

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานของคุณภาพการให้บริการโทรคมนาคม 2565 [1]

2.1.1 บริการโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่

2.1.1.1 พารามิเตอร์ค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทเสียง

- 1) อัตราส่วนการเรียกสำเร็จ (Successful call ratio) กรณีที่เป็นการโทรศัพท์ภายในโครงข่ายของผู้ประกอบการเดียวกัน
 - หมายถึง อัตราส่วนจำนวนการเรียกที่สำเร็จต่อจำนวนการเรียกทั้งหมด
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90
- 2) อัตราส่วนการเรียกสำเร็จ (Successful call ratio) กรณีที่เป็นการโทรข้ามโครงข่ายต่างผู้ประกอบการ
 - หมายถึง อัตราส่วนจำนวนการเรียกที่สำเร็จต่อจำนวนการเรียกทั้งหมด
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90
- 3) อัตราส่วนของกรณีที่สายหลุด (Drop Call Rate)
 - หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนสายหลุดต่อจำนวนการเรียกใช้ทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่มากกว่าร้อยละ 2
- 4) คุณภาพของเสียง (Mean Opinion Score (MOS))
 - หมายถึง การวัดคุณภาพของเสียงจากโครงข่ายโทรศัพท์

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่ต่ำกว่า 2.5 (ร้อยละ 90 ของข้อมูลที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่าค่านี้)
- 5) อัตราส่วนของกรณีที่สายหลุด (Drop Call Rate) ในพื้นที่เฝ้าระวัง
 - หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนสายหลุดต่อจำนวนการเรียกใช้ทั้งหมด ภายใน 24 ชั่วโมง ในพื้นที่เฝ้าระวัง
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่มากกว่าร้อยละ 2

2.1.1.2 พารามิเตอร์ค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทข้อมูล

- 1) อัตราส่วนจำนวนครั้งที่ค่า Round Trip Time (RTT) ต่ำกว่าค่าที่กำหนด
 - หมายถึง $100(\%) \times \text{จำนวนครั้งที่ทำการวัดค่า RTT ได้ต่ำกว่าค่าที่กำหนด} / \text{จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบวัดค่า RTT ทั้งหมด}$ โดยกำหนดให้ RTT เป็นระยะเวลาที่ใช้ส่งแพ็คเก็ตจากฝั่งส่งไปยังฝั่งรับจนกระทั่งกลับมายังฝั่งส่งอีกครั้งหนึ่ง และให้คำนวณจากผลต่างระหว่างเวลาที่แพ็คเก็ตกลับมายังฝั่งส่ง และ เวลาที่แพ็คเก็ตถูกส่งออกไปจากฝั่งส่ง
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - สำหรับเทคโนโลยี 2G ไม่เกิน 1,000 มิลลิวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 3G ไม่เกิน 500 มิลลิวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่เกิน 150 มิลลิวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 5G (Standalone Mode) ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่เกิน 110 มิลลิวินาที
- 2) อัตราส่วนจำนวนครั้งที่ใช้ FTP ได้สำเร็จ (FTP success ratio)

- หมายถึง 100 (%) x จำนวนครั้งที่รับส่งข้อมูลแบบ FTP ได้สำเร็จ / จำนวนครั้งที่ทดสอบการรับส่ง FTP ทั้งหมด
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - กรณี Download ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 สำหรับ 2G ขึ้นไป
 - กรณี Upload ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 สำหรับ 2G ขึ้นไป
- 3) อัตราส่วนของการรับส่งข้อมูลแบบ FTP ตาม ความเร็วเฉลี่ยในการส่งข้อมูลที่กำหนด (FTP ratio subjected to specified data rate)
- หมายถึง 100 (%) x จำนวนครั้งที่รับส่งข้อมูลแบบ FTP ได้ไม่ต่ำกว่า อัตราบิตที่กำหนด / จำนวนครั้งที่ทดสอบการรับส่ง FTP สำเร็จทั้งหมด โดยกำหนดให้อัตราบิตเป็นจำนวนบิตที่รับส่งข้อมูลแบบ FTP ทหารด้วย ผลต่างระหว่างเวลาสิ้นสุดและเริ่มต้นการรับส่งข้อมูลแบบ FTP
 - ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565

กรณี Download

 - สำหรับเทคโนโลยี 2G ไม่ต่ำกว่า 48 กิโลบิตต่อวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 3G ไม่ต่ำกว่า 750 กิโลบิตต่อวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่า 2.5 เมกะบิตต่อวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 5G ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่า 5 เมกะบิตต่อวินาที

สำหรับร้อยละ 75 ของการรับส่ง FTP ที่สำเร็จภายในเวลาที่กำหนด (Timeout)

กรณี Upload

 - สำหรับเทคโนโลยี 2G ไม่ต่ำกว่า 20 กิโลบิตต่อวินาที
 - สำหรับเทคโนโลยี 3G ไม่ต่ำกว่า 300 กิโลบิตต่อวินาที

- สำหรับเทคโนโลยี 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่า 500 กิโลบิตต่อวินาที
- สำหรับเทคโนโลยี 5G ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่า 1.25 เมกะบิตต่อวินาที

สำหรับร้อยละ 75 ของการรับส่ง FIP ที่สำเร็จภายในเวลาที่กำหนด (Timeout)

4) อัตราส่วนจำนวนครั้งที่ HTTP โหลดได้สำเร็จ (HTTP success ratio)

- หมายถึง $100 (\%) \times \text{จำนวนครั้งที่ HTTP โหลดได้ภายในเวลาที่กำหนด} / \text{จำนวนครั้งที่ทดสอบ HTTP ทั้งหมด}$
- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - สำหรับ 2G ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยเวลาที่กำหนดไม่เกิน 10 นาที
 - สำหรับ 3G ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 โดยเวลาที่กำหนดไม่เกิน 3 นาที
 - สำหรับ 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 โดยเวลาที่กำหนดไม่เกิน 1 นาที
 - สำหรับ 5G (Standalone Mode) ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 โดยเวลาที่กำหนดไม่เกิน 25 วินาที

5) อัตราส่วนจำนวนครั้งที่สามารถเข้าถึงบริการสตรีมมิง (Streaming service accessibility)

- หมายถึง $100 (\%) \times \text{จำนวนครั้งที่เข้าถึงบริการสตรีมมิงได้สำเร็จ} / \text{จำนวนครั้งในการทดสอบทั้งหมด}$
- หมายเหตุ: ในกรณีที่ทำการวัดตามมาตรฐาน ETSI 5 102 250-2 v2.7.11 (2019-11) ข้อ 6.5.4 [3] สามารถคำนวณได้จาก $(1 - \text{Streaming service non-accessibility}) \times 100 (\%)$
- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565

- สำหรับเทคโนโลยี 3G ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
- สำหรับเทคโนโลยี 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85
- สำหรับเทคโนโลยี 5G (Standalone Mode) ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90

6) อัตราส่วนจำนวนครั้งการแสดงผลวีดิทัศน์แบบสตรีมมิ่งได้อย่างสมบูรณ์ (Streaming reproduction success ratio)

- หมายถึง $100 (\%) \times \text{จำนวนครั้งที่การแสดงผลวีดิทัศน์แบบสตรีมมิ่งได้อย่างสมบูรณ์} / \text{จำนวนครั้งในการทดสอบทั้งหมด}$

หมายเหตุ: ในกรณีที่ทำการวัดตามมาตรฐาน [ETSITS 102 250-2 v 2.7.11 (2019-11) ข้อ 6.5.6 สามารถคำนวณได้จาก $(1 - \text{Streaming reproduction cut-off ratio}) \times 100 (\%)$

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - สำหรับเทคโนโลยี 3G ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
 - สำหรับเทคโนโลยี 4G, 5G (Non-standalone Mode) และ 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85
 - สำหรับเทคโนโลยี 5G (Standalone Mode) ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิรตซ์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90

7) ระยะเวลาที่ใช้ในการส่ง SMS จากฝั่งส่งไปยังฝั่งรับ (SMS end-to-end delivery time)

- หมายถึง เวลาที่ใช้ในการส่ง Short Message จากอุปกรณ์ต้นทางส่งไปยังอุปกรณ์ปลายทางสำเร็จ หรือก็คือ จุดของเวลาที่อุปกรณ์ปลายทางได้รับ Short Message จากอุปกรณ์ต้นทาง - จุดของเวลาที่อุปกรณ์ต้นทางส่ง Short Message

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่เกิน 90 วินาที สำหรับร้อยละ 80 ของ SMS ที่ฝั่งรับได้รับสำเร็จ ภายใน Timeout ที่ 175 วินาที

8) อัตราส่วนจำนวน SMS ที่ไปถึงฝั่งรับได้สำเร็จ (SMS completion success ratio)

- หมายถึง $100 (\%) \times \text{จำนวน Short Message ที่อุปกรณ์ปลายทางได้รับ} / \text{จำนวน Short Message ที่ส่งในการทดสอบทั้งหมด}$

หมายเหตุ: ในกรณีที่ทำกรวัดตามมาตรฐาน [ETSI TS 102 250-2 v2.7.1] สามารถคำนวณได้จาก $(1 - \text{SMS completion failure ratio}) \times 100 (\%)$

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ของการทดสอบทั้งหมด จะต้องได้รับสำเร็จที่ฝั่งรับ ภายใน Timeout ที่ 175 วินาที

9) ระยะเวลาที่ใช้ในการส่ง MMS จากฝั่งส่งไปยังฝั่งรับ (MMS end-to-end delivery time)

- หมายถึง เวลาที่ใช้ในการส่ง Multimedia Message จากอุปกรณ์ต้นทางส่งไปยังอุปกรณ์ปลายทางสำเร็จ หรือก็คือ จุดของเวลาที่อุปกรณ์ปลายทางได้รับ Multimedia Message จากอุปกรณ์ต้นทาง - จุดของเวลาที่อุปกรณ์ต้นทางส่ง Multimedia Message

หมายเหตุ: อุปกรณ์ปลายทางตั้งโหมดของการดาวน์โหลด Multimedia Message แบบอัตโนมัติ

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ภายใน 5 นาที สำหรับร้อยละ 70 ของ MMS ที่ฝั่งรับได้รับสำเร็จ ภายใน Timeout ที่ 13 นาที

10) อัตราส่วนจำนวน MMS ที่ไปถึงฝั่งรับได้สำเร็จ (MMS completion success ratio)

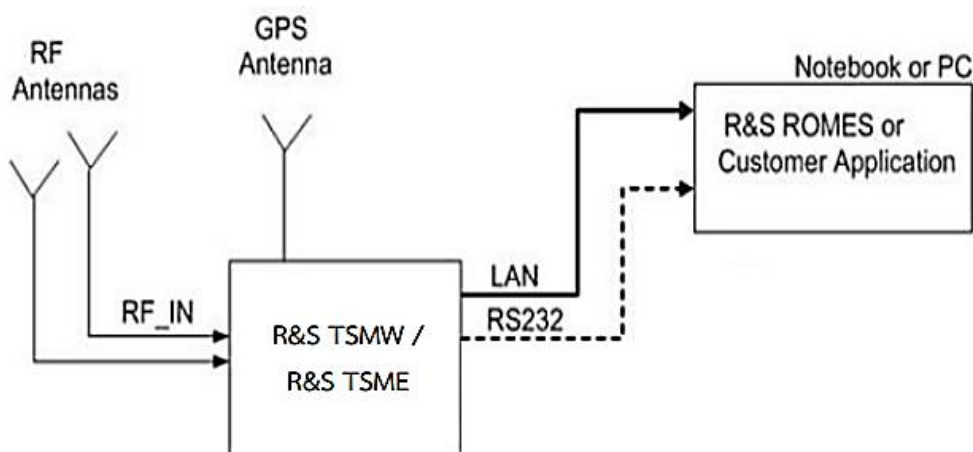
- หมายถึง จำนวน Multimedia Message ที่อุปกรณ์ปลายทางได้รับ ภายในเวลาที่กำหนด / จำนวน Multimedia Message ที่ส่งในการทดสอบทั้งหมด $\times 100$ (%)

หมายเหตุ: ในกรณีที่ทำการวัดตามมาตรฐาน [ETSITS 102 250-2 v2.7.1] สามารถคำนวณได้จาก $(1 - \text{MMS end-to-end failure ratio}) \times 100$ (%)

- ค่าเป้าหมายตามมาตรฐานของคุณภาพโทรคมนาคม 2565
 - ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของการทดสอบทั้งหมดจะต้องได้รับสำเร็จ ที่ฝั่งรับภายใน Timeout ที่ 13 นาที

2.2 การตรวจสอบคุณลักษณะทางเทคนิคของการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุ สำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.2.1 เครื่องมือตรวจสอบคุณลักษณะทางเทคนิคของการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุ สำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แสดงดังรูปที่ 2.1



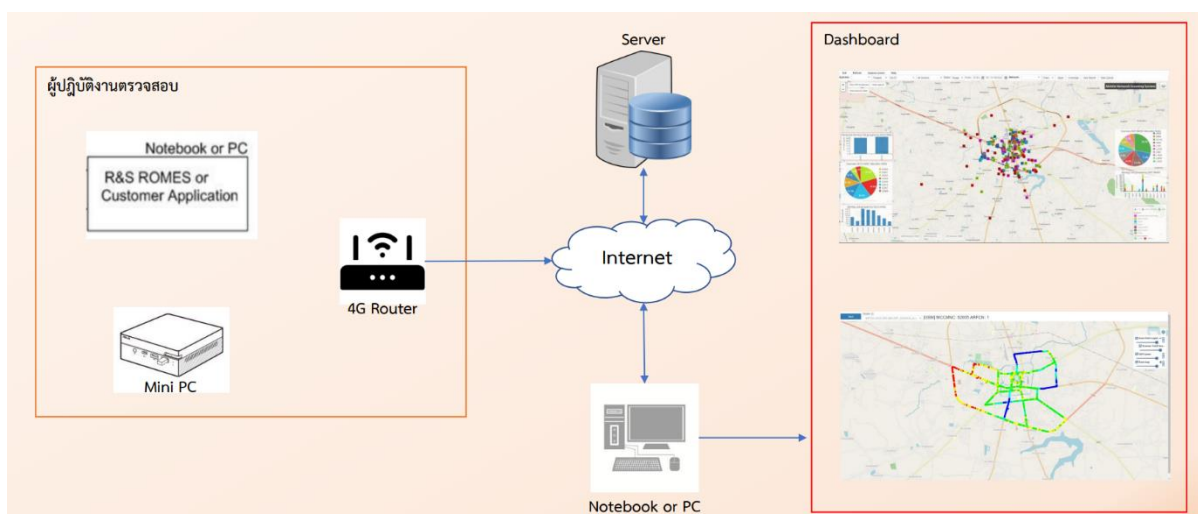
รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของเครื่องมือตรวจสอบคุณลักษณะทางเทคนิคของการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุ

ตารางที่ 2.1 ตารางคุณสมบัติของเครื่องมือและโปรแกรมควบคุมการทำงานการตรวจสอบ
คุณลักษณะทางเทคนิคของการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุ

| ลำดับ | รายละเอียด |
|-------|--|
| 1 | User-definable input frequency range from 30 MHz to 6 GHz |
| 2 | Two independent RF and signal processing paths, each with a bandwidth of up to 20 MHz |
| 3 | Parallel measurements in GSM, WCDMA and LTE (FDD and TDD) |
| 4 | Sensitivity for initial physical cell ID decoding: SYNC signal power -123 dB |
| 5 | ควบคุมและแสดงผลการตรวจสอบคลื่นความถี่วิทยุ ในรูปแบบกำหนดให้เครื่องมือทดสอบเลือกเทคโนโลยีและช่องความถี่ (Fix technology and Channel) |
| 6 | ควบคุมและแสดงผลการตรวจสอบคลื่นความถี่วิทยุ ในรูปแบบกำหนดให้เครื่องมือตรวจสอบการแพร่คลื่นความถี่วิทยุในบริเวณ นั้นๆ ในเทคโนโลยีและย่านความถี่ที่ต้องการทั้งหมด (Auto Channel Detection) |
| 7 | ตรวจสอบการใช้งานคลื่นความถี่วิทยุในรูปแบบของ RF Spectrum ได้ |
| 8 | ถอดรหัสข้อมูลทางเทคนิคของสถานีฐาน เช่น MCC / MNC / TAC / Cell ID / EARFCN |
| 9 | ตรวจสอบระดับค่าความแรงและคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ |
| 10 | แสดงพิกัดของสถานีฐานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยการประมาณตำแหน่งสถานีฐาน (Location Estimation) ได้ |

1. ควบคุมและแสดงผลการตรวจสอบคลื่นความถี่วิทยุ ในรูปแบบกำหนดให้เครื่องมือทดสอบเลือกเทคโนโลยีและช่องความถี่ (Fix technology and Channel)
 - โดยดำเนินการตรวจสอบการแพร่กระจายคลื่นความถี่วิทยุสำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เฉพาะเทคโนโลยี 4G Band 1 (2100 MHz), Band 3 (1800 MHz) และ Band 41 (2600 MHz)
2. ควบคุมและแสดงผลการตรวจสอบคลื่นความถี่วิทยุ ในรูปแบบกำหนดให้เครื่องมือตรวจสอบการแพร่คลื่นความถี่วิทยุในบริเวณ นั้นๆ ในเทคโนโลยีและย่านความถี่ที่ต้องการทั้งหมด (Auto Channel Detection)

3. ตรวจสอบการใช้งานคลื่นความถี่วิทยุในรูปแบบของ RF Spectrum ได้
4. ถอดรหัสข้อมูลทางเทคนิคของสถานีฐาน เช่น MCC / MNC / TAC / Cell ID / EARFCN เป็นต้น
5. ตรวจสอบระดับค่าความแรงและคุณภาพของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่
6. แสดงพิกัดของสถานีฐานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยการประมาณตำแหน่งสถานีฐาน (Location Estimation) ได้



รูปที่ 2.2 ระบบการแสดงผลการตรวจสอบส่วนกลาง (Dashboard)

2.3 รายละเอียดตำแหน่งของภาค และเขต ของสำนักงานกสทช.

2.3.1 สำนักงาน กสทช. ภาค 1 แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางตำแหน่งของภาค 1 และเขต 11 ถึง 16 ของสำนักงาน กสทช.

| สำนักงาน กสทช. | จังหวัดที่ตั้งทำการ | ท้องที่ความรับผิดชอบ |
|-----------------------|---------------------|--|
| สำนักงาน กสทช. ภาค 1 | นนทบุรี | กรุงเทพมหานคร |
| สำนักงาน กสทช. เขต 11 | สมุทรปราการ | สมุทรปราการ, นนทบุรี, ปทุมธานี |
| สำนักงาน กสทช. เขต 12 | จันทบุรี | จันทบุรี, ตราด, ระยอง, ชลบุรี |
| สำนักงาน กสทช. เขต 13 | สุพรรณบุรี | สุพรรณบุรี, กาญจนบุรี, ชัยนาท, สิงห์บุรี |

ตารางที่ 2.2 ตารางตำแหน่งของภาค 1 และเขต 11 ถึง 16 ของสำนักงาน กสทช. (ต่อ)

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| สำนักงาน กสทช. เขต 14 | ปราจีนบุรี | ปราจีนบุรี,นครนายก,ฉะเชิงเทรา,สระแก้ว |
| สำนักงาน กสทช. เขต 15 | พระนครศรีอยุธยา | พระนครศรีอยุธยา,อ่างทอง,ลพบุรี,สระบุรี |
| สำนักงาน กสทช. เขต 16 | ราชบุรี | ราชบุรี,เพชรบุรี,สมุทรสาคร,สมุทรสงคราม, นครปฐม |

2.3.2 สำนักงาน กสทช. ภาค 2 แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางตำแหน่งของภาค 2 และเขต 21 ถึง 25 ของสำนักงาน กสทช.

| สำนักงาน กสทช. | จังหวัดที่ตั้งที่ทำการ | ท้องที่ความรับผิดชอบ |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------|
| สำนักงาน กสทช. ภาค 2 | ขอนแก่น | ขอนแก่น,มหาสารคาม,กาฬสินธุ์ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 21 | ร้อยเอ็ด | ร้อยเอ็ด,ยโสธร,อำนาจเจริญ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 22 | อุบลราชธานี | อุบลราชธานี,ศรีสะเกษ,สุรินทร์ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 23 | นครราชสีมา | นครราชสีมา,บุรีรัมย์,ชัยภูมิ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 24 | อุดรธานี | อุดรธานี,หนองคาย,หนองบัวลำภู,เลย |
| สำนักงาน กสทช. เขต 25 | นครพนม | นครพนม,สกลนคร,มุกดาหาร,บึงกาฬ |

2.3.3 สำนักงาน กสทช. ภาค 3 แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางตำแหน่งของภาค 3 และเขต 31 ถึง 35 ของสำนักงาน กสทช.

| สำนักงาน กสทช. | จังหวัดที่ตั้งที่ทำการ | ท้องที่ความรับผิดชอบ |
|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|
| สำนักงาน กสทช. ภาค 3 | เชียงใหม่ | เชียงใหม่,แม่ฮ่องสอน,ลำพูน |
| สำนักงาน กสทช. เขต 31 | ลำปาง | ลำปาง,แพร่,ตาก |
| สำนักงาน กสทช. เขต 32 | ลำพูน | ลำพูน,เชียงใหม่,แม่ฮ่องสอน |
| สำนักงาน กสทช. เขต 33 | พิษณุโลก | พิษณุโลก,เพชรบูรณ์,สุโขทัย,อุตรดิตถ์ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 34 | เชียงราย | เชียงราย,น่าน,พะเยา |
| สำนักงาน กสทช. เขต 35 | นครสวรรค์ | นครสวรรค์,กำแพงเพชร,อุทัยธานี,พิจิตร |

2.3.4 สำนักงาน กสทช. ภาค 4 แสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตารางตำแหน่งของภาค 4 และเขต 41 ถึง 45 ของสำนักงานกสทช.

| สำนักงาน กสทช. | จังหวัดที่ตั้งที่ทำการ | ท้องที่ความรับผิดชอบ |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| สำนักงาน กสทช. ภาค 4 | สงขลา | สงขลา,สตูล |
| สำนักงาน กสทช. เขต 41 | ยะลา | ยะลา,นราธิวาส,ปัตตานี |
| สำนักงาน กสทช. เขต 42 | ภูเก็ต | ภูเก็ต,พังงา,กระบี่ |
| สำนักงาน กสทช. เขต 43 | นครศรีธรรมราช | นครศรีธรรมราช,ตรัง,พัทลุง |
| สำนักงาน กสทช. เขต 44 | สุราษฎร์ธานี | สุราษฎร์ธานี,ระนอง |
| สำนักงาน กสทช. เขต 45 | ชุมพร | ชุมพร,ประจวบคีรีขันธ์ |

2.4 ศึกษาการทดสอบคุณภาพการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Quality of Service And Complain)

2.4.1 แผนการทดสอบ QoS ตาม เขตและภูมิภาคต่างๆ ของ กสทช. แสดงได้ดังตารางที่

2.6 - 2.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.6 ตาราง Quality of Services (Data Services)

| เลขที่กล่อง | เขต/จังหวัด | เทคโนโลยี | ภูมิภาค |
|-------------|-------------------------------|-----------|---------|
| 1 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | 4G | 1 |
| 2 | กสทช. เขต 11 สมุทรปราการ | 3G | 1 |
| 3 | กสทช. เขต 12 จันทบุรี | 3G | 1 |
| 4 | กสทช. เขต 13 สุพรรณบุรี | 5G | 1 |
| 5 | กสทช. เขต 14 ปราจีนบุรี | 4G | 1 |
| 6 | กสทช. เขต 15 ออยุธยา | 3G | 1 |
| 7 | กสทช. เขต 16 ราชบุรี | 4G | 1 |
| 8 | กสทช. ภูมิภาค 2 ขอนแก่น | 4G | 2 |
| 9 | กสทช. เขต 21 ร้อยเอ็ด | 4G | 2 |
| 10 | กสทช. เขต 22 อุบลราชธานี | 4G | 2 |
| 11 | กสทช. เขต 23 นครราชสีมา | 5G | 2 |
| 12 | กสทช. เขต 24 อุตรธานี | 3G | 2 |

ตารางที่ 2.6 ตาราง Quality of Services (Data Services) (ต่อ)

| | | | |
|----|-------------------------------|----------|---|
| 13 | กสทช. เขต 25 นครพนม | 4G | 2 |
| 14 | กสทช. ภูมิภาค 3 เชียงใหม่ | 4G | 3 |
| 15 | กสทช. เขต 31 ลำปาง | 4G | 3 |
| 16 | กสทช. เขต 32 ลำพูน | 4G | 3 |
| 17 | กสทช. เขต 33 พิษณุโลก | 4G | 3 |
| 18 | กสทช. เขต 34 เชียงราย | 3G | 3 |
| 19 | กสทช. เขต 35 นครสวรรค์ | 5G | 3 |
| 20 | กสทช. ภูมิภาค 4 สงขลา | 4G | 4 |
| 21 | กสทช. เขต 41 ยะลา | 3G | 4 |
| 22 | กสทช. เขต 42 ภูเก็ต | 4G | 4 |
| 23 | กสทช. เขต 43 นครศรีธรรมราช | 4G | 4 |
| 24 | กสทช. เขต 44 สุราษฎร์ธานี | 5G | 4 |
| 25 | กสทช. เขต 45 ชุมพร | 3G | 4 |
| 26 | ทั่วประเทศ | TEAM A | - |
| 27 | ทั่วประเทศ | ANY TEAM | - |
| 28 | กสทช. เขต 41 ยะลา | 3G | 4 |
| 29 | ทั่วประเทศ | TEAM B | - |
| 30 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | - | 1 |
| 31 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | 2G | 1 |
| 32 | ทั่วประเทศ | TEAM A | - |
| 33 | ทั่วประเทศ | TEAM B | - |
| 34 | ทั่วประเทศ | 5G | - |

ตารางที่ 2.7 ตาราง Quality of Services (Voice Services)

| เลขที่กล่อง | เขต/จังหวัด | Call Type | ภูมิภาค |
|-------------|-------------------------------|------------------|---------|
| 1 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | ON NET & OFF NET | 1 |
| 2 | กสทช. เขต 11 สมุทรปราการ | ON NET & OFF NET | 1 |
| 3 | กสทช. เขต 12 จันทบุรี | ON NET & OFF NET | 1 |
| 4 | กสทช. เขต 13 สุพรรณบุรี | ON NET & OFF NET | 1 |
| 5 | กสทช. เขต 14 ปราจีนบุรี | ON NET & OFF NET | 1 |
| 6 | กสทช. เขต 15 อุดรธานี | ON NET & OFF NET | 1 |
| 7 | กสทช. เขต 16 ราชบุรี | ON NET & OFF NET | 1 |
| 8 | กสทช. ภูมิภาค 2 ขอนแก่น | ON NET & OFF NET | 2 |
| 9 | กสทช. เขต 21 ร้อยเอ็ด | ON NET & OFF NET | 2 |
| 10 | กสทช. เขต 22 อุบลราชธานี | ON NET & OFF NET | 2 |
| 11 | กสทช. เขต 23 นครราชสีมา | ON NET & OFF NET | 2 |
| 12 | กสทช. เขต 24 อุดรธานี | ON NET & OFF NET | 2 |
| 13 | กสทช. เขต 25 นครพนม | ON NET & OFF NET | 2 |
| 14 | กสทช. ภูมิภาค 3 เชียงใหม่ | ON NET & OFF NET | 3 |
| 15 | กสทช. เขต 31 ลำปาง | ON NET & OFF NET | 3 |
| 16 | กสทช. เขต 32 ลำพูน | ON NET & OFF NET | 3 |
| 17 | กสทช. เขต 33 พิชญ์โลก | ON NET & OFF NET | 3 |
| 18 | กสทช. เขต 34 เชียงราย | ON NET & OFF NET | 3 |
| 19 | กสทช. เขต 35 นครสวรรค์ | ON NET & OFF NET | 3 |
| 20 | กสทช. ภูมิภาค 4 สงขลา | ON NET & OFF NET | 4 |
| 21 | กสทช. เขต 41 ยะลา | ON NET & OFF NET | 4 |
| 22 | กสทช. เขต 42 ภูเก็ต | ON NET & OFF NET | 4 |
| 23 | กสทช. เขต 43 นครศรีธรรมราช | ON NET & OFF NET | 4 |
| 24 | กสทช. เขต 44 สุราษฎร์ธานี | ON NET & OFF NET | 4 |
| 25 | กสทช. เขต 45 ชุมพร | ON NET & OFF NET | 4 |
| 26 | ทั่วภูมิภาค | ON NET & OFF NET | - |

ตารางที่ 2.7 ตาราง Quality of Services (Voice Services) (ต่อ)

| | | | |
|----|-------------------------------|------------------|---|
| 27 | ทั่วประเทศ | ON NET & OFF NET | - |
| 28 | กสทช. เขต 41 ยะลา | ON NET & OFF NET | 4 |
| 29 | ทั่วประเทศ | ON NET & OFF NET | - |
| 30 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | ON NET & OFF NET | 1 |
| 31 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | ON NET & OFF NET | 1 |
| 32 | ทั่วประเทศ | ON NET & OFF NET | - |
| 33 | ทั่วประเทศ | ON NET & OFF NET | - |
| 34 | กสทช. ภูมิภาค 1 กรุงเทพมหานคร | ON NET & OFF NET | 1 |

2.4.2 บริการโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่

2.4.2.1 บริการประเภทเสียง แสดงรายละเอียดการทดสอบได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 บริการโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ประเภทเสียง

| บริการประเภทเสียง | | | | |
|--|---|--|--|--|
| อัตราส่วนการ เรียกสำเร็จ (Successful Call Ratio) <u>ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ</u> <u>90</u> กรณีที่เป็นการโทร ภายในโครงข่าย ของผู้ประกอบการ เดียวกัน | อัตราส่วนการ เรียกสำเร็จ (Successful Call Ratio) <u>ต้องไม่น้อยกว่า</u> <u>ร้อยละ 90</u> กรณีที่เป็นการโทร ข้ามโครงข่าย ต่างผู้ประกอบการ | อัตราส่วนของ กรณีที่สายหลุด (Drop Call Rate) <u>ต้องไม่มากกว่า</u> <u>ร้อยละ 2</u> | คุณภาพของ เสียง(Mean Opinion Score (MOS)) <u>ต้องไม่น้อยกว่า</u> <u>ร้อยละ 2.5</u> (ร้อยละ 90 ของ ข้อมูลที่วัดได้ ต้องไม่ต่ำกว่าค่า นี้) | อัตราส่วนของกรณีที่ สายหลุด (Drop Call Rate) <u>ต้องไม่มากกว่าร้อยละ</u> <u>2</u> ในพื้นที่เฝ้าระวัง |
| แนวทางการการวัดและการรายงานผล วัดใน 2 ช่วงเวลาได้แก่ 1. ช่วงเวลา 10.00 – 13.00 น. เฉลี่ยทุก 3 เดือน 2. ช่วงเวลา 16.00 – 19.00 น. เฉลี่ยทุก 3 เดือน โดยแยกข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา | | | แนวทางการการวัดและการรายงานผล วัดเฉลี่ยทุก 3 เดือน | |

2.4.2.2 บริการประเภทข้อมูล แสดงได้ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 บริการโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ประเภทข้อมูล

| บริการประเภทข้อมูล | | | | | | | |
|---------------------------|------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ค่า RTT (Round Trip Time) | FTP Transfer (DL & UL) | | HTTP success ratio | Streaming | | SMS/MMS | |
| | FTP success ratio | FTP ratio subjected to specified data rate | | Streaming service accessibility | Streaming reproduction success ratio | SMS/MMS end-to-end delivery time | SMS/MMS completion success ratio |

2.4.3 ค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทข้อมูล และค่าเป้าหมายของ Ping ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ตารางค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทข้อมูล และค่าเป้าหมายของ Ping

| ค่า RTT (Round Trip Time) | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| บนเทคโนโลยี 2G | บนเทคโนโลยี 3G | บนเทคโนโลยี 4G, 5G (Not 2600 MHz) | บนเทคโนโลยี 5G (2600 MHz) |
| เป้าหมาย | | | |
| ค่าเฉลี่ย RTT ไม่เกิน 1000 มิลลิวินาที | ค่าเฉลี่ย RTT ไม่เกิน 500 มิลลิวินาที | ค่าเฉลี่ย RTT ไม่เกิน 150 มิลลิวินาที | ค่าเฉลี่ย RTT ไม่เกิน 110 มิลลิวินาที |
| ค่าเป้าหมาย ≥ 80 | | | |
| วิธีการทดสอบ | | | |
| ทดสอบด้วยคำสั่ง Ping แบบ ICMP (Internet Control Message Protocol) ขนาด 32 Byte จากอุปกรณ์ปลายทางไปยัง Server | | | |

2.4.5 ค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทข้อมูล และค่าเป้าหมายของ HTTP

ตารางที่ 2.12 ตารางค่าชี้วัดคุณภาพบริการประเภทข้อมูล และค่าเป้าหมายของ HTTP

| HTTP success ratio | | | |
|---|---|---------------------|------------------------|
| บนเทคโนโลยี 2G | บนเทคโนโลยี 3G | บนเทคโนโลยี 4G | บนเทคโนโลยี 5G |
| <u>ค่าเป้าหมาย</u> ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 | <u>ค่าเป้าหมาย</u> ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 | | |
| <u>ขนาด Website สำหรับใช้ทดสอบ</u> 1 Mbyte | <u>ขนาด Website สำหรับใช้ทดสอบ</u> 3.5 Mbyte | | |
| เวลาที่กำหนด 10 นาที | เวลาที่กำหนด 3 นาที | เวลาที่กำหนด 1 นาที | เวลาที่กำหนด 25 วินาที |

2.4.6 การวิเคราะห์ข้อร้องเรียนปัญหาคุณภาพการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่และการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ

1. การแยกประเด็นปัญหา

- ประเด็น ผู้ร้องเรียนประสบปัญหาการใช้บริการประเภทเสียง
 - ไม่สามารถโทรออกหรือรับสายได้ เสียงไม่ชัดหลุดบ่อย สัญญาณขาดหายระหว่างสนทนา ไม่สามารถใช้งานได้อย่างปกติ
- ประเด็น ผู้ร้องเรียนประสบปัญหาการใช้บริการประเภทข้อมูล
 - ไม่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ตามปกติ ไม่สามารถเข้าเว็บไซต์ต่างๆ หรือ ไม่สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้
 - คุณภาพสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ได้ดี ความเร็วดาวน์โหลด อัปโหลด ต่ำไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ
 - ไม่สามารถใช้บริการได้ตามรายการส่งเสริมการขาย
- ประเด็น ผู้ร้องเรียนประสบปัญหาไม่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่
 - ไม่มีสัญญาณ ไม่มีบริการ ไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้
- ประเด็น เทคโนโลยีที่ประสบปัญหา
 - ปัญหาการเข้าถึง เทคโนโลยีการให้บริการ เช่น 2G 3G และ 4G

- ปัญหาการยี่ห้อนุ่นของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ รองรับการเข้าถึงบริการตามเทคโนโลยีหรือไม่
- ประเด็น สถานที่ หรือบริเวณประสบปัญหา
 - พบปัญหาเฉพาะ ณ บริเวณ สถานที่ตำแหน่ง ที่ชัดเจน พื้นที่อาคารสูง คอนโดฯ โรงงานอุตสาหกรรม(ภายใน หรือ ภายนอกอาคาร)
 - ระบุมุมพื้นที่โดยรวมทั้งหมดหมู่บ้าน โรงงานอุตสาหกรรม
 - ระบุมุมพื้นที่เป็นวงกว้างทั้งตำบล ทั้งอำเภอ ภาพรวมทั้งจังหวัด

2.การวิเคราะห์พื้นที่ประสบปัญหา และลักษณะการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ

ตารางที่ 2.13 ตารางการวิเคราะห์พื้นที่ประสบปัญหา และลักษณะการกำหนดเงื่อนไขการทดสอบ

| Location | Stationary Test | Walk Test | Drive Test | Remark |
|------------------------|-----------------|-----------|------------|---|
| บ้าน,ทาวโฮม | | | | กรณีทดสอบบริเวณหน้าบ้าน หรือภายในบ้านผู้ร้อง |
| โรงแรม,คอนโด, อาคารสูง | | | | กรณีที่ผู้ร้องอนุญาตให้ทดสอบในห้อง |
| | | | | กรณีที่ผู้ร้องไม่อนุญาตให้ทดสอบในห้อง |
| หมู่บ้าน | | | | กรณีที่เป็นพื้นที่หมู่บ้านเล็กๆ ควรที่จะวิ่งแบบ (Lock Technology) |
| ตำบล,อำเภอ, จังหวัด | | | | กรณีที่เป็นพื้นที่กว้าง ควรที่จะวิ่ง (Voice + Data) ในรอบเดียวกัน |

3.Script ทดสอบ Voice & Data

บริการประเภทเสียง (Voice)

- Voice Shot Call (Operator)
- Voice Long Call (Operator)
- Voice Long Call On-net and Off-net (Operator)
- Voice Shot Call On-net and Off-net (Operator)

บริการประเภทข้อมูล (RTT HTTP FTP-DL and FTP-UL)

- Data Auto mode
- Lock 5G (Standalone Mode) ที่ใช้คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิร์ตซ์
- Lock 4G, 5G (Non-standalone Mode), 5G (Standalone Mode) ที่ไม่ใช่คลื่นความถี่ย่าน 2,600 เมกะเฮิร์ตซ์
- Lock 3G
- Lock 2G

บริการประเภทเสียงและข้อมูล (Voice RTT FTP-DL FTP-UL and HTTP)

- Data & Voice (Operator)

4.รายละเอียดการทดสอบ Script Test (Voice) แสดงดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ตารางรายละเอียด Script test (Voice)

| | | |
|------------|------------------------------|---|
| Voice test | Voice Shot Call | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียง</u> <u>กรณีที่โทรภายในโครงข่ายและโทรข้ามโครงข่าย</u> เป็นการโทรระยะสั้น ระยะเวลา 50 วินาที ในการโทร (Duration time) |
| | Voice Long Call | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียงกรณีที่โทรภายในโครงข่าย</u> <u>และโทรข้ามโครงข่าย</u> เป็นการโทรระยะยาว ระยะเวลา 180 วินาที ในการโทร (Duration time) |
| | Voice Shot Call On-net Only | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียง</u> <u>กรณีที่โทรภายในโครงข่ายเท่านั้น</u> เป็นการโทรระยะสั้น ระยะเวลา 50 วินาที ในการโทร (Duration time) |
| | Voice Long Call On-net Only | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียง</u> <u>กรณีที่โทรภายในโครงข่ายเท่านั้น</u> เป็นการโทรระยะยาว ระยะเวลา 180 วินาที ในการโทร (Duration time) |
| | Voice Shot Call Off-net Only | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียง</u> <u>กรณีที่โทรข้ามโครงข่ายเท่านั้น</u> เป็นการโทรระยะสั้น ระยะเวลา 50 วินาที ในการโทร (Duration time) |
| | Voice Long Call Off-net Only | <u>ทดสอบการใช้งานประเภทเสียง</u> <u>กรณีที่โทรข้ามโครงข่ายเท่านั้น</u> เป็นการโทรระยะยาว ระยะเวลา 180 วินาที ในการโทร (Duration time) |

5. รายละเอียดการทดสอบ Script Test (Data) แสดงดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ตารางรายละเอียด Script test (Data)

| | | |
|-----------|-----------------------|---|
| Data test | Data Auto mode | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีในโหมดอัตโนมัติ (Preferred network type 5G SA) |
| | Lock 5G SA | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีบน 5G SA เท่านั้น (NR Only) |
| | Prefer 4G / 5G NSA | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีบน 4G และ 5G เท่านั้น (NR/LTE Only) |
| | Lock 4G | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีบน 4G เท่านั้น (LTE Only) |
| | Lock 3G | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีบน 3G เท่านั้น (WCDMA Only) |
| | Lock 2G | ทดสอบการใช้งานประเภทข้อมูล กรณีที่ตั้งเทคโนโลยีบน 2G เท่านั้น (GSM Only) |