

## ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล เพื่อให้การใช้งานสายอากาศรับสัญญาณเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมให้ประชาชนรับชมกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม และส่งเสริมการประกอบกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ตลอดจนรองรับการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบัน และอนาคต

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๗ (๑๐) และ (๒๔) แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวันนับถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ข้อ ๒ บรรดาประกาศ ระเบียบ ข้อบังคับ และคำสั่งอื่นใดในส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้ว ในประกาศนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ ให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๓ ให้ใช้มาตรฐานทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล เลขที่ กสทช. มส. ๔๐๐๔-๒๕๖๑ แนบท้ายประกาศนี้ โดยกำหนดให้เป็นมาตรฐานทางเทคนิคแบบสมัครใจ

ประกาศ ณ วันที่ ๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๑

พลเอก สุกิจ ชมะสุนทร

กรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์

และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

ทำหน้าที่ประธานกรรมการกิจการกระจายเสียง  
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ



กสทช. มส. 4004-2561

**มาตรฐานทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณ  
สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล**

## 1. ขอบข่าย

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ระบุลักษณะพึงประสงค์ทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม และใช้งานกับความถี่วิทยุบนย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) ความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz สอดคล้องกับประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติว่าด้วยแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล รวมทั้งรองรับการเปลี่ยนแปลงการใช้งานคลื่นความถี่ในอนาคตให้สอดคล้องกับประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติว่าด้วยแผนแม่บทการบริหารคลื่นความถี่ โดยครอบคลุมประเภทของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ดังนี้

- (1) สายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอคทีฟ (Active Indoor Antenna)
- (2) สายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร (Outdoor Antenna)

## 2. มาตรฐานทางเทคนิคด้านคลื่นความถี่ (Radio Frequency Requirements)

### 2.1 อัตราขยาย (Gain)

**นิยาม** อัตราขยาย (Gain) หมายถึง อัตราขยายสัมพัทธ์ (Relative Gain) ซึ่งคืออัตราส่วนของอัตราขยายกำลังงานในทิศทางที่กำหนดให้เทียบกับอัตราขยายกำลังงานของสายอากาศมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบในทิศทางนั้น โดยกำลังงานที่ป้อนให้กับขาเข้าของสายอากาศต้องเหมือนกันทั้งสองตัว

ทั้งนี้ กำหนดให้อัตราขยายของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอคทีฟพิจารณาจากอัตราขยายของสายอากาศร่วมกับอัตราขยายของวงจรขยายสัญญาณ

นอกจากนี้ กำหนดให้อัตราขยายสูงสุดที่วัดค่าได้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราขยายที่ผู้ผลิตแจ้งไว้

#### 2.1.1 อัตราขยายของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอคทีฟ

**ขีดจำกัด** อัตราขยายสูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz เมื่อคิดผลจากวงจรขยายสัญญาณจะต้องมีค่าสูงกว่า 12.15 dBi

#### 2.1.2 อัตราขยายของสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร

**ขีดจำกัด** อัตราขยายสูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz จะต้องมีค่าสูงกว่า 7 dBi

## 2.2 การแปรผันของอัตราขยาย (Gain Variation)

**นิยาม** การแปรผันของอัตราขยาย (Gain Variation) หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างอัตราขยายสูงสุดและอัตราขยายต่ำสุดบนย่านความถี่ที่ทดสอบ เมื่อเทียบกับค่ามัธยฐานของอัตราขยายในแต่ละความถี่ที่กำหนดให้มีการทดสอบ

**ขีดจำกัด** การแปรผันของอัตราขยายสำหรับทั้งกรณีสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอททีฟ เมื่อคิดผลจากวงจรขยาย และกรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร จะต้องมีความไม่เกิน  $\pm 3$  dB บนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz

## 2.3 อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio: SWR)

**นิยาม** อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio: SWR) หมายถึง อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าสูงสุดต่อแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดในสายที่ไม่มีการสูญเสีย ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ลักษณะ (Characteristic Impedance) ต่ออยู่กับสายอากาศ

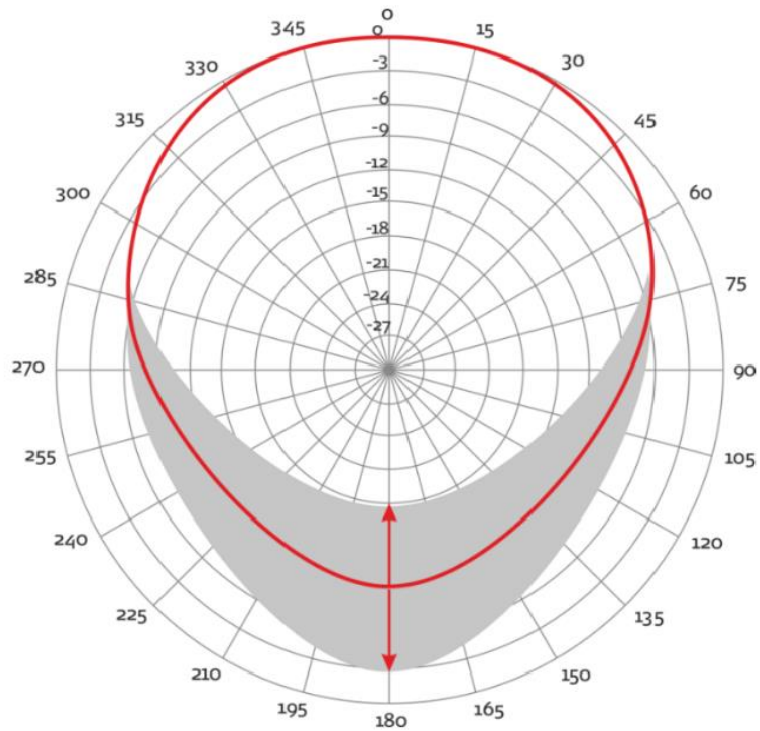
**ขีดจำกัด** อัตราส่วนคลื่นนิ่งจะต้องมีค่าไม่เกิน 2.5 บนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz

## 2.4 แบบรูปกำลังของสายอากาศ (Antenna Power Pattern)

**นิยาม** แบบรูปกำลังของสายอากาศ (Antenna Power Pattern) หมายถึง การบอกคุณสมบัติในการรับพลังงานของสายอากาศในรูปแบบกราฟิกหรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของพิกัดตำแหน่ง ในการพิจารณาแบบรูปการรับพลังงานจะต้องกระทำในบริเวณสนามไกล (Far Field) และแสดงในรูปฟังก์ชันของพิกัดทิศทาง แบบรูปกำลังนี้สามารถวัดและพล็อตจากกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่รับเข้ามาโดยสายอากาศ

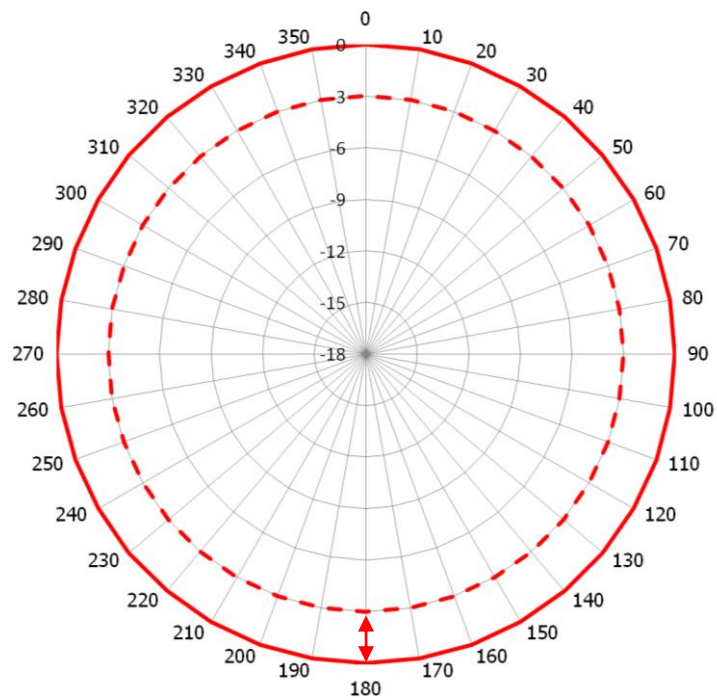
### 2.4.1 แบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอททีฟ

**ขีดจำกัด** แบบรูปกำลังของสายอากาศภายในอาคารบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz จะต้องเทียบเท่าหรือดีกว่าแบบรูปกำลังของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้า (E-plane) ที่แสดงในรูปที่ 1 หรือรูปที่ 2 แล้วแต่กรณี



รูปที่ 1 แสดงแบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ แบบที่ 1

(เป็นสายอากาศแบบกึ่งมีทิศทางในระนาบสนามไฟฟ้า โดยมีอัตราขยายในทิศทางด้านหลัง เมื่อเทียบกับด้านหน้าหรือโพลหลัก แตกต่างกันได้ระหว่าง -3 ถึง -18 dB)

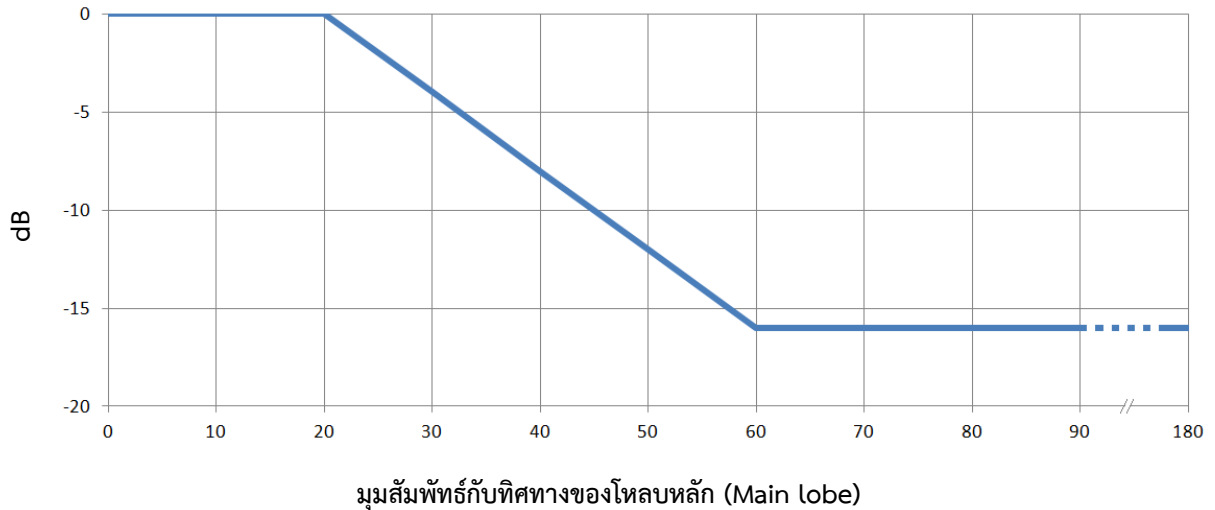


รูปที่ 2 แสดงแบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ แบบที่ 2

(เป็นสายอากาศแบบรอบตัวในระนาบสนามไฟฟ้า โดยมีอัตราขยายในทิศทางต่างๆ เมื่อเทียบกับทิศทางด้านหน้า แตกต่างกันได้ไม่เกิน -3 dB)

### 2.4.2 แบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร

**ขีดจำกัด** แบบรูปกำลังของสายอากาศภายนอกอาคารบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz จะต้องเทียบเท่าหรือดีกว่าแบบรูปกำลังของสายอากาศในระนาบสนามไฟฟ้า (E-plane) ที่แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงแบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร

### 2.4.3 การแปรผันของแบบรูปกำลังของสายอากาศ

**นิยาม** การแปรผันของแบบรูปกำลังของสายอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงอัตราขยายของสายอากาศในแต่ละความถี่เมื่อเทียบกับอัตราขยายสูงสุดในทิศทางของโหลบลหลัก (Main Lobe) ที่ความถี่กลางตามที่คุณผลิตออกแบบและแจ้งไว้

**ขีดจำกัด** การแปรผันของแบบรูปกำลังของสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร จะต้องมีความไม่เกิน 1 dB

## 2.5 ตัวเลขแสดงคุณสมบัติของของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอคทีฟ (Active Antenna Figure of Merit)

**นิยาม** ตัวเลขแสดงคุณสมบัติ (Figure of Merit: FoM) ของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอคทีฟ หมายถึง ผลต่างระหว่างอัตราขยายของสายอากาศเมื่อไม่คิดผลจากวงจรขยายสัญญาณ และตัวเลขแสดงสัญญาณรบกวนของวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier Noise Figure)

$$FoM = G_p - NF_a \quad (1)$$

โดยที่  $G_p$  = อัตราขยายของสายอากาศเมื่อไม่คิดผลจากวงจรขยายสัญญาณ

$NF_a$  = ตัวเลขแสดงสัญญาณรบกวนของวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier Noise Figure)

**ขีดจำกัด** ตัวเลขแสดงคุณสมบัติของของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ จะต้องไม่ต่ำกว่า -5 dB

## 2.6 การอินเตอร์มอดูเลตของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ (Active Antenna Intermodulation)

**นิยาม** ความผิดเพี้ยนจากการอินเตอร์มอดูเลตของสัญญาณ (Intermodulation Distortion) หมายถึง ความผิดเพี้ยนแบบไม่เชิงเส้นอันเกิดจากการมีความถี่ซึ่งมาจากผลรวมหรือผลต่างของความถี่มูลฐาน (Fundamentals) และความถี่ฮาร์โมนิกส์ (Harmonics) ซึ่งถูกส่งผ่านสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ

จุดตัดอันดับสามของความแรงสนามไฟฟ้าขาเข้า (Third-order input intercept:  $e_{toi}$ ) มาจากจุดตัดซึ่งความแรงของสัญญาณขาเข้าแต่ละชุดของคลื่นความถี่แบบต่อเนื่อง (Continuous Wave: CW) สร้างระดับของสัญญาณขาออกที่เท่ากันทั้งสัญญาณที่ต้องการและสัญญาณที่ไม่ต้องการจากการอินเตอร์มอดูเลตของสัญญาณอันดับสาม ณ สัญญาณขาออกของสายอากาศรับสัญญาณ จุดดังกล่าวไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงเนื่องจากสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟจะถึงจุดอิ่มตัวก่อนจะเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น แต่จะเป็นประโยชน์ในการคาดการณ์ระดับของความผิดเพี้ยนจากการอินเตอร์มอดูเลตของสัญญาณ ณ ระดับของสัญญาณขาเข้าที่กำหนด

**ขีดจำกัด** ค่าจุดตัดอันดับสามอ้างอิงความแรงสนามไฟฟ้าขาเข้า (Input Referred Third-order intercept ( $e_{toi}$ )) จะต้องมีค่าสูงกว่า 130 dB $\mu$ V/m

## 3. วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบมาตรฐานทางเทคนิคต้องเป็นดังนี้

### 3.1 กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ

ลำดับ	ข้อกำหนด	ความถี่ทดสอบ (MHz)	วิธีการทดสอบ
1	อัตราขยายของสายอากาศรับสัญญาณ เมื่อคิดผลจากวงจรขยายสัญญาณ	474 490 506 522 538 554 570 586 602 618 634 650	ต้องเป็นไปตาม ETSI EN 303 354 หรือวิธีการทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
2	การแปรผันของอัตราขยายเมื่อคิดผลจากวงจรขยายสัญญาณ	666 682 698 714 730 746 762 778 786	
3	อัตราส่วนคลื่นนิ่ง	474 490 506 522 538 554 570 586 602 618 634 650 666 682 698 714 730 746 762 778 786	ต้องเป็นไปตาม IEEE Std 149 หรือ IEEE/ANSI C63.5 หรือวิธีการทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

ลำดับ	ข้อกำหนด	ความถี่ทดสอบ (MHz)	วิธีการทดสอบ
4	แบบรูปกำลังของสายอากาศ	474 650 786	ต้องเป็นไปตาม IEEE Std 149 หรือ IEEE/ANSI C63.5 หรือวิธีการทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
5	ตัวเลขแสดงคุณสมบัติของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ	474 490 506 522 538 554 570 586 602 618 634 650	ต้องเป็นไปตาม ETSI EN 303 354 หรือวิธีการทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
6	การอินเตอร์มอดูเลตของสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ	666 682 698 714 730 746 762 778 786	

### 3.2 กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร

ลำดับ	ข้อกำหนด	ความถี่ทดสอบ (MHz)	วิธีการทดสอบ
1	อัตราขยายของสายอากาศรับสัญญาณ	474 490 506 522 538 554 570 586	ต้องเป็นไปตาม IEEE Std 149 หรือ IEEE/ANSI C63.5 หรือวิธีการทดสอบอื่นที่เทียบเท่า
2	การแปรผันของอัตราขยาย	602 618 634 650	
3	อัตราส่วนคลื่นนิ่ง	666 682 698 714 730 746 762 778 786	
4	แบบรูปกำลังของสายอากาศ	474 650 786	

## 4. การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิค




สายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ให้แสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิคนี้ โดยถือเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ประเภท ข ตามที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

ทั้งนี้ ในระยะเวลา 1 ปี ภายหลังจากมาตรฐานทางเทคนิคนี้ใช้บังคับ การตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของสายอากาศรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล อนุโลมให้สามารถยอมรับรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบภายในประเทศได้ โดยจะต้องเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองระบบงานจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่ามีความสามารถตามข้อกำหนดในมาตรฐาน มอก. 17025 หรือได้รับการรับรองระบบงานจากหน่วยรับรองระบบงานที่มีความสามารถของต่างประเทศ ว่ามีความสามารถตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 หรือฉบับปัจจุบัน ในสาขาการทดสอบอย่างน้อย 2 สาขา ดังต่อไปนี้ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และสาขาโทรคมนาคม



5. เครื่องหมายการได้รับการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน และเครื่องหมายบ่งบอกคุณสมบัติทางเทคนิคของสายอากาศรับสัญญาณสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล

นอกจากเครื่องหมายการได้รับการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ ประเภท ข ตามที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ กำหนดให้แสดงเครื่องหมายบ่งบอกคุณสมบัติทางเทคนิคของสายอากาศ โดยอาศัยเกณฑ์ทางเทคนิค ดังนี้

ลำดับ	เครื่องหมายบ่งบอกคุณสมบัติทางเทคนิค	เกณฑ์ทางเทคนิค
1	 <p>สายอากาศรับสัญญาณดิจิทัลทีวี ประเภทภายในอาคารแบบแอกทิฟ เหมาะสมกับพื้นที่สัญญาณแรงและ มีระยะห่างจากสถานีไม่เกิน <b>10-15 กม.</b></p>	<p>กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทิฟที่สอดคล้องกับลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้</p>
2	 <p>สายอากาศรับสัญญาณดิจิทัลทีวี ประเภทภายนอกอาคาร มีอัตราขยาย <b>7-10 dBi</b> เหมาะสมกับ "พื้นที่สัญญาณแรงมาก (ใกล้สถานีมาก)"</p>	<p>กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคารสอดคล้องกับลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ และอัตราขยาย (Gain) สูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz มีค่าสูงกว่า 7 dBi แต่ไม่เกิน 10 dBi</p>
3	 <p>สายอากาศรับสัญญาณดิจิทัลทีวี ประเภทภายนอกอาคาร มีอัตราขยาย <b>10-13 dBi</b> เหมาะสมกับ "พื้นที่สัญญาณแรง (ใกล้สถานี)"</p>	<p>กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคารสอดคล้องกับลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ และอัตราขยาย (Gain) สูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz มีค่าสูงกว่า 10 dBi แต่ไม่เกิน 13 dBi</p>

ลำดับ	เครื่องหมายบ่งบอกคุณสมบัติทางเทคนิค	เกณฑ์ทางเทคนิค
4	 <p>สายอากาศรับสัญญาณดิจิทัลทีวี ประเภท<b>ภายนอกอาคาร</b> มีอัตราขยาย <b>13-16dBi</b> เหมาะกับ "พื้นที่สัญญาณปกติ"</p>	<p>กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคารสอดคล้องกับลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ และอัตราขยาย (Gain) สูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz มีค่าสูงกว่า 13 dBi แต่ไม่เกิน 16 dBi</p>
5	 <p>สายอากาศรับสัญญาณดิจิทัลทีวี ประเภท<b>ภายนอกอาคาร</b> มีอัตราขยาย <b>16 dBi ขึ้นไป</b> เหมาะกับ "พื้นที่สัญญาณอ่อน (ไกลสถานี)"</p>	<p>กรณีสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคารสอดคล้องกับลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้ และอัตราขยาย (Gain) สูงสุดบนความถี่วิทยุ 470 – 790 MHz มีค่าสูงกว่า 16 dBi</p>

เครื่องหมายบ่งบอกคุณสมบัติทางเทคนิคข้างต้น กำหนดให้สามารถใช้งานสำหรับสายอากาศรับสัญญาณยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติแล้วเท่านั้น

ทั้งนี้ กำหนดให้ต้องแสดงข้อมูลทางเทคนิคอื่นๆ ในลักษณะที่อ่านออกและมองเห็นได้ง่าย บนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งอย่างน้อยต้องประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ย่านความถี่ที่รองรับ (Frequency Range)
2. อัตราขยายสูงสุด (Maximum Gain)
3. อัตราส่วนคลื่นนิ่ง (Standing Wave Ratio: SWR)
4. อิมพีแดนซ์ (Impedance)
5. แบบรูปกำลังของสายอากาศ (Antenna Power Pattern) ในระนาบสนามไฟฟ้าของ ความถี่ทดสอบทั้ง 3 ความถี่
6. ตัวเลขแสดงสัญญาณรบกวน (Noise Figure) สำหรับกรณีสายอากาศรับสัญญาณ ภายในอาคารแบบแอกทีฟ

7. ข้อมูลแสดงลิงก์ และ/หรือ QR Code สำหรับดาวน์โหลดหรือใช้งานระบบตรวจสอบพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณดิจิตอลทีวี (DTV Service Area) ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ทั้งระบบบนเว็บไซต์ (Website) และบนแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Application)
8. ข้อมูลระบุข้อจำกัดของการใช้งานสายอากาศ ดังนี้ “การรับสัญญาณและระยะห่างที่เหมาะสมจากสถานีส่งสัญญาณอาจมีความแตกต่างกันแต่ละพื้นที่เนื่องจากคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีส่งสัญญาณและสภาพภูมิประเทศ
  - 8.1 การรับสัญญาณด้วยสายอากาศรับสัญญาณภายในอาคารแบบแอกทีฟ ควรติดตั้งในอาคารบริเวณที่สัญญาณสามารถเข้าถึงได้ อาทิ ใกล้กับประตูหรือหน้าต่าง
  - 8.2 การรับสัญญาณด้วยสายอากาศรับสัญญาณภายนอกอาคาร ควรติดตั้งภายนอกอาคารสูงจากพื้นดินประมาณ 6-10 เมตร หรือสูงกว่า รวมทั้งหันสายอากาศไปยังสถานีส่งและหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง”

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] IEEE Std 149™-1979 (R2008) : IEEE Standard Test Procedures for Antennas
- [2] IEEE/ ANSI C63. 5-2017 : American National Standard for Electromagnetic Compatibility--Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control--Calibration and Qualification of Antennas (9 kHz to 40 GHz)
- [3] ETSI EN 303 354 V1.1.1 (2017-03) : Amplifiers and active antennas for TV broadcast reception in domestic premises; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU
- [4] มอก.1109-2535 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สายอากาศสำหรับรับวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ ในช่วงความถี่ 30 เมกะเฮิร์ตซ์ ถึง 1 จิกะเฮิร์ตซ์
- [5] Recommendation ITU-R BT.419-3 : Directivity and polarization discrimination of antennas in the reception of television broadcasting
- [6] Report ITU-R BT.2254-3 : Frequency and network planning aspects of DVB-T2
- [7] Minimum requirements for DVB-T2 receiving antennas for portable indoor and portable outdoor reception Deutsche TV Platform Version 1.2
- [8] MCMC MTSFB TC T014:2017 : Technical Code for Digital Terrestrial Television (DTT) Active Indoor Antenna
- [9] มอก. 17025 : ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

[10] ISO/IEC 17025: 2017 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

---