- ควรมีกิจกรรม ถาม-ตอบ ระหว่างบทเนื้อหา เพื่อเสริมความเข้าใจและไม่ให้บรรยากาศน่าเบื่อ

- ควรเพิ่มเนื้อหาที่เกี่ยวข้องความรู้เชิงปฏิบัติการที่ถูกใช้จริงในภาคอุตสาหกรรมการสื่อสาร
- 3) ด้านสถานที่ และอาหารเครื่องดื่ม สำหรับการจัดอบรม
- อุปกรณ์เครื่องฉายและเครื่องเสียงไม่พร้อมใช้งาน
  - ไม่มีจุดชาร์จพลังงานให้แก่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการอบรม
  - ควรเพิ่มอาหารและเครื่องดื่มให้หลากหลายมากขึ้น
- 4) ด้านการประชาสัมพันธ์การจัดอบรมปัญหาที่พบคือ
- การประชาสัมพันธ์รายละเอียดเกี่ยวกับการเตรียมตัวหรือการเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการอบรม
- ยังไม่ทั่วถึง ทั้งการแจกเอกสารและการติดตั้งโปรแกรมที่ใช้ในการอบรม

#### 4.6 ข้อเสนอและเชิงนโยบายต่อ กสทช. และหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง

โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง เป็นโครงการที่สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G ทั้งเชิงเทคนิค และ Use case แก่ภาคการศึกษา จากการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการอบรม 5 มหาวิทยาลัย พบว่ามีความสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สามารถสร้างความรู้ และความเข้าใจแก่นักศึกษา บุคลากร และผู้สนใจได้อย่างดีเยี่ยม จากการสำรวจแบบสอบถามพบว่าผู้ที่สนใจอยากให้มีการดำเนินการจัดอบรมในอนาคตอีกถึงร้อยละ 85.37 อย่างไรก็ตาม ดังนั้น ในอนาคตควรมีการจัดอบรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 5G หรือเทคโนโลยีการสื่อสารอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ภาคการศึกษาให้มากขึ้น ทั้งนี้การจัดอบรมจะเกิดขึ้นไม่ได้เลย หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับด้านการสื่อสาร เช่น กสทช. ซึ่งควรสนับสนุนโครงการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ รวมถึงการประชาสัมพันธ์โครงการอบรมผ่านทางช่องทางต่าง ๆ ขององค์กรเพื่อเพิ่มจำนวนผู้เข้าร่วมอบรมให้มากขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ การจัดอบรมภายใต้โครงการดังกล่าวได้มีการเชิญวิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G ในเชิงเทคนิคจากภาคการศึกษาเข้าร่วมบรรยาย อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจผู้เข้าร่วมอบรมบางส่วนพบว่ามีความต้องการความรู้เชิงปฏิบัติการ โดยเฉพาะนักศึกษาปีสุดท้ายที่กำลังจะเข้าไปทำงานในภาคอุตสาหกรรม เพราะฉะนั้น ในอนาคตภาคอุตสาหกรรมและบริษัทเอกชนที่เกี่ยวข้องกับด้านการสื่อสารควรเข้าร่วมการสนับสนุนไม่ว่าจะเป็นด้านงบประมาณ หรือด้านอุปกรณ์เพื่อใช้ทดสอบ โดยอาจมีการส่งบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในระดับปฏิบัติการเข้าร่วมบรรยาย เพื่อให้ความรู้และประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ

## ภาคผนวก

## ก. ความเชื่อมโยงกับโครงการก่อนหน้า

โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง

---

โครงการนี้ดำเนินการต่อเนื่องจาก “โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคหนึ่ง เทคโนโลยีการเข้ารหัส: การถ่ายทอดเทคโนโลยี การพัฒนาบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม การจัดทำคู่มือความรู้ และสื่อ” ซึ่งได้รับทุนจาก กทปส ประจำปี 2561 โครงการดังกล่าวมีเป้าหมายพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรคมนาคม โดยจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G กับนักศึกษา นักวิจัย วิศวกร และอื่น ๆ นอกจากนี้ ในโครงการได้มุ่งเน้นดำเนินการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการเข้ารหัสในมาตรฐาน 5G release 15 หรือ 5G phase 1 และทำเผยแพร่ผลการศึกษาในรูปแบบรายงานและหนังสือ อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยในโครงการดังกล่าวจะมีขอบเขตศึกษามาตรฐาน 5G phase 1 เท่านั้น แต่ในปี ค.ศ. 2019 หน่วยงาน 3GPP ได้ดำเนินการเริ่มศึกษามาตรฐาน 5G release 16 หรือ 5G phase 2 ทำให้จำเป็นต้องดำเนินการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงการปรับปรุงและการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้อง รวมถึงศึกษาเทคโนโลยี massive MIMO ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีหลักที่จะนำมาใช้ในมาตรฐาน 5G release 16 และถ่ายทอดความรู้ไปยังบุคลากรด้านกิจการโทรคมนาคม นอกจากนี้ ในโครงการปีที่ 2 จะมีการเผยแพร่องค์ความรู้ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง ซึ่งจัดเป็น use case หนึ่งที่สำคัญของการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี 5G และเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการประยุกต์ใช้งานในด้านเกษตรอัจฉริยะ ที่มิจวิจัยจึงมีความตั้งใจดำเนินการเผยแพร่องค์ความรู้และสาธิตเพื่อเป็น use case ที่จะเกิดขึ้นในประเทศไทยในวันข้างหน้า

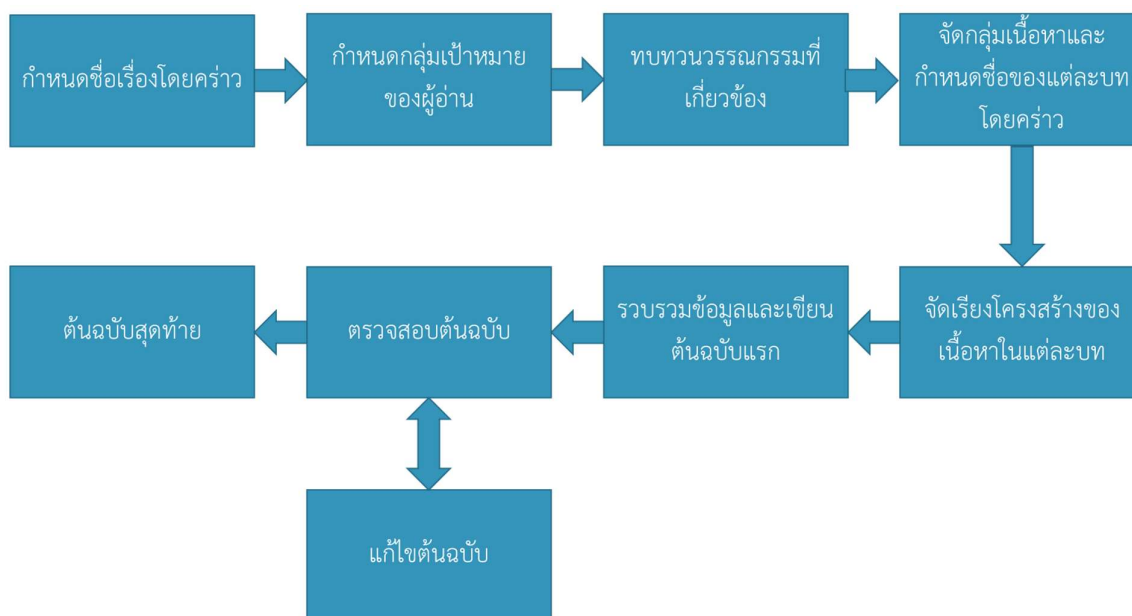
จากที่กล่าวมาจึงเป็นที่มาของการจัดทำ “โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง” เพื่อขอรับการสนับสนุนจาก กทปส ประจำปี 2562 การถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยี 5G ในโครงการปีที่ 2 จะดำเนินการในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ ดังนี้

1. อบรมและสัมมนา  
จัดอบรมและสัมมนาในมหาวิทยาลัยจำนวน 5 ครั้ง เพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านเทคโนโลยี 5G โดยมีผู้เข้าอบรมรวมทั้งหมด 500 คน
2. หนังสือ  
จัดทำหนังสือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G จำนวน 500 ฉบับ
3. เว็บไซต์ออนไลน์  
จัดทำเว็บไซต์ออนไลน์เพื่อเผยแพร่เทคโนโลยี 5G
4. Infographic  
จัดทำ Infographic ให้ความรู้เทคโนโลยี 5G จำนวน 10 ชิ้น ผ่านเว็บไซต์ออนไลน์ที่ได้จัดทำขึ้น
5. Video  
จัดทำ Video ให้ความรู้เทคโนโลยี 5G จำนวน 10 ชิ้น ผ่านเว็บไซต์ออนไลน์ที่ได้จัดทำขึ้น

## ข. วิธีการดำเนินงานโครงการฯ

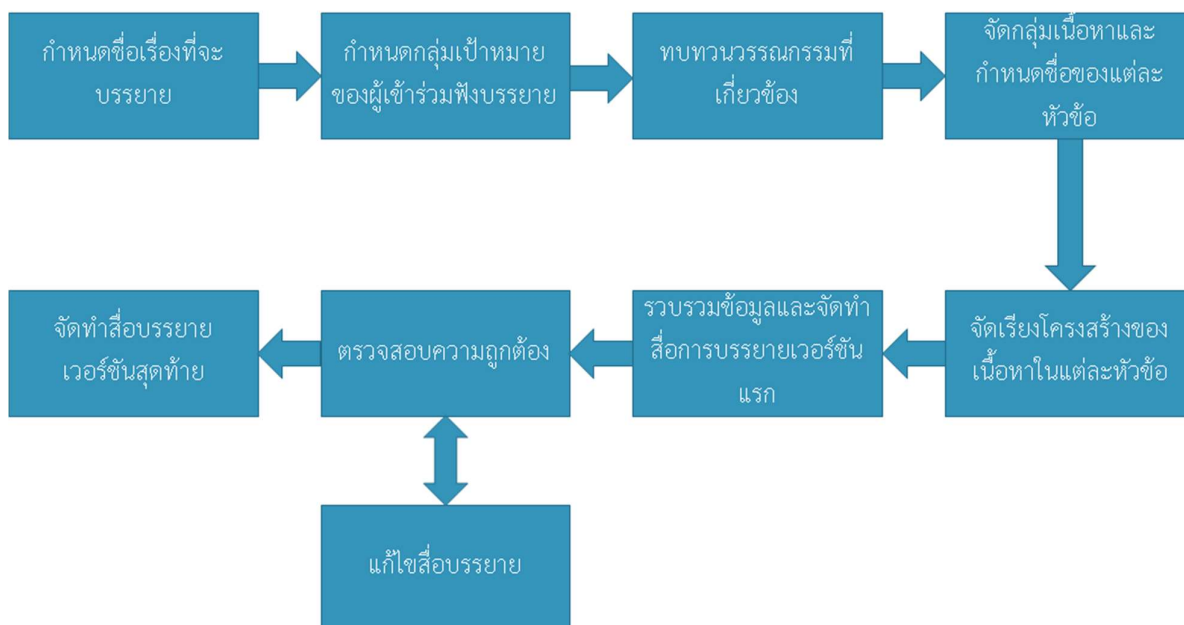
โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง

### 1. การจัดทำเนื้อหาของหนังสือหรือคู่มือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G



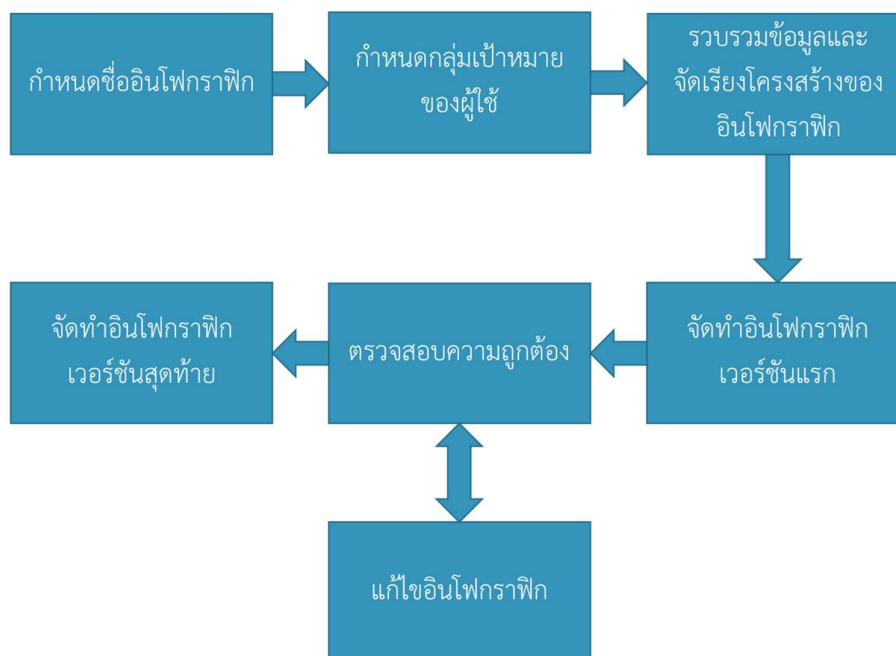
ในการจัดทำหนังสือหรือคู่มือความรู้เบื้องต้นของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G มีแผนการดำเนินงานตามกระบวนการดังแสดงในรูปด้านบน เริ่มจากการกำหนดชื่อเรื่องของหนังสือหรือคู่มือโดยคร่าวเพื่อให้การรวบรวมข้อมูลตรงตามเรื่องที่จะเขียน ถัดมาเป็นการกำหนดเป้าหมายของกลุ่มผู้อ่านซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของการเขียนหนังสือให้เนื้อหา มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้อ่าน ต่อมาเป็นการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เขียน แล้วจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อเป็นเนื้อหาในแต่ละบทของหนังสือและกำหนดชื่อบทโดยคร่าว ถัดมาในแต่ละบทจะต้องมีการวางโครงสร้างของหัวข้อย่อยและลำดับการอธิบายเนื้อหา เมื่อวางโครงร่างของการเขียนเรียบร้อยแล้วจะมีการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แต่ละบทมีความสมบูรณ์และเริ่มเขียนต้นฉบับแรก ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบต้นฉบับที่เขียนขึ้นมา ทั้งความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของเนื้อหาแล้วทำการแก้ไขต้นฉบับ ซึ่งกระบวนการแก้ไขและตรวจสอบทำซ้ำจนกว่าเนื้อหาจะมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นจะทำการเขียนต้นฉบับสุดท้ายซึ่งจะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการในการเขียนหนังสือหรือคู่มือให้ความรู้

## 2. การจัดทำเนื้อหาของการอบรม/สัมมนา



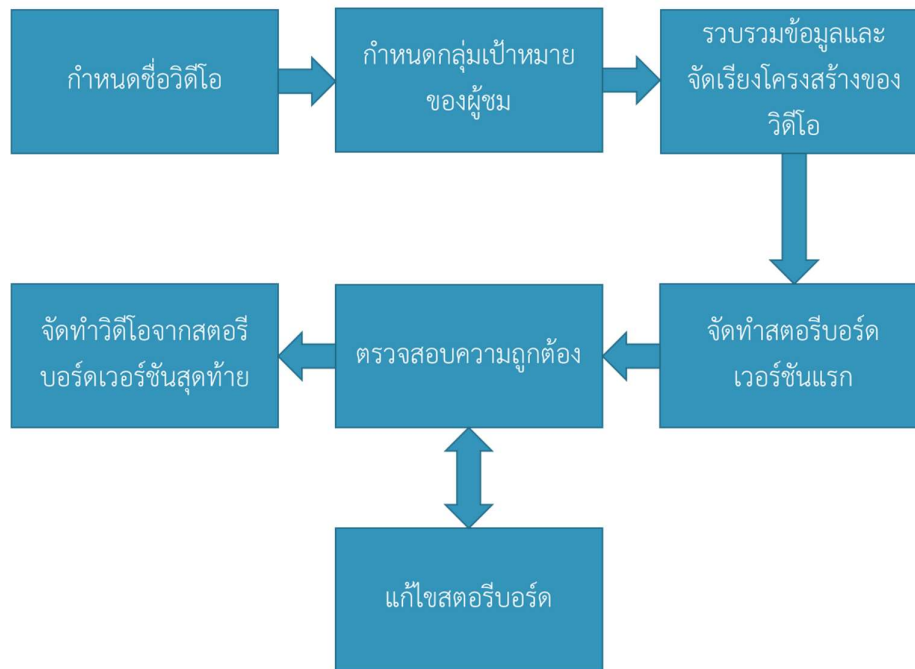
การจัดทำเนื้อหาของการอบรม/สัมมนามีแผนการดำเนินงานตามกระบวนการดังแสดงในรูปด้านบน เริ่มจากการกำหนดชื่อเรื่องที่จะบรรยายเพื่อให้การรวบรวมข้อมูลตรงตามเรื่องที่จะบรรยาย ถัดมาเป็นการกำหนดเป้าหมายของกลุ่มผู้เข้าร่วมฟังบรรยายซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของการจัดทำสื่อบรรยายให้มีเนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มผู้อ่าน ต่อมาเป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะบรรยาย แล้วจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อเป็นเนื้อหาในแต่ละหัวข้อในสื่อบรรยาย ถัดมาในแต่ละหัวข้อจะต้องมีการวางโครงสร้างและลำดับการอธิบายเนื้อหา เมื่อวางโครงร่างของการจัดทำสื่อบรรยายเรียบร้อยแล้วจะมีการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แต่ละหัวข้อมีความสมบูรณ์และเริ่มจัดทำสื่อบรรยายเวอร์ชันแรก ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบสื่อบรรยาย ทั้งความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วทำการแก้ไขสื่อบรรยาย ซึ่งกระบวนการแก้ไขและตรวจสอบทำซ้ำจนกว่าเนื้อหาจะมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นจะจัดทำสื่อบรรยายเวอร์ชันสุดท้ายซึ่งจะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการในการจัดทำเนื้อหาการบรรยาย

### 3. การจัดทำเนื้อหาของ Infographic



การจัดทำอินโฟกราฟิก (infographic) ของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G มีแผนการดำเนินงานตามกระบวนการดังแสดงในรูปด้านบน เริ่มจากการกำหนดชื่อเรื่องของอินโฟกราฟิกเพื่อให้การรวบรวมข้อมูลตรงตามเรื่องที่จะจัดทำ ถัดมาเป็นการกำหนดเป้าหมายของกลุ่มผู้ใช้ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของการทำอินโฟกราฟิกให้เนื้อหา มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ ถัดมาจะมีการรวบรวมข้อมูล และการวางโครงสร้างของอินโฟกราฟิก เมื่อวางโครงสร้างของอินโฟกราฟิกเรียบร้อยแล้วจะมีการจัดทำอินโฟกราฟิกในเวอร์ชันแรก ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบทั้งความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาของอินโฟกราฟิก แล้วทำการแก้ไขอินโฟกราฟิก ซึ่งกระบวนการแก้ไขและตรวจสอบทำซ้ำจนกว่าเนื้อหาจะมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นจะจัดทำอินโฟกราฟิกสุดท้ายซึ่งจะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการจัดทำอินโฟกราฟิก

### 3. การจัดทำเนื้อหาของ video



การจัดทำวิดีโอของเทคโนโลยีที่ใช้ในมาตรฐานการสื่อสารไร้สายยุค 5G มีแผนการดำเนินงานตามกระบวนการดังแสดงในรูปด้านบน เริ่มจากการกำหนดชื่อเรื่องของวิดีโอเพื่อให้การรวบรวมข้อมูลตรงตามเรื่องที่จะจัดทำ ถัดมาเป็นการกำหนดเป้าหมายของกลุ่มผู้ชมซึ่งจะเป็นตัวกำหนดทิศทางของการทำวิดีโอให้เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ ถัดมาจะมีการรวบรวมข้อมูล และการวางโครงสร้างของสตอรี่บอร์ด (story board) เมื่อวางโครงร่างของสตอรี่บอร์ดเรียบร้อยแล้วจะมีการจัดทำสตอรี่บอร์ดในเวอร์ชันแรก ถัดมาจะเป็นการตรวจสอบทั้งความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาของสตอรี่บอร์ด แล้วทำการแก้ไขสตอรี่บอร์ด ซึ่งกระบวนการแก้ไขและตรวจสอบทำซ้ำจนกว่าเนื้อหาจะมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด จากนั้นจะจัดทำวิดีโอตามสตอรี่บอร์ดซึ่งจะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการจัดทำวิดีโอ



### ค. การถอดบทเรียนการจัดอบรม/สัมมนาของโครงการฯ ที่ผ่านมา

โครงการพัฒนาความพร้อมระดับประเทศของการสื่อสารไร้สายในยุค 5G ภาคสอง เทคโนโลยี massive MIMO และ use case ด้านการระบุตำแหน่งความแม่นยำสูง

โครงการจัดอบรมปี 1 มีผู้เข้าร่วมอบรมทั้งสิ้นจำนวน 659 คน โดยมีผู้ที่ทำแบบสอบถามความพึงพอใจด้านเนื้อหาและสถานที่/ระยะเวลา/อาหาร เป็นจำนวน 386 คน ได้โดยสรุปดังนี้

ประเด็นความคิดเห็น	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	คะแนนเฉลี่ย
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
1. ท่านได้รับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี 5G เพิ่มขึ้น	135	223	27	1	0	4.27
<b>ด้านสถานที่ / ระยะเวลา / อาหาร</b>						
1. สถานที่และสภาพแวดล้อมมีความเหมาะสม	154	198	30	4	0	4.30
2. ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	122	193	57	12	2	4.03
3. อาหาร และเครื่องดื่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	145	184	47	6	4	4.19

ทั้งนี้ในการจัดอบรมในปีที่ 1 มีจำนวนผู้เข้าร่วมอบรมทั้งสิ้น 659 คน มีผู้กรอกแบบสอบถามทั้งสิ้น 386 คน คิดเป็นร้อยละ 93.55 ของจำนวนคนที่กรอกแบบสอบถามที่อยากให้ออกให้จัดต่อไป และมีผู้ที่ไม่อยากให้ออกให้จัดต่อ คิดเป็นร้อยละ 1.02 ในขณะที่ร้อยละ 5.41 งดออกความเห็น

สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เข้าร่วมอบรม/สัมมนาแบ่งตามประเภทคำแนะนำได้ดังนี้

1. ด้านความเหมาะสมของระยะเวลาปัญหาที่พบคือ
  - การอบรมในบางครั้งมีความล่าช้าทำให้ล่วงเลยเวลาพักเที่ยงไปบางส่วน
2. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาปัญหาที่พบคือ
  - การบรรยายถึงกรณีการใช้งาน (use case) น้อยเกินไป
  - ช่วง ถาม-ตอบ มีเวลาน้อยเกินไป
3. ด้านสถานที่ และอาหารเครื่องดื่ม สำหรับการจัดอบรม
  - สถานที่จัดงานมีความคับแคบไม่เหมาะสมกับจำนวนคนเข้าร่วมสัมมนา
  - ควรเพิ่มอาหารและเครื่องดื่มให้หลากหลายมากขึ้น
4. ด้านการประชาสัมพันธ์การจัดอบรมปัญหาที่พบคือ
  - การประชาสัมพันธ์ไม่ครอบคลุมกับหลาย ๆ ภาคส่วนในมหาวิทยาลัย

จากคำแนะนำและคำติชมในโครงการปี 1 จะนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้การอบรมในปีที่ 2 ดียิ่งขึ้นดังนี้

1. ด้านความเหมาะสมของระยะเวลาจะมีการปรับปรุงให้เหมาะสมดังนี้

ผู้บรรยายจะทำการปรับเนื้อหาการบรรยายให้เหมาะสมกับเวลามากขึ้น โดยจะพยายามตรวจสอบเวลาอย่างสม่ำเสมอ หากมีความล่าช้า ผู้บรรยายจะมีการกล่าวถึงบางหัวข้อโดยคร่าว โดยจะเปิดโอกาสให้ผู้เข้าฟังซักถามเกี่ยวกับหัวข้อเหล่านั้นในช่วง ถาม-ตอบ ท้ายการบรรยาย หรือภายหลังการบรรยาย แทน อย่างไรก็ตาม ในส่วนการบรรยายแต่ละหัวข้อนั้น ผู้บรรยายจะพยายามปรับให้ระยะเวลาแต่ละหัวข้อให้ใกล้เคียงกันมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ฟังไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับหัวข้อใด ๆ มากจนเกินไป

2. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาจะมีการปรับปรุงให้เหมาะสมดังนี้

ผู้บรรยายจะเพิ่มเนื้อหาในส่วนกรณีการใช้งาน (use case) ให้มากขึ้น เนื่องจากเป็นเนื้อหาสำคัญที่ผู้ฟังส่วนใหญ่ให้ความสนใจ ทั้งนี้ในส่วนกรณีการใช้งานนั้น ผู้บรรยายจะมีการรวบรวมเนื้อหาดังกล่าวจากผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิจัยที่ปฏิบัติงานในส่วนงานนั้น ๆ เพื่อให้ได้เนื้อหาเชิงลึกและเป็นประโยชน์แก่ผู้ฟังมากที่สุด อย่างไรก็ตามในส่วน ช่วง-ถาม ตอบ ที่มีเวลาให้น้อยนั้น ผู้วิจัยจะปรับปรุงโดยการเปิดให้ถามตอบในระหว่างการบรรยายได้ เพื่อจะได้ช่วยเคลียร์ปัญหาคาใจของผู้ฟังได้ทันที ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ผู้ฟังคนอื่น ๆ อีกด้วย

3. ด้านสถานที่ และอาหารเครื่องดื่ม สำหรับการจัดอบรม จะมีการปรับปรุงให้เหมาะสมดังนี้

ผู้จัดงานจะปรับปรุงในส่วนสถานที่จัดงานให้มีความเหมาะสมกับจำนวนผู้เข้าร่วมมากขึ้น โดยจะพยายามใช้สถานที่ที่การจัดงานเป็นแบบสโตนเพื่อช่วยให้ผู้เข้าฟังสามารถมองเห็นผู้บรรยายและสไลด์นำเสนอได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีการเตรียมอาหารเครื่องดื่มให้มีความหลากหลาย และเหมาะสมกับจังหวัดที่จัดงาน ยกตัวอย่างเช่น มีการเตรียมอาหารสำหรับผู้ทานอาหารฮาลาลสำหรับจังหวัดที่มีผู้นับถือศาสนาอิสลามจำนวนมากอีกด้วย

4. ด้านการประชาสัมพันธ์การจัดอบรมจะมีการปรับปรุงให้เหมาะสมดังนี้

ผู้จัดงานจะเพิ่มการประชาสัมพันธ์งานสัมมนาให้ครอบคลุมกับทุก ๆ ภาคส่วนของมหาวิทยาลัยผ่านทางหลาย ๆ ช่องทางมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น เฟซบุ๊ก หรือ เว็บไซต์มหาวิทยาลัยที่จัดงาน นอกจากนี้จะมีการแชร์งานสัมมนาผ่านทางเพจเฟซบุ๊กที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการบรรยาย เพื่อให้ผู้สนใจเข้าร่วมงานจากภายนอกมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม