



รายงานสรุปประเด็นทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศ  
โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K และ  
การสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้อง

ส่วนวิศวกรรมโทรทัศน์

สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ทส.)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

## การสรุปประเด็นทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล ด้วยเทคโนโลยี 4K และการสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้อง

### 1. ความเป็นมา

ด้วยแผนแม่บทกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2563 - 2568) มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนากิจการโทรทัศน์ของประเทศให้เหมาะสมกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนากิจการโทรทัศน์ของประเทศให้เหมาะสมกับบริบทใหม่ขึ้น โดยหนึ่งในเป้าหมายของยุทธศาสตร์คือการเปิดโอกาสให้มีการทดลองเทคโนโลยีใหม่ในกิจการโทรทัศน์

สำนักงาน กสทช. โดยสำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ (ทส.) ได้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี Ultra-High Definition Television: UHD TV หรือที่รู้จักและเรียกกันว่า “4K” ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ในกิจการโทรทัศน์ที่น่าสนใจและอยู่ระหว่างการศึกษารหัสหรือทดสอบของประเทศต่าง ๆ

เนื่องจากกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดิน ถือเป็นกิจการหลักที่ใช้คลื่นความถี่ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ สำนักงาน กสทช. ต้องมีการศึกษาให้รอบด้านเพื่อให้การนำคลื่นความถี่ไปใช้งานอย่างคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K โดยได้ศึกษามาตรฐาน และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดิน กรณีศึกษาจากต่างประเทศในการกำหนดเงื่อนไขทางเทคนิค รวมถึงการสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปกำหนดแนวทางต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

การสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1. สรุปประเด็นทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง และ 2. การสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เพื่อให้การใช้งานทรัพยากรคลื่นความถี่ที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนากิจการโทรทัศน์ของประเทศไทย อย่างไรก็ตาม หากต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถศึกษาได้จากรายงานฉบับเต็ม “รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K ในประเทศไทย” (<https://broadcast.nbtc.go.th>)

## 2. สรุปประเด็นทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 มาตรฐานทางเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยี Ultra-High Definition Television (UHDTV) หรือ 4K เป็นเทคโนโลยีการแสดงผลความละเอียดของจอภาพที่ถูกพัฒนามาจาก Full HD โดยเปรียบเทียบได้ ดังนี้

- เทคโนโลยี UHD (4K) แสดงผลจอภาพ  $3840 \times 2160 = 8,294,400$  Pixels จะเห็นว่าความละเอียดในแนวนอนมีค่าเท่ากับ 3840 Pixels ซึ่งใกล้เคียงกับ 4000 จึงเรียกว่าการแสดงผลแบบ 4K

- เทคโนโลยี Full HD (2K) แสดงผลจอภาพ  $1920 \times 1080 = 2,073,600$  Pixels จะเห็นว่าความละเอียดในแนวนอนมีค่าเท่ากับ 1920 Pixels ซึ่งใกล้เคียงกับ 2000 จึงเรียกว่าการแสดงผลแบบ 2K

ทั้งนี้ เมื่อเทียบเทียบกันแล้ว เทคโนโลยี 2K จะแสดงผลด้วยความละเอียดมีค่าประมาณ 2 ล้านพิกเซล ส่วนเทคโนโลยี 4K ได้พัฒนาความละเอียดในการแสดงผลเพิ่มเป็น 8 ล้านพิกเซล ซึ่งจะส่งผลให้การรับชมภาพด้วยระบบ 4K มีความคมชัดมากขึ้นจากระบบ Full HD ถึง 4 เท่า



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบความละเอียดในการแสดงผล

ที่มา: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/oth/07/17/D07170000010001PDFE.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/oth/07/17/D07170000010001PDFE.pdf)

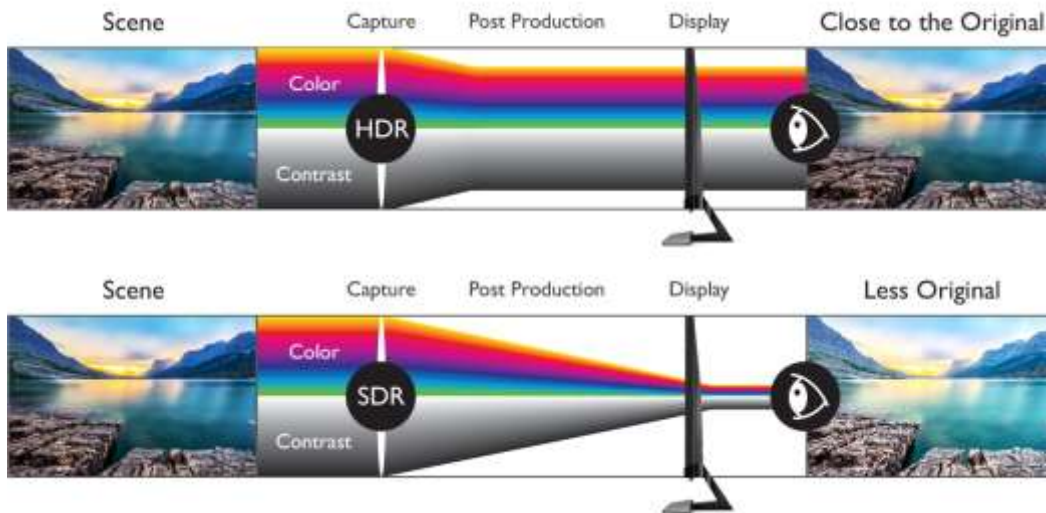
ทั้งนี้ เทคโนโลยี UHDTV หรือ 4K ไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับความละเอียดของภาพ แต่ยังเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและมาตรฐานทางเทคนิคอื่นๆ ด้วย ซึ่งสามารถสรุป ได้ดังนี้

### 2.1.1 High Dynamic Range (HDR)

เป็นความสามารถในการสร้างภาพหรือวิดีโอที่มีช่วงการรับแสงที่สูงกว่าปกติ ในการใช้งาน HDR กับภาพเคลื่อนไหวนั้นจะเกิดการสร้าง dynamic range ที่สูงขึ้นกว่ากระบวนการปกติ สามารถรองรับขอบเขตการแสดงผลของช่วงภาพที่สว่างที่สุดกับส่วนที่มีมืดที่สุดได้กว้างขึ้น ส่งผลให้ภาพและวิดีโอที่เราได้รับชมมีรายละเอียดที่เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งมีรูปแบบ Transfer function 2 แบบ ได้แก่

(1) Perceptual Quantization (PQ) การใช้งานเครื่องมือที่ชื่อว่า “Tone Mapping” ซึ่งจะมีการปรับระดับความสว่าง (Light level) โดยมีการอ้างอิงจากชุดข้อมูล (Metadata) เพื่อที่จะแสดงค่าระดับความสว่างออกมาได้อย่างถูกต้อง อาทิ มาตรฐานในการแสดงภาพแบบ HDR อาทิ HDR10 HDR10+ Dolby Vision และ Advanced HDR by Technicolor

(2) Hybrid Log-Gamma (HLG) เป็นการปรับระดับความสว่าง (Light Level) ของโทรทัศน์แบบอัตโนมัติโดยขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความสามารถในการแสดงผลของโทรทัศน์รุ่นนั้นๆ

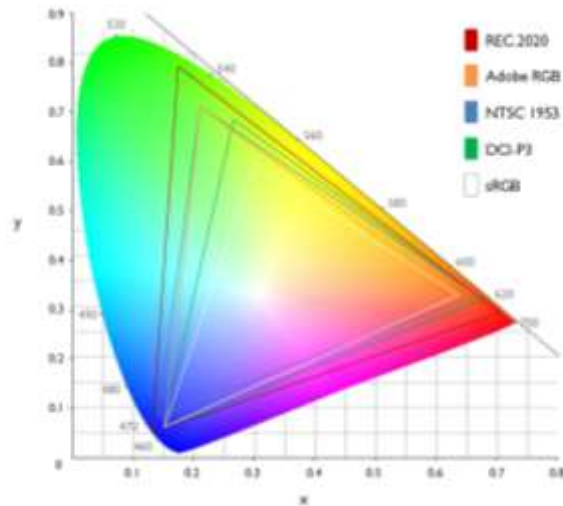


รูปที่ 2 ความแตกต่างระหว่าง HDR-TV และ SDR-TV

ที่มา: <https://www.benq.com/th-th/knowledge-center/knowledge/what-is-hdr.html>

### 2.1.2 Wide Color Gamut (WCG)

เป็นมาตรฐานที่แสดงถึงความสามารถในการแสดงสีของโทรทัศน์ที่ถูกพัฒนาให้สามารถแสดงสีได้มากยิ่งขึ้นและสามารถแสดงสีที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับสีที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้มากยิ่งขึ้น โดยมีเทคนิคการแสดงผลของสีที่มากขึ้น 2 เทคนิค ได้แก่ (1) เทคนิคพัฒนาความสามารถในการแสดงสีของตัวเองให้เพิ่มมากขึ้นจากเดิม ด้วยการแบ่งแม่สีหลักออกเป็น Primary Colors และ Secondary Colors (2) เทคนิคการเพิ่มความหลากหลายของ Bit depth



รูปที่ 3 ไดอะแกรมแสดงขอบเขตสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้และความสามารถในการแสดงสีในแต่ละเทคโนโลยีของโทรทัศน์

ที่มา: <https://www.benq.com/id-id/knowledge-center/knowledge/color-gamut-monitor.html>

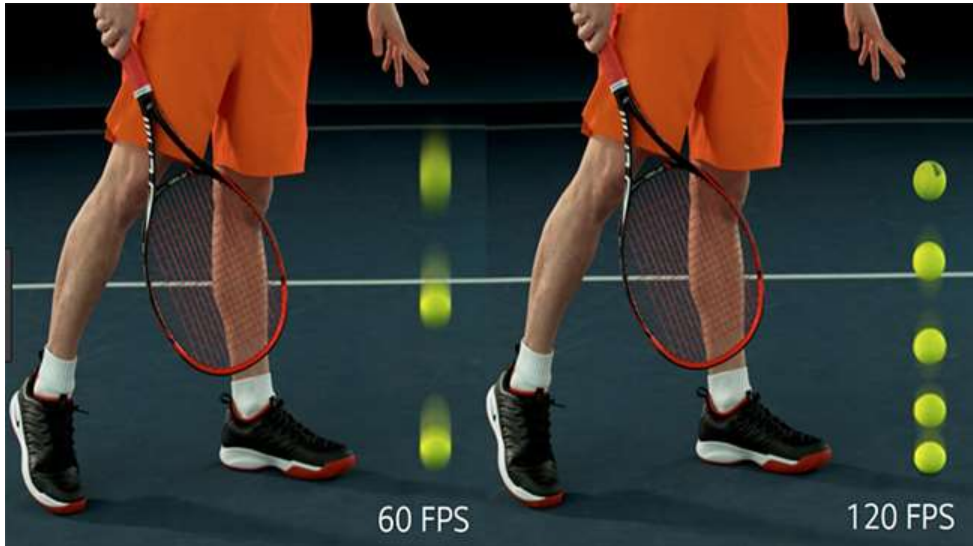


รูปที่ 4 แสดงความแตกต่างระหว่างความสามารถในการแสดงสีของแต่ละมาตรฐาน

ที่มา: <https://www.tclpakistan.com/news/post/hdr-high-dynamic-range-and-wcg-wide-color-gamut-how-do-these-television-technologies-work.html>

### 2.1.3 Frame Rate

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำภาพนิ่งมาเล่นต่อเนื่องกันในเวลา 1 วินาที เพื่อให้เกิดเป็นภาพเคลื่อนไหวหรือวิดีโอ โดยที่เทคโนโลยี UHDTV นั้นสามารถรองรับค่า Frame Rate ที่สูงสุด อยู่ที่ 240 fps ซึ่งจะส่งผลให้การแสดงภาพเคลื่อนไหวได้ลื่นไหลมากยิ่งขึ้นและดูสมจริงมากยิ่งขึ้นด้วย สำหรับการเลือกใช้งานค่า Frame Rate นั้นไม่มีค่าที่ดีที่สุด โดยแต่ละค่านั้นจะมีความเหมาะสมตามลักษณะการใช้งานและความต้องการของผู้รับชมและผู้ผลิตเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฟรมเรต (Frame rate) ระหว่าง 60 fps กับ 120 fps

ที่มา: <https://www.techradar.com/news/hfr-explained-high-frame-rate-is-coming-to-tvs-heres-what-you-need-to-know>

### 2.1.4 Next Generation Audio (NGA)

เป็นเทคโนโลยีที่มีการแยกข้อมูลเสียงหรือแหล่งที่มาของเสียงและการใช้ชุดข้อมูล (Metadata) ในการอธิบายความสัมพันธ์ของเสียงและเชื่อมต่อข้อมูลตำแหน่งของเสียง (Position) ระดับเสียง (Volume) และการควบคุมจังหวะ (Timing) โดยรูปแบบของการเข้ารหัสเสียง (Audio Coding) แบบ Next Generation Audio (NGA) จะอยู่บนพื้นฐานของ Object-Based ซึ่งจะมีอยู่ 2 เทคโนโลยีหลัก คือ (1) MPEG-H และ (2) AC-4

โดยรูปแบบของการเข้ารหัสเสียง (Audio Coding) ทั้ง 2 รูปแบบ จะมีข้อแตกต่างจากเทคโนโลยีเก่า ดังนี้

(1) เสียงที่มีความสมจริง (Immersive sound) สามารถถ่ายทอดเสียงออกมาได้รอบตัว

(2) การพัฒนาประสบการณ์การรับฟังของผู้ใช้งาน (Personalized experiences) ยกตัวอย่างเช่น

- การเลือกรับฟังเสียงภายในเนื้อหาได้อย่างอิสระ (Audio Presentations)
- สามารถเลือกรับชมเนื้อหาได้หลากหลายภาษา (Multi-language programs)
- สามารถเพิ่มเสียงผู้บรรยายให้ชัดเจนขึ้นในขณะที่เสียงอื่นๆ ยังคงอยู่ในระดับปกติ (Dialog+)

(3) มีการใช้งานแบนด์วิดท์ (Bandwidth) อย่างคุ้มค่ากว่าเทคโนโลยีรุ่นก่อนหน้า

ซึ่งจะขอยกตัวอย่างการเปรียบเทียบการใช้งานแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่ใช้สำหรับการส่งสัญญาณเสียง โดยเมื่อมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเทคโนโลยี AC-3 และ AC-4 ในระบบช่องสัญญาณเสียงประเภทเดียวกัน เทคโนโลยี AC-3 จะมีการใช้งานแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ในการส่งข้อมูลที่มากกว่าเทคโนโลยี AC-4 ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบการใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ระหว่างเทคโนโลยี AC-4 และ AC-3

(ที่มา: [https://professional.dolby.com/siteassets/tv/home/dolbyvision/dolby\\_atsc3\\_hdbk\\_digi\\_v04\\_share.pdf](https://professional.dolby.com/siteassets/tv/home/dolbyvision/dolby_atsc3_hdbk_digi_v04_share.pdf))

Channel Configuration	AC-4	AC-3
Stereo (2.0) CM	64 kbps	192 kbps
5.1 CM	144 kbps	448 kbps
Stereo CM + Stereo CM/AD	128 kbps	384 kbps (192+192)
5.1 CM + Stereo CM/AD	208 kbps	640 kbps (448+192)

หมายเหตุ: CM – Complete Main

AD – Audio Description

## 2.2 กรณีศึกษาเพื่อการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K

### 2.2.1 กรณีศึกษา (Case study)

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K ในหลากหลายประเทศ เราสามารถนำข้อมูลมาอ้างอิงเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้สำหรับการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K ของประเทศไทยได้ เนื่องจากมีการใช้งานมาตรฐานการส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล (DVB-T2) ในลักษณะเดียวกัน แสดงดังนี้

**ตารางที่ 2** ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K ในแต่ละประเทศ

(ที่มา: <https://www.itu.int/md/R19-WP6A-C-0042>)

Country	Transmitter Site	ERP	Transmission Mode	Multiplex Capacity	Signal Bit Rate	Video Encoding Standard	Picture Standard	Audio Encoding Standard
France	Eiffel Tower	1 kW	32k extended, GI 1/128 256QAM, FEC 2/3, PP7	40.2 Mbps	2 programs at 22.5 Mbps and 17.5 Mbps	HEVC	3840x2160p 50 fps 8 bits/pixel	HE-AAC 192 kbps
Spain	ETSI Telecommunication	125 W	32k extended, GI 1/128 64QAM, FEC 5/6, PP7	36.72 Mbps	35 Mbps (other bit rates also tested)	HEVC	3840x2160p 50 fps 8 bits/pixel	E-AC-3 5.1
Sweden	Stockholm Nacka	35 kW	32k extended, GI 19/256 256QAM, FEC 3/5, PP4	31.7 Mbps	24 Mbps	HEVC	3840x2160p 29.97 fps 8 bits/pixel	
UK	Crystal Palace Winter Hill Black Hill	40 kW 22.5 kW 39 kW	32k extended, GI 1/128 256QAM, FEC 2/3, PP7	40.2 Mbps	Variable (some trials at 35 Mbps)	HEVC	3840x2160p 50 and 59.94 fps Mostly at 8 bits/pixel, some at 10 bits/pixel	

### 2.2.2 การทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ 4K โดยไทยพีบีเอส

นอกจากกรณีศึกษาของต่างประเทศแล้ว ยังได้มีการศึกษาการทดลองการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K ขององค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส) ซึ่งเป็นหน่วยงานผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ภายในประเทศไทย

ไทยพีบีเอส ได้ดำเนินการทดลองการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K (ดำเนินการในพื้นที่จำกัด) เมื่อปี พ.ศ. 2561 โดยได้แบ่งการทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

- รูปแบบที่ 1 การส่งสัญญาณรูปแบบ Multi PLP (บนโครงข่ายเดิม)
- รูปแบบที่ 2 การส่งสัญญาณรูปแบบ Single PLP (สร้างโครงข่ายใหม่)

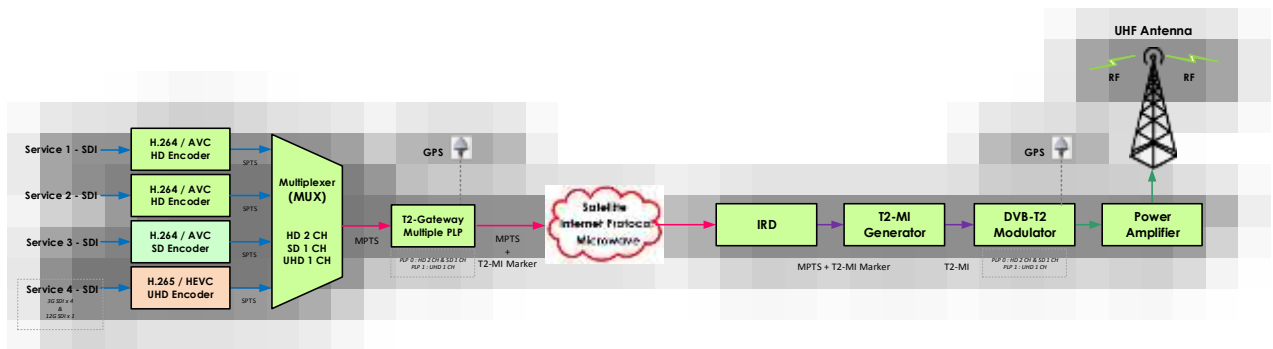




รูปที่ 6 ไดอะแกรมขั้นตอนการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K  
ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส)

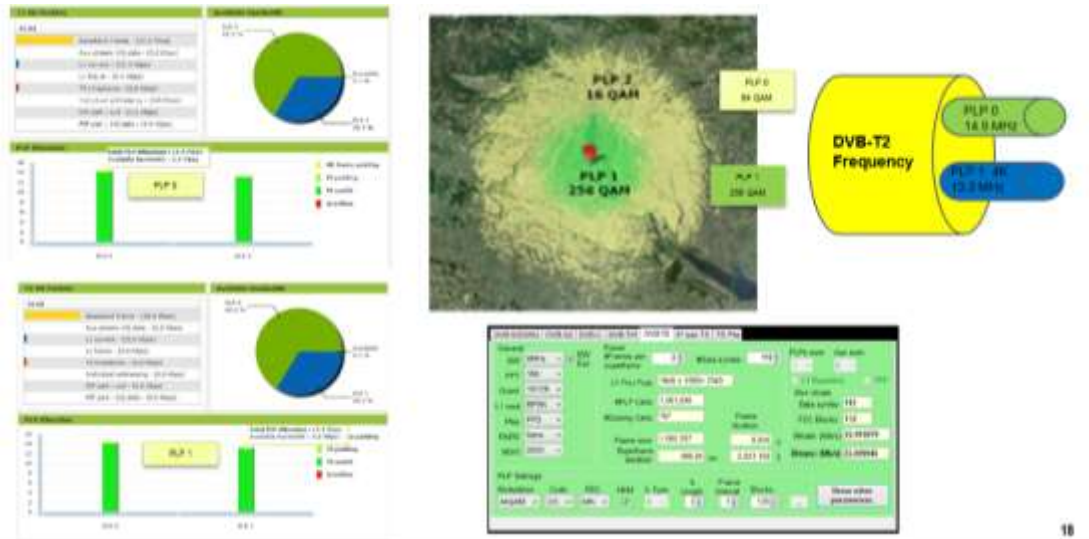
การทดสอบการออกอากาศ รูปแบบที่ 1 การส่งสัญญาณรูปแบบ Multi PLP (บนโครงข่ายเดิม)

ไทยพีบีเอสได้จัดโครงข่ายของตนเองให้สามารถรองรับการออกอากาศ 4K และมีสถาปัตยกรรมการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K ผ่านระบบ DVB-T2 ในและการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบ ดังรูปที่ 7 และรูปที่ 8



รูปที่ 7 สถาปัตยกรรมการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K ผ่านระบบ DVB-T2  
(รูปแบบที่ 1 Multi PLP บนโครงข่ายเดิม)

ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส)

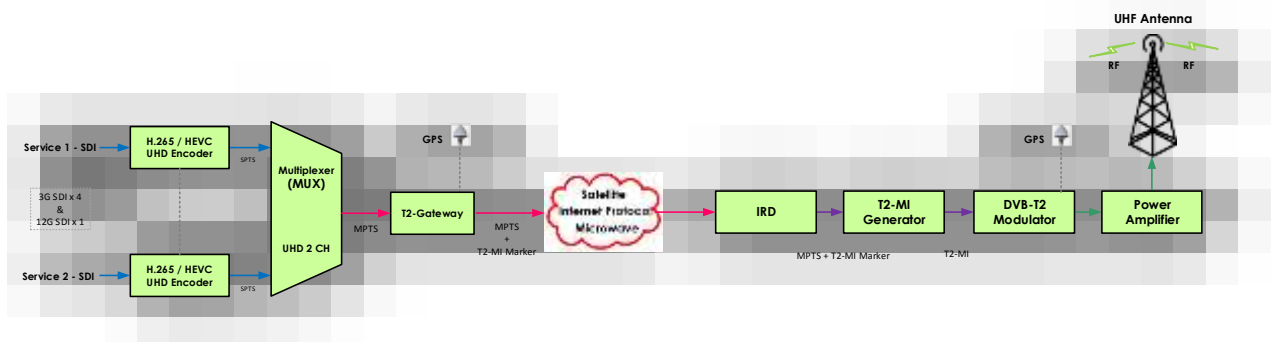


รูปที่ 8 การวิเคราะห์และการตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K

ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส)

### การทดสอบการออกอากาศ รูปแบบที่ 2 การส่งสัญญาณรูปแบบ Single PLP (สร้างโครงข่ายใหม่)

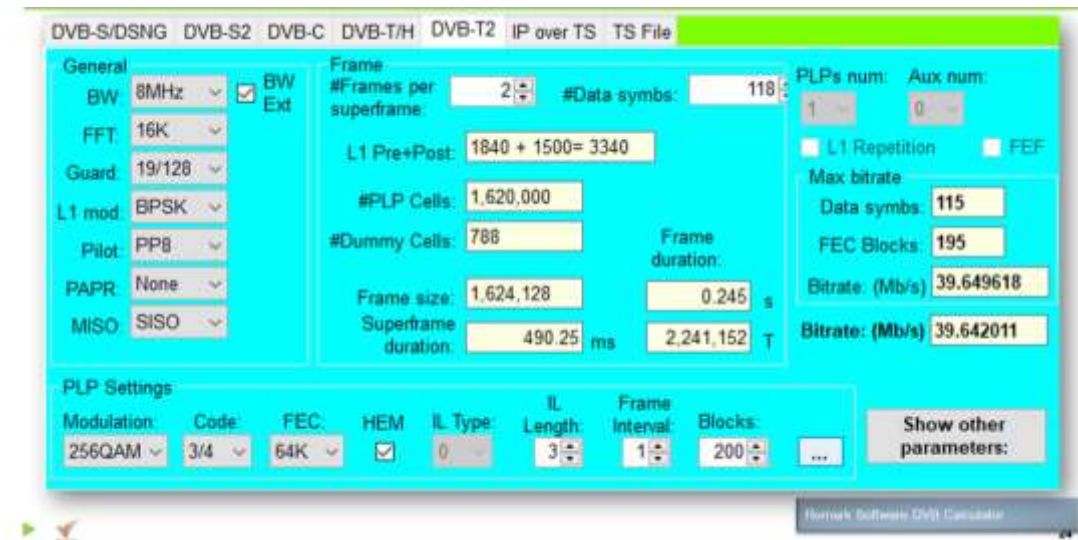
ไทยพีบีเอสได้จัดรูปแบบการทดสอบ โดยการสร้างโครงข่ายใหม่ขึ้นมา 1 โครงข่าย เพื่อให้สามารถรองรับการออกอากาศ 4K และมีสถาปัตยกรรมการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K ผ่านระบบ DVB-T2 และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบ ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 10



รูปที่ 9 สถาปัตยกรรมการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K ผ่านระบบ DVB-T2

(รูปแบบที่ 2 Single PLP สร้างโครงข่ายใหม่)

ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส)



รูปที่ 10 การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K

ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย (ไทยพีบีเอส)

จากการดำเนินการทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ 4K ของไทยพีบีเอส เมื่อปี พ.ศ. 2561 จะสามารถสรุปพารามิเตอร์ในการทดสอบในคราวนั้น ได้ดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K ของไทยพีบีเอส

(ที่มา: องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย)

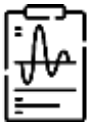
ประเภทการทดลองออกอากาศ	Transmission Mode	Multiplex Capacity	Video Encoding Standard	Picture Standard
รูปแบบที่ 1 Existing MUX : Multi PLP PLP0 : 3 Programs (3HD, Ch8, TPBS-HD) PLP1 : TPBS-UHD	PLP0 : 16k extended, GI 19/128 64QAM, CR 3/5, PP2 PLP1 : 16k extended, GI 19/128 256QAM, CR 5/6, PP2	22.0 Mbps	HEVC	3840x2160p 50 fps
รูปแบบที่ 2 New MUX : Single PLP	PLP0 : TPBS-UHD 16k extended, GI 19/128 256QAM, CR 3/4, PP8	39.6 Mbps	HEVC	3840x2160p 50 fps

## 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K

### 2.3.1 รูปแบบหรือเหตุการณ์ที่จะทดสอบ (Scenarios)

ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนจะเริ่มการทดลองหรือทดสอบมีทั้งหมด 4 ปัจจัยด้วยกัน ดังนี้

- (1) คลื่นความถี่ : ทดลองหรือทดสอบออกอากาศร่วมกับโครงข่ายที่มีการใช้งานในปัจจุบัน (Existing MUX) หรือโครงข่ายใหม่ (New MUX)
- (2) พื้นที่ในการทดลองหรือทดสอบ : กรุงเทพฯ ปริมาณพล หรือจังหวัดใหญ่ๆ
- (3) เนื้อหาในการออกอากาศ
- (4) กลุ่มเป้าหมายของการทดลองหรือทดสอบ



1. Frequency

New or Existing MUX  
(new PLP?)



2. Area

Bangkok or Other Major City



3. Contents



4. Target

New or Existing Receiver

### รูปที่ 11 ปัจจัยที่ต้องคำนึงก่อนการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K

ที่มา: สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ทส.) สำนักงาน กสทช.

### 2.3.2 แนวทางในการทดลองทดสอบ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K รวมไปถึงปัจจัยที่ต้องคำนึงก่อนการทดลองหรือทดสอบ สามารถสรุปแนวทางการเลือกใช้งานความถี่ (Frequency) สำหรับการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K แบ่งออกเป็น 3 กรณี<sup>1</sup> ได้ดังนี้

(1) การออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K โดยอาศัยทรัพยากรที่มีเหลืออยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Existing MUX : Remaining Capacity)

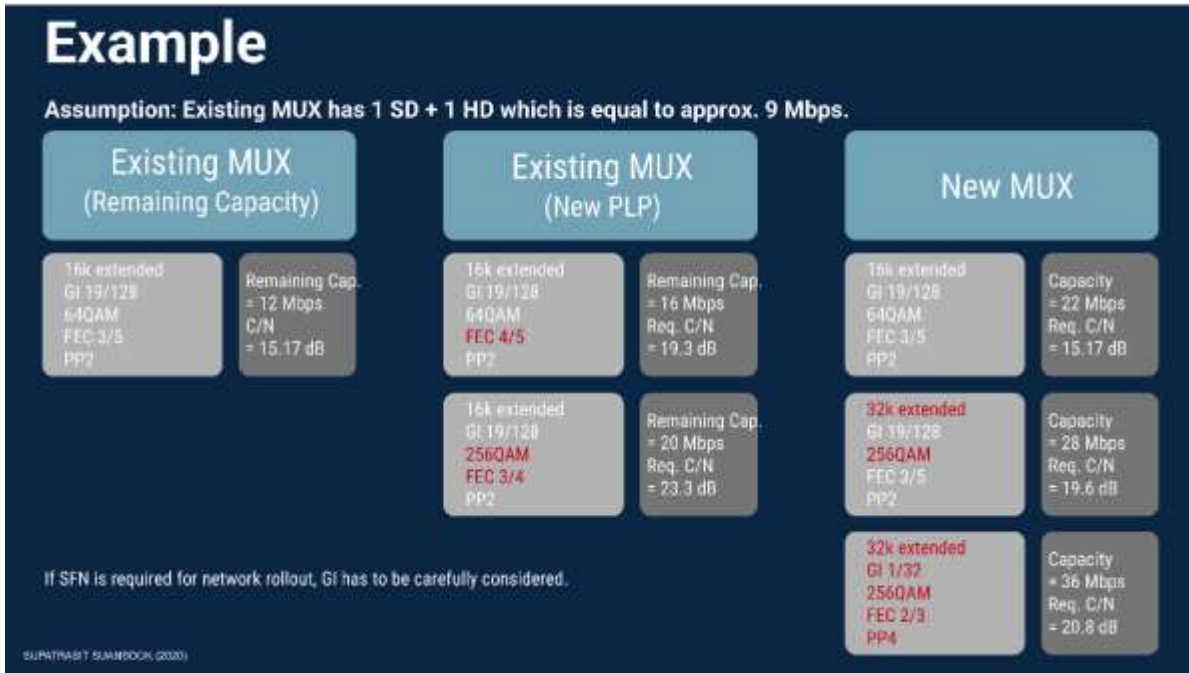
(2) การออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K โดยมีการแยก PLPs ในการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K กับการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยีแบบเดิม (Existing MUX : New PLP)

<sup>1</sup> สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 4 จากรายงานฉบับเต็ม “รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K ในประเทศไทย”

(<https://broadcast.nbtc.go.th>)

(3) การออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K โดยมีการแยกโครงข่ายสำหรับการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K โดยเฉพาะ (New MUX)

อย่างไรก็ตาม จากที่ ทส. ได้ศึกษา และดำเนินการวิเคราะห์คำนวณในเบื้องต้นสามารถสรุปตัวอย่างในการเลือกใช้โครงข่ายและกำหนดค่าพารามิเตอร์ ได้ดังรูปที่ 12

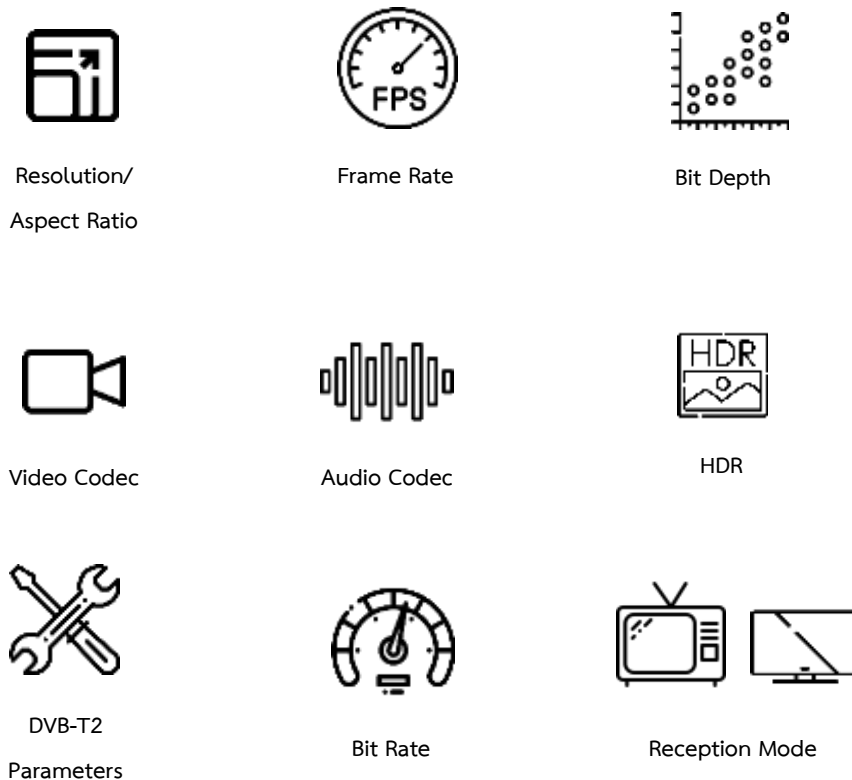


รูปที่ 12 ตัวอย่างในการเลือกใช้โครงข่ายและกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K  
ที่มา: สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ทส.) สำนักงาน กสทช.

### 2.3.3 แผนในการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K (Test Plan)

ในส่วนของการจัดทำแผนการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ด้วยเทคโนโลยี 4K นั้นจะต้องประกอบด้วยข้อทดสอบและช่วงเวลาการทดสอบที่ชัดเจน โดยกำหนดหัวข้อที่จะทดสอบหรือพารามิเตอร์ที่จะใช้งานอย่างน้อยดังนี้

- (1) เนื้อหาที่ใช้ในการออกอากาศสำหรับการทดลองหรือทดสอบ
- (2) รูปแบบของการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง
- (3) การเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศ
- (4) การวิเคราะห์ค่าบิตเรท (Bit rate) ให้เหมาะสมกับการรองรับการออกอากาศ
- (5) กลุ่มเป้าหมายของการทดลองหรือทดสอบ (Reception Mode)



รูปที่ 13 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K

ที่มา: สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ทส.) สำนักงาน กสทช.

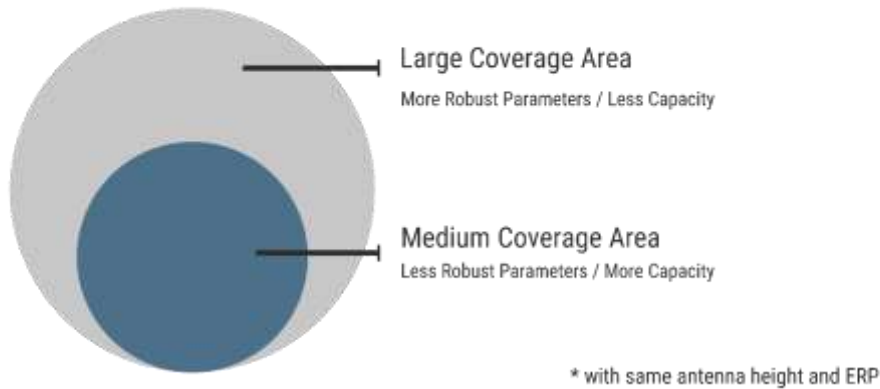
#### 2.3.4 ปัจจัยในการเลือกพารามิเตอร์ทางเทคนิค

ในการเลือกพารามิเตอร์ทางเทคนิคเพื่อการทดลองหรือทดสอบการออกอากาศนั้น โดยทั่วไปจะทราบดีอยู่แล้วว่าความทนทานต่อสัญญาณรบกวน (Robustness) และค่าความจุโครงข่าย (Capacity) จะเป็นปัจจัยที่สวนทางกันเสมอ ดังที่แสดงในรูปที่ 14 จะเห็นได้ว่า

- (1) หากต้องการพื้นที่ครอบคลุมขนาดใหญ่ จะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูงขึ้น แต่ค่าความจุโครงข่ายจะน้อยลง
- (2) หากต้องการพื้นที่ครอบคลุมขนาดกลาง จะได้ค่าความจุโครงข่ายเพิ่มขึ้น แต่ความทนทานของสัญญาณก็จะลดลงเมื่อเทียบกับ(1)

# DVB-T2 Parameters

## Robustness vs Capacity



รูปที่ 14 ปัจจัยในการเลือกค่าพารามิเตอร์เพื่อการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ฯ ด้วยเทคโนโลยี 4K

ที่มา: สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ (ทส.) สำนักงาน กสทช.

### 3. การสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นทางเทคนิคต่อการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินด้วยเทคโนโลยี 4K

สำนักงาน กสทช. โดย ทส. ได้ดำเนินการศึกษาประเด็นทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการออกอากาศเป็นที่ยอมรับแล้วดังรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดแนวทางการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง จึงต้องคำนึงถึงความพร้อมและความเป็นไปได้ทางด้านกฎหมาย พร้อมทั้งมีการสอบทานและดูความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมด้วย

#### 3.1 แผนแม่บทกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2563 - 2568)

แผนแม่บทกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2563 - 2568) (แผนแม่บท ฉบับที่ 2) มุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนากิจการโทรทัศน์ของประเทศให้เหมาะสมกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งการเตรียมการเพื่อให้สามารถทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินด้วยเทคโนโลยี 4K มีความสอดคล้องภายใต้แผนแม่บท ฉบับที่ 2 ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนากิจการโทรทัศน์ของประเทศให้เหมาะสมกับบริบทใหม่ วัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรในกิจการโทรทัศน์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อยกระดับมาตรฐานกิจการโทรทัศน์ พร้อมทั้งยังมีการกำหนดเป้าหมายของยุทธศาสตร์ ให้เปิดโอกาสให้มีการทดลองเทคโนโลยีใหม่ในกิจการโทรทัศน์ จึงมีความจำเป็นและความสำคัญต่อการเตรียมความพร้อมแนวทางต่อการดำเนินการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K

### 3.2 ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียง และกิจการโทรทัศน์เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว

สำนักงาน กสทช. โดย ทส. มีความเห็นในเบื้องต้นว่าการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K ควรดำเนินการภายใต้หลักเกณฑ์ของประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว ลงวันที่ 2 สิงหาคม พุทธศักราช 2555 (ประกาศหลักเกณฑ์ฯ) ซึ่งมีรายละเอียดความสอดคล้อง ดังนี้

ลำดับ	รายละเอียดในประกาศหลักเกณฑ์ฯ	ความสอดคล้อง
1	ข้อ 3 การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์	หน่วยงานที่จะดำเนินการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K จะต้องระบุรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการอนุญาตให้เป็นไปตามข้อ 3 ของประกาศหลักเกณฑ์ฯ (ข้อ 3.1 – 3.7) ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดวัตถุประสงค์ ระยะเวลาดำเนินการ ลักษณะการดำเนินการ เป็นต้น
2	ข้อ 4 “การทดลอง” หรือ “การทดสอบ” แบ่งเป็นสามประเภท คือ 4.1 การทดลองหรือการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 4.2 การทดลองหรือทดสอบในลักษณะเพื่อการวิจัย 4.3 การทดลองหรือทดสอบในลักษณะ เพื่อการใช้ประโยชน์ในการกำหนดหลักเกณฑ์การขออนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียงหรือกิจการโทรทัศน์	หน่วยงานที่จะดำเนินการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K อาจมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยหรือเพื่อการใช้ประโยชน์ในการกำหนดหลักเกณฑ์การขออนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียงหรือกิจการโทรทัศน์ จะต้องถูกกำหนดเป็น “การทดลอง” หรือ “การทดสอบ” ตามข้อ 4.2 หรือ 4.3 ของประกาศหลักเกณฑ์
3.	ข้อ 7 คำขอและข้อเสนอโครงการตาม 4.2 และ 4.3 อย่างน้อยต้องประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้	หน่วยงานที่จะดำเนินการทดลองทดสอบการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี 4K จะต้องยื่นคำขอและข้อเสนอโครงการตามข้อ 4.2 หรือ 4.3 จะต้องประกอบด้วยหัวข้อทางด้านเทคนิค ข้อ 7.3 , 7.4 , 7.7 - 7.9 ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้ 7.3 คลื่นความถี่ที่ประสงค์ขอทดลองหรือทดสอบพร้อมขอบเขตของการใช้งานคลื่นความถี่



ลำดับ	รายละเอียดใน ประกาศหลักเกณฑ์ฯ	ความสอดคล้อง
		7.4 สถานที่ทำการทดลองหรือทดสอบ พร้อมจำนวนและ รายละเอียดเครื่องวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคม 7.7 มาตรการและวิธีการติดตามตรวจสอบและประเมินผล 7.8 ระยะเวลาและแผนการดำเนินการในเรื่องดังกล่าวข้างต้น 7.9 แนวทางหรือมาตรการหลังจากทดลองหรือทดสอบเสร็จ สิ้น

อย่างไรก็ตาม สำนักงาน กสทช. โดย ทส. จะดำเนินการประมวลผลการศึกษาและวิเคราะห์ทั้งในส่วน  
 ประเด็นด้านเทคนิคและประเด็นจากการสอบทานกฎเกณฑ์ของ กสทช. ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดทำแนวทางด้าน  
 เทคนิคในการดำเนินการโครงการทดลองหรือทดสอบการให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลด้วย  
 เทคโนโลยี 4K ต่อไป