บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (บริษัทฯ) ได้ดำเนินการทดสอบและทดลองการให้บริการด้วยเทคโนโลยี 5G โดยใช้คลื่นความถี่ในย่าน 700 MHz, 2.6 GHz, 26 GHz และ 28 GHz เพื่อทำการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในด้านต่างๆ โดยบริษัทฯ ได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ AAU ในย่านความถี่ 2.6 GHz, 26 GHz และ 28 GHz และสำหรับอุปกรณ์ AAU ในย่านความถี่ 700 MHz เนื่องจากไม่มีบริษัทผู้จำหน่ายอุปกรณ์รายใดมีความพร้อมในการนำเข้าอุปกรณ์ในย่านความถี่ 700 MHz บริษัทฯ จึงไม่ได้ทำการทดลองหรือทดสอบกับอุปกรณ์ในย่านความถี่นี้ซึ่งบริษัทฯ มีผลการทดลองหรือทดสอบดังนี้

1) การศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของคลื่นความถี่ในย่าน 2.6 GHz, 26 GHz และ 28 GHz

พื้นที่ครอบคลุม (Coverage area)

บริษัทฯ ได้ดำเนินการทดลองหรือทดสอบเพื่อตรวจสอบพื้นที่ครอบคลุมของ 4G (LTE) และ 5G (NR: New Radio) ด้วยอุปกรณ์ที่ตั้งค่าทั้ง NSA mode (Non-standalone) และ SA mode (Standalone) มีผลการทดลองหรือทดสอบดังนี้

1. NSA mode: LTE 2600(20MHz) + NR 2600(60MHz): มีพื้นที่ครอบคลุมของ 4G และ 5G เป็นระยะประมาณ 420 เมตร
2. NSA mode: LTE 1800(5MHz) + NR 2600(60MHz) : มีพื้นที่ครอบคลุมของ 4G เป็นระยะประมาณ 420 เมตร และ 5G เป็นระยะประมาณ 380 เมตร
3. NSA mode: LTE 1800(5MHz) + NR 28000(400MHz) : มีพื้นที่ครอบคลุมของ 4G และ 5G เป็นระยะประมาณ 240 เมตร
4. SA mode: NR 2600(40 MHz) : มีพื้นที่ครอบคลุมของ 5G เป็นระยะประมาณ 270 เมตร

ความเร็วในการรับส่งข้อมูล (Throughput)

1. ย่านความถี่ 2.6 GHz : มีความเร็วในการรับข้อมูล (downlink) ที่ 1.8 Gbpsบนความกว้างของคลื่นความถี่ 100 MHz

2. ย่านความถี่ 26 GHz : มีความเร็วในการรับข้อมูล (downlink) ที่ 2.6 Gbps และความเร็วในการส่งข้อมูล (uplink) ที่ 528 Mbps บนความกว้างของคลื่นความถี่ 400 MHz และมีความเร็วในการรับข้อมูล (downlink)
ที่ 5.2 Gbps และความเร็วในการส่งข้อมูล (uplink) ที่ 886 Mbps บนความกว้างของคลื่นความถี่ 800 MHz

3. ย่านความถี่ 28 GHz : มีความเร็วในการรับข้อมูล (downlink) ที่ 2.7 Gbps บนความกว้างของคลื่นความถี่ 400 MHz และมีความเร็วในการรับข้อมูล (downlink) ที่ 5.4 Gbps บนความกว้างของคลื่นความถี่ 800 MHz

ด้านความหน่วง (Latency)

ความหน่วงของผู้ใช้โดยการ ping เซิร์ฟเวอร์ FTP 100 ครั้งโดยไม่มี packet loss ได้ค่าความหน่วงประมาณ 11 ms

ด้าน Signaling

บริษัทฯ ได้ดำเนินการทดลองหรือทดสอบการเชื่อมต่อสัญญาณทั้งในโหมด NSA และ SA

ผลกระทบของสภาพอากาศและสภาพพื้นที่ใช้งานต่อการแพร่กระจายของคลื่น

	mmWave Path Loss	วิธีการทดสอบ	RSRP (dBm)		SINR (dB)	
			LOS signal	Block signal	LOS signal	Block signal
1	ฤดูฝน	สเปรย์น้ำจากก๊อกที่บริเวณด้านหน้าของเสาอากาศ	-79.9	-98.7	18.4	16.3

2) การศึกษา เรื่อง การทำ TDD Network Synchronization

บริษัทฯ ได้ทำการศึกษาในเรื่อง การทำ TDD Network Synchronization สำหรับคลื่นความถี่ในย่าน 2.6 GHz ซึ่งมีการใช้งานในลักษณะ TDD (Time Division Duplex) ดังนี้

1. การทำ Phase Clock Synchronization โดยทำการศึกษาในประเด็นการใช้ GPS และ Master Clock ผลการทดลองหรือทดสอบประสิทธิภาพการ Holdover เมื่อ GPS ล้มเหลว มีผลลัพธ์ดังนี้
   - สามารถใช้งานได้ปกติ ถึงแม้ว่า GPS จะล้มเหลว
   - GPS มีระยะเวลาการ Holdover เกินกว่า 24 ชั่วโมง
   - 5G มีระยะเวลาการ holdover เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจาก GPS ล้มเหลว

2. การกำหนด Frame Structure โดย บริษัทฯ ได้ทำการศึกษาใน เรื่อง Frame และ Special Sub - frame Configuration

- 5G : มีค่าการรับข้อมูล (Downlink) ประมาณ 450 Mbps และมีค่าการส่งข้อมูล (Uplink) ประมาณ 35 Mbps
- 4G : มีค่าการรับข้อมูล (Downlink) ประมาณ 427 Mbps และค่าการส่งข้อมูล (Uplink) ประมาณ 25.7 Mbps

3) การศึกษา เรื่อง การรบกวน (Interference) ระหว่างการใช้งานคลื่นความถี่ในลักษณะ TDD (Time Division Duplex) และ FDD (Frequency Division Duplex) สำหรับคลื่นความถี่ในย่าน 2.6 GHz

<u>การรบกวนกันระหว่างผู้ใช้งาน 5G ลักษณะ TDD ในย่านความถี่ 2500 - 2690 MHz (Band N41) ด้วยกัน</u>

1. N41 และ N41 (Co-Channel)
   - N41 40 MHz และ N41 40 MHz เปิดใช้งาน<u>พร้อมกัน</u> :เกิดสัญญาณรบกวนในย่านความถี่เดียวกัน
   - N41 40 MHz และ N41 60 MHz เปิดใช้งาน<u>พร้อมกัน</u> :เกิดสัญญาณรบกวนในย่านความถี่เดียวกัน
2. N41 และ N41 (Adjacent channel)

เมื่อเปิดใช้งานความถี่ N41 20 MHz และ N41 20 MHz พร้อมกัน โดยไม่มี guard band ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

<u>การรบกวนกันระหว่างผู้ใช้งาน 5G ลักษณะ TDD ในย่านความถี่ 2500 - 2690 MHz (Band N41) และผู้ใช้งาน 4G ลักษณะ TDD ในย่านความถี่ 2570 – 2620 MHz (Band 38)</u>

- ย่านความถี่ N41 40 MHz และ B38 20 MHz เปิดใช้งาน<u>ไม่พร้อมกัน</u> : เมื่อเปิดใช้งานย่านความถี่ N41 และ B38 ไม่พร้อมกัน ทำให้ไม่เกิดสัญญาณรบกวน
- ย่านความถี่ N41 40 MHz and B38 20 MHz เปิดใช้งาน<u>พร้อมกัน</u>: เมื่อเปิดใช้งานย่านความถี่ N41 และ B41 พร้อมกัน ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

<u>การรบกวนกันระหว่างผู้ใช้งาน 4G ลักษณะ TDD ในย่านความถี่ 2570 – 2620 MHz (Band 38) ด้วยกัน</u>

- เมื่อเปิดใช้งานความถี่ B38 และ B38 พร้อมกัน ทำให้เกิดสัญญาณรบกวน

4) การศึกษา เรื่อง Dual Connectivity of 4G & 5G

บริษัทฯ มีขั้นตอนการทำ Dual connectivity สำหรับ 5G NSA ดังนี้

๑. สร้าง EN-DC X2
๒. การทำ RRC Connection Reconfiguration
๓. การทำ SgNB Reconfiguration
๔. การทำ SN Status Transfer
๕. การทำ E-RAB Modification Indication

5) การศึกษา Inter-RAT Handover และ Cell Reselection

๑. การทำ Inter-RAT handover จาก UMTS ไป NSA
ผลการทดลอง : สามารถทำ Inter RAT Handover จาก 3G ไป 5G NSA ได้สำเร็จ

๒. การทำ Inter-RAT handover จาก NSA ไป UMTS
ผลการทดลอง : สามารถทำ Inter RAT Handover จาก 5G NSA ไป 3G ได้สำเร็จ

๓. การทำ Inter-RAT cell reselection จาก NSA ไป UMTS

๔. การทำ Inter-RAT cell reselection จาก UMTS ไป NSA

ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

1. ระยะเวลาการทดลองทดสอบที่จำกัดเพียง 180 วันและต่ออายุได้ 90 วัน ซึ่งระยะเวลาในกระบวนการนำเข้าและระยะเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์ใช้เวลาพอสมควร
2. เนื่องจากการทดลองทดสอบในโครงการนี้ บริษัทฯ ต้องขอการสนับสนุนอุปกรณ์ จากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ ทำให้จำนวนอุปกรณ์ที่สามารถนำมาทดลองทดสอบมีจำนวนจำกัด
3. ความพร้อมของอุปกรณ์เทคโนโลยี 5G ต่อการใช้งานในการทดสอบ เช่น ในขณะนี้ยังไม่มีอุปกรณ์เทคโนโลยี 5G สำหรับการใช้งานในย่าน 700 MHz ทำให้ไม่สามารถทดสอบทดลองเทคโนโลยี 5G กับคลื่นความถี่ 700 MHz ได้

บทสรุป

การดำเนินการทดสอบและทดลองการให้บริการด้วยเทคโนโลยี 5G ในพื้นที่ต่างๆ ของบริษัทฯ โดยใช้คลื่นความถี่ในย่าน 700 MHz, 2.6 GHz, 26 GHz และ 28 GHz ซึ่งบริษัทฯ ได้ดำเนินการตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว ในกิจการวิทยุคมนาคมและกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2558 เพื่อทำการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในด้านต่างๆ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของบริษัทฯ ในการให้บริการ 5G ในอนาคตนั้น การทดลองทดสอบในครั้งนี้ ทำให้เห็นว่าเทคโนโลยี 5G มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาประเทศไทยอย่างมากในอนาคต อย่างไรก็ตามด้วยเวลาในการทดสอบทดลองที่มีจำกัด และข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์ 5G ที่กำลังถูกพัฒนาในต่างประเทศ ทำให้การทดสอบทดลองในครั้งนี้สามารถดำเนินการได้เพียงบางส่วน และจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนาต่อไปในอนาคตภายหลังจากที่มีการจัดสรรคลื่นความถี่จาก กสทช.