รายงานผลการดำเนินงานของ
คณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลอง
ระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

ธันวาคม ๒๕๕๕ - กรกฎาคม ๒๕๕๖

สารบัญ

๑. องค์ประกอบและอำนาจหน้าที่ของคณะทำงานด้านเทคนิค
สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ๑
๒. แนวนโยบายและการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ๓
๓. แผนและกรอบแนวทางการทดลอง ทดสอบ โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ๔
๔. ข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับ
สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ๖
๕. การจัดทำคู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลอง
ระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ๑๑
๖. การดำเนินการศึกษา และวิเคราะห์การทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบ
ดิจิตอล (การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์ ผลอัตราบิต คุณภาพสัญญาณ
รวมถึงการกำหนดนิยาม และค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง) ๑๒
๗. ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ๒๘
๘. จำนวนช่องรายการประเภทความคมชัดปกติ (SD) และ ความคมชัดสูง (HD)
ที่เหมาะสมในทางเทคนิคต่อหนึ่งมัลติเพล็กซ์ ๓๐
๙. สรุปชุดพารามิเตอร์สำหรับโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (ระบบ DVB-T2)
สำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)
และค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์บนโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ๓๒
๑๐. สรุปผลการดำเนินงานของคณะทำงาน (ธันวาคม ๒๕๕๕ – กันยายน ๒๕๕๖) ๓๖

ภาคผนวก ๓๙

ภาคผนวก ก

คำสั่ง กสทช. ที่ ๑๐๖/๒๕๕๕ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลอง
ระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

ภาคผนวก ข

เอกสารข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับ
สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ
(๑) เรื่อง Choice of the DVB-T2 system variant
(๒) เรื่อง Source coding and multiplex composition

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ค

คู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

ภาคผนวก ง

(๑) ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
(๒) สรุปผลการเยี่ยมชม และวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕
(๓) สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE
(๔) สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER
(๕) ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลเพิ่มเติม

ภาคผนวก จ

ประกาศ กสทช. ที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

๑. องค์ประกอบและอำนาจหน้าที่ของคณะทำงาน

โดยที่เห็นสมควรให้มีศึกษาและจัดทำแนวทางสำหรับการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล เพื่อให้มีการกำหนดวิธีการและเป้าหมายทางด้านเทคนิคของการดำเนินการทดลอง ตลอดจนวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดพารามิเตอร์หรือข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และเป็นการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่การรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรคลื่นความถี่และกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์

ในการนี้จึงได้มีคำสั่ง กสทช. ที่ ๑๐๖/๒๕๕๕ ลงวันที่ ๑๔ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๕๕ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล[๑] ซึ่งคณะทำงานดังกล่าวมีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละ ๓ เดือน และมีองค์ประกอบ ๑๖ ท่าน ดังนี้

๑)	พันเอก ดร.อนุรัตน์	อินกัน	ประธานคณะทำงาน
๒)	ดร. กิตติ	วงศ์ถาวราวัฒน์	ผู้ทำงาน
๓)	พันเอก วีระศักดิ์	ท่างาม	ผู้ทำงาน
๔)	นายกนิษฐ์	สัญชาตวิรุฬห์	ผู้ทำงาน
๕)	ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท บางกอกเอ็นเตอร์เทนเม้นต์ จำกัด		
	(นายไพโรจน์	ปิ่นแก้ว)	ผู้ทำงาน
๖)	ผู้แทนด้านเทคนิค สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก		
	(นายศักรินทร์	จันทรเสนา)	ผู้ทำงาน
๗)	ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด		
	(นายชรินทร์	บัณฑุกุล)	ผู้ทำงาน
๘)	ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)		
	(นายเจษฎ์ณรงค์	ชมพันธุ์)	ผู้ทำงาน
๙)	ผู้แทนด้านเทคนิค กรมประชาสัมพันธ์		
	(นายชุมพร	เครือขวัญ)	ผู้ทำงาน
๑๐)	ผู้แทนด้านเทคนิค องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย		
	(นายพรศักดิ์	ทับเที่ยง)	ผู้ทำงาน
๑๑)	ผู้อำนวยการกลุ่มงานมาตรฐานและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์		
	(นางปริตา	วงศ์ชุตินาท)	ผู้ทำงาน
๑๒)	ผู้อำนวยการกลุ่มงานขับเคลื่อนกิจการโทรทัศน์และวิทยุในระบบดิจิทัล		
	(นายสมศักดิ์	สิริพัฒนากุล)	ผู้ทำงาน
๑๓)	นายเอกนรินทร์	ยุพาพิน	ผู้ทำงาน
๑๔)	นายสุภัทรสิทธิ์	สวนสุข	เลขานุการ
๑๕)	นางสาวรพีพร	บัวหอม	ผู้ช่วยเลขานุการ
๑๖)	นายชินประภา	ปิ่นแก้ว	ผู้ช่วยเลขานุการ

[๑] คำสั่ง กสทช/๑๐๖ที่ .๒๕๕๕ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลปรากฏในภาคผนวก ก

โดยคณะทำงานฯ มีอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑) ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะกรอบแนวทาง วิธีการ ตลอดจนชุดพารามิเตอร์ทางด้านเทคนิคเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวสำหรับกิจการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

๒) ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสมกับเป้าหมายทางเทคนิคโดยสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

๓) ศึกษา วิเคราะห์ และประเมินผลการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

๔) จัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวางแผนความถี่วิทยุ มาตรฐานทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ระบบทั้งภาคส่งและภาครับทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม

๕) รายงานผลการดำเนินงานต่อคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

๖) ดำเนินการอื่นใดตามที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์หรือคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์มอบหมาย

ทั้งนี้ เนื่องจากภารกิจในการดำเนินการทดลองทดสอบ การวัดผลสัญญาณภาคสนาม วิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง เพื่อกำหนดชุดพารามิเตอร์ทางด้านเทคนิค และการกำหนดค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสมสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลของประเทศไทย มีขอบข่ายและรายละเอียดเนื้อหาสาระจำนวนมากซึ่งต้องพิจารณา

ในการนี้ ที่ประชุม กสท. ครั้งที่ ๑๐/๒๕๕๖ เมื่อวันจันทร์ที่ ๑๑ มีนาคม ๒๕๕๖ และที่ประชุม กสท. ครั้งที่ ๑๘/๒๕๕๖ เมื่อวันอังคารที่ ๑๔ พฤษภาคม ๒๕๕๖ ได้มีมติเห็นชอบให้ขยายวาระการดำรงตำแหน่งของคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลต่อไปอีก ๒ ครั้ง คราวละ ๓ เดือน เพื่อให้สามารถจัดทำภารกิจที่เกี่ยวข้องให้แล้วเสร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นับตั้งแต่วันที่ ๑๔ มีนาคม ๒๕๕๖ ถึง ๑๔ กันยายน ๒๕๕๖)

๒. แนวนโยบายและการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

การประชุมคณะทำงานฯ ครั้งที่ ๑/๒๕๕๕ รับทราบกระบวนการดำเนินการเปลี่ยนระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์เป็นระบบดิจิตอลเป็นไปตามแนวนโยบายของคณะอนุกรรมการจัดทำแผนการปรับเปลี่ยนระบบการรับส่งวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

โดยการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดชุดพารามิเตอร์ทางด้านเทคนิคที่เหมาะสม ซึ่งในหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตเพิ่มเติมในส่วนการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ประเภทที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล มีการระบุไว้ว่า

“...(๒) ต้องขยายโครงข่ายให้สามารถครอบคลุมครัวเรือนทั้งประเทศ อย่างน้อยดังนี้

(๒.๑) ร้อยละ ๕๐ ของจำนวนครัวเรือนภายใน ๑ ปี นับจากวันที่ได้รับใบอนุญาต

(๒.๒) ร้อยละ ๘๐ ของจำนวนครัวเรือนภายใน ๒ ปี นับจากวันที่ได้รับใบอนุญาต

(๒.๓) ร้อยละ ๙๐ ของจำนวนครัวเรือนภายใน ๓ ปี นับจากวันที่ได้รับใบอนุญาต

(๒.๔) ร้อยละ ๙๕ ของจำนวนครัวเรือนภายใน ๔ ปี นับจากวันที่ได้รับใบอนุญาต

(๓) ต้องจัดให้มีการแพร่สัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้บริการในเขตเทศบาลเมืองขึ้นไปสามารถรับสัญญาณได้ในลักษณะการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)...”

ดังนั้นในการออกแบบชุดพารามิเตอร์ต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขในหลักเกณฑ์ดังกล่าวด้วย

ทั้งนี้ คณะทำงานต้องศึกษา และทำการเสนอแนะค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสมต่อการออกอากาศ โดยต้องระบุจำนวนช่องมาตรฐานความคมชัดปกติ (SD) และจำนวนช่องมาตรฐานความคมชัดสูง (HD) ต่อ ๑ มัลติเพล็กซ์

๓. แผนและกรอบแนวทางการทดลอง ทดสอบ โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

การประชุมคณะทำงานฯ ครั้งที่ ๑/๒๕๕๖ ได้มีมติเห็นชอบแผนและกรอบแนวทางการทดลองทดสอบโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล โดยแนวทางการทำงานของคณะทำงาน จำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากองค์ประกอบหลายกลุ่ม ซึ่งสามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังตารางที่ ๑

ตารางที่ ๑ กลุ่มองค์ประกอบที่ต้องประสานงานแลกเปลี่ยนข้อมูล

กลุ่มองค์ประกอบที่ต้องประสานงาน
คณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองฯ
ผู้ให้บริการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล
ผู้รับชมโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล
ที่ปรึกษาจาก ITU

จากแผนภาพความเชื่อมโยงข้างต้น สามารถสรุปบทบาทขององค์ประกอบแต่ละกลุ่มได้ ดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ บทบาทและหน้าที่ของแต่ละกลุ่มองค์ประกอบ

กลุ่มองค์ประกอบ	บทบาท/หน้าที่
คณะทำงานด้านเทคนิค	o เสนอแนะแนวทางการทดสอบและชุดพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เสนอแนะค่าความจุที่เหมาะสมของมัลติเพล็กซ์เพื่อนำไปคำนวณหาจำนวนช่องได้ o ประเมินผลการทดสอบ ทดลอง และเสนอแนะการวางแผนความถี่วิทยุ รวมทั้งมาตรฐานทางเทคนิคหรือข้อกำหนดทางเทคนิคที่เหมาะสมจากผลของการทดลองทดสอบ o ประสานงานร่วมกับกลุ่มอื่นๆ
ผู้ให้บริการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล	o ให้บริการโทรทัศน์ระบบดิจิตอลสำหรับการทดสอบ และดำเนินการทดสอบระบบในภาคสนาม o การประสานงานกับคณะทำงานฯ ๑) ร่วมกันกำหนดขอบเขตของการทดสอบ แผนการทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบ เวลาและตารางการทดสอบ ๒) ดำเนินการทดสอบตามแผนการทดสอบ ๓) รายงานผลการดำเนินงานแก่คณะทำงานฯ เป็นระยะ และปรับปรุงแก้ไขแผนการทดสอบที่อาจจะมีขึ้น ๔) สรุปผลการทดสอบให้กับคณะทำงานฯ ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ ค่าชุดพารามิเตอร์ ค่ามัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสม และค่าความจุของการให้บริการ

กลุ่มองค์ประกอบ	บทบาท/หน้าที่
ผู้รับชมโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล	ร่วมตอบแบบสำรวจหรือแบบสอบถามให้กับทีมศึกษา
ที่ปรึกษาจาก ITU	เสนอแนะแนวทาง ข้อมูลทางเทคนิค ให้กับคณะทำงานฯ

ทั้งนี้ แนวทางการทดสอบของคณะทำงานฯ จะมีลำดับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสม ในการทดลองทดสอบออกอากาศในระบบดิจิตอล ดังนี้

๑) การคำนึงถึงข้อจำกัดหรือข้อกำหนด (Necessary Condition) เพื่อออกแบบในสิ่งที่ต้องการ เช่น ต้องการใช้คลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ, รัศมีให้บริการครอบคลุมต้องไม่น้อยกว่ารัศมีให้บริการของระบบแอนะล็อก และในเขตเทศบาลเมือง สามารถรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor ได้ เป็นต้น

๒) ศึกษาพารามิเตอร์ และแนวทางการทดสอบของประเทศอื่นๆ และเอกสารของ EBU/ITU

๓) ออกแบบการทดสอบ ยืนยันชุดพารามิเตอร์ว่าให้ผลลัพธ์ตามที่คาดหวังหรือไม่

๔) ให้ความเห็นและข้อเสนอแนะในการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่างๆ ตามความเหมาะสมขณะทดสอบ

๕) ได้ชุดพารามิเตอร์ ค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ ผลของคุณภาพโทรทัศน์ในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการรบกวนหรือเป็นจุดบอดของสัญญาณ คุณสมบัติที่เหมาะสมของการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง ที่ต้องการ

๖) การกำหนดชุดพารามิเตอร์ชุดแรกอ้างอิงตามข้อเสนอแนะของที่ปรึกษาตามโครงการความร่วมมือกับ ITU โดยใช้ชุดพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นค่าเริ่มต้นและนำมาวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อทำการปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมต่อไป

๗) ควรให้ความสำคัญต่อการรับสัญญาณภายในห้างสรรพสินค้า เนื่องจากเป็นจุดแรกที่ประชาชนจะได้สัมผัสกับโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

๘) ควรมีศึกษาการใช้ Rooftop Antenna ที่มีอยู่เดิมตามครัวเรือนบริเวณนอกเขตเทศบาลว่าสามารถใช้งานและรับสัญญาณได้หรือไม่ ผลเป็นอย่างไร

๙) การบริการเสริมต่างๆ (supplementary service) ควรพิจารณาภายหลังจากการกำหนดชุดพารามิเตอร์ได้อย่างเหมาะสมแล้ว

๔. ข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

คณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ เรื่อง Choice of the DVB-T2 system variant[๒] โดยทางสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้เสนอแนะว่าควรใช้พารามิเตอร์ ดังตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ ข้อเสนอแนะชุดพารามิเตอร์จากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับ ITU

พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
FFT size	32k extended
Guard Interval	19/256 (266 μs)
Modulation	64-QAM
Code rate	2/3
Pilot Pattern	PP4
Rotated Constellation	none
อัตราบิตสูงสุด	27.4 Mbps

โดยชุดพารามิเตอร์ดังกล่าวได้นำมาจากผลการศึกษาและทดลองทดสอบในประเทศเยอรมัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ ๔ ซึ่งคณะที่ปรึกษาฯ นำมาปรับใช้และเสนอแนะเป็นแนวทางการเลือกชุดพารามิเตอร์ของประเทศไทย เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการใช้งานแบบ Portable Indoor ซึ่งสอดคล้องกับแนวนโยบายของ กสทช. ซึ่งต้องการเขตเทศบาลสามารถรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor ได้

[๒] รายละเอียดเอกสาร Choice of the DVB-T2 system variant ปรากฏในภาคผนวก ข

ตารางที่ ๔ ข้อสรุปจากการศึกษาและวิเคราะห์จากการทดลองทดสอบในประเทศเยอรมัน

Portable Reception					
Items	64-QAM 1/2	16-QAM 3/4	256-QAM 1/2	64-QAM 2/3	Remark
		Not recommended for portable reception			
C/N (comparison for 4 variant sets) (Rayleigh channel)	Lowest	→		Highest	
Rotated constellation	Not recommended.				C/N value with rotated constellation is higher than without
Time interleaving	The tests with portable reception indicate that shorter interleaving interval (10ms) is to be preferred.				
FFT size	The FFT size of 32k allows a higher bit rate because of the shorter relative guard interval. For that reason 32k is a good choice for portable reception.				
Pilot Pattern	The field tests with portable reception were carried out with PP2 and PP3. The tests show that PP3 results in the lowest C/N. For portable indoor reception : the choice is PP4 (theoretical considerations)				
Extended carriers	The tests show that with extended carriers no real deterioration of the adjacent channel protection ratios took place. Therefore extended carriers are recommended.				
MISO	The tests with portable reception show that the results are not as good as expected. The gain of less than 0.5 dB did not compensate the additional overhead of 2 to 4%, which expressed in a C/N loss (depending on the choice of parameters) is in the order of 0.5 dB.				GI 1/4 and PP1 cannot be used.
PAPR reduction	no test results because the equipment's option was not available				

ทั้งนี้ คณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับ ITU ยังได้เสนอแนะในเรื่อง Source coding and multiplex composition[๓] โดยปัจจัยสำคัญสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลของประเทศไทย คือ

๑. ราคา

๒. การรับชมในลักษณะ portable indoor

๓. คุณภาพของรายการ (ภาพ/เสียง)

[๓] รายละเอียดเอกสาร Source coding and multiplex composition ปรากฏในภาคผนวก ข

โดยจำนวนช่องรายการไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญ หากคำนวณในเบื้องต้นอาจกล่าวได้ว่ามัลติเพล็กซ์ของโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลควรรองรับบริการในลักษณะ SDTV และ HDTV ของบริการประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Service category	Multiplex capacity	Number of HDTV services	Number of SDTV services
Public TV	2	3	As many as possible in the remaining capacity of two multiplexes
Community TV	1	0	As many as possible in the capacity of one multiplex
Business TV	3	7	As many as possible in the remaining capacity of three

นอกจากนี้ การใช้ statistical multiplexing สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการออกอากาศได้ โดยจะทำให้จำนวนช่องรายการต่อมัลติเพล็กซ์เพิ่มขึ้นด้วย

ทั้งนี้ การใช้เทคนิคของ statistical multiplexing จะประสิทธิภาพสูงสุดหากแบ่งเป็นมัลติเพล็กซ์สำหรับ SDTV หรือมัลติเพล็กซ์สำหรับ HDTV โดยเฉพาะ ซึ่งในสถานการณ์จริงอาจไม่สามารถทำได้ (๑ มัลติเพล็กซ์ อาจมีทั้งช่องรายการ SDTV และ HDTV อยู่รวมกัน)

ประสิทธิภาพของการใช้งาน statistical multiplexing นั้นแปรผันตามจำนวนของช่องรายการ ดังแสดงในแผนภาพด้านล่างนี้

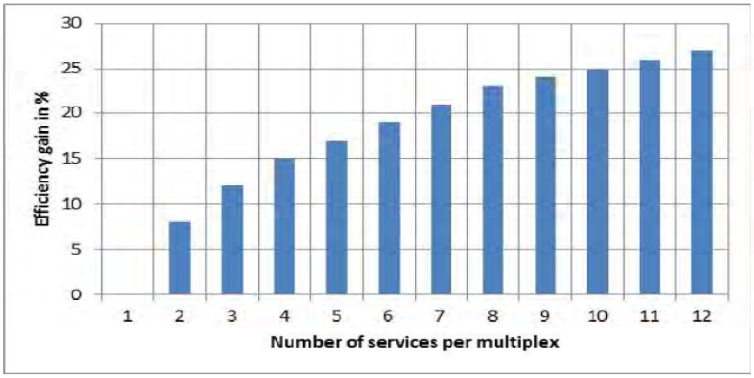


Figure 1 Efficiency gain of statistical multiplexing

หากมีการใช้งาน statistical multiplexing ร่วมกับการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง สามารถประมาณการอัตราข้อมูลที่ต้องการสำหรับบริการแต่ละลักษณะได้ดังนี้

Service element	Required average bit rate (Mbit/s)
HD Video	5.95 to 7.2 Mbit/s depending on encoder efficiency and number of services in the multiplex
SD video	1.28 to 1.6 Mbit/s depending on encoder efficiency and number of services in the multiplex, whereas in high quality SD in critical scenes 2.4 Mbit/s may be necessary
Audio	0.096 Mbit/s
Data	0.35 Mbit/s
Total HD	6.40 to 7.64 Mbit/s
Total SD	1.73 to 2.05 Mbit/s

Table 3 Required bit rate

เมื่อนำค่าอัตราข้อมูลจากการประมาณการข้างต้นมาคำนวณหาทางเลือก (option) สำหรับจำนวนช่องรายการของประเทศไทย สามารถสรุปได้ดังตารางด้านล่างนี้

๑. กรณีอุปกรณ์เข้ารหัสสัญญาณภาพและเสียง (encoder) อาศัยเทคโนโลยี MPEG-4 ในปัจจุบัน

Multiplex	Option 1		Option 2	
	SD	HD	SD	HD
Mux A	0	4	6	2
Mux B	0	4	6	2
Mux C	6	2	6	2
Mux D	15	0	6	2
Mux E	15	0	6	2
Mux F	15	0	15	0
Total	**51**	**10**	**45**	**10**

Table 5 Multiplex composition options

๒. กรณีอุปกรณ์เข้ารหัสสัญญาณภาพและเสียง (encoder) อาศัยเทคโนโลยี MPEG-5 ซึ่งพัฒนาขึ้นในอนาคต

Multiplex	Option 1		Option 2	
	SD	HD	SD	HD
Mux A	1	4	8	2
Mux B	1	4	8	2
Mux C	8	2	8	2
Mux D	16	0	8	2
Mux E	16	0	8	2
Mux F	16	0	16	0
Total	**58**	**10**	**56**	**10**

Table 6 Multiplex composition options

คณะที่ปรึกษาฯ เสนอแนวทางการทดสอบเพื่อยืนยันค่าอัตราข้อมูลของสัญญาณภาพ เสียง และข้อมูล รวมทั้งประสิทธิภาพจากการใช้ statistical multiplexing โดยสรุปดังนี้

๑. ทดสอบในพื้นที่รับสัญญาณที่มีสัญญาณปราศจากการรบกวน
๒. สัญญาณขาเข้าซึ่งต่อกับอุปกรณ์เข้ารหัส (encoder) ควรเป็นสัญญาณที่มีคุณภาพเทียบเท่าสตูดิโอ

๓. ควรรวมการทดสอบภาพซึ่งยากต่อการเข้ารหัสตามข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ITU-R BT.802-1 และรายงาน ITU-R BT.2245

๔. การทดสอบควรกำหนดลักษณะของการรับชม (viewing condition) สอดคล้องตามข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ITU-R BT.2022

๕. กำหนดค่า fixed bit rates สำหรับ SDTV เป็น ๑.๗๕ Mbps และสำหรับ HDTV เป็น ๗ Mbps

๖. สำหรับการทดสอบ statistical multiplexing ควรทดสอบในกรณี ดังนี้
   - เนื้อหารายการแตกต่างกัน
   - อัตราข้อมูลเฉลี่ยควรปรับให้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะ
   - อัตราข้อมูลสูงสุดควรเป็นไปตามข้อ ๕.

๕. การจัดทำคู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

คณะทำงานฯ จัดทำคู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล[๕] ขึ้น เพื่อให้เป็นกรอบแนวทางในการดำเนินการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล โดยกล่าวถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ความเป็นมา และอำนาจหน้าที่ของคณะทำงานฯ
- คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบส่งและสายอากาศบนอาคารใบหยก๒ ในช่วงการทดลองทดสอบออกอากาศ
- พารามิเตอร์ทางเทคนิคตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาจากโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ
- โครงข่ายและการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลของ ททบ.๕
- เป้าประสงค์ของการทดสอบ
- ภาพรวมของการทดสอบและวิธีการวัดสัญญาณเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม
- แผนการดำเนินการทดสอบสัญญาณ และแผนการจัดการทรัพยากร
- การกำหนดจุดการทดสอบ
- แบบรายงานผลการทดสอบ

[๕] รายละเอียดคู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลปรากฏในภาคผนวก ค

๖. การดำเนินการศึกษา และวิเคราะห์การทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล (การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์ อัตราบิต คุณภาพสัญญาณ รวมถึงการกำหนดนิยาม และค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง)

การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์

การดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลนั้น ได้ทำการปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์หลายครั้ง เพื่อให้ในพื้นที่ต่างๆ สามารถรับสัญญาณได้ และเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ นั่นคือ สามารถรับสัญญาณแบบ Portable Indoor ได้ โดยการทดลองออกอากาศมีลำดับการปรับใช้ชุดพารามิเตอร์ดังนี้

๑. ชุดพารามิเตอร์เริ่มต้น ตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาจาก ITU (คำนึงถึงความเหมาะสมทางเทคนิคสำหรับประเทศไทยและสอดคล้องกับนโยบายของ กสทช.)

๒. ปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์หลังจากออกภาคสนามเพื่อตรวจวัดสัญญาณ

๓. ปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์หลังจากทำการวิเคราะห์ ค่า margin คุณภาพสัญญาณ ฯลฯ ภายหลังจากที่ได้เข้าเยี่ยมชมระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕

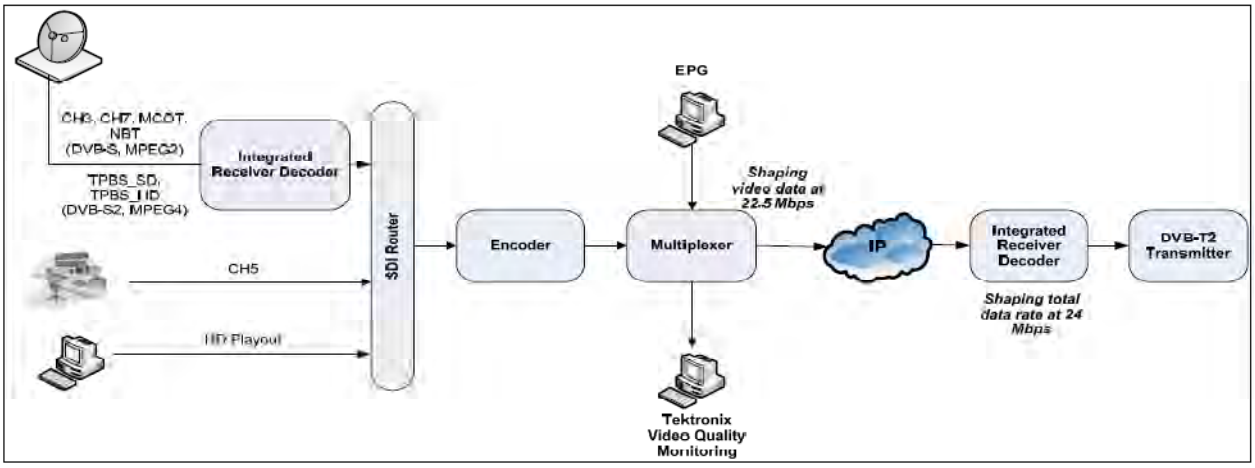
๔. ปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์หลังจากได้ทดสอบรับสัญญาณจริงตามครัวเรือน และทดสอบการรับสัญญาณขณะเคลื่อนที่ (mobile reception)

สามารถสรุปการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ได้ ดังตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์

พารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2	ค่าของพารามิเตอร์ตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาฯ	ค่าของพารามิเตอร์ตามข้อเสนอแนะจากการทดสอบภาคสนาม		ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้หลังจากเข้าเยี่ยมชมระบบส่ง (ปรับเมื่อเดือนพฤษภาคม ๒๕๕๖)	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้หลังจากทดสอบรับสัญญาณจริงตามครัวเรือน และทดสอบการรับสัญญาณขณะเคลื่อนที่
		ทางเลือกที่ ๑	ทางเลือกที่ ๒		
FFT size	32k, extended carriers	16k, extended carriers	16k, extended carriers	16k, extended carriers	16k, extended carriers
Pilot pattern	PP4	PP3	PP3	PP3	PP2
Guard interval	19/256 (266 µs)	1/8 (224 µs)	19/128 (266 µs)	19/128 (266 µs)	19/128 (266 µs)
Modulation	64-QAM	64-QAM	64-QAM	64-QAM	64-QAM
Code rate	2/3	2/3	2/3	3/5	3/5
Rotated Constellation	off	on	on	Off	On
Bit Rate	**27.4 Mbit/s**	**26.2 Mbit/s**	**25.6 Mbit/s**	**22.96 Mbps**	**21.975 Mbps**

สรุปผลการเยี่ยมชม และวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕[๖] (๑๒ มีนาคม ๒๕๕๖)



รูปที่ ๑ บล็อกไดอะแกรมของระบบส่ง DVB-T2 ในการทดลองทดสอบของ ททบ.๕

ภายหลังการทดลองออกอากาศ คณะทำงานได้ทำการตรวจวัดสัญญาณ และเก็บข้อมูลจากการรับชม ทั้งนี้ ผู้แทนคณะทำงาน ได้เข้าเยี่ยมชมและวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕ เมื่อวันอังคารที่ ๑๒ มีนาคม ๒๕๕๖ ซึ่งได้ข้อสรุปจากบล็อกไดอะแกรมของระบบส่ง DVB-T2 ตามรูปที่ ๑ ได้ ดังต่อไปนี้

๑. source video มาจาก ๓ ส่วน ดังนี้
   i. สัญญาณภาพจากดาวเทียม
      - กรณี DVB-S, MPEG2 ได้แก่ source จาก CH3, CH7, MCOT และ NBT
      - กรณี DVB-S2, MPEG4 ได้แก่ source จาก TPBS_SD และ TPBS_HD
   ii. สัญญาณภาพจาก CH5 เป็นสัญญาณโดยตรงจาก Head-End ของช่อง ๕
   iii. สัญญาณภาพ ส่วน HD-Playout ออกอากาศโดยตรงจาก Video Server
๒. Encoder และ Multiplexer
   i. การกำหนดช่องรายการ
      - ความคมชัดปกติ (SD) ๖ ช่อง (CH3, CH5, CH7, MCOT, TPBS_SD และ NBT)
      - ความคมชัดสูง (HD) ๒ ช่อง (HD Playout และ TPBS_HD)
   ii. การกำหนดอัตราการส่งข้อมูล (Data Rate) สำหรับสัญญาณภาพ (Video)
      - SD กำหนดช่วง ๑ – ๓ Mbps
      - HD กำหนดช่วง ๒ – ๗ Mbps
   iii. กำหนดให้อัตราการส่งข้อมูล สำหรับสัญญาณเสียง (Audio) มีค่า ๖๔ kbps ในแต่ละช่องเสียง โดยแต่ละช่องรายการมีสัญญาณเสียงแบบสองช่องเสียง (Stereo)

[๖] เอกสารสรุปผลการเยี่ยมชม และวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ๕ . ปรากฏในภาคผนวก ง

iv. กำหนดค่า Traffic Shaping ที่ Multiplexer โดยควบคุมอัตราการส่งข้อมูล เฉพาะสัญญาณภาพ รวมที่ ๒๒.๕ Mbps

v. กำหนดค่า Traffic Shaping ที่ปลายทาง (ตึกใบหยก) ก่อนเข้า เครื่องส่งโดยควบคุมอัตราการส่งข้อมูล รวมทั้งหมดที่ ๒๔ Mbps

๓. ผลการตรวจสอบ

i. อัตราข้อมูล (Data Rate) ที่วัดได้ของสัญญาณภาพ รวมไม่เกิน ๒๒.๕ Mbps และสัญญาณรวมทั้งภาพและเสียง (Video + Audio) อยู่ไม่เกิน ๒๓.๖ Mbps ในทั้งสามช่วงเวลาวัด (One Hour, One Day, One Week)

ii. อัตราข้อมูล (Data Rate) ของ EPG มีค่าประมาณ ๓๐๐ kbps แต่เป็นข้อมูลแบบขณะหนึ่งยังไม่มีข้อมูลเฉลี่ย ระยะยาว ต้องทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อรวมกับ EPG แล้ว ค่าต้องไม่เกิน ๒๔ Mbps

iii. ค่าเฉลี่ยในการส่งข้อมูลของช่อง HD มีค่าประมาณ ๕.๒ Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง HD มีการบีบอัดที่สูงกว่าค่า ที่ประมาณการไว้ (ค่าจากการคำนวณประมาณ ๖ Mbps)

iv. ค่าเฉลี่ยในการส่งข้อมูลของช่อง SD มีค่าประมาณ ๒.๓ Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง SD มีการบีบอัดที่ต่ำกว่าค่า ที่ประมาณไว้ (ค่าจากการคำนวณประมาณ ๑.๗ Mbps)

v. ค่าอัตราการส่งข้อมูล กรณีของ SD ที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลการบีบอัด GOP Length (Group of Picture) ซึ่งมีค่า GOP Length เฉลี่ยที่ประมาณ ๒๔.๗ fps (ใกล้เคียงกับ Frame Rate ๒๕ fps) เป็นตัวบ่งบอกถึงการบีบอัดระดับปกติ

vi. ค่าอัตราการส่งข้อมูล กรณีของ HD ที่ได้นั้น จะมีค่า GOP (Group of Pictures) Length เฉลี่ยที่ประมาณ ๒๙ – ๓๒ fps (สูงกว่า Frame Rate ๒๕ fps) เป็นตัวบ่งบอกถึงการบีบอัดที่สูงกว่าปกติ

vii. การ monitor คุณภาพของทุกช่อง ทั้งแบบ QOE (Quality of experience) และ eMOS (Estimated Mean Opinion Score) ผลคือภาพที่ได้มีคุณภาพดีตลอดช่วงเวลา

จากการเยี่ยมชม ในครั้งดังกล่าว และจากการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบที่ได้ นั้น ส่งผลให้เกิดสมมติฐาน ดังนี้

viii. จากผลการตรวจสอบ ข้อ iii. และ iv. มีความเป็นไปได้สูงที่ algorithm ของ Encoder และ Multiplexer มีการบีบอัด HD ได้มาก จึงมี Bandwidth เหลือมาก ส่วน SD ทำการบีบอัดได้น้อย ค่าอัตราการส่งข้อมูล จึงสูงกว่าค่าประมาณการ

ix. จากข้อ viii. มีแนวทางเพื่อพิสูจน์ ได้ ๒ กรณี คือ

a) ทำการเพิ่มช่อง SD อีกหนึ่งช่อง แล้ว monitor คุณภาพสัญญาณภาพของช่อง SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

b) ใช้จำนวนช่องเท่าเดิม คือ SD ๖ ช่อง และ HD ๒ ช่อง แต่ทำการลด traffic shaping ที่ Multiplexer จาก ๒๒.๕ Mbps เป็น ๒๑ Mbps และ monitor คุณภาพสัญญาณภาพของช่อง SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

x. ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ ix. จะเป็นข้อมูลบ่งบอกว่าระบบนั้นยังมี Bandwidth เหลือพอที่จะสามารถรองรับข้อมูลได้มากน้อยเท่าใด

ผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE[๗] (๒๓ เมษายน ๒๕๕๖)

สืบเนื่องจากผลการวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕ ซึ่ง ณ ขณะนั้นชุดพารามิเตอร์ที่ใช้ออกอากาศเป็นไปตามทางเลือกที่ ๑ ของ ตารางที่ ๕ การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์ คณะทำงานจึงได้ทำการทดลองเพื่อปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE จึงได้ออกแบบการทดสอบออกเป็น ๔ กรณี ดังตารางที่ ๖

ตารางที่ ๖ ประเภทการทดสอบ

การทดสอบ	รายละเอียด
Test 1	การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๒.๕ Mbps
Test 2	การปรับเปลี่ยน Video Min Bit Rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๒.๕ Mbps
Test 3	การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๑ Mbps
Test 4	การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๑.๗๕ Mbps

จากการทดสอบกรณีทั้ง ๔ นั้น สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ ๗

ตารางที่ ๗ ผลจากการทดสอบทั้ง ๔ กรณี

การทดสอบ	การกำหนด VIDEO BIT RATE (Mbps)		Bit Rate (Mbps) (Video + Audio)	คุณภาพภาพโดยเฉลี่ย (คุณภาพสูงสุดมีค่า 5)	BW Pool (Mbps)
	min	max			
Test 1 : กำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๒.๕ Mbps					
SD (6 ช่อง)	1	3	23.590	4.2768	12.5
HD (2 ช่อง)	2	7		4.2569	
Test 2 : ปรับเปลี่ยน Video Min Bit Rate โดยกำหนด Video shaping ที่ ๒๒.๕ Mbps					
SD (6 ช่อง)	1.5	3	23.593	4.2601	3.5
HD (2 ช่อง)	5	7		4.2662	
Test 3 : กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๑ Mbps					
SD (6 ช่อง)	1	3	22.091	4.2599	11
HD (2 ช่อง)	2	7		4.2502	
Test 4 : กรณีกำหนดVideo shaping หรือ Video Pooling ที่ ๒๑.๗๕ Mbps					
SD (6 ช่อง)	1	3	22.840	4.2619	11.75
HD (2 ช่อง)	2	7		4.2694	

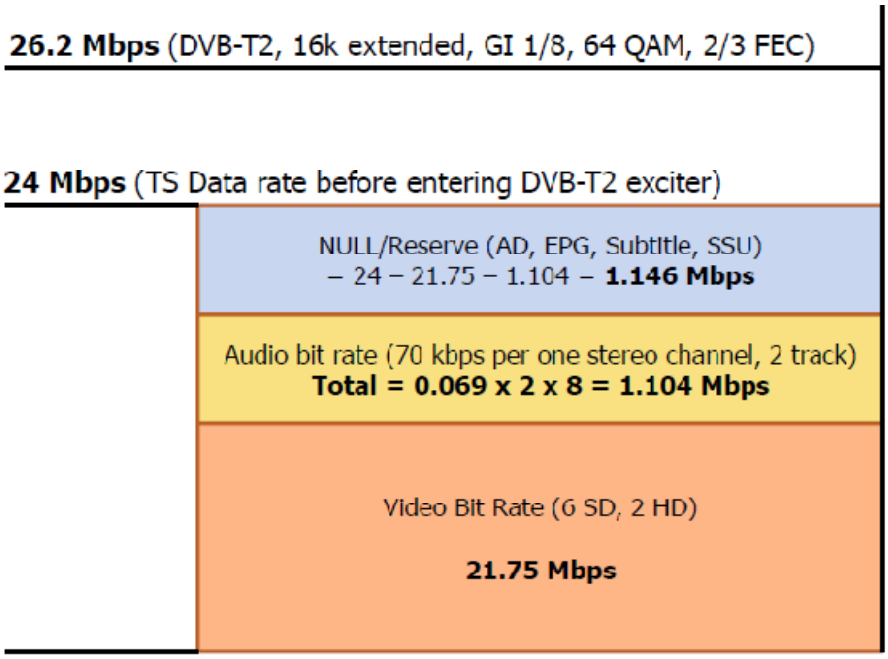
[๗] เอกสารผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE ปรากฏในภาคผนวก ง

หมายเหตุ กำหนด audio stereo ๒ ช่องเสียง : bandwidth ช่องเสียงละ ๖๔ kbps

ภายหลังการทดสอบ สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่าผลของกรณี Test 4 เป็นที่น่าพอใจที่สุด

- โดยภาพที่รับได้มีคุณภาพดี ไม่เกิดการกระตุก
- Video bit rate ของ SD มีค่าประมาณ ๒.๒ Mbps ส่วน HD ประมาณ ๔.๘ Mbps
- Video bit rate shaping มีค่า ๒๑.๗๕ Mbps สามารถใช้งานได้ดี
- Bit rate อยู่ที่ ๒๒.๘๔ Mbps และค่า BW Pool มีค่า ๑๑.๗๕ Mbps

คณะทำงานจึงเห็นควรให้มีการ เฝ้าสังเกตและตรวจสอบคุณภาพภาพ ที่ Video shaping ๒๑.๗๕ Mbps ต่อไป



รูปที่ ๒ ผลรวมของการใช้อัตราการส่งข้อมูล (Overall Data Rate) เมื่อค่าอัตราบิตสูงสุด ๒๖.๒ Mbps

ผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER[๕] (๑๖ พฤษภาคม ๒๕๕๖)

การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER

จากการดำเนินการปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE จนกระทั่งได้รับค่าที่เหมาะสมแล้ว คณะทำงานจึงได้ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง จากช่วง ๒๓ เมษายน ๒๕๕๖ - ๑๖ พฤษภาคม ๒๕๕๖ ซึ่งได้มีการดำเนินการ ดังนี้

- ทำการปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์ โดยเปลี่ยนค่า Code rate จาก ๒/๓ เป็น ๓/๕
- ทำการปรับเปลี่ยนค่า Video Shaping โดยให้อยู่ระหว่าง ๑๙-๒๑ Mbps
- ปรับโครงสร้างโดยเพิ่ม T2 Gateway
- ทำการปรับเปลี่ยน T2 frame parameter เพื่อให้รับสัญญาณดีขึ้น

โดยชุดพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยน เป็นไปตามพารามิเตอร์ที่ใช้ ณ ปัจจุบัน ของ ตารางที่ ๕ การปรับเปลี่ยนชุดพารามิเตอร์ และ ผลที่ได้รับมีรายละเอียดดังนี้

- อัตราบิตสูงสุด ๒๒.๙๖ Mbps
- ค่า C/N ของกาสรรับสัญญาณภายในอาคาร มีค่า ๑๔ เดซิเบล (dB)
- ระยะห่างสูงสุดของเสาส่ง ๒ เสาไม่เกิน ๗๙.๗๔ กิโลเมตร สำหรับกรณีการทำโครงข่ายแบบความถี่เดียว (SFN)
- รับสัญญาณภายในอาคารได้ดีขึ้นมาก
- อัตราบิตที่ลดลงชดเชยด้วยการบีบอัดสัญญาณภาพ (video) ให้มากขึ้น โดยต้องคำนึงว่าถึงคุณภาพภาพลดลง แต่ยังต้องสามารถยอมรับได้

การปรับเปลี่ยน VIDEO SHAPING ที่ 21 Mbps

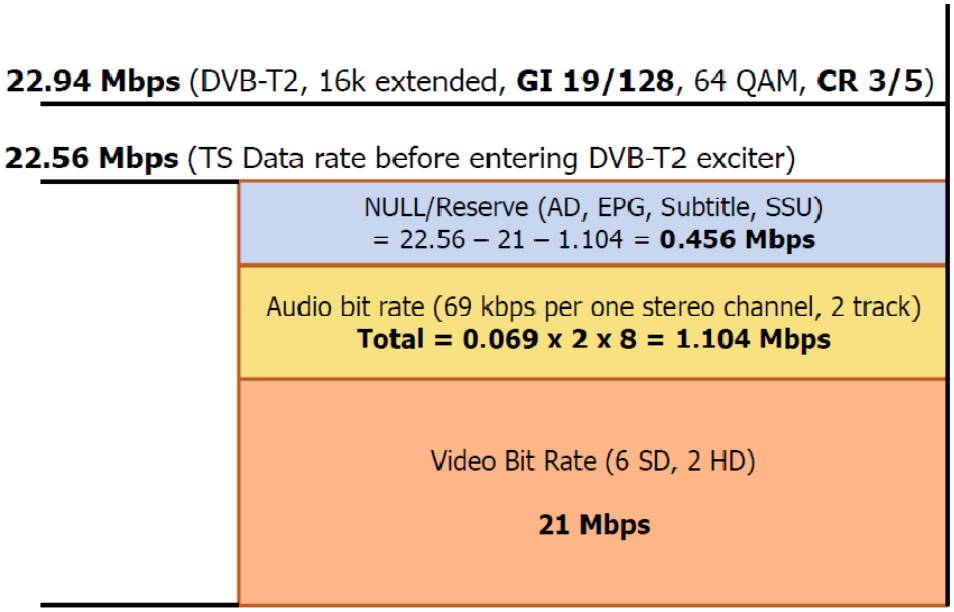
ทำการดำเนินการปรับค่า VIDEO BIT RATE โดย ผลการปรับเปลี่ยนสังเกตได้ว่าค่า VIDEO SHAPING ที่ส่งผลให้คุณภาพดี คือค่าระหว่าง ๑๙.๗-๒๑ Mbps ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ ๘

ตารางที่ ๘ ผลการทดสอบ เมื่อปรับ VIDEO SHAPING ที่ ๒๑ Mbps

การทดสอบ	การกำหนด VIDEO BIT RATE (Mbps)		Bit Rate (Mbps) (Video + Audio)	BW Pool (Mbps)
	min	max		
SD (6 ช่อง)	0.75	2.5	22.104	12.5
HD (2 ช่อง)	2	7		

ทั้งนี้ สามารถแสดงผลรวมของการใช้อัตราการส่งข้อมูล (Overall Data Rate) เมื่อค่าอัตราบิตสูงสุด ๒๒.๙๔ Mbps ได้ดังรูปที่ ๓

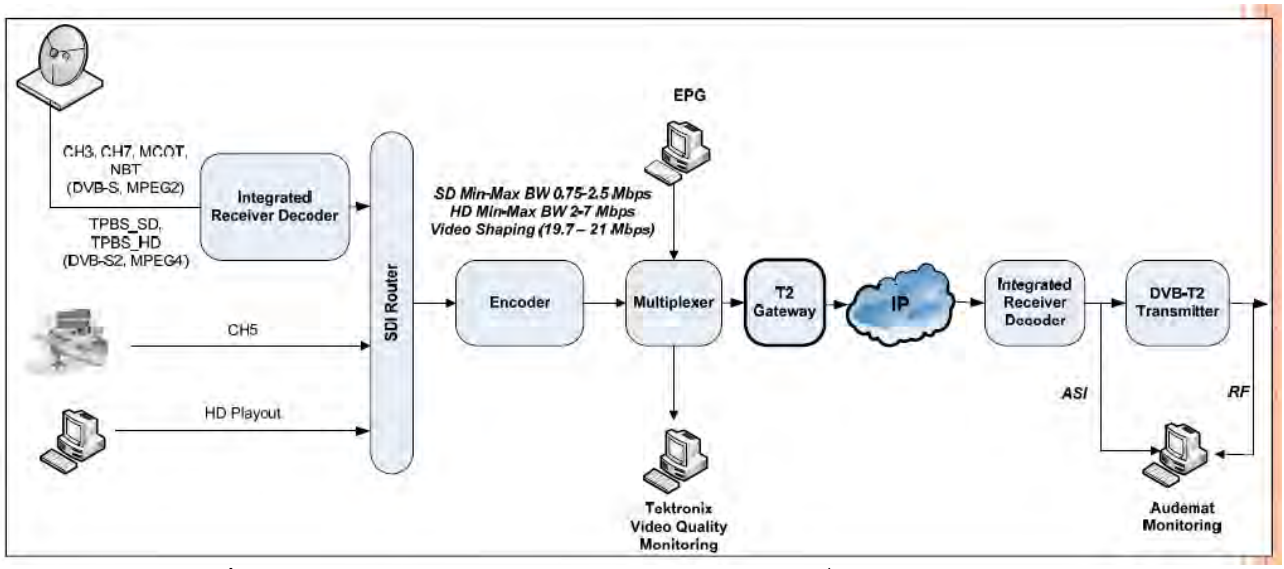
[๕] เอกสารผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER ปรากฏในภาคผนวก ง



รูปที่ ๓ ผลรวมของการใช้อัตราการส่งข้อมูล (Overall Data Rate) เมื่อค่าอัตราบิตสูงสุด ๒๒.๙๔ Mbps

การปรับโครงสร้างโดยเพิ่ม T2 Gateway และทำการปรับ T2 frame parameter เพื่อให้รับสัญญาณดีขึ้น

คณะทำงานได้ดำเนินการให้ทีมงานของ ททบ.๕ ปรับโครงสร้างของระบบส่ง DVB-T2 โดยเพิ่ม T2 Gateway เข้าไปหลังตัว Multiplexer ทำการตั้งค่า (configuration) ที่ตัว T2 Gateway เพื่อให้ควบคุมเครื่องส่ง และควบคุมค่า Bandwidth ได้ เนื่องจากก่อนหน้านี้ ได้ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของ T2 Gateway ที่เครื่องส่ง รูปบล็อกไดอะแกรมที่ปรับปรุงแล้ว แสดงดังรูปที่ ๔



รูปที่ ๔ บล็อกไดอะแกรมของระบบส่ง DVB-T2 หลังจากเพิ่ม T2 Gateway

นอกเหนือการปรับ T2 Parameter โดยทั่วไปเช่น FFT, Guard Interval, Modulation และ Code Rate แล้ว T2 frame parameter มีผลต่อประสิทธิภาพของสัญญาณที่ออกอากาศคือ

- Data Rate (Mbps), การปรับเปลี่ยน T2 frame parameter มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวน Overhead ที่เกิดขึ้นจาก frame ซึ่งจะมีผลกับ data rate ที่ได้ในที่สุด

- Time Interleaving Depth (msec.), การปรับเปลี่ยน T2 frame parameter มีส่วนเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเทคนิค Time Interleave ที่ใช้สำหรับเพิ่มความทนทานต่อสัญญาณรบกวนจากสภาพแวดล้อมได้ ค่า Time Interleaving Depth ที่เหมาะสมต้องมีค่ามากกว่า Burst Error ที่เกิดขึ้นจากสภาพแวดล้อม เพื่อที่จะสามารถกระจาย Burst Error แยกออกจากกันเพื่อให้ FEC สามารถทำการแก้ไข Error ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

T2 frame parameter ที่เกี่ยวข้องคือ

- จำนวน T2-Frame per Super-frame
- จำนวน Data Symbol per T2-Frame
- จำนวน Max FEC block per Interleaving Frame
- จำนวน Time Interleaving Block (TI-Block) per Interleaving Frame

การปรับเปลี่ยน T2 Frame parameter จะทำการปรับเปลี่ยนที่ T2 Gateway โดยทั่วไปแล้ว T2 Gateway จะมีเครื่องมือที่คำนวณหา T2 Frame parameter ที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติโดยมีเป้าหมายให้มี Data Rate และ Time Interleaving Depth ที่ดีที่สุดคือมีค่า Data Rate สูงสุดและ Time Interleaving Depth สูงสุด แต่บางครั้งระบบไม่สามารถที่จะหา T2 Frame parameter ให้ได้ค่า Data Rate และ Time Interleaving Depth สูงสุดได้พร้อมกันได้ ดังนั้นผู้ติดตั้งระบบจึงต้องตั้งค่า T2 Frame parameter แบบ Manual เพื่อหาค่าที่เหมาะสมโดยยึดค่า Data Rate เป็น Priority แรก ตามด้วย Time Interleaving Depth เป็น priority ในลำดับถัดมา

ส่วน Parameter L1-Post Constellation เป็น Modulation ที่ใช้ใน L1 Post Signaling โดยทั่วไปแล้วจะมีการตั้งค่า L1 Post Constellation ที่มีระดับของ Modulation ที่ดีกว่า Modulation ในส่วน Data PLP กล่าวคือ ถ้า Data PLP ใช้ 64-QAM L1-Post Constellation ที่เลือกใช้ได้คือ 16QAM, QPSK หรือ BPSK โดยทั่วไปจะติดตั้งให้ L1 Post Constellation มีค่าที่ดีกว่า Data PLP อยู่หนึ่งขั้น ซึ่งในตัวอย่างนี้คือ 16QAM แต่ถ้าสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนหรือมีสัญญาณรบกวนสูง ก็ให้สามารถเลือก L1 Post Constellation ในระดับที่ดีขึ้นไปอีกได้เช่น QPSK หรือ BPSK

การปรับชุดพารามิเตอร์ใน T2 frame แสดงได้ดังตารางที่ ๙

ตารางที่ ๙ ค่าของพารามิเตอร์ใน T2 frame

พารามิเตอร์ใน T2 frame	ค่าของพารามิเตอร์
L1-Post Constellation	BPSK
# T2 Frame per Super Frame	2 frame
# Data Symbol per T2 Frame	119 symbol/T2 frame
# Max FEC block per Interleaving Frame	146 block
# Time Interleaving Block per Interleaving Frame	3 block

การปรับเปลี่ยน VIDEO SHAPING ที่ ๑๙ – ๑๙.๗ Mbps

ทำการดำเนินการปรับค่า VIDEO BIT RATE เพิ่มเติมโดยพิจารณาถึงคุณภาพของ VIDEO ในระดับที่ดีจนถึงในระดับที่ยอมรับได้ เพื่อหาค่า VIDEO SHAPING ที่สามารถปรับเปลี่ยนใช้งานได้ ซึ่งค่าที่ได้คือค่าระหว่าง ๑๙ – ๑๙.๗ Mbps โดยที่ค่า VIDEO SHAPING ที่ ๑๙.๗ Mbps ได้ผลคุณภาพ VIDEO ที่ระดับดี ส่วนที่ ๑๙ Mbps คุณภาพ VIDEO อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปได้ว่าในสภาพปกติที่มี BIT RATE ของ ระบบส่งเพียงพอให้ใช้ค่า VIDEO SHAPING ที่ ๑๙.๗ Mbps ส่วนในกรณีที่มีความต้องการ BIT RATE ของระบบไปใช้ในส่วนอื่นๆมากขึ้น ก็สามารถปรับลด VIDEO SHAPING มาที่ ๑๙ Mbps ได้ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ ๑๐ และตางรางที่ ๑๑ ตามลำดับ

ตารางที่ ๑๐ ผลการทดสอบ เมื่อปรับ VIDEO SHAPING ที่ ๑๙.๗ Mbps

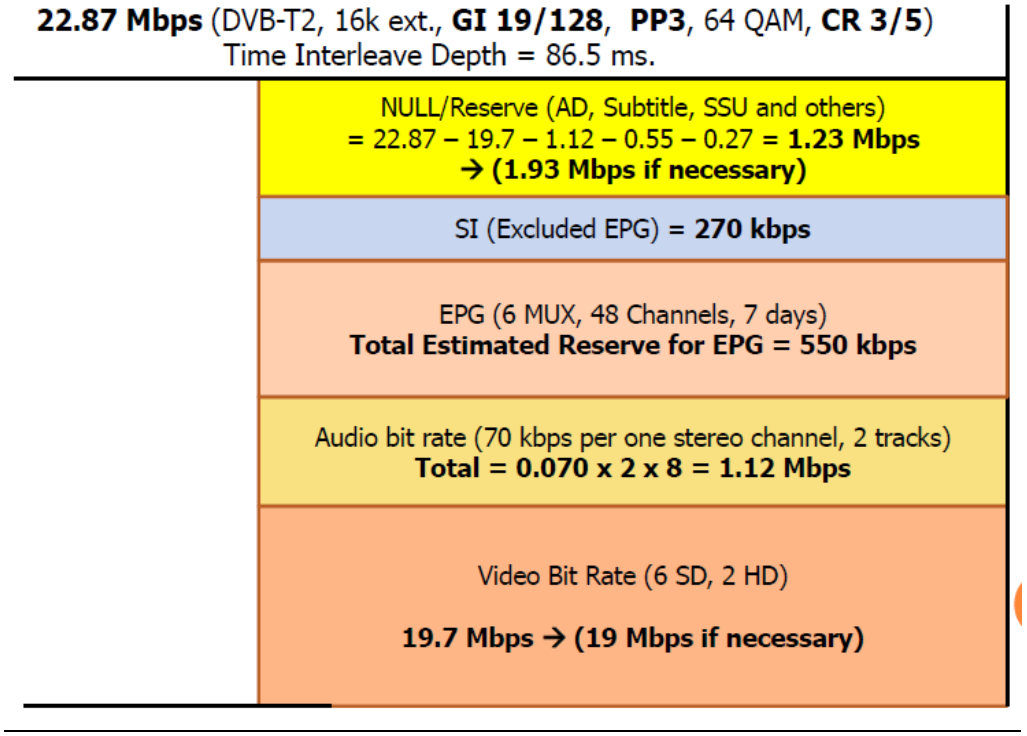
การทดสอบ	การกำหนด VIDEO BIT RATE (Mbps)		Average VIDEO BIT RATE (Mbps)	BW Pool (Mbps)
	min	max		
SD (6 ช่อง)	0.75	2.5	SD 1.71 Mbps	11.2
HD (2 ช่อง)	2	7	HD 4.73 Mbps	

ตารางที่ ๑๑ ผลการทดสอบ เมื่อปรับ VIDEO SHAPING ที่ ๑๙ Mbps

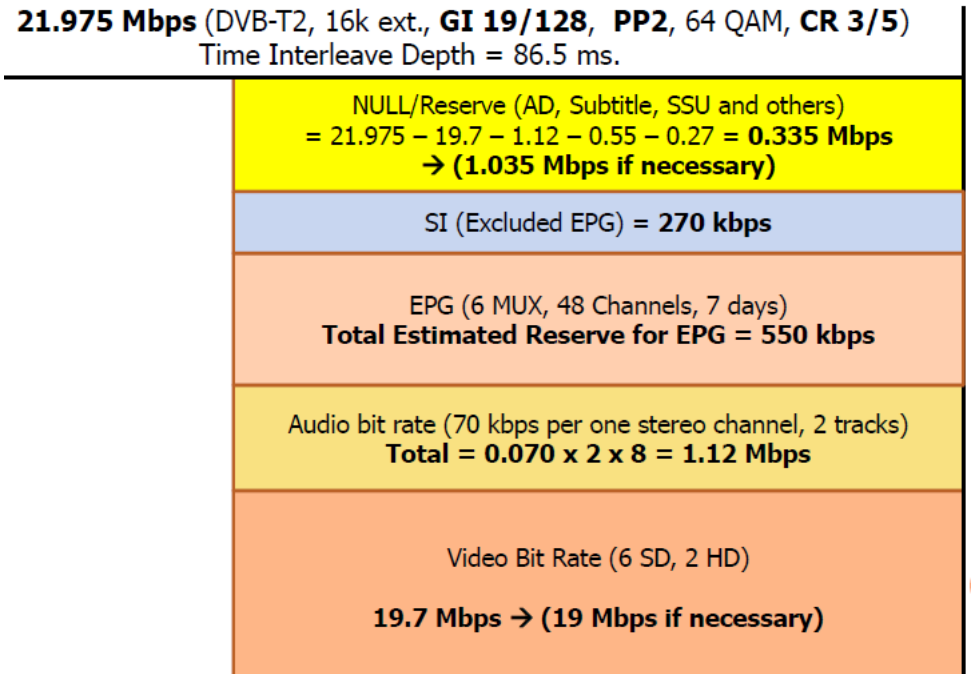
การทดสอบ	การกำหนด VIDEO BIT RATE (Mbps)		Average VIDEO BIT RATE (Mbps)	BW Pool (Mbps)
	min	max		
SD (6 ช่อง)	0.75	2.5	SD 1.65 Mbps	10.5
HD (2 ช่อง)	2	7	HD 4.56 Mbps	

การปรับปรุงเพื่อให้การรับสัญญาณมีคุณภาพที่เสถียรมากขึ้น

ภายหลังจากการทดสอบรับสัญญาณตามครัวเรือน คณะทำงานพบว่าการรับสัญญาณด้วยกล่องรับสัญญาณ (Set-Top-Box) แถบแสดงคุณภาพยังแกว่งอยู่ จึงทำการปรับชุดพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ และแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีมุ่งเน้นไปที่ Parameter ในส่วนของ Pilot Pattern ซึ่งเดิมใช้ PP3 และได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนเป็น PP2 ซึ่งมีผลที่ให้การรับสัญญาณมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น และการรับสัญญาณในขณะเคลื่อนที่หรือ Mobile Reception มีคุณภาพสัญญาณที่ดีมาก การเปลี่ยน PP3 เป็น PP2 มีการ Trade off ที่ BIT RATE ของระบบลดลงจาก ๒๒.๘๗ Mbps เป็น ๒๑.๘๗๕ Mbps รายละเอียดผลที่ได้จากการปรับค่าพารามิเตอร์และ BIT RATE ALLOCATION แสดงดังรูปที่ ๕ และ รูปที่ ๖ และตารางที่ ๑๒ และ ๑๓ แสดงรายละเอียดของ T2 Frame Parameter ของ PP3 และ PP2 ตามลำดับ



รูปที่ ๕ BIT RATE ALLOCATION สำหรับ T2 Parameter (PP3)



รูปที่ ๖ BIT RATE ALLOCATION สำหรับ T2 Parameter (PP2)

ตารางที่ ๑๒ ผลการปรับเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ใน T2 frame สำหรับ PP3

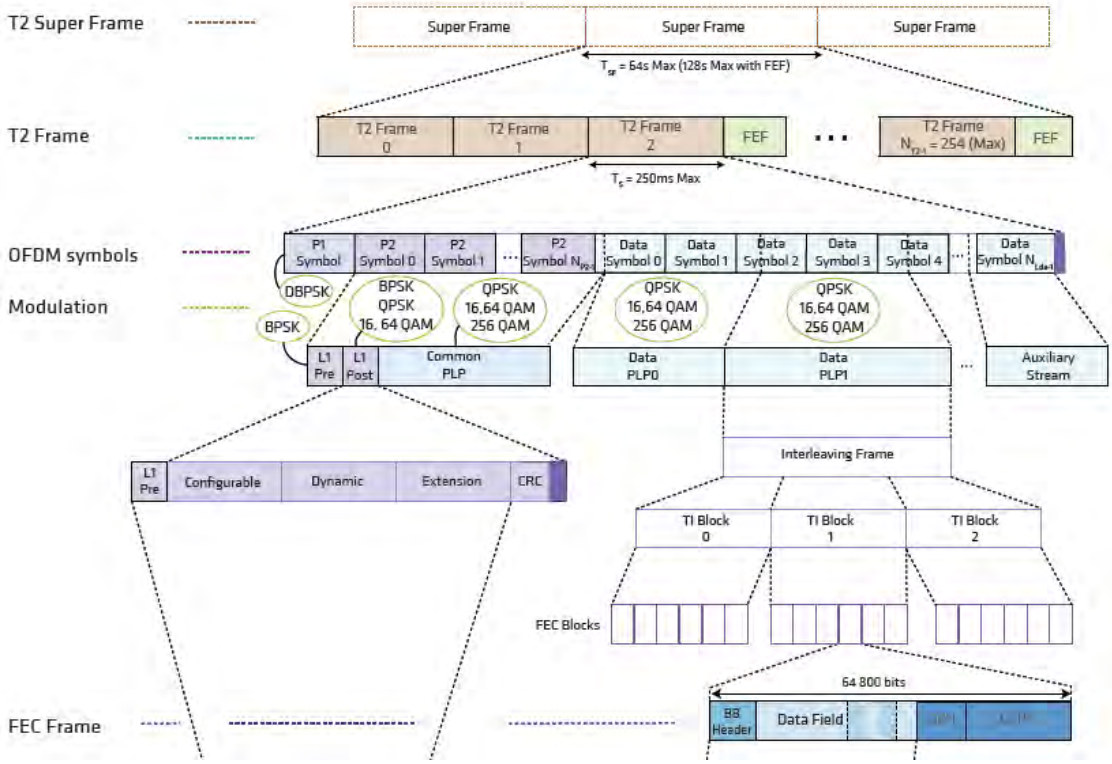
พารามิเตอร์ใน T2 frame	ค่าของพารามิเตอร์
L1-Post Constellation	16QAM
# T2 Frame per Super Frame	2
# Data Symbol per T2 Frame	83 symbol/T2 frame
# Max FEC block per Interleaving Frame	102 block
# Time Interleaving Block per Interleaving Frame	2 block

ตารางที่ ๑๓ ผลการปรับเปลี่ยนค่าของพารามิเตอร์ใน T2 frame สำหรับ PP2

พารามิเตอร์ใน T2 frame	ค่าของพารามิเตอร์
L1-Post Constellation	16QAM
# T2 Frame per Super Frame	2
# Data Symbol per T2 Frame	83 symbol/T2 frame
# Max FEC block per Interleaving Frame	98 block
# Time Interleaving Block per Interleaving Frame	2 block

โดยค่าของพารามิเตอร์ใน T2 Frame จากตารางข้างต้น อ้างอิงจากโครงสร้างเฟรมตาม DVB-T2 Frame Structure

DVB-T2 Frame Structure



การกำหนดหมายเลขช่อง (Logical Channel Number, LCN) สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล (ระบบ DVB-T2)

ตามที่ กสทช. ได้มีการอนุญาตทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลนั้น เพื่อให้การทดลองดังกล่าวเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความชัดเจนในการกำหนดหมายเลขช่อง จึงเห็นสมควรให้กำหนดหมายเลขช่องสำหรับช่วงของการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล โดยอาศัยแผนหมายเลขช่องในช่วง 700-799 ซึ่งเป็นช่วงท้ายของแผนหมายเลขช่องที่กำหนดให้มี ONID ของประเทศไทย (ONID เป็น 0x22FC) ตามข้อกำหนดในประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล แสดงรายละเอียดดังตารางที่ ๑๔

ตารางที่ ๑๔ หมายเลขช่องสำหรับช่วงของการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

หน่วยงาน	หมายเลขช่องสำหรับ ช่องรายการแบบความคมชัดปกติ (SD) (701-750)	หมายเลขช่องสำหรับ ช่องรายการแบบความคมชัดสูง (HD) (751-799)
ททบ.5	701-710	751-760
อสมท.	711-720	761-770
กรมประชาสัมพันธ์	721-730	771-780
(reserved)	731-740	781-790
(reserved)	741-750	791-799

นิยามของการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)

ความเป็นมา

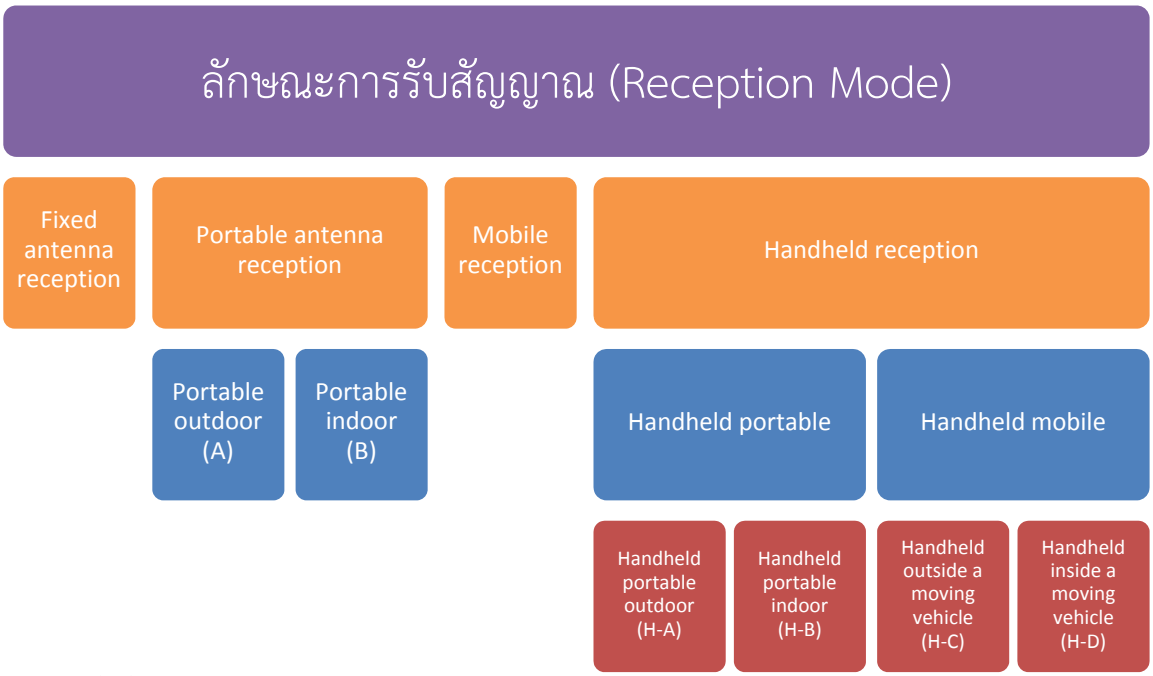
ตามประกาศ กสทช .เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (หน้า ๒๓) ได้อธิบายการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคารไว้ดังนี้

“การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) คือ การรับสัญญาณโดยอาศัยสายอากาศรับแบบ telescopic หรือสายอากาศแบบติดตั้งในตัวเครื่องรับ (integrated antenna) โดยมีสมมติฐานของการรับสัญญาณภายในอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างโดยรับสัญญาณสูงจากระดับพื้นดิน ๑.๕ เมตร และรับสัญญาณขณะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำมาก”

ต่อมาประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตเพิ่มเติมในส่วนการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ประเภทที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล พ.ศ. ๒๕๕๖ ข้อ ๘(๓) ได้ระบุว่า “ต้องจัดให้มีการแพร่สัญญาณเพื่อให้ผู้ใช้บริการในเขตเทศบาลเมืองขึ้นไปสามารถรับสัญญาณได้ในลักษณะการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)” ดังนั้นเพื่อความชัดเจนของการกล่าวถึงลักษณะการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างความเข้าใจต่อผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนโครงข่าย จึงเห็นสมควรให้กำหนดนิยามเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ของ กสทช. หลักสากล ตลอดจนบริบทของประเทศไทย

นิยามตามรายงานของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

รายงานของสหภาพโทรคมนาคม (Report ITU-R BT.2254-2012 “Frequency and network planning aspects of DVB-T2”) แบ่งลักษณะของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอลโดยสรุปดังนี้



ทั้งนี้ ตามรายงานฉบับดังกล่าวได้กำหนดนิยามของการรับสัญญาณลักษณะที่มีสายอากาศแบบพกพา (Portable antenna reception) ไว้ดังนี้

“**A1.1.2 Portable antenna reception**

In the context of this document, portable reception is defined as the reception at rest (stationary reception) or at very low speed (walking speed). Portable reception will, in practice, take place under a great variety of conditions (outdoor, indoor, ground floor and upper floors). In this document, portable reception is comprised of two classes:

– Class A: portable outdoor reception

i) with external (for example telescopic or wired headsets) or integrated antenna;

ii) at no less than 1.5 m above ground level, at very low speed or at rest.

– Class B: portable indoor reception

i) with external (for example telescopic or wired headsets) or integrated antenna;

ii) at no less than 1.5 m above ground level, at very low speed or at rest;

iii) on the ground floor in a room with a window in an external wall.

It is assumed that the portable receiver is not moved during reception and that large objects near the receiver are also not moved. This does not mean that the transmission channel is static; rather, a slowly time-varying channel is assumed. It is also understood that extreme cases, such as reception in completely shielded rooms, be disregarded.”

นอกจากนี้ ตามเอกสารของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้กล่าวถึงนิยามของพื้นที่รับสัญญาณในแบบต่างๆ ไว้ดังตารางที่ ๑๕

ตารางที่ ๑๕ นิยามของพื้นที่รับสัญญาณในแบบต่างๆ

Definition According to Rec. ITU-R SM.1753-2 Methods for measurements of radio noise		Rec. ITU-R P.372 Radio noise	ITU-R SG 6 Broadcasting Usage
Category	Definition	Category	Category
Remote rural	No obvious civilization, no buildings, no traffic, no electrical installations within 5 km	Quiet rural	Rural
Rural	Open countryside with largely agricultural activity, building density < 1/ha, no major roads, no electrified railways	Rural	
Residential	Villages and pure residential areas with no commercial or industrial activities. No electrified railways and no major roads and no high voltage overhead lines or facilities within 1 km	Residential	Suburb
Urban	Dense residential buildings including minor commercial or industrial activities and shops. No electrified railways, major roads and high voltage overhead lines or facilities within 500 m	City	Urban
City	Dense commercial or industrial buildings and offices. Major roads and railways can be in the vicinity, but should not be dominating		
Industrial area	Areas with dense factory sites and heavy industry		
Railway	Locations with dominant electrified major railways		
Road	Locations with dominant road traffic, e.g. highway		

จากนิยามข้างต้นประกอบกับบริบทของสภาพแวดล้อมในการรับสัญญาณบริเวณเขตเมืองของประเทศไทยตามที่ได้มีทดสอบและตรวจวัดสัญญาณ สามารถสรุปนิยามสำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอากาศ (Portable indoor reception) ได้ดังนี้

<u>การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable indoor reception)</u> คือ การรับสัญญาณโดยเครื่องรับสัญญาณที่มีตัวเลขแสดงสัญญาณรบกวน (noise figure) และความไวในการรับสัญญาณ (sensitivity) เป็นไปตามประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

โดยการรับสัญญาณนั้น อาศัยสายอากาศภายนอก (อาทิ สายอากาศแบบ telescopic หรือ แบบ wired headset) หรือสายอากาศแบบติดตั้งมากับตัวเครื่องรับ (integrated antenna) โดยมีสมมติฐานของการรับสัญญาณภายในอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างโดยรับสัญญาณสูงจากระดับพื้นดินไม่ต่ำกว่า ๑.๕ เมตร และรับสัญญาณขณะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำมาก (ในระดับความเร็วของการเดิน)

นอกจากนี้กำหนดให้เป็นการรับสัญญาณบริเวณชั้นล่างสุดของอาคาร (ground floor) ในห้องที่มีหน้าต่างหรือประตูอยู่บนผนังภายนอก (external wall) โดยตำแหน่งสายอากาศหรือจุดรับสัญญาณมีระยะห่างจากหน้าต่างหรือประตูนั้นไม่เกิน ๓ เมตร

ทั้งนี้ ให้ถือว่าเครื่องรับสัญญาณไม่มีการเคลื่อนที่ขณะรับสัญญาณ รวมทั้งถือว่าวัตถุขนาดใหญ่ใกล้เครื่องรับสัญญาณนั้นไม่มีการเคลื่อนที่ด้วย โดยนิยามดังกล่าวข้างต้นไม่รวมถึงการรับสัญญาณในแบบสุดโต่งเกินไป (extreme cases) เช่น การรับสัญญาณในห้องที่ป้องกันสัญญาณภายนอกหรือห้องชีลด์ (shielded room)

๗. ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลภาคสนาม

ผู้แทนคณะทำงาน ได้ออกภาคสนามเพื่อทำการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล โดยสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ ๑๖

ตารางที่ ๑๖ ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล[๙]

ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล เมื่อวันอังคารที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖
ทางทีมงานที่ได้ออกไปตรวจวัดสัญญาณภาคสนาม ได้แจ้งให้ที่ประชุมทราบว่าการรับสัญญาณแบบ Fixed Rooftop นั้น ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากคำนวณบนโปรแกรมการจำลองการทำงาน (simulation) ซึ่งมีประเด็นดังนี้ - ที่ตลาด อ.ภาชี ได้นำ set top box ต่อกับสายอากาศตามบ้าน (Fixed Roof Top) แล้วสามารถรับได้ชัดเจน โดยความสูงเสาอากาศประมาณตึก ๒ ชั้น - ได้แสดงผลจากการวัดที่บริเวณถนนเลี่ยงเมืองจังหวัดสระบุรี และรายงานว่าผลจากการวัดสามารถรับได้ชัดเจน - ได้ทำการวัดที่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, หน้าที่ทำการอำเภอบางปะหันและตลาดวังน้อย ได้ผลชัดเจนดี ส่วนที่เทศบาลหินกอง ซึ่งบริเวณนั้นมีลักษณะเป็นเนิน แต่พบว่ารับสัญญาณได้ดีมาก นอกจากนี้ได้มีการวัดบริเวณทางเลี่ยงเมืองสระบุรีไปทางเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เป็นที่โล่งไม่มีเข้าบัง ก็สามารถรับสัญญาณดิจิตอลได้ชัดเจน โดยอยู่ห่างจากตึกใบหยก (วัดระยะทาง Line-of-Sight (LOS)) อยู่ที่ ๙๒ กิโลเมตร และมีค่า link margin ประมาณ ๔-๕ dB - ปัญหาที่พบคือเครื่องมือบางส่วนยังไม่พร้อม ในส่วนของสายอากาศ ๑๐ เมตร เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานในการวัดเดียวกัน - ส่วนทางด้านการวัด portable indoor reception นั้นรอให้วัด fixed reception รอบนอกทั้ง ๔ ทิศก่อน แล้วจึงกลับมาวัดในบริเวณเขตเทศบาลเมือง - ที่ จ. ชลบุรี ในบริเวณนั้นเป็นบริเวณหลังเขาเมื่อดูจาก simulation แล้วพบว่าเป็นจุดที่ไม่สามารถรับสัญญาณได้ จะต้องไปทำการตรวจวัดจริง
ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล เมื่อวันเสาร์ที่ ๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๖
ทางทีมงานได้ออกตรวจวัดสัญญาณที่บริเวณสระบุรี ซึ่งห่างจากสถานีส่งสัญญาณที่ตึกใบหยก๒ ประมาณ ๙๐ กิโลเมตร และตรวจวัดที่บริเวณ อบต.บางปะหัน จังหวัดอยุธยา โดยมีรายละเอียดดังนี้ - วัดสัญญาณภายนอกแบบไม่เคลื่อนที่ (Fixed outdoor) ด้วยเสาสูง ๑๐ เมตรจากพื้นดิน - ผลการวัดสัญญาณที่ได้รับมีกำลังอ่อนกว่าค่าที่ควรจะเป็นมาก เมื่อเทียบจากการวัดครั้ง

[๙] เอกสารผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลปรากฏในภาคผนวก ง

ก่อน ในบริเวณจุดเดียวกัน จึงสันนิษฐานว่าอาจจะเกิดปัญหาในสายส่ง

- ภายหลัง ทางทีมงานจาก Thai PBS ได้ตรวจสอบ แล้วพบว่าบริเวณสายส่งมีปัญหาในการระบายความร้อน จึงส่งผลทำให้ข้อต่อของสายส่งสัญญาณร้อนมาก และทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ทีมงานจาก Thai PBS ได้ทำการแก้ไข และทำให้สัญญาณที่ออกอากาศมีกำลังส่งที่เท่าเดิม

ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
เมื่อวันเสาร์ที่ ๒๒ มิถุนายน ๒๕๕๖

ทีมงานได้ออกตรวจวัดสัญญาณที่บริเวณสระบุรี ซึ่งห่างจากสถานีส่งสัญญาณที่ตึกใบหยก๒ ประมาณ ๙๐ กิโลเมตร ตรวจวัดที่บริเวณ อบต.บางปะหัน จังหวัดอยุธยา และอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยมีรายละเอียดดังนี้

- วัดสัญญาณภายนอกแบบไม่เคลื่อนที่ (Fixed outdoor) ด้วยเสาสูง ๑๐ เมตรจากพื้นดินร่วมกับสายอากาศแบบ 8-Element
- ทำการหาค่ากำลังส่งต่ำสุดด้วยวิธี ESR5 โดยทำการลดกำลังส่งที่เครื่องส่งลงทีละขั้นจนถึงค่ากำลังส่งที่ต่ำสุด
- ผลการวัดสัญญาณ เมื่อทำการลดกำลังเครื่องส่งจากเดิม ๕.๒ กิโลวัตต์ จนเหลือ ๒ กิโลวัตต์ ซึ่งส่งผลให้เกิดการแกว่งของภาพและเสาสูง ๕ เมตรร่วมกับสายอากาศแบบ 14-Element ไม่สามารถรับสัญญาณได้ แต่หากเป็นเสาสูง ๑๐ เมตรพอรับสัญญาณได้
- สรุปแล้วสามารถปรับลดกำลังส่งของเครื่องส่งให้เหลือ ๓.๕ กิโลวัตต์

๘. จำนวนช่องรายการประเภทความคมชัดปกติ (SD) และ ความคมชัดสูง (HD) ที่เหมาะสมในทางเทคนิคต่อหนึ่งมัลติเพล็กซ์

ในการวิเคราะห์แนวทางเกี่ยวกับ จำนวนช่องรายการประเภทความคมชัดปกติ (SD) และความคมชัดสูง (HD) ที่เหมาะสมในทางเทคนิคต่อหนึ่งมัลติเพล็กซ์ อาศัยข้อมูล ดังนี้

๑. เอกสารผลการศึกษาจากคณะที่ปรึกษาตามโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunications Union, ITU)

Source coding and multiplex composition v1.1 (3 January 2013) วิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลและสมมติฐานเบื้องต้นดังนี้	
๑	สอดคล้องกับประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล การเข้ารหัสสัญญาณภาพตามมาตรฐาน MPEG-4 AVC/H.264 และการเข้ารหัสสัญญาณเสียงตามมาตรฐาน MPEG-4 HE-AAC v2 โดยอ้างอิงประสิทธิภาพของการเข้ารหัสตามเทคโนโลยีปัจจุบัน
๒	การเพิ่มประสิทธิภาพของการเข้ารหัสสัญญาณภาพโดยอาศัยเทคนิคของ Statistical Multiplexing
๓	สอดคล้องกับนโยบายด้านเทคโนโลยี ตามประกาศ กสทช. เรื่อง แผนการเปลี่ยนระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์เป็นระบบดิจิตอล
๔	ผลการศึกษาเกี่ยวกับอัตราบิตของบริการแบบความคมชัดมาตรฐาน (SDTV) ความคมชัดสูง (HDTV) และสำหรับข้อมูลอื่นๆ อาทิ ข้อมูลข่าวสารการให้บริการ (SI) และคำบรรยายใต้ภาพ (Subtitle) ซึ่งทดลองทดสอบและศึกษาโดยสหภาพการกระจายเสียงและโทรทัศน์แห่งยุโรป (European Broadcasting Union, EBU)

๒. การทดสอบภาคสนามจากการทดลองออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลของ ททบ.๕

คณะทำงานได้เสนอทางเลือกในการจัดสรรมัลติเพล็กซ์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ ๑๗

ตารางที่ ๑๗ ทางเลือกในการจัดสรรมัลติเพล็กซ์

ทางเลือก	จำนวนช่อง SD	จำนวนช่อง HD	Stat Mux Gain	SD after Stat Mux (Mbit/s)	HD after Stat Mux (Mbit/s)	Audio (Mbit/s)	Data (Mbit/s)	SD (Mbit/s)	HD (Mbit/s)	Total (Mbit/s)	Margin (Mbit/s)
1	14	0	27%	1.37	-	0.096	0.35	1.816	-	25.42	0.776
2	9	1	15%	1.59	6.38	0.096	0.35	2.036	6.826	25.15	1.050
3	6	2	15%	1.59	6.38	0.096	0.35	2.036	6.826	25.87	0.332
4	2	3	15%	1.59	6.38	0.096	0.35	2.036	6.826	24.55	1.650

ทั้งนี้ ทางคณะทำงานได้เสนอแนะทางเลือกที่ ๓ ซึ่งเป็นทางเลือกที่สอดคล้องกับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลของ ททบ.๕ นั้น คือ หนึ่งมัลติเพล็กซ์ให้บริการช่องรายการ**แบบ SD ๖ ช่องรายการ และแบบ HD ๒ ช่องรายการ** ใช้ความจุหรืออัตราบิตโดยรวม ๒๕.๓ Mbit/s โดยคุณภาพของรายการอยู่ในระดับดีและคมชัด และเป็นการใช้งานมัลติเพล็กซ์อย่างเต็มประสิทธิภาพ

หมายเหตุ จากการทดลองทดสอบเพิ่มเติมจากโครงข่ายและอุปกรณ์จริง พบว่าสามารถบีบอัดสัญญาณได้ดีกว่าค่าทางทฤษฎีจากการคำนวณ จึงปรับปรุงพารามิเตอร์ทางเทคนิคเพื่อให้รองรับจำนวนช่องรายการได้เท่าเดิม แต่สัญญาณมีประสิทธิภาพและทนทานต่อสัญญาณรบกวนได้มากขึ้น ทั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของ กสทช. ในการขยายพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณในแบบพกพาภายในอาคาร (Portable indoor reception) ในเขตเทศบาลเมือง

๙. สรุปชุดพารามิเตอร์สำหรับโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (ระบบ DVB-T2) สำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์บนโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

คณะทำงานฯ สามารถสรุปชุดพารามิเตอร์สำหรับโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลสำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร และค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์บนโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ได้ดังตารางที่ ๑๘

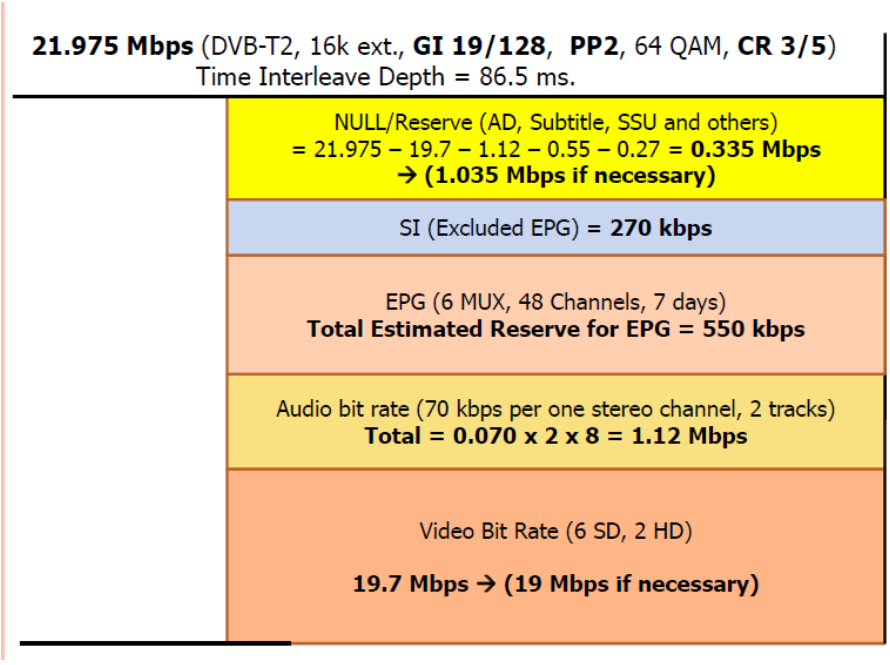
ตารางที่ ๑๘ สรุปชุดพารามิเตอร์และค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์

พารามิเตอร์	ค่าของพารามิเตอร์
FFT size	16k extended
Guard Interval	19/128
Modulation	64-QAM
Code rate	3/5
Pilot Pattern	PP2
Constellation	On
Physical Layer Pipe (PLP)	Single
L1-Post Constellation	16-QAM
# T2 Frame per Super Frame	2
# Data Symbol per T2 Frame	83 symbol/T2 frame
# Max FEC block per Interleaving Frame	98 block
# Time Interleaving Block per Interleaving Frame	2 block
ผลที่ได้จากการปรับพารามิเตอร์	
ค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์สูงสุด	21.975 Mbps
Time Interleaving Depth	86.5 msec.
C/N Fixed Rooftop	15.17 dB
C/N Portable Indoor	16.91 dB
ระยะห่างสูงสุดของเสาส่งในกรณีการทำโครงข่ายแบบความถี่เดียว (SFN)	79.74 km

จากพารามิเตอร์ข้างต้นประกอบกับการทดสอบคุณภาพของรายการ พบว่าจำเป็นต้อง**อาศัย Statistical multiplexer ร่วมกับอุปกรณ์เข้ารหัสที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าในยุคที่ ๓ (Third Generation Encoder)** คณะทำงานฯ ได้เสนอแนวทางการจัดการความจุต่อมัลติเพล็กซ์ตารางที่ ๑๙ และรูปที่ ๗

ตารางที่ ๑๙ แนวทางการจัดการความจุต่อมัลติเพล็กซ์และการตั้งค่าอัตราบิตที่เหมาะสมสำหรับสัญญาณภาพ

	การกำหนด VIDEO BIT RATE (Mbps)	
	min	max
SD (6 ช่อง)	0.75	2.5
HD (2 ช่อง)	2	7
รวม	8.5	29
VIDEO Shaping	19 หรือ 19.7	
Bandwidth pool	10.5 หรือ 11.2	-9.3 หรือ -10
SD Average BIT RATE	1.65 หรือ 1.71 Mbps	
HD Average BIT RATE	4.56 หรือ 4.73 Mbps	



รูปที่ ๗ แผนภาพแสดงจัดการความจุต่อมัลติเพล็กซ์และการตั้งค่าอัตราบิตที่เหมาะสมสำหรับสัญญาณภาพและเสียง

จากข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาตามโครงการความร่วมกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ประกอบการการทดลองทดสอบของคณะทำงาน พบว่าจะต้องมีการปรับปรุงค่ากำลังส่งออกอากาศ (ERP) ของสถานี เนื่องจากพารามิเตอร์ซึ่งใช้ในการคำนวณในขั้นตอนจัดทำแผนความถี่วิทยุมีความแตกต่างจากพารามิเตอร์จากการทดลองทดสอบ จึงควร**ปรับลดค่ากำลังส่งออกอากาศ (ERP) ลงจากเดิมประมาณ ๓ dB** เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนระหว่างรอยต่อของพื้นที่ให้บริการ ทั้งนี้ อาจปรับเปลี่ยนได้หากต้องการปรับปรุงการ

รับสัญญาณ และเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการวางโครงข่ายเพื่อครอบคลุมเขตเทศบาลเมืองให้สามารถรับสัญญาณในลักษณะพกพาภายในอาคารได้ อาจกำหนดเงื่อนไขหรือตัวชี้วัดเพิ่มเติม โดยควรระบุว่าสำหรับเขตเทศบาลเมืองขึ้นไป จะต้องสามารถรับสัญญาณในลักษณะพกพาภายในอาคาร (Portable indoor reception) ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕๐ ของจำนวนครัวเรือนทั้งเขตเทศบาล (ในทางปฏิบัติอาจกำหนดค่าเป้าหมายให้สูงกว่าร้อยละ ๕๐ ขึ้นกับนโยบายและแผนการดำเนินงาน)

อย่างไรก็ตาม ในกรณีพื้นกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คณะทำงานฯ มีความเห็นแนะนำให้ลดค่ากำลังส่งออกอากาศ (ERP) ลงประมาณ ๑ dB จากแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล สำหรับเครื่องส่งที่ตั้งบริเวณตึกใบหยก เพื่อประโยชน์ในการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable indoor reception) เนื่องจากกรุงเทพและปริมณฑลเป็นเขตเมืองที่มีขนาดใหญ่และสิ่งปลูกสร้างหนาแน่น

นอกจากพารามิเตอร์และพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณข้างต้น การส่งข้อมูล EPG หรือ SI/PSI ตามข้อกำหนดของ DVB ตามรูปที่ ๘ ควรกำหนดให้สอดคล้องตามเอกสาร ETSI TS 101 211 ซึ่งแนะนำให้กำหนดความห่างช่วงเวลาของการส่งข้อมูล SI/PSI สำหรับโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ดังตารางที่ ๒๐

รูปที่ ๘ ตารางข้อมูล SI/PSI ตามข้อกำหนดของ DVB (ETSI EN 300 468)

ตารางที่ ๒๐ ความห่างช่วงเวลาของการส่งข้อมูล SI/PSI

ตารางข้อมูล	มัลติเพล็กซ์	ความห่างช่วงเวลา	หมายเหตุ
NIT	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 10 s	
BAT	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 10 s	ถ้ามี
SDT	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 2 s	
SDT	มัลติเพล็กซ์อื่นๆ	อย่างน้อยทุกๆ 10 s	ถ้ากำหนดให้ Cross Carry
TDT	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 30 s	
EIT p/f	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 2 s	
EIT p/f	มัลติเพล็กซ์อื่นๆ	อย่างน้อยทุกๆ 20 s	ถ้ากำหนดให้ Cross Carry
EIT Schedule (first full day)	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 10 s	ถ้ามี
EIT Schedule (first full day)	มัลติเพล็กซ์อื่นๆ	อย่างน้อยทุกๆ 60 s	ถ้ากำหนดให้ Cross Carry
EIT Schedule	มัลติเพล็กซ์ตนเอง	อย่างน้อยทุกๆ 30 s	ถ้ามี
EIT Schedule	มัลติเพล็กซ์อื่นๆ	อย่างน้อยทุกๆ 300 s	ถ้ากำหนดให้ Cross Carry

หมายเหตุ ควรกำหนดให้มี Cross Carry เพื่อให้มัลติเพล็กซ์หนึ่งๆ มีการส่งข้อมูล EPG ของมัลติเพล็กซ์อื่นด้วย ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มความสะดวกและเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคในการเลือกรับชม

๑๐. สรุปผลการดำเนินงานของคณะทำงาน (ธันวาคม ๒๕๕๕ – กรกฎาคม ๒๕๕๖)

ในระหว่างวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๕ ถึงวันที่ ๑๘ กรกฎาคม ๒๕๕๖ คณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ได้มีการประชุมทั้งสิ้น ๑๑ ครั้ง โดยสาระสำคัญของแต่ละการประชุมสามารถสรุปได้ตามตารางที่ ๒๑

ตารางที่ ๒๑ สรุปผลการดำเนินงานของคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

การประชุมครั้งที่	ประชุมเมื่อวันที่	ประเด็นที่เสนอ/พิจารณาในที่ประชุม
๑/๒๕๕๕	๑๗ มกราคม ๒๕๕๖	- รับทราบ แนวนโยบายและการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล - พิจารณา และให้ความเห็นชอบต่อแผนและกรอบแนวทางการทดลอง ทดสอบ โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
๒/๒๕๕๕	๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖	- รับทราบ ข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับ ITU ในเรื่อง Choice of the DVB-T2 system variant และ เรื่อง Source coding and multiplex composition - รับทราบ ความคืบหน้าในการทดลองออกอากาศโทรทัศน์ระบบดิจิตอล ของ ททบ. ๕ และร่วมกันหารือในรายการอุปกรณ์เพื่อนำมาใช้ในช่วงการทดลองทดสอบออกอากาศโทรทัศน์ใน ระบบดิจิตอล - พิจารณา รายละเอียดแผนการทดลองทดสอบโทรทัศน์ระบบดิจิตอล
๓/๒๕๕๕	๗ มิถุนายน ๒๕๕๕	- พิจารณา คู่มือและแผนการดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
๔/๒๕๕๕	๑๔ มิถุนายน ๒๕๕๕	- พิจารณา และเห็นชอบต่อชุดพารามิเตอร์สำหรับโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (ระบบ DVB-T2) สำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ในเบื้องต้น - พิจารณา และเห็นชอบค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์บนโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล และจำนวนช่องรายการประเภทความคมชัดปกติ (SD) และ ความคมชัดสูง (HD) ที่เหมาะสมในทางเทคนิคต่อหนึ่งมัลติเพล็กซ์

การประชุมครั้งที่	ประชุมเมื่อวันที่	ประเด็นที่เสนอ/พิจารณาในที่ประชุม
		- พิจารณา ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลในเบื้องต้น (เมื่อวันอังคารที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖)
๕/๒๕๕๕	๗ มีนาคม ๒๕๕๖	- ร่วมกันพิจารณาแนวทางในการนำเข้ากล่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (set-top-box) เพื่อใช้ในการทดลองทดสอบ - พิจารณา และวิเคราะห์ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
๖/๒๕๕๕	๒๕ มีนาคม ๒๕๕๖	- พิจารณากรอบแนวทางและมาตรการเกี่ยวกับนำเข้ารับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล เพื่อใช้ในการทดลองทดสอบ ซึ่งอาศัยกลไกความร่วมมือในโครงการทดลองหรือทดสอบระบบการส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล - พิจารณา ข้อมูลการเยี่ยมชมและวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕
๗/๒๕๕๕	๒๓ เมษายน ๒๕๕๖	- รับทราบ โครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของบริษัท อสมท จำกัด (มหาชน) และกรมประชาสัมพันธ์ ร่วมถึงการดำเนินการทดลองหรือทดสอบร่วมกับหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานของรัฐร่วมทดลองทดสอบของบริษัท สามารถดิจิตอลทีวี จำกัด - พิจารณาปรับปรุง คู่มือและแผนการดำเนินการตรวจวัดสัญญาณฯ เพื่อให้สอดคล้องกับผลที่ได้ออกวัดภาคสนามจริง - พิจารณา พารามิเตอร์ทางเทคนิคบน Transport Stream และ SI/PSI - พิจารณา อัตราบิตและคุณภาพของรายการแบบ SD และ HD
๘/๒๕๕๕	๒๖ พฤษภาคม ๒๕๕๖	- รับทราบ การชี้แจงถึงการทดลองระบบเสียงแบบหลายช่องเสียงในการทดลองออกอากาศระบบโทรทัศน์ดิจิตอล - พิจารณาผลการทดสอบการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 (คุณภาพของสัญญาณ อัตราบิต และคุณภาพช่องรายการ) - พิจารณา การกำหนดหมายเลขช่อง (Logical Channel Number, LCN) สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

การประชุมครั้งที่	ประชุมเมื่อวันที่	ประเด็นที่เสนอ/พิจารณาในที่ประชุม
๙/๒๕๕๕	๖ มิถุนายน ๒๕๕๖	- พิจารณา ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล - พิจารณา การใช้งานความถี่วิทยุย่าน ๗๐๐ เมกะเฮิรตซ์
๑๐/๒๕๕๕	๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๖	- พิจารณา ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลเพิ่มเติม - พิจารณา รายงานผลการดำเนินงานของคณะทำงานฯ - รับทราบแผนการขยายโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ในระยะ ๔ ปี
๑๑/๒๕๕๕	๑๘ กรกฎาคม ๒๕๕๖	- พิจารณาและให้ความเห็นชอบรายงานผลการดำเนินงานของคณะทำงานฯ เพื่อให้นำเสนอต่อที่ประชุม กสท. ต่อไป

จากการประชุมคณะทำงานฯ ทั้งสิ้น ๑๑ ครั้ง สามารถสรุปผลที่ได้รับจากคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ได้ดังตารางที่ ๒๒

ตารางที่ ๒๒ สรุปผลที่ได้รับจากคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

ผลที่ได้รับจากคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลอง ระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล
๑. ชุดพารามิเตอร์สำหรับโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (ระบบ DVB-T2) สำหรับการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)
๒. ค่าความจุต่อมัลติเพล็กซ์บนโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล และจำนวนช่องรายการประเภทความคมชัดปกติ (SD) และ ความคมชัดสูง (HD) ที่เหมาะสมในทางเทคนิคต่อหนึ่งมัลติเพล็กซ์
๓. ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
๔. นิยามและการกำหนดค่าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง - นิยามของการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) - หมายเลขช่อง (Logical Channel Number, LCN) สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล
๕. ความเห็นเบื้องต้นต่อระเบียบวาระที่ ๑.๑ ของการประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม ค.ศ. ๒๐๑๕
๖. แนวทางการใช้งานความถี่วิทยุย่าน ๗๐๐ เมกะเฮิรตซ์

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

คำสั่ง กสทช. ที่ ๑๐๖/๒๕๕๕ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

คำสั่งคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

ที่ ๑๐๖ /๒๕๕๕

เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่ง

สัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

.....

โดยที่เห็นสมควรให้มีศึกษาและจัดทำแนวทางสำหรับการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล เพื่อให้มีการกำหนดวิธีการและเป้าหมายทางด้านเทคนิคของการดำเนินการทดลอง ตลอดจนวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดพารามิเตอร์หรือข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และเป็นการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่การรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรคลื่นความถี่และกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ และมาตรา ๑๗ แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓ ประกอบกับมติที่ประชุมคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ครั้งที่ ๘/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๔ และมติที่ประชุมคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ครั้งที่ ๕๐/๒๕๕๕ เมื่อวันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๕๕ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติจึงมีคำสั่งแต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล โดยมีองค์ประกอบ อำนาจหน้าที่ ค่าตอบแทน และวาระการดำรงตำแหน่ง ดังนี้

๑. องค์ประกอบ

๑.๑ พันเอก ดร.อนุรัตน์	อินทัน	ประธานคณะทำงาน
๑.๒ ดร.กิตติ	วงศ์ถาวราวัฒน์	ผู้ทำงาน
๑.๓ พันเอก วีระศักดิ์	ท่างาม	ผู้ทำงาน
๑.๔ นายกานิษฐ์	สัญชาติวิวัฒน์	ผู้ทำงาน
๑.๕ ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท บางกอกแอ็นเตอร์เทนเม้นต์ จำกัด		ผู้ทำงาน
๑.๖ ผู้แทนด้านเทคนิค สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก		ผู้ทำงาน

๑.๗ ผู้แทนด้านเทคนิค...

๑.๗	ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด		ผู้ทำงาน
๑.๘	ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)		ผู้ทำงาน
๑.๙	ผู้แทนด้านเทคนิค กรมประชาสัมพันธ์		ผู้ทำงาน
๑.๑๐	ผู้แทนด้านเทคนิค องค์การกระจายเสียง และแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย		ผู้ทำงาน
๑.๑๑	ผู้อำนวยการกลุ่มงานมาตรฐาน และเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์		ผู้ทำงาน
๑.๑๒	ผู้อำนวยการกลุ่มงานขับเคลื่อน กิจการโทรทัศน์และวิทยุในระบบดิจิทัล		ผู้ทำงาน
๑.๑๓	นายเอกนรินทร์	ยุพาพิน	ผู้ทำงาน
๑.๑๔	นายสุภัทรสิทธิ์	สวนสุข	เลขานุการ
๑.๑๕	นางสาวรพีพร	บัวหอม	ผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๑๖	นางสาวพิมพ์ชนก	นามสวาท	ผู้ช่วยเลขานุการ

๒. อำนาจหน้าที่

๒.๑ ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะกรอบแนวทาง วิธีการ ตลอดจนชุดพารามิเตอร์ทางด้านเทคนิคเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวสำหรับกิจการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

๒.๒ ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะย่านความถี่ของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสมกับเป้าหมายทางเทคนิคโดยสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

๒.๓ ศึกษา วิเคราะห์ และประเมินผลการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

๒.๔ จัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวางแผนความถี่วิทยุ มาตรฐานทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ระบบทั้งภาคส่งและภาครับทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม

๒.๕ รายงานผลการดำเนินงานต่อคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

๒.๖ ดำเนินการอื่นใดตามที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์หรือคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์มอบหมาย

๓. ค่าตอบแทน ...

๓. ค่าตอบแทน

การปฏิบัติหน้าที่ของคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ให้มีสิทธิได้รับค่าตอบแทนเป็นเบี้ยประชุมในอัตราสิ่งหนึ่งของคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ตามข้อ ๑๔ วรรคสอง ข้อ ๑๕ และข้อ ๑๗ ของระเบียบคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยการประชุม ค่าตอบแทน และค่าใช้จ่ายของคณะอนุกรรมการ และคณะทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔

๔. วาระการดำรงตำแหน่ง

ให้คณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล มีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละสามเดือน

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓๒ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๕

พันเอก

(นที ศุภลรัตน์)

ประธานกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

ปฏิบัติหน้าที่แทน ประธานกรรมการกิจการกระจายเสียง

กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

ทั้งนี้ มติที่ประชุม กสท. ครั้งที่ ๑๐/๒๕๕๖ เมื่อวันจันทร์ที่ ๑๑ มีนาคม ๒๕๕๖ เห็นชอบให้ขยายระยะเวลาการดำรงตำแหน่งของคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล โดยมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดังนี้

๑.๑ ให้ นางสาวพิมพ์ชนก นามสวาท (กลุ่มงาน จส.) พ้นจากการเป็นผู้ช่วยเลขานุการ

๑.๒ แต่งตั้งให้ นายชินประภา ปิ่นแก้ว (กลุ่มงาน ทส.) เป็นผู้ช่วยเลขานุการ

ภาคผนวก ข.

เอกสารข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาภายใต้โครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

(๑) เรื่อง Choice of the DVB-T2 system variant

	Activity	DVB-T field trial	
	Date	3 January 2013	
	Author	Jan Doeven	
	Title	Choice of the DVB-T2 system variant v1.1	
NBTC-ITU project	**Status**	For information	
		For comments	
		As agreed	X

Choice of the DVB-T2 system variant

1. Introduction

In the initial DTTB plan, three DVB-T2 reference parameter sets have been specified. These parameter sets were derived from document EBU Tech 3348. The three parameter sets relate to the following DVB-T2 system variants:

a) 32k, PP7, 256-QAM, 2/3 , extended;
b) 32k, PP4, 64-QAM, 2/3, extended;
c) 16k, PP1, 64-QAM, 2/3, extended.

The choice of the system variant is a trade-off between:

- A high multiplex payload (high net bit rate);
- A low transmitter power (low C/N value);
- Good coverage with fixed rooftop reception (FX) and portable indoor reception (PI)in multi frequency networks (MFN) and single frequency networks (SFN).

In many countries where DVB-T2 has been introduced, the above mentioned trade-off tends towards a high multiplex payload and good coverage with fixed rooftop reception in MFNs. Often the system variant used in the UK is chosen; that is the system variant mentioned at a) above. With this system variant a net bit rate of about 40 Mbit/s is obtained. However, in Thailand portable indoor reception is an important requirement, furthermore SFNs are envisaged. For that reason a system variant with a lower C/N and enabling adequate guard intervals, as mentioned at b) or c) above, is more appropriate. This is confirmed by tests with portable and mobile reception in Germany.

This note describes the optimal choice of the system variant for the Thai situation. The following sections deal with:

- Section 2 Considerations regarding the system variant
- Section 3 Results of test in Germany
- Section 4 Conclusions

2. Considerations regarding the system variant

The major factors in determining the choice of the system variant is the reception mode and network configuration.

With fixed reception a relatively stable receiving situation is obtained. The directional receiving antenna is mounted at the rooftop. Because of the receiving height and the gain of the antenna,a relative low field strength is required for good reception. For service planning the transmission channel is characterised as Ricean: reception with a dominant signal and lower level delayed signals and thermal noise.Because of the low field strength requirements, a system variant with a relative high C/N value, but a high payload, is often chosen.

With portable indoor reception a relatively unstablereceiving situation is obtained. A simple antenna is used indoors at the ground floor and the received signal is reflected against walls. Because of the low receiving antennagain, the low receiving height and the building penetration loss, a high field strength is needed for good reception (37 dB above the value for fixed rooftop reception). For service planning, the transmission channel is characterised as Rayleigh: reception with several non-dominating signals with different delay times and thermal noise.Because of the high field strength requirements a system variant with a relative low C/N value, but a modest payload, is often chosen.

Whatever system variant is chosen for the DVB-T2 transmission, reception is possible with fixed reception, portable reception (indoor and outdoor) and even mobile reception, albeit under different conditions. With a given transmission, good fixed reception is possible in a large area, good portable indoor reception is possible nearer to the transmitter and portable outdoor and mobile reception somewhere in between. However, good mobile reception may only be possible at moderate speed. As mobile reception is not a requirement in Thailand, mobile reception is not further considered in this note.

Table1shows the three system variants specified in the initial DTTB plan, together with the resulting guard intervals, payload, C/N with fixed reception (FX) and C/N with portable indoor (PI) reception[๑].

Characteristics	32k PP7 256-QAM 2/3	32k PP4 64-QAM 2/3			16k PP1 64-QAM 2/3
Guard interval (GI)	1/128 (28 µs)	1/32 (112 µs)	1/16 (224 µs)	19/256 (266 µs)	1/4 (448 µs)
Payload	40.2 Mbit/s	28.5 Mbit/s	27.7 Mbit/s	27.4 Mbit/s	22.6 Mbit/s
C/N – FX reception (Ricean channel)	20.1 dB	16.1 dB			16.6 dB
C/N – PI reception (Rayleigh channel)	23.7 dB	19.9 dB			19.8 dB

Table 1 System variants indicated in the initial DTTB plan

System variant 32k, PP7, 256-QAM 2/3 has the advantage of the high payload, but the disadvantageof the higher C/N and because of the short guard interval the system variant is not suitable for SFNs.

System variant 16k, PP1, 64-QAM, 2/3 is robust and suitable for SFNs, however the pay load is relatively low and the guard interval unnecessary long for the Thai situation.

[๑] The indicated C/N values result from the planning software used to calculate coverage examples in the Roadmap report.

System variant 32k,PP4, 64-QAM 2/3, is an attractive compromise, with a number of guard intervals to choose from. However, the question is if 32k and PP4 can cope with the Doppler Effect that is experienced in portable receiving situations. The FFT size of 32k results in a very longsymbol time (3584 µs). As mentioned in EBU Tech 3348, “the very long symbol time will, in principle, result in a poorer Doppler performance, due to the short inter-carrier distance in the OFDM signal. The 32k mode is therefore aimed mainly at fixed rooftop reception. Laboratory and field tests indicate that the 32k mode is unlikely to be used to provide mobile (vehicular) reception at UHF. Even in a portable (indoor or outdoor pedestrian) receiving environment with relatively low Doppler frequencies it needs to be confirmed that the 32k mode is suitable.”

Tests in Germanyhave given the confirmation.

3. Results of tests in Germany

In Northern Germany, extensive investigations have been carried out from mid-2009 to mid-2012 to identify the optimal DVB-T2 parameters for portable and mobile reception. The investigations consisted of theoretical studies, laboratory tests and field tests. The investigations were carried out under the direction of prof. Reimers, by the media commissions of the states of Hamburg/Sleswick-Holstein and Niedersachsen, the technical university of Braunschweig, the public broadcasters NDR and ZDF, commercial broadcasters RTL and ProsiebenSat1 and network operator Media Broadcast.

In the following sections the results of the investigations[10] are summarized with regard to portable reception.

3.1 Modulation and code rate

A great number of combinations of modulation options (QPSK, 64-QAM, 64-QAM and 256-QAM) and code rates (1/2 to 5/6) are available in the DVB-T2 system. However, a limited number of combinations are of practical importance for portable reception. The combinations requiring a high C/N are normally avoided because of the limited coverage achieved at a given power. Combinations with a low bit rate are normally also avoided because the service requirements (number and picture quality) cannot be met. For potable reception often 16-QAM or 64-QAM is chosen.

Comparison of combinations of modulation and code rates in a Rayleigh channel shows that a number of combinations have similar capacity and C/N values. This is the case with 64-QAM 1/2 and 16-QAM 3/4 and also with 256-QAM 1/2 and 64-QAM 2/3.

The tests confirm that with portable reception 64-QAM 1/2 has a lower C/N than 16-QAM 3/4 and 256-QAM 1/2 has a lower C/N than 64-QAM 2/3. Consequently 16 QAM 3/4 and 256 QAM 1/2 are not recommended for portable reception.

3.2 Rotated constellation

Rotated constellations should improve the robustness of the signal in frequency selective channels.

The portable reception tests show that in most investigated cases the C/N value with rotated constellation is higher than without, except in case 16-QAM 3/4. However 16-QAM 3/4 is not

[10] See the report of the results of the investigations in Germany: Terrestrik der Zukunft: Zukunft der Terrestrik; Projectbericht DVB-T2 Norddeutschland. Shaker Verlag Aachen, 2012

recommended for portable reception (see Section 3.1).The conclusion is that for portable reception rotated constellation is not recommended.

3.3 Time interleaving

Time interleaving should improve the robustness of the signal in case of impulse interference, e.g. resulting from operating a light switch.

The tests with portable reception indicatethat shorter interleaving interval (10ms) is to be preferred.

3.4 FFT-size

Higher FFT sizes increase the duration of the symbol time. At the same absolute length of the guard interval, the net bit rate increases with increasing FFT size, thus given a more efficient transmission. In principle the transmission channel should be nearly constant during the duration of the transmission of the OFDM signal. However, at higher FFT sizes the channel becomes more variable, already with low speed of movement of the receiver. The choice of the FFT size is therefore a compromise between the overhead caused by the guard interval and the maximal speed of movement of the receiver.

The tests with portable reception show an insignificantly lower C/N value with 32k compared to 16k. The FFT size of 32k allows a higher bit rate because of the shorter relative guard interval. For that reason 32k is a good choice for portable reception.

3.5 Pilot Pattern

In the transmitted signal a number of pilots are inserted to allow the receiver to estimate and adjust linear distortions of the transmission channel. As the pilots are not used for data transmission, they represent an overhead that reduces the multiplex capacity. In the DVB-T2 standard eight Pilot Patterns (PP1 to PP8) are specified. The choice of the Pilot Pattern depends on the characteristics of the transmission channel. PP1 gives the highest overhead and PP7 the lowest. PP8 is a special case and does not allow time interleaving and Multi Physical Layer Pipe (M-PLP) and is therefore not often used.

It should be noted that only a limited number of combinations of Pilot Pattern, FFT sizes and guard interval are possible.

The field tests with portable reception were carried out with PP2 and PP3. The tests show that PP3 results in the lowest C/N. However, theoretical considerations lead to the choice of PP4 for portable indoor reception.

3.6 Extended carriers

The higher FFT sizes allow the use of an extended bandwidth (7.77 MHz) with a higher number of carriers compared to DVB-T (7.61 MHz). This allows a longer symbol time and results in a higher data rate of 1.3% with 8k and 2% with 16k and 32k. However, higher adjacent channel interference should be avoided.

The tests show that with extended carriers no real deterioration of the adjacent channel protection ratios took place. Therefore extended carriers are recommended.

3.7 MISO

Single Frequency Network (SFN) can be considered as MISO (Multiple Input, Single Output). The DVB-T2 systems allows for a special form of MISO with the so-called “Alamouti Scheme”. In this type of MISO the transmitting antennas are divided in two groups transmitting a different signal. Theoretically a high gain of the received signalis expected. The disadvantage is the higher overhead caused by the need to transmit additional pilots. Furthermore guard interval 1/4 and PP1 cannot be used.

The tests with portable reception show that the results are not as good as expected. The gain of less than 0.5 dB did not compensate the additional overhead of 2 to 4%, which expressed in a C/N loss (depending on the choice of parameters) is in the order of 0.5 dB.

3.8 PARP reduction

Peak to Average Power Ratio (PARP) reduction is an option to reduce power peaks in the transmitted signal. In the equipment used in the tests this option was not available and could therefore not be tested.

3.9 Summary of test results

The results of the investigations in Germany are summarized in Table 2.

DVB-T2 parameter	Recommended for portable reception
FFT size	32k, extended carriers
Pilot pattern	PP4
Guard interval	1/32; 1/16; 19/256
Modulation and code rate	16-QAM 1/2; 16-QAM 3/5; 16-QAM 2/3; 64-QAM 1/2; 64-QAM 3/5; 64-QAM 2/3; 64-QAM 3/4

Table 2 Recommended system parameters for portable reception

The choice of the guard interval depends on the distance between the transmitters in SFNs[๓]. The choice of modulation and code rate depends on the network structure and service requirements.

4. Conclusions

Of the three DVB-T2 reference parameter sets specified in the initial DTTB plan,the set “32kPP4, 64-QAM, 2/3, extended” is the optimum choice for portable reception. Investigations in Germany confirm the choice.

The guard interval, payload andC/Nof this system variant with fixed and portable reception are shown in Table 3.

Characteristics	32k 64-QAM 2/3PP4		
Guard interval (GI)	1/32(112 µs)	1/16(224 µs)	19/256 (266µs)
Payload	28.5 Mbit/s	27.7 Mbit/s	27.4 Mbit/s
C/N – FX reception (Ricean channel)	16.1 dB		
C/N – PI reception (Rayleigh channel)	19.3 dB		

Table 3 characteristics of the recommended system variant for portable reception

[๓] In the existing DVB-T SFNs in Germany a guard interval of 224 µs is used. Therefore in Germany the DVB-T2 guard interval of 1/16, also giving 224 µs, is recommended.

The choice of the guard interval depends on the SFN structure. The allowed difference in signal delays in an SFN is shown in Table 3. The corresponding distance between transmitters in a SFN is 34 km, 67 km and 80 km respectively. In practice it may be possible to allow longer distances between transmitters in a SFN without introducing internal network interference. This will depend on the propagation paths between the transmitters; the use of directional transmitting antennas, the system variant and the application of artificial delays (see also Section 4.2.3 of the ITU guidelines).

The difference in payload between the three possible guard intervals is small, due to the low overhead with the FFT size of 32k. The choice of guard interval is therefore not very critical in view of the payload. The separation distances between transmitters in the SFNs in the Thailand areup to about 80 km. Therefore the guard intervalof 19/256 is a good initial choice, giving planning flexibility to avoid internal network interference. In the SFN planning activities the guard interval has to be verified.

The choice of the code rate is a trade-off between transmitter power, coverage and capacity. Within the range of recommended code rates and guard interval 19/256, the payload is between 20.5 Mbit/s to 30.8 Mbit/s (see Table 4). Considering the payload, code rate 2/3 is a good initial choice.Also the code rate needs to be verified in the planning activities.

Modulation and code rate	Payload with guard interval 19/256
64-QAM 1/2	20.5 Mbit/s
64-QAM 3/5	24.6 Mbit/s
64-QAM 2/3	27.4 Mbit/s
64-QAM 3/4	30.8 Mbit/s

Table 4 Payload within the range of recommended code rates and guard intervals

To summarise, the optimum choice for portable reception in the Thai situation is the DVB-T2 system variant “32kPP4, 64-QAM, 2/3, extended” with guard interval 19/256 (266 µs). Code rate and guard interval need to be verified in the planning activities.

(๒) เรื่อง Source coding and multiplex composition

	Activity	DVB-T2 field trial	
	Date	3 January 2013	
	Author	Jan Doeven	
	Title	Source coding and multiplex composition v1.1	
NBTC-ITU project	**Status**	For information	
		For comments	
		As agreed	X

Source coding and multiplex composition

Content

1. Introduction ๑
2. Service requirements ๓
3. Considerations regarding the bitrate per services ๔
   - 3.1 Video bit rate ๔
   - 3.2 Audio and data services bit rate ๗
   - 3.3 TV reception ๗
   - 3.4 Summary of bit rate requirements per service ๗
4. Examples of multiplex composition ๘
   - 4.1 Multiplex composition examples with current quality encoders ๙
   - 4.2 Multiplex composition examples with near future quality encoders ๙
5. Considerations regarding testing procedures ๑๐
   - 5.1 Picture quality evaluation ๑๑
   - 5.2 Video bit rate to be verified ๑๒
   - 5.3 Conclusions ๑๓

1. Introduction

Within a given multiplex payload, the bite rate per HDTV and SDTV service is a trade-off between:

- Picture and sound quality at the viewer's screen;
- Number of services that a viewer can receive.

The choice of the bit rate per service is therefore a commercial choice within the limits of the available technology. Different players in the broadcasting value chain may make a different choice.

For instance program providers spend considerable effort to produce TV services of high technical quality and wish to see a high quality representation of the services at the viewer's screen. Service providers and network operators need a high number of services in order to operate the TV transmitter networks in an economically viable way and their choice of the trade-off may tend towards a high number of services. For the viewer's appreciation, the kind of screen (CRT of large flat screen) and comparison with other means of TV delivery are of importance.

In the Thai licensing model NBTC determines the number of slots in a multiplex (and hence the bit rate of a slot) to be licensed to Service Providers. Once licensed, the bit rate per slot cannot be changed without affecting the licensees or without changing the payload of the multiplex.

There are three ways for increasing the payload of the multiplex:

1. Selection of another, less robust, system variant. This has an impact on the coverage (less potential viewers) or if coverage area reduction is not wanted, on the radiation characteristics of the transmitters (more expensive network) and has therefore also an impact on the licensees;
2. Carry out frequent encoder upgrades to maintain the best possible coding efficiency and hence creating higher picture quality of more services in a multiplex. However, as DTTB has still to be launched in Thailand, the most modern encoders will be available. It is generally assumed that MPEG4 encoder development nears maturity; not much further coding efficiency can be expected in future;
3. Application of a third generation video compression system. This new video compression standard, called High Efficiency Video Coding (HEVC), is being jointly developed by ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG. The new compression standard aims at a factor two improvement in compression efficiency compared to the MPEG4. Completion of the new HEVC standard is planned by January 2013. It is then intended to be published by ISO/IEC as MPEG-H and by ITU-T as H.265. The first services using HEVC/MPEG-H/H.265 may be launched in 2015. As this technology is not backwards compatible with MPEG4, new receivers or Set-Top-Boxes will be needed.

The choice of the bit rate per service should therefore be considered carefully, taking into account that in the Roadmap it is concluded that the key competitive advantages of DTTB in Thailand are price, portable reception and picture quality and not the number of services.

One of the objectives of the DVB-T2 field trial is to verify the bit rate requirements for HD and SD services. As guidance for preparing the DVB-T2 trial, this note describes a number of technical aspects that are relevant in determining the bit rate per TV service, based on the requirements in Thailand, investigations carried out in the EBU and considerations in Germany in the framework of the DVB-T2 tests in Northern Germany[4].(The requiredvideo bit rate per service has not been tested in the tests in Northern Germany but the test report gives considerations on the required bit rate based on the EBU tests.)

The following sections deal with:

[4]See the report of the results of the investigations in Germany: Terrestrik der Zukunft: Zukunft der Terrestrik; Projectbericht DVB-T2 Norddeutschland. Shaker Verlag Aachen, 2012.

- Section 2 Service requirements;
- Section 3 Considerations regarding the bitrate per services;
- Section 4 Examples of multiplex composition;
- Section 5 Considerations regarding testing procedures.

2. Service requirements

The bit rate per service depends on the required video and audio quality and on the bite rate for additional data services. According to Annex 1, Section 4.1 of the Roadmap report the following decisions have been taken regarding technology and standards application.A(p) stands for decided and publication in preparation, B stand for partly decided and C for not yet decided.

Key topics & choices	Status	Decision
4.1.1 Technical tests to verify system parameters	B	Tests will be carried out by network operators. Test conditions to be specified.
4.1.2 SDTV and HDTV specifications	A(p)	• TV Presentation Format: SD and HD • Picture aspect ratio 16:9 and 4:3 • Two channels-stereo or independent audio channels
4.1.3 Selection of DTTB transmission standard	A(p)	• Transmission standard: DVB-T2 • Middleware/API: Not specified, but should be any “open” standard with NBTC approval.
4.1.4 Compression system	A(p)	• Video Compression: MPEG-4 AVC • Audio Compression: MPEG-4 HE AACv2 (Option: Any 5.1 channel)
4.1.5 Encryption system	C	Conditional Access (CA): as 2.1
4.1.6 Additional services	B	• “Emergency warning system” (EWS) is an obligation that network provider licensees have to implement in the DVB-T2 network; method to be decided • Subtitling • Provisions for System Software Updates (SSU).

Table 1 Decisions regarding technology and standards application

The number ofrequired HDTV and SDTV services per service category is indicated in Table 2.

Service category	Multiplex capacity	Number of HDTV services	Number of SDTV services
Public TV	2	3	As many as possible in the remaining capacity of two multiplexes
Community TV	1	0	As many as possible in the capacity of one multiplex
Business TV	3	7	As many as possible in the remaining capacity of three multiplexes

Table 2 HDTV and SDTV service requirements

It should be noted that SDTV-sets or SDTV Set-Top-Boxes cannot process HD services. It is therefore necessary to broadcast HD services also in SD format as long as there are SDTV STBs in the market. In

Thailand only HDTV Set-Top-Boxes are permitted. HDTV Set-Top-Boxes are also equipped with SDTV decoders. Therefore in Thailand there is no need to “simulcast” in HD and SD.

A number of sound and data services are optional or not yet fully decided. In this note the following assumptions have been made:

- Middleware; no requirement specified, no bit rate reservation;
- Multichannel audio (5.1); no requirement specified, no bit rate reservation;
- CA; no requirement specified, no bit rate reservation;
- EWS; will be part of a video stream, no additional bit rate reservation;
- Subtitling: bit rate reservation needed;
- SSU; when needed, instead of a service;
- Service Information (SI) to generate an EPG; not mentioned in the Table 2 but required,bit rate reservation needed.

3. Considerations regarding the bitrate per services

3.1 Video bit rate

Fixed bit rate

In the EBU extensive tests have been carried out with MPEG4 coding. SDTV tests were carried out in 2005 and HDTV tests in 2007. In both cases the subjective quality of the compressed signal was tested by using several test sequences and encoders. Resulting from these tests the following bit rates were recommended:

- At least 10 Mbit/s for HDTV in the configuration of 720 active lines with progressive scanning and a field frequency of 50 Hz (720p/50) at a constant bit rate.
- At least 2.5 Mbit/s in the configuration of 576 active lines with interlaced scanning and a field frequency of 25 Hz (576i/25) at a constant bit rate.

Tests inthe EBU also showed that broadcasting in 720p is 10% to 20% (depending on type of content) more efficient in transmission capacity than in 1080i, while giving a comparable picture quality[5].

The EBU tests were carried out with early implementations of the MPEG4 encoders, in which not all encoding tools were fully exploited. Nowadays, MPEG4 encoders are more efficient and it can be assumed that with modern encoders 20% to 30% more coding gain is possible compared to the early implementations. Taking into account the encoding improvement, the above mentioned minimum video bit rates become 7 to 8 Mbit/s for HDTV and 1.75 to 2 Mbit/s for SDTV. These figures are within the range given in Annex 3 of EBU Technical Report 015, on which the initial estimations of the video bit rate were made by NBTC.

Statistical multiplex

A further reduction of the average bit rate per services is possible by the application of statistical multiplexing (in short “statmuxing”). In this way a higher bit rate will be automatically allocated to

[5] See EBU Recommendation R124, Choice of HDTV Compression Algorithm and Bitrate for Acquisition, Production & Distribution; Geneva, December 2008.

critical scenes and a lower bit rate to less critical scenes. This results in a higher picture quality per SDTV or HDTV service. Instead of a higher picture quality, it could also be decided to maintain the original quality by reducing the average bit rate of the services and increase the number of services in the multiplex. Statistical multiplexing is more efficient with a high number of services and different kind of content per service. In EBU Technical Report 015 a graph is given showing the efficiency gain as function of the number of services. This graph has been reproduced below (see Figure 1).

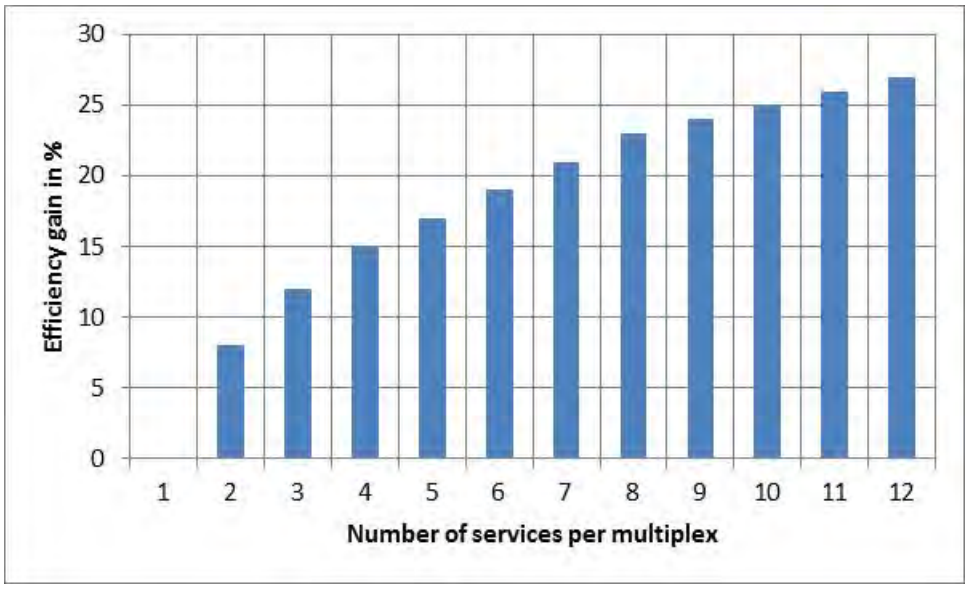


Figure 1 Efficiency gain of statistical multiplexing

The graph of Figure 1 originates from a study carried out for the UK regulator Ofcom in 2007[6]. In this report the following explanation is given:

> *"The improved coding efficiency due to sharing the multiplex capacity increases with the number of channels, as the peaks and troughs of bit-rate demand across the channels average each other out better. To a first approximation, the savings are independent on whether the content is all SD or all HD and whether the compression is MPEG-2 or H.264/AVC. The exact efficiency gain is dependent on both the nature of the video content and the details of the implementation, but gains can be typically expected to asymptotically approach a value between about 25 and 30% for large numbers of channels. The graph in Figure 1 is indicative of the typical benefits that can be expected, based on statements from encoder manufacturers and the author's own experience."*
>
> *"It is assumed that the content in each channel is uncorrelated and that each has similar bit-rate targets. There may be a very slight reduction in the benefit if unequal priority is used to give higher quality thresholds for some services than others (e.g. as currently appears to be the case with ITV1 and Channel 4 in Mux 2).*
>
> *Statistically multiplexing a mix of HDTV and SDTV content is also possible, but this is likely to give significantly less benefit, as a demand peak on the HDTV channel will require several*

[6]Review of DTT HD Capacity Issues. An Independent Report from ZetaCast Ltd, commissioned by Ofcom, by Ken McCann, 31 October 2007.

SDTV channels to reduce bit-rate to compensate. A particular case to avoid is multiplexing an HD and an SD version of the same programme on a single multiplex, as the peaks of demand will coincide."

Taking into account the efficiency gain of statistical multiplexing the required average bit rate for SDTV is 1.28 to 1.47 Mbit/s in a multiplex with SDTV services only, assuming 27% efficiency gain. In multiplex with HDTV services the required average bit rate is 5.95 to 6.8 Mbit/s, assuming 15% efficiency gain.

In the report of the DVB-T2 tests in Northern Germany a somewhat lower gain of the statistical multiplex is assumed. Consequently the range of required average bit rate is somewhat lower: 1.4 to 1.6 Mbit/s for SD and 6.3 to 7.2 Mbit/s for HDTV. Moreover, in the report of the DVB-T2 tests in Northern Germany it is noted that with the above mentioned SDTV bit rates,picture artefacts may occur in complex scenes, e.g. a panning camera at a football match. In order to avoid such artefacts the SDTV bit rate should be increased to 2.1 to 2.4 Mbit/s.

In Thailand a number of multiplexes will contain a mix of SDTV and HDTV services. As indicated in the Ofcom report, the benefit of statistical multiplexing in that case is significantly less compared to SDTV only. For calculating the statmux gainin a mixed SD-HD multiplex it is assumed in this note that the statmux gain corresponds the value in Figure 1 with a fictive number of services N_{mix} according to the following formula:

$$N_{mix} = N_{HD} + [\text{Rounded } \{N_{SD}/ (4 *(1-G_{SD}/100)\}]; \quad (1)$$

where,

- N_{HD} = the number of HDTV services in the multiplex;
- N_{SD} = the number of SDTV services in the multiplex;
- G_{SD}= the statistical multiplex gain (in %) with the number of SDTV services only.

In the assumption it is considered that:

a) The fixed bit rate of an HDTV service is four time that of a SDTV service;
b) The statmux gain in a mixed SD-HD multiplex corresponds at least with sum of the number of HDTV services and number of SDTV services divided by 4;
c) As the content of SDTV services is independent of each other and of HDTV services, the statmux gain is likely higher than mentioned in b) above.
d) The number of HDTV services plus a number of SDTV services consisting of the SDTV services divided by 4 and proportionally increased by the statmux gain the SDTV would have, may be an appropriate approximation of the number of services to take as reference for determining the statmux gain from Figure 1.

For example, if a statmux contains 2 HDTV and 8 SDTV services, the reference value for determining the statmux gain (N_{mix}) would be: 2 + rounded (8/4 * (1- 23/100) = 5. 23 is the statmux gain if 8 services.

3.2 Audio and data services bit rate

In addition to video, a TV service also consists of audio signals and additional data.

In DVB-T2 the audio compression system is MEPG4-HE-AAC (High Efficiency Advanced Audio Coding). Extensive testing in EBU in 2009 showed that depending on the audio content an efficiency increase of up to 50% is achieved compared to the audio coding used in DVB-T (MPEG1 layer 2).The recommended audio bit rate is 96kbit/s for two-channel stereo.

For the additional data (see Section 2), the following bit rates are taken from EBU Technical Report 015:

- SI (EPG) 0.15 Mbit/s
- Subtitles 0.2 Mbit/s

The total bit rate for data is 0.35 Mbit/s per service.

3.3 TV reception

In considering the required bit rate it should also be taken into account that flat panel screens have replaced CRT screens in many houses. Investigations in the EBU have shown that flat panel screens are more sensitive than to artefacts and require about two times higher bit rate for a high quality picture than CRT screens. Furthermore, consumers are purchasing increasingly larger screens compared with their old TV sets. In a given room the relative viewing distance (distance from the screen expressed in height of the screen) becomes smaller and decoding artefacts are more visible.

It should also be noted that the viewer will compare the DTTB picture quality with the picture quality of DVDs and Blue ray disks and likely requires similar quality when receiving DTTB.

3.4 Summary of bit rate requirements per service

In Table 3thebit rate requirements per service are summarised.

Service element	Required average bit rate (Mbit/s)
HD Video	5.95 to 7.2 Mbit/s depending on encoder efficiency and number of services in the multiplex
SD video	1.28 to 1.6 Mbit/s depending on encoder efficiency and number of services in the multiplex, whereas in high quality SD in critical scenes 2.4 Mbit/s may be necessary
Audio	0.096 Mbit/s
Data	0.35 Mbit/s
Total HD	6.40 to 7.64 Mbit/s
Total SD	1.73 to 2.05 Mbit/s

Table 3 Required bit rate

Section 4 shows a number of examples of multiplex compositions. In calculating the bit rate per SDTV and HDTV service the following assumption have been made:

Service element	Assumed value
Multiplex payload	27.4 Mbit/s; see note on Choice of DVB-T2 variant
Fixed video bit rate HDTV, basic value	10 Mbit/s, see Section 3.1
Fixed video bit rate SDTV, basic value	2.5 Mbit/s, see Section 3.1
Encoder efficiency improvement	1) 25%, as assumed by EBU for currently available encoders 2) 30%, as assumed by EBU for encoders in a few years' time
Statistical multiplex gain	1) Figure 1, with a maximum of 27% for SD or HD only 2) Figure 1, with fictive number services according to formula (1) in case of mix SD-HD
Audio	0.096 Mbit/s, see Section 3.2
Data	0.35 Mbit/s, see Section 3.2

Table 4 Assumed values for calculating multiplex composition

4. Examples of multiplex composition

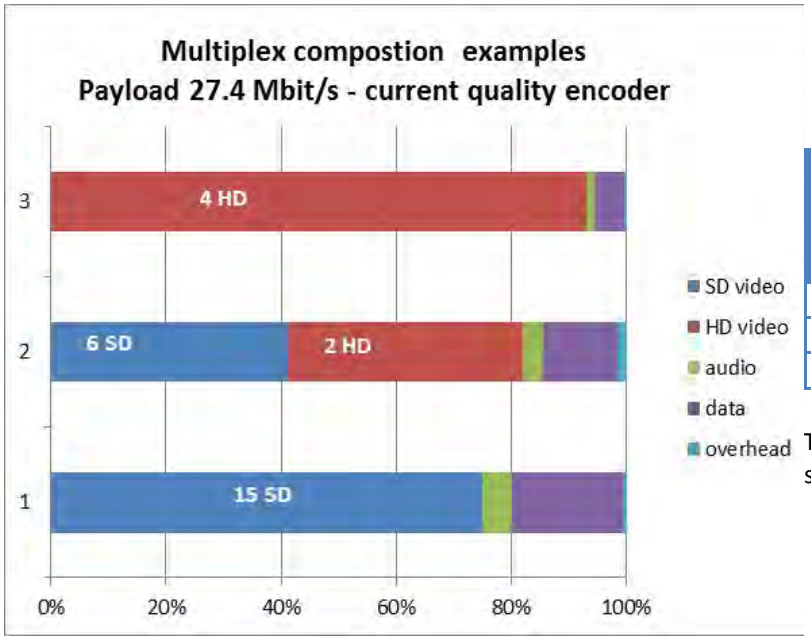
In total six multiplexes will be licensed. One multiplex will be dedicated to Community TV services and will contain SD services only. The capacity of the remaining multiplexes will be divided among Public and Business TV services.In the following sections two sets of examples of multiplex composition are shown, based on the assumption given in Table 4.

The purpose of the examples is to show the number of services that can be accommodated under different assumptions. The remaining capacity (overhead) is also indicated. In practise the bitrates of the services will be adjusted (slightly higher or lower) to fill the full capacity of the multiplex. However, it should be taken into account that the total bit rate of the services in the multiplex should be somewhat lower than the net bit rate of the system variant for which the transmitters have been adjusted in order to avoid overflow.

In Section 4.1 the assumption is that, as indicated in EBU Technical Report 015, current encoders have an efficiency improvement of 25% compared to early implementations. The fixed video bit rate for HD is 7.5 Mbit/s and for SD 1.875 Mbit/s. In Section 4.2 the assumption is that, as indicated in EBU Technical Report 015, encoders available in a few years' time have an efficiency improvement of 30% compared to early implementations. The fixed video bit rate for HD is 7 Mbit/s and for SD 1.75 Mbit/s.

4.1 Multiplex composition examples with current quality encoders

Figure 2 shows three multiplex compositions.



Mux	SD average video Mbit/s	HD average video Mbit/s	Over-head Mbit/s
3	-	6.38	0.12
2	1.59	6.38	1.52
1	1.37		0.18

The calculated fictive number of services N_{mix} in example Mux 2 is 5.

Figure 2 Multiplex composition examples (current quality encoders)

With six multiplexes there are several options for distributing the services over the multiplexes.Some possibilities are shown in Table 5.

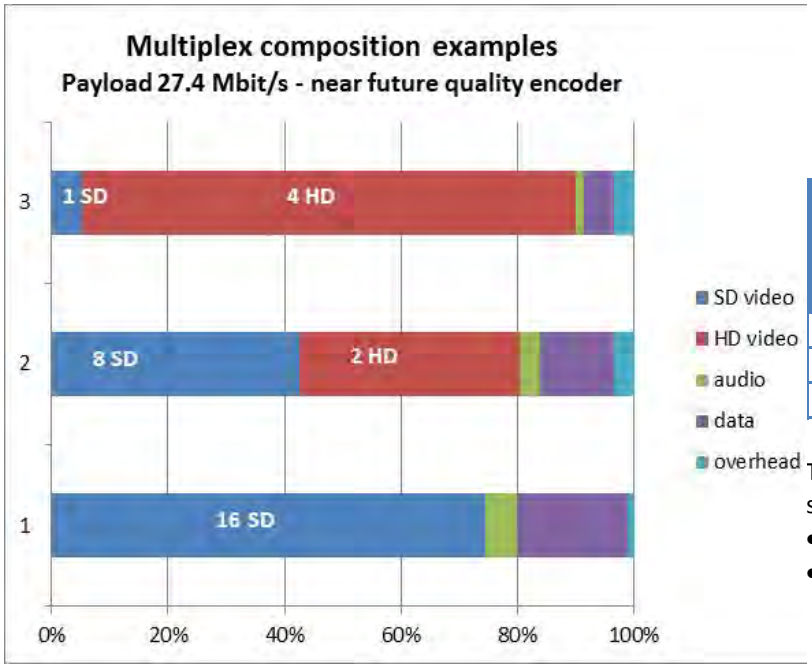
Multiplex	Option 1		Option 2	
	SD	HD	SD	HD
Mux A	0	4	6	2
Mux B	0	4	6	2
Mux C	6	2	6	2
Mux D	15	0	6	2
Mux E	15	0	6	2
Mux F	15	0	15	0
Total	**51**	**10**	**45**	**10**

Table 5 Multiplex composition options

Table 5 shows, that option 1 is the most efficient, because of the relative low statmux gain of the SDTV services in the multiplex with mixed SDTV and HDTV services. Moreover this multiplex has a relative high overhead.

4.2 Multiplex composition examples with near future quality encoders

In a few years' time it is expected that encoding efficiency has increased by 30% compared to early implementations. It might happen that when DTTB implementation in Thailand starts the encoder efficiency has reached that level. Figure 3 shows three multiplex compositions.



Mux	SD average video Mbit/s	HD average video Mbit/s	Over-head Mbit/s
3	1.49	5.95	0,33
2	1.45	5.81	0,59
1	1.28	-	0.27

The calculated fictive number of services $N_{mix}$is:

- 4 in example Mux 3;
- 5 in example Mux 1.

Figure 3 Multiplex composition examples (near future quality encoders)

With six multiplexes there are several options for distributing the services over the multiplexes. Some possibilities are shown in Table 6.

Multiplex	Option 1		Option 2	
	SD	HD	SD	HD
Mux A	1	4	8	2
Mux B	1	4	8	2
Mux C	8	2	8	2
Mux D	16	0	8	2
Mux E	16	0	8	2
Mux F	16	0	16	0
Total	**58**	**10**	**56**	**10**

Table 6 Multiplex composition options

Table 6 shows, as in table 5, that option 1 is the most efficient, because of the relative low statmux gain of the SDTV services in the multiplex with mixed SDTV and HDTV services.The increase of services compared to the numbers in Table 5 is because of the higher efficiency of the encoders and higher statistical multiplex gain due to the higher number of services in a multiplex with SDTV only.

5. Considerations regarding testing procedures

The EBU test results provide well recorded evidence, however the values have to be reduced by up to 30% depending on the efficiency of the encoder and up to 27% depending on the statmux gain. In practise it will be difficult to estimate the efficiency gain of an encoder compared to the first MPEG4 implementations. Also the gain of a statistical multiplex isdifficult to estimate in a practical situation because the gain depends on the differences in program content of the services in a multiplex. Therefore the optimum video bit rate is difficult to determine.

Re-assessing the required bit rates on the basis of subjective tests is a time consuming process and may better be carried out by well experienced laboratories. In this kind of tests the fixed bit rate is assessed. Taking into account an encoder improvement of 20% to 30% compared to the EBU tests, it

is questionable if such tests would result in a more accurate assessment of the required bit rate than provided by EBU. A complete re-assessment of picture quality is therefore not recommended. However, it is important that NBTC and market parties have confidence in the chosen bitrates. Verification tests and demonstrations are important means to obtain the confidence.

In the verification tests representatives of NBTC and market parties can observe a limited number of pre-selected SD and HD video bit rates and express if they consider the picture quality acceptable.

In carrying out these tests it is important that:

a. The source material should be of studio quality. Source material that has already been encoded and transmitted (e.g. signals from satellite transmissions) should not be used, because the quality is limited by the encoding of the original source and the transmission may cause artefacts in the received picture. Furthermore cascaded encoding results in a loss of quality.
b. The transmission quality between the test play-out centre and encoder should be of high quality (SDI with 270 Mbit/s for SD and HD-SDI with 1.485 Gbit/s for HD). To avoid long transmission links it is necessary to co-locate the head end and the test play-out centre[7].
c. The tests should be held at a receiving location with a stable received signal well above the usable field strength to avoid artefacts due to noise and interference

In this section a number of considerations are given that could be of use in specifying the test procedures.

5.1 Picture quality evaluation

There are many methods for picture quality evaluation; among them the subjective methods proposed by the ITU (see the overview in Table 7).

ITU-R recommendation	Title
RECOMMENDATION ITU-R BT.500-13	Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures
RECOMMENDATION ITU-R BT.710-4	Subjective assessment methods for image quality in high-definition television
RECOMMENDATION ITU-R BT.802-1	Test pictures and sequences for subjective assessments ofdigital codecs conveying signals produced according to Recommendation ITU-R BT.601
RECOMMENDATION ITU-R BT.1129-2	Subjective assessment of standard definition digital television (SDTV) systems
RECOMMENDATION ITU-R BT.1210-4	Test materials to be used in assessment of picture quality
RECOMMENDATION ITU-R BT.2022	General viewing conditions for subjective assessment of quality of SDTV andHDTV television pictures on flat panel displays
REPORT ITU-R BT.2245	HDTV test materials for assessment of picture quality

Table 7 ITU-R Recommendations and Report regarding picture quality assessment

[7]For reference: in the tests in Northern Germany (see footnote 4) the test signals were generated at a location in Hamburg. Also the head-end was installed at that location. The equipment was remote controlled. The signals from the DVB-T2 gateway at the location in Hamburg were transmitted via microwave links to the transmitting stations.

In specifying verification tests and demonstrations the following attention points should be regarded:

a. Test conditions should be clearly defined and only one aspect should be tested at the same time. The ITU-R Recommendations and Report listed in Table 7 give guidance for specifying the tests.
b. Also in case of subjective verifications and demonstrations it is useful to apply the test conditions used in picture quality assessment tests, including viewing distance (see in particular Recommendation ITU-R BT.2022).
c. The optimal viewing area in front of a screen is rather limited. In case of tests or demonstrations with groups, parallel screens and associated seats should be installed.
d. Verification tests and demonstrations shouldbe carried out by using:
    - Critical scenes; test material from the ITU test scenes, referred to in Recommendation ITU-R BT.802-1 and Report ITU-R BT.2245 could be used, including thecritical scenes mentioned in the report of the DVB-T2 investigations in Northern Germany (Panning camera at a football match- see section 3.1)) to verify SD quality;
    - Selections of typical Thai TV programmes.

5.2 Video bit rate to be verified

For verifying the required video bit rate, the fixed video bit rates representing good picture quality with encoders available in a few years' time could be taken as reference, that is:

- SDTV at 1.75 Mbit/s;
- HDTV at 7 Mbit/s.

If the tests show that the invited representatives of NBTC and market parties are satisfied with the picture quality, also in critical scenes, these bit rates can be taken as basis for the adjustment of the statistical multiplexing.

If the observers are not fully satisfied, NBTC could:

- Either, adopt the video bit rates representing good picture quality with currently assumed encoder quality, that is SDTV at 1.875 Mbit/s and HDTV at 7.5 Mbit/s;
- Or, retain the tested bit rates and assume that when implementing DTTB in Thailand better quality encoders will be available.

It is understood that during the DVB-T2 trials, five encoders, able to code SD and HD, are available. During the verification tests mentioned above a fixed bit rate should be used.

In addition to the fixed bit rate verification tests, an impression of the picture quality using statistical multiplexing, can be demonstrated, e.g. the multiplex composition of Example 3 in Section 4.1 or 4.2, respectively, depending on the choice of video bit rate described above. The test material should have different content, the average video bit rates should be adjusted as described in Section 3.1 and the maximum bit rate should be in in accordance with the chosen fixed bit rate values. Also the bit rate for audio and additional data should be included.

5.3 Conclusions

From the considerations given above the following conclusions can be drawn.

To summarize, in specifying test procedures to verify the video bit rate it should be taken into account that:

a. Tests should be carried out at a receiving location where the received signal is stable and free from noise and interference;
b. The input signal to the encoders should be of studio quality;
c. Critical test scenes should be included in the tests (see Recommendation ITU-R BT.802-1 and Report ITU-R BT.2245);
d. The viewing condition should comply with Recommendation ITU-R BT.2022;
e. The bitrates to be verified should be fixed bit rates
    - SDTV at 1.75 Mbit/s;
    - HDTV at 7 Mbit/s;
f. In case statistical multiplexing is demonstrated
    - The test material should have different content;
    - The average bit rate should be adjusted as described in Section 3.1;
    - The maximum bitrate should be as indicated in e. above.

ภาคผนวก ค.

คู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

คู่มือและแผนดำเนินการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลอง ระบบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

เมษายน ๒๕๕๖

คณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

๘๗ ถนนพหลโยธิน ซอย ๘ แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ๑๐๔๐๐

โทร. ๐ ๒๒๗๑ ๐๑๕๑-๖๐ เว็บไซต์ www.nbtc.go.th

สารบัญ

	หัวข้อ	หน้า
๑.	ความเป็นมา	๑
๒.	คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบส่งและสายอากาศบนอาคารใบหยก ๒ ในการทดลอง	๓
๓.	พารามิเตอร์ตั้งต้นทางเทคนิคตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาจากโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ	๖
๔.	โครงข่ายและการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลของททบ.๕	๘
๕.	เป้าประสงค์ของการทดสอบ	๑๐
๖.	ภาพรวมของการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม	๑๒
๗.	วิธีการวัดสัญญาณสำหรับการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม (วิธีการวัดกำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับแบบ ESR5)	๑๕
	๑. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)	๑๗
	๒. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)	๑๙
๘.	ภาคผนวก	๒๒
	แผนการดำเนินการทดสอบสัญญาณ	๒๒
	แผนจัดการทรัพยากร (บุคลากรและอุปกรณ์)	๒๔
	รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับการวัดสัญญาณ	๒๔
	ผลการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณและความแรงของสัญญาณโดยซอฟต์แวร์	๒๖
	กำหนดการทดสอบสัญญาณร่วมกัน (ทีมงาน ๑-๓) วันอังคารที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖	๒๗
	การกำหนดจุดทดสอบสัญญาณ	๒๙
	แบบรายงานผลการทดสอบ	๓๗
	- แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)	๔๘
	- แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)	๔๙
๙.	บรรณานุกรม	๔๐

ความเป็นมา

ตามที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) อนุญาตให้มีการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวสำหรับกิจการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลนั้น

ในการนี้ กสทช. จึงได้มีคำสั่ง กสทช. ที่ ๑๐๖/๒๕๕๕ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานด้านเทคนิคสำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลขึ้น เพื่อให้มีการกำหนดวิธีการและเป้าหมายทางด้านเทคนิคของการดำเนินการทดลอง ตลอดจนวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์จากการทดลอง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดพารามิเตอร์หรือข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และเป็นการรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่การรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรคลื่นความถี่และกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ โดยองค์ประกอบของคณะทำงานฯ มีดังนี้

๑. พันเอก ดร.อนุรัตน์	อินกัน	ประธานคณะทำงาน
๒. ดร.กิตติ	วงศ์ถาวราวัฒน์	ผู้ทำงาน
๓. พันเอก วีระศักดิ์	ท่างาม	ผู้ทำงาน
๔. นายกนิษฐ์	สัญชาตวิรุฬห์	ผู้ทำงาน
๕. นายไพโรจน์	ปิ่นแก้ว	
ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท บางกอกเอ็นเตอร์เทนเม้นต์ จำกัด		ผู้ทำงาน
๖. นายศักรินทร์	จันทรเสนา	
ผู้แทนด้านเทคนิค สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก		ผู้ทำงาน
๗. นายชรินทร์	บัณฑุกุล	
ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด		ผู้ทำงาน
๘. นายเจษฎ์ณรงค์	ชมพันธุ์	
ผู้แทนด้านเทคนิค บริษัท อสมท จำกัด (มหาชน)		ผู้ทำงาน
๙. นายชุมพร	เครือขวัญ	
ผู้แทนด้านเทคนิค กรมประชาสัมพันธ์		ผู้ทำงาน
๑๐.นายพรศักดิ์	ทับเที่ยง	
ผู้แทนด้านเทคนิค องค์การกระจายเสียง		
และแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย		ผู้ทำงาน
๑๑.นางปริตา	วงศ์ชุตินาท	
รักษาการผู้อำนวยการกลุ่มงานมาตรฐาน		
และเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์		ผู้ทำงาน

๑๒. นายสมศักดิ์ สิริพัฒนากุล
รักษาการผู้อำนวยการกลุ่มงานขับเคลื่อน
กิจการโทรทัศน์และวิทยุในระบบดิจิทัล ผู้ทำงาน

๑๓. นายเอกนรินทร์ ยุพาพิน ผู้ทำงาน

๑๔. นายสุภัทรสิทธิ์ สวนสุข เลขานุการ

๑๕. นางสาวรพีพร บัวหอม ผู้ช่วยเลขานุการ

๑๖. นายชินประภา ปิ่นแก้ว ผู้ช่วยเลขานุการ

โดยคณะทำงานฯ มีอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑. ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะกรอบแนวทาง วิธีการตลอดจนชุดพารามิเตอร์ทางด้านเทคนิคเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราวสำหรับกิจการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

๒. ศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนะค่าความจุของมัลติเพล็กซ์ที่เหมาะสมกับเป้าหมายทางเทคนิคโดยสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน

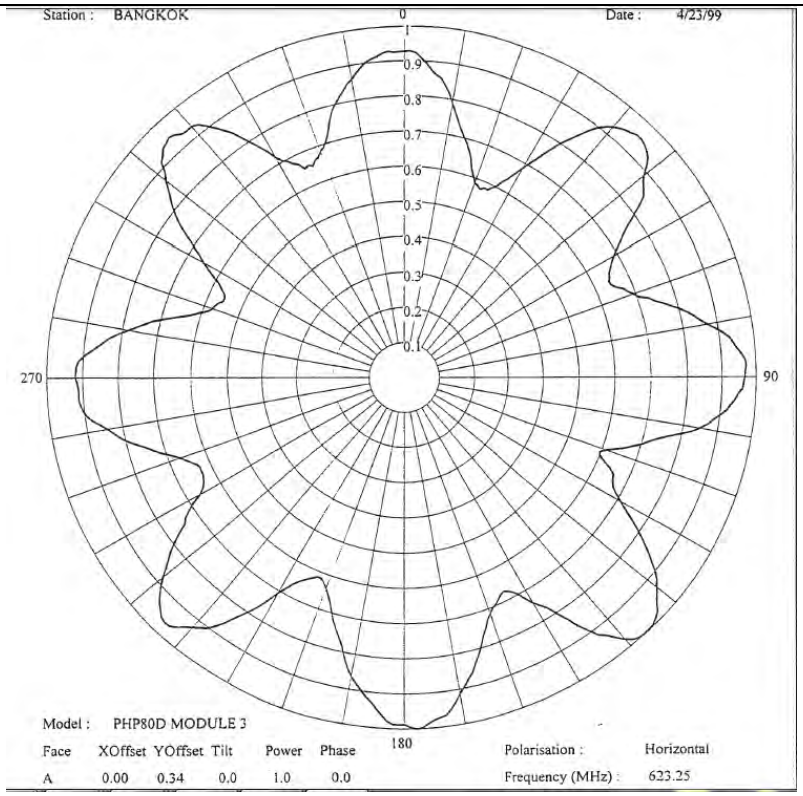
๓. ศึกษา วิเคราะห์ และประเมินผลการดำเนินการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

๔. จัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวางแผนความถี่วิทยุ มาตรฐานทางด้านเทคนิค และข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดการใช้งานคลื่นความถี่อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ระบบทั้งภาคส่งและภาครับทำงานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม

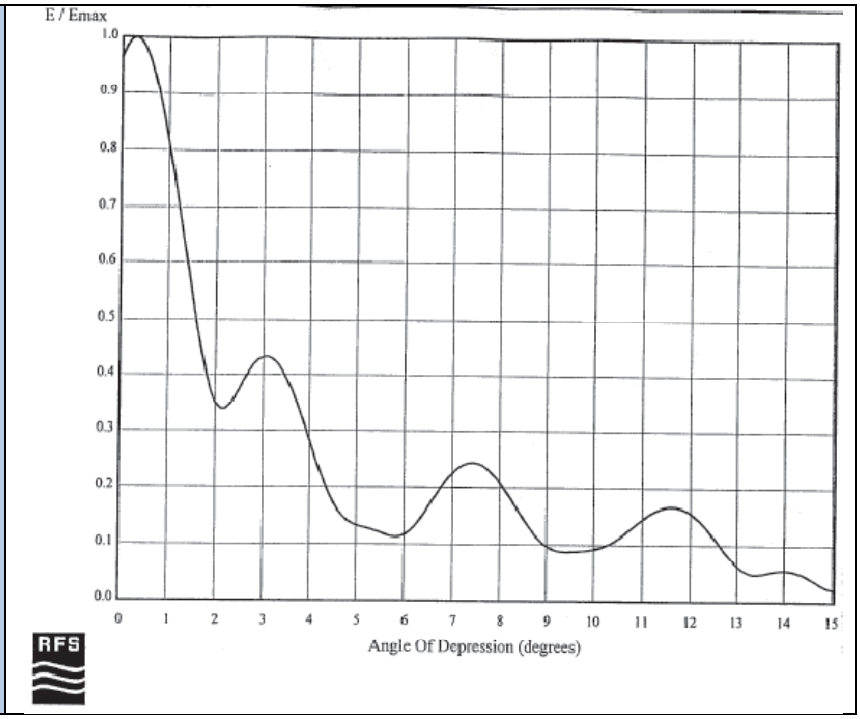
๕. รายงานผลการดำเนินงานต่อคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์

๖. ดำเนินการอื่นใดตามที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์หรือคณะอนุกรรมการจัดทำมาตรฐานด้านเทคนิคในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์มอบหมาย

คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบส่งและสายอากาศบนอาคารใบหยก ๒ ในการทดลอง

คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบสายอากาศบนอาคารใบหยก๒	
ความถี่วิทยุ (MHz)	ช่องความถี่วิทยุ 36 (590-598 MHz)
ละติจูด (Latitude)	13 45 15.6 N
ลองจิจูด (Longitude)	100 32 24 E
กำลังส่งสูงสุดของเครื่องส่ง	5.2 kW
Horizontal Directivity	1.66 dB
Vertical Directivity	13.70 dB
อัตราขยายของระบบสายอากาศ (Antenna System Gain)	14.31 dBd (Antenna Gain – Losses)
มุมกดของสายอากาศ (Beam Tilt)	0.3 องศา
ความสูงของสายอากาศเหนือระดับพื้นดิน (Antenna Height above Ground Level)	328 เมตร
ความสูงของสถานที่ตั้งเหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (Altitude of Site above Sea level)	29เมตร
ความสูงประสิทธิผลสูงสุดของสายอากาศ (Maximum Effective Antenna Height)	352เมตร
แบบรูปของสายอากาศในแนวราบ (Horizontal Radiation Pattern)	

แบบรูปของสายอากาศในแนวตั้ง
(Vertical Radiation Pattern)



ค่าลดทอนของสายอากาศในแต่ละมุม (ในหน่วย dB) [Horizontal Radiation Pattern]									
degree	Value	degree	Value	degree	Value	degree	Value	degree	Value
0	-0.6	72	-2.636	144	-1.775	216	-1.7	288	-3.09
1	-0.69	73	-2.429	145	-1.929	217	-1.5	289	-3.295
2	-0.78	74	-2.222	146	-2.114	218	-1.3	290	-3.5
3	-0.87	75	-2.015	147	-2.309	219	-1.1	291	-3.61
4	-0.96	76	-1.808	148	-2.513	220	-0.9	292	-3.72
5	-1.05	77	-1.601	149	-2.728	221	-0.82	293	-3.83
6	-1.14	78	-1.394	150	-3	222	-0.74	294	-3.94
7	-1.23	79	-1.187	151	-3.13	223	-0.66	295	-3.81
8	-1.32	80	-0.98	152	-3.26	224	-0.58	296	-3.68
9	-1.41	81	-0.899167	153	-3.39	225	-0.5	297	-3.55
10	-1.55	82	-0.818333	154	-3.52	226	-0.54	298	-3.42
11	-1.73	83	-0.7375	155	-3.65	227	-0.58	299	-3.29
12	-1.91	84	-0.656667	156	-3.53	228	-0.62	300	-3.16
13	-2.09	85	-0.575833	157	-3.41	229	-0.66	301	-2.908
14	-2.27	86	-0.495	158	-3.29	230	-0.7	302	-2.656
15	-2.45	87	-0.414167	159	-3.17	231	-0.766667	303	-2.404
16	-2.63	88	-0.333333	160	-3.05	232	-0.833333	304	-2.152
17	-2.81	89	-0.2525	161	-2.843	233	-0.9	305	-1.9
18	-2.99	90	-0.6	162	-2.636	234	-1.064286	306	-1.7
19	-3.17	91	-0.69	163	-2.429	235	-1.228571	307	-1.5
20	-3.1	92	-0.78	164	-2.222	236	-1.392857	308	-1.3
21	-3.15	93	-0.87	165	-2.015	237	-1.557143	309	-1.1
22	-3.2	94	-0.96	166	-1.808	238	-1.721429	310	-0.9
23	-3.25	95	-1.05	167	-1.601	239	-1.885714	311	-0.82
24	-3.22	96	-1.14	168	-1.394	240	-2.05	312	-0.74
25	-3.13	97	-1.23	169	-1.187	241	-2.15125	313	-0.66

26	-2.947	98	-1.32	170	-0.98	242	-2.2525	314	-0.58
27	-2.763	99	-1.41	171	-0.899167	243	-2.35375	315	-0.5
28	-2.58	100	-1.55	172	-0.818333	244	-2.455	316	-0.54
29	-2.397	101	-1.73	173	-0.7375	245	-2.55625	317	-0.58
30	-2.6	102	-1.91	174	-0.656667	246	-2.6575	318	-0.62
31	-2.425	103	-2.09	175	-0.575833	247	-2.75875	319	-0.66
32	-2.25	104	-2.27	176	-0.495	248	-2.86	320	-0.7
33	-2.075	105	-2.45	177	-0.414167	249	-2.83	321	-0.766667
34	-1.9	106	-2.63	178	-0.333333	250	-2.8	322	-0.833333
35	-1.715	107	-2.81	179	-0.2525	251	-2.65	323	-0.9
36	-1.53	108	-2.99	180	-0.1	252	-2.5	324	-1.064286
37	-1.345	109	-3.17	181	-0.235	253	-2.35	325	-1.228571
38	-1.16	110	-3.1	182	-0.37	254	-2.2	326	-1.392857
39	-0.975	111	-3.15	183	-0.505	255	-2.05	327	-1.557143
40	-0.99	112	-3.2	184	-0.64	256	-1.9	328	-1.721429
41	-0.971	113	-3.25	185	-0.775	257	-1.8	329	-1.885714
42	-0.952	114	-3.22	186	-0.91	258	-1.7	330	-2.05
43	-0.933	115	-3.13	187	-1.045	259	-1.6	331	-2.15125
44	-0.914	116	-2.946667	188	-1.18	260	-1.5	332	-2.2525
45	-0.89	117	-2.763333	189	-1.315	261	-1.3	333	-2.35375
46	-1.07	118	-2.58	190	-1.45	262	-1.1	334	-2.455
47	-1.089	119	-2.396667	191	-1.655	263	-0.9	335	-2.55625
48	-1.109	120	-2.6	192	-1.86	264	-0.85	336	-2.6575
49	-1.141	121	-2.425	193	-2.065	265	-0.8	337	-2.75875
50	-1.167	122	-2.25	194	-2.27	266	-0.75	338	-2.86
51	-1.321	123	-2.075	195	-2.475	267	-0.7	339	-2.83
52	-1.471	124	-1.9	196	-2.68	268	-0.65	340	-2.8
53	-1.623	125	-1.715	197	-2.885	269	-0.6	341	-2.65
54	-1.775	126	-1.53	198	-3.09	270	-0.1	342	-2.5
55	-1.929	127	-1.345	199	-3.295	271	-0.235	343	-2.35
56	-2.114	128	-1.16	200	-3.5	272	-0.37	344	-2.2
57	-2.309	129	-0.975	201	-3.61	273	-0.505	345	-2.05
58	-2.513	130	-0.99	202	-3.72	274	-0.64	346	-1.9
59	-2.728	131	-0.971	203	-3.83	275	-0.775	347	-1.8
60	-3	132	-0.952	204	-3.94	276	-0.91	348	-1.7
61	-3.13	133	-0.933	205	-3.81	277	-1.045	349	-1.6
62	-3.26	134	-0.914	206	-3.68	278	-1.18	350	-1.5
63	-3.39	135	-0.89	207	-3.55	279	-1.315	351	-1.3
64	-3.52	136	-1.07	208	-3.42	280	-1.45	352	-1.1
65	-3.65	137	-1.0894	209	-3.29	281	-1.655	353	-0.9
66	-3.53	138	-1.1094	210	-3.16	282	-1.86	354	-0.85
67	-3.41	139	-1.1414	211	-2.908	283	-2.065	355	-0.8
68	-3.29	140	-1.167	212	-2.656	284	-2.27	356	-0.75
69	-3.17	141	-1.321	213	-2.404	285	-2.475	357	-0.7
70	-3.05	142	-1.471	214	-2.152	286	-2.68	358	-0.65
71	-2.843	143	-1.623	215	-1.9	287	-2.885	359	-0.6

พารามิเตอร์ตั้งต้นทางเทคนิคตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษา

จากโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ

ตามที่สำนักงาน กสทช. ได้มีโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunications Union) ในการจัดทำแผนการปรับเปลี่ยนสู่การรับส่งสัญญาณวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลนั้น

คณะที่ปรึกษาตามโครงการดังกล่าวได้จัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเลือกชุดพารามิเตอร์ทางเทคนิค โดยศึกษาและวิเคราะห์จากการทดลองทดสอบในประเทศเยอรมัน สามารถสรุปได้ดังตารางด้านล่างนี้

Portable Reception					
Items	64-QAM 1/2	16-QAM 3/4	256-QAM 1/2	64-QAM 2/3	Remark
		Not recommended for portable reception			
C/N (comparison for 4 variant sets) (Rayleigh channel)	Lowest	→		Highest	
Rotated constellation	Not recommended.				C/N value requirement with rotated constellation is higher than without
Time interleaving	The tests with portable reception indicate that shorter interleaving interval (10ms) is to be preferred.				
FFT size	The FFT size of 32k allows a higher bit rate because of the shorter relative guard interval. For that reason 32k is a good choice for portable reception.				
Pilot Pattern	The field tests with portable reception were carried out with PP2 and PP3. The tests show that PP3 results in the lowest C/N. For portable indoor reception : the choice is PP4 (theoretical considerations)				
Extended carriers	The tests show that with extended carriers no real deterioration of the adjacent channel protection ratios took place. Therefore extended carriers are recommended.				
MISO	The tests with portable reception show that the results are not as good as expected. The gain of less than 0.5 dB did not compensate the additional overhead of 2 to 4%, which expressed in a C/N loss (depending on the choice of parameters) is in the order of 0.5 dB.				GI 1/4 and PP1 cannot be used.
PAPR reduction	no test results (equipment's option was not available)				

นอกจากนี้ ยังได้กล่าวถึงข้อพิจารณาและสมมติฐานเบื้องต้นของการรับสัญญาณในลักษณะ fixed rooftop และ portable indoor ดังแสดงในตารางด้านล่างนี้

	fixed reception	**portable indoor reception**
receiving antenna	mounted at the rooftop	used indoors at the ground floor (the received signal is reflected against walls)
Channel	Ricean	Rayleigh
field strength is required	low	high (37 dB above the value for fixed rooftop reception)
C/N value	low	high
payload	modest	high
	Good reception is possible in a large area	Good reception is possible nearer to the transmitter

ทั้งนี้ จากการศึกษาข้างต้น คณะที่ปรึกษาฯ จึงได้สรุปพารามิเตอร์ทางเทคนิคที่เหมาะสมประเทศไทย และสอดคล้องกับนโยบายของ กสทช. ดังตารางด้านล่างนี้

พารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2	ค่าของพารามิเตอร์
FFT size	32k, extended carriers
Pilot pattern	PP4
Guard interval	19/256 (266 μs)
Modulation	64-QAM
Code rate	2/3
Rotated Constellation	off
Expect O/P Payload	27.4 Mbit/s

โครงข่ายและการเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับการทดลองระบบการรับส่งสัญญาณ

วิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลของททบ.๕

รายละเอียดทางเทคนิคระบบกระจายสัญญาณ(National Head End)

ระบบกระจายสัญญาณ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

๑. ระบบกระจายสัญญาณส่วนกลาง (National Head End) ติดตั้งที่ สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก เลขที่ ๒๑๐ ถ.พหลโยธิน แขวง สามเสนใน เขตพญาไท กทม.

๒. ระบบสัญญาณส่วนสถานีส่ง (Transmitter Input Equipment : TIE) ติดตั้งที่สถานีเครื่องส่งโทรทัศน์จังหวัดกรุงเทพ อาคารใบหยก ๒ ถ.ราชปรารภ แขวง พญาไท เขต ราชเทวี กรุงเทพฯ

๑. ระบบกระจายสัญญาณส่วนกลาง (National Head End)

๑.๑ รวบรวมสัญญาณโทรทัศน์ รายการปกติ ในระบบ SD ใน กทม.

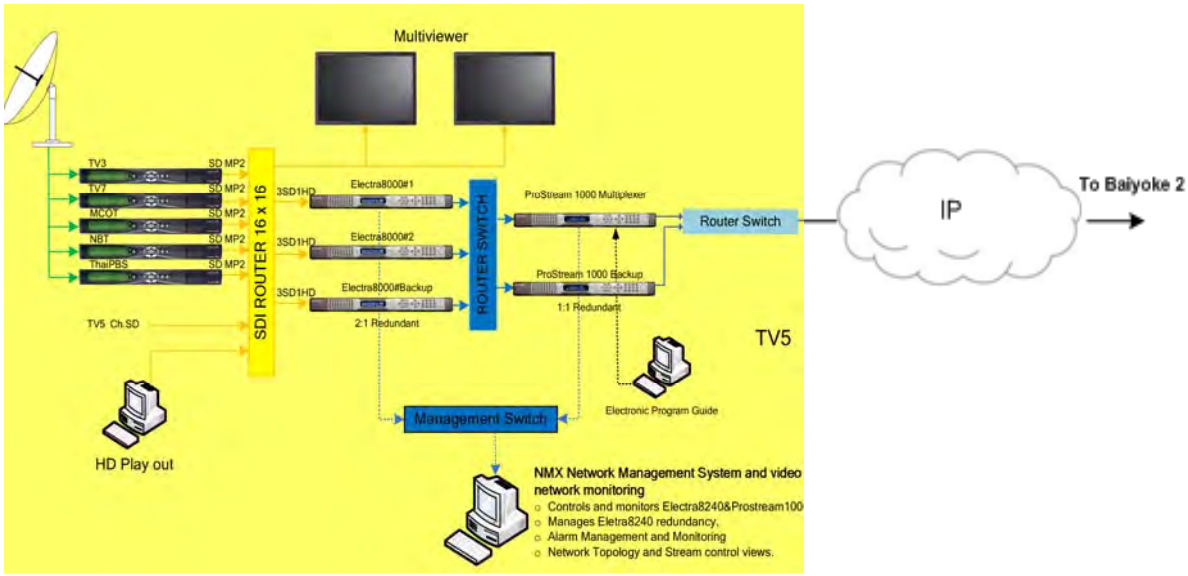
๑.๒ รวบรวมรายการโทรทัศน์ระบบ HD จากทุกช่องเท่าที่มี เก็บบันทึกไว้ใน Server พร้อมที่จะ Play-out ออกอากาศ ตามเวลาที่กำหนด

๑.๓ เข้ารหัสสัญญาณภาพทั้ง HD และ SD ตามมาตรฐาน MPEG-4 AVC/H.264

๑.๔ เข้ารหัสสัญญาณช่องเสียงหลักทั้ง HD และ SD ตามมาตรฐาน MPEG-4HE-AAC v2 ส่วนการเข้ารหัสสัญญาณช่องเสียงรอง แบบหลายช่องเสียง (5.1 ช่องเสียง) หากจะมีการให้บริการ ให้เป็นทางเลือกในการกำหนดมาตรฐาน

๑.๕ จัดสร้างฐานข้อมูลผังรายการอิเล็กทรอนิกส์ (EPG) ข้อมูลการให้บริการ PSI /SI (PSI : Program Specific Information, SI : Service Information)

๑.๖ รวบรวมสัญญาณที่เข้ารหัสแล้วทั้งภาพและเสียงรวมข้อมูล PSI/SI และข้อมูลผังรายการอิเล็กทรอนิกส์ เข้าด้วยกันแบบใช้ค่าสถิติ (Statistic Multiplex) เป็นสัญญาณ MPEG TS



รูปแสดงระบบกระจายสัญญาณส่วนกลาง

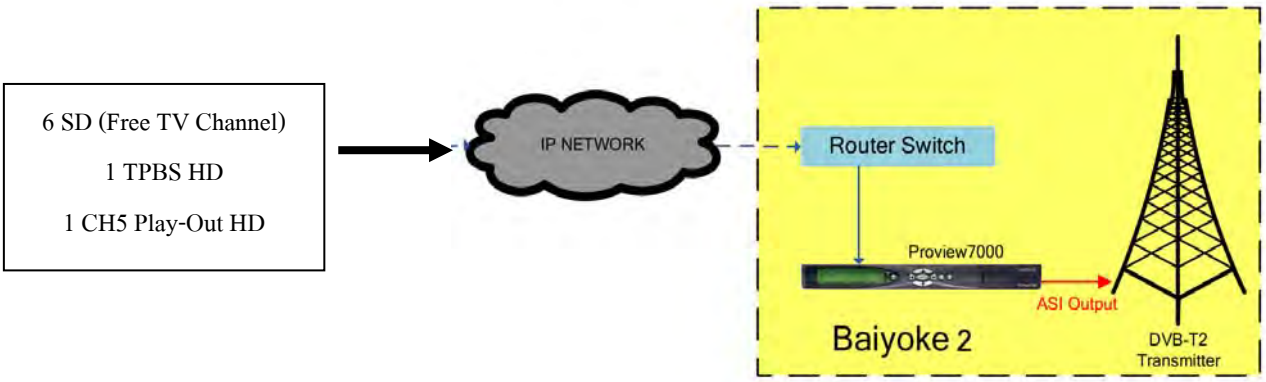
๒. ระบบสัญญาณส่วนสถานีส่ง

๒.๑ รับสัญญาณ IP จากททบ.๕ และรับสัญญาณผ่านดาวเทียมไทยคม ๕ ระบบโทรทัศน์ท้องถิ่นหรือ IP

๒.๒ รับสัญญาณ MPEG TS รายการ TPBS (HD+SD) ผ่านดาวเทียมไทยคม ๕

๒.๓ ดำเนินการรวมสัญญาณ (Multiplex) โทรทัศน์ท้องถิ่น (หากมี) กับสัญญาณที่รับจากดาวเทียม

๒.๔ จ่ายสัญญาณทั้งหมดให้กับเครื่องส่งโทรทัศน์ดิจิตอลภาคพื้นดิน DVB-T2



รูปแสดงการส่งสัญญาณภาพและเสียงเพื่อออกอากาศจากอาคารใบหยก ๒

เป้าประสงค์ของการทดสอบ

การทดสอบระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ

<u>ระยะที่ ๑</u>การทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยเป้าประสงค์ของระยะที่ ๑ มีดังนี้

๑. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้พื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด (Maximum Coverage)
๒. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าความจุสูงสุด (Maximum Capacity)
๓. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีการลงทุนต่ำที่สุด (กำลังส่งออกอากาศและจำนวนสถานีส่งเท่าที่จำเป็น)

ทั้งนี้ การทดสอบข้างต้นต้องมีความสอดคล้องกับนโยบายของ กสทช. ดังนี้

๑. สอดคล้องกับประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล อาทิ พื้นที่ครอบคลุม ระยะห่างการตั้งสถานี กำลังส่งออกอากาศ
ทั้งนี้ หากประกาศดังกล่าวมีอุปสรรคทางเทคนิค สามารถจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงได้
๒. สอดคล้องนโยบายกำหนดให้พื้นที่ในเขตเทศบาลต้องสามารถรับสัญญาณในลักษณะ portable indoor ได้

ตามแนวทางการทดสอบของคณะทำงานฯ ระยะที่ ๑ แบ่งออกเป็น ๒ การทดสอบ คือ

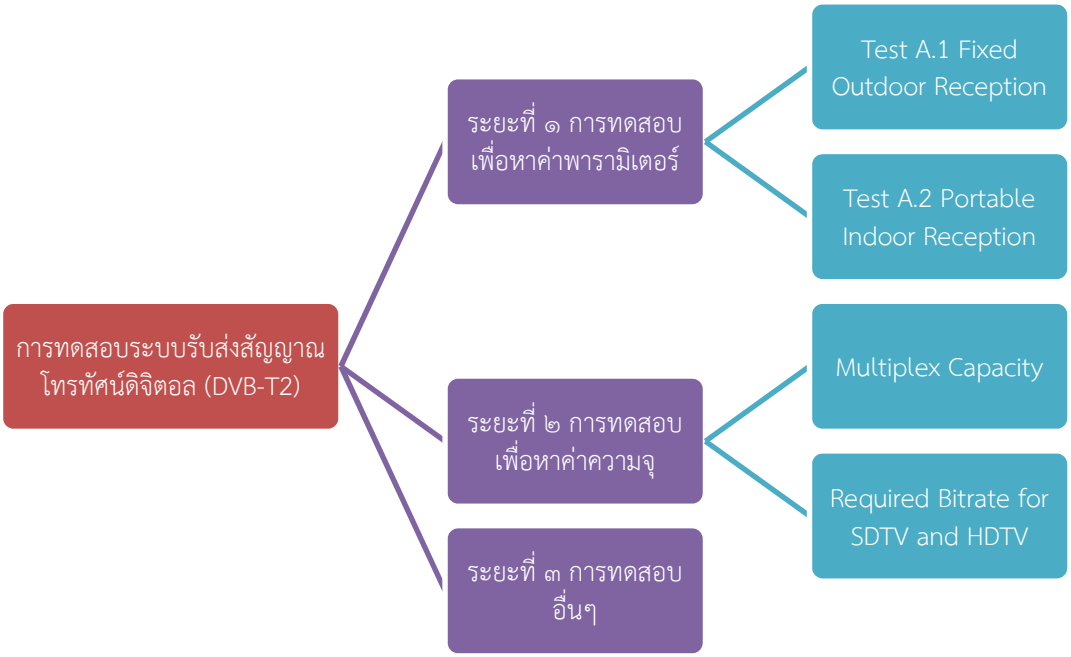
๑. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Fixed Outdoor Reception ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และเปรียบเทียบพื้นที่ครอบคลุมระหว่างโทรทัศน์แอนะล็อกและดิจิตอล
๒. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Portable Indoor Reception บริเวณเขตเทศบาลเมืองซึ่งอยู่ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และยืนยันพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ซึ่งสามารถให้บริการแบบ Portable Indoor ได้

<u>ระยะที่ ๒</u> การทดสอบเพื่อหาค่าความจุที่เหมาะสมของมัลติเพล็กซ์ และอัตราข้อมูลที่เหมาะสมของช่องรายการแบบ SDTV และ HDTV

<u>ระยะที่ ๓</u>การทดสอบอื่นๆ ตามความเหมาะสมและจำเป็นอาทิ

- การทดสอบประสิทธิภาพของสายอากาศภาครับแบบแอคทีฟและพาสซีฟ
- การทดสอบสถานีเสริมจุดบอดที่มีกำลังส่งต่ำบนโครงข่ายแบบ Single Frequency Network เพื่อยืนยันค่า GIและยืนยันค่าของระยะห่างสูงสุดของสถานี (หรือ maximum cell radius)
- การทดสอบผลของการปรับค่า FFT Size และ GI เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของการรับสัญญาณและการรับสัญญาณขณะเคลื่อนที่

แผนภาพแสดงขอบเขตของการทดสอบการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล



ภาพรวมของการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม (การทดสอบในระยะที่ ๑)

เป้าประสงค์ (Goal) ของการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสมมีดังนี้

๑. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้พื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด (Maximum Coverage)
๒. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าความจุสูงสุด (Maximum Capacity)
๓. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีการลงทุนต่ำที่สุด (กำลังส่งออกอากาศและจำนวนสถานีส่งเท่าที่จำเป็น)

ข้อกำหนด (Necessary Condition)ของการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม มีดังนี้

๑. รัศมีการให้บริการของโทรทัศน์ระบบดิจิตอลต้องครอบคลุมไม่น้อยกว่ารัศมีการให้บริการของโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก
๒. สามารถรับชมในลักษณะFixed Outdoor (ทั้งพื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการ) และสามารถรับชมในลักษณะ Portable Indoor (ในเขตเทศบาลเมือง)

เงื่อนไขการออกแบบอื่นๆ

๑. ระยะห่างมากที่สุดระหว่างสองสถานีส่งในโครงข่ายSFN คือ ๗๙.๘กิโลเมตร
๒. คุณลักษณะของตัวเลขแสดงสัญญาณรบกวน (Noise Figure)ของเครื่องรับสัญญาณต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ ๖ dB
๓. ผู้รับชมขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ(Slow Mobility) ที่มีความเร็วน้อยกว่า ๒๕ ก.ม. ต่อชั่วโมง (ทางเลือก)

พารามิเตอร์ทางเทคนิคของระบบ DVB-T2ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ

FFT Size	Guard Interval	Pilot Pattern
Modulation Level (i.e., QPSK, 16-QAM และอื่นๆ)	FEC Code Rate	FEC Block size (i.e., short, long)
Rotation of Constellation	ERP ของสถานีส่ง	Margin of threshold(dB)ณ เครื่องรับสัญญาณ (ส่วนต่างระหว่างกำลังขาเข้าของเครื่องรับสัญญาณกับ กำลังขาเข้าของเครื่องรับสัญญาณที่ต่ำที่สุด)

ทางเลือกของ FFT Size และ Guard Interval เพื่อให้ได้ค่าของระยะทางที่เหมาะสม
ระหว่างสองสถานีบนโครงข่าย SFN

Guard Interval (μs)	Max. Cell Radius (km.)	(FFT Size, Guard Interval Fraction), % overhead จาก Guard Interval					
532	159.6	(32k,19/128), 14.8%					
448	134.4	(32k,1/8), 12.5%	(16k,1/4), 25%				
266	79.8	(32k,19/256), 7.4%	(16k,19/128), 14.8%				
224	67.2	(32k,1/16), 6.25%	(16k,1/8), 12.5%	(8k,1/4), 25%			
133	39.9		(16k,19/256), 7.4%	(8k,19/128), 14.8%			
112	33.6	(32k,1/32), 3.1%	(16k,1/16), 6.25%	(8k,1/8), 12.5%	(4k,1/4), 25%		
66.5	19.95			(8k,19/256), 7.4%			
56	16.8		(16k,1/32), 3.1%	(8k,1/16), 6.25%	(4k,1/8), 12.5%	(2k,1/4), 25%	
28	8.4	(32k,1/128), 0.78%		(8k,1/32), 3.1%	(4k,1/16), 6.25%	(2k,1/8), 12.5%	(1k,1/4), 25%
14	4.2		(16k,1/128), 0.78%		(4k,1/32), 3.1%	(2k,1/16), 6.25%	(1k,1/8), 12.5%
7	2.1			(8k,1/128), 0.78%		(2k,1/32) 3.1%	(1k,1/16), 6.25%

ทางเลือกของ Pilot Pattern ภายหลังการเลือกค่า FFT Size และ Guard Interval

ขนาด FFT (FFT Size)	สัดส่วนช่วงเวลาป้องกัน (Guard IntervalFraction)						
	1/128	1/32	1/16	19/256	1/8	19/128	1/4
32K	PP7	PP4 PP6	PP2 PP8 PP4	PP2 PP8 PP4	PP2 PP8	PP2 PP8	-
16K	PP7	PP7 PP4 PP6	PP2 PP8 PP4 PP5	PP2 PP8 PP4 PP5	PP2 PP3 PP8	PP2 PP3 PP8	PP1 PP8
8K	PP7	PP7 PP4	PP8 PP4 PP5	PP8 PP4 PP5	PP2 PP3 PP8	PP2 PP3 PP8	PP1 PP8
4K	-	PP7 PP4	PP4 PP5	-	PP2 PP3	-	PP1
2K	-	PP7 PP4	PP4 PP5	-	PP2 PP3	-	PP1
1K	-	-	PP4 PP5	-	PP2 PP3	-	PP1

จากข้อกำหนด เงื่อนไข และการเลือกพารามิเตอร์ทางเทคนิคข้างต้น รวมถึงข้อเสนอแนะจากคณะที่ปรึกษาตามโครงการความร่วมมือกับสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ สามารถสรุปกรอบของการทดสอบโดยแบ่งออกเป็น ๒ PLP (Physical Layer Pipe) ดังแสดงในตารางด้านล่างนี้

Parameter	ITU (PLP0)	PLP1
FFT	32k extended	32k extended
GI	19/256	19/256
PP	PP4	PP4
Modulation	64QAM	64QAM
FEC rate	2/3	3/5
FEC block size	long	long
Data rate (Mbps) -Teamcast	26.13	23.49
(C/N) Rayleigh - Teamcast	17.9	16.5

วิธีการวัดสัญญาณสำหรับการทดสอบเพื่อยืนยัน และหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม (การทดสอบในระยะที่ ๑)

การทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม แบ่งออกเป็น ๒ การทดสอบดังนี้

๑. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)
๒. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)

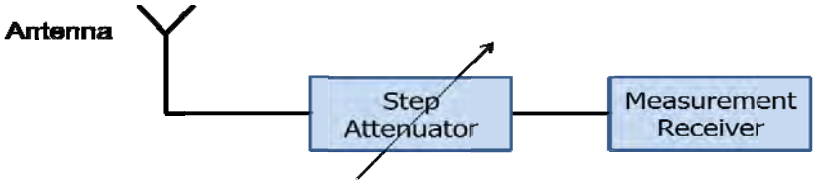
การเตรียมการของสถานีส่งในการทดสอบ มีดังนี้

๑. เริ่มออกอากาศด้วยกำลังส่งออกอากาศ (ERP) สูงสุดตามแผนความถี่วิทยุฯ
๒. ภายหลังการทดสอบ ให้พิจารณาจาก Margin of Threshold เพื่อปรับลดค่ากำลังส่งออกอากาศให้เหมาะสม (ในขณะที่ยังคงพื้นที่ครอบคลุมของเขตบริการไว้)

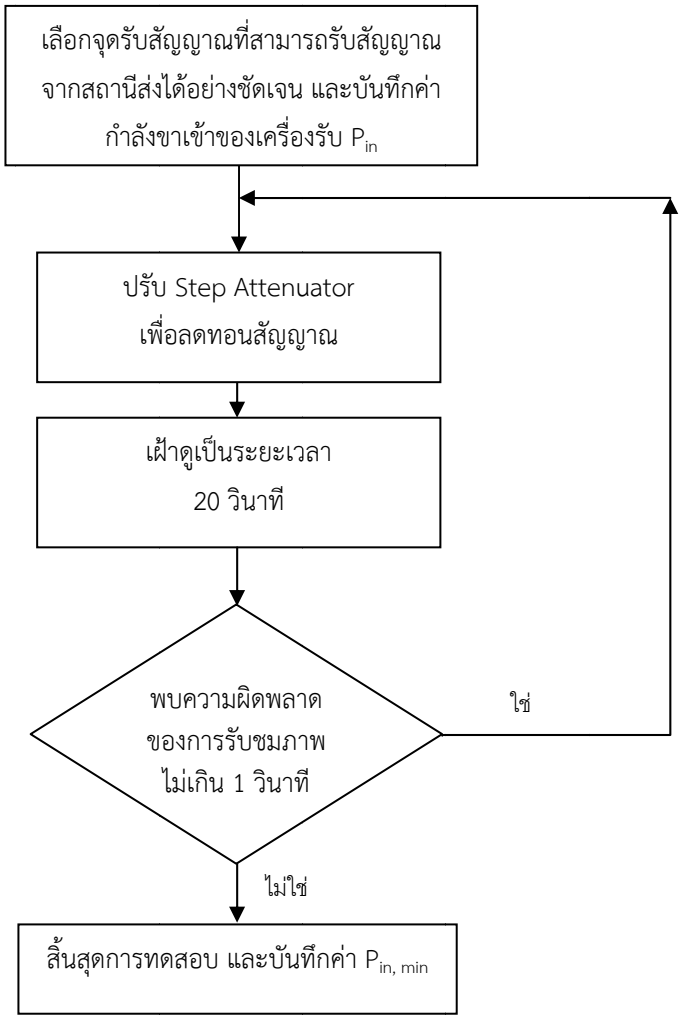
รายการอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดสอบ (ติดตั้งบนรถตรวจวัดสัญญาณ) มีดังนี้

๑. สายอากาศมาตรฐานแบบ Dipole (Reference Antenna) ปรับทิศทางและความสูงจากพื้นดินได้ สำหรับ Fixed Outdoor reception(10-meter Telescopic Mast)
๒. สายอากาศมาตรฐานแบบ Dipole ที่ใช้สำหรับ Portable Outdoor/Indoor reception
๓. Step Attenuator สำหรับการทดสอบแบบ ESR5
๔. เครื่องรับมาตรฐานสำหรับการวัดสัญญาณ (Measurement Receiver)
๕. Spectrum Analyzer
๖. อุปกรณ์ GPS
๗. เครื่องรับสัญญาณทั่วไปแบบ Set-top-box

วิธีการวัดกำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับแบบ ESR5



การทดสอบแบบ ESR5 ถูกกำหนดอยู่ในมาตรฐานETSI TR 101 290 โดยอาศัยการปรับstep attenuator ในการปรับลดทอนสัญญาณลงจนกระทั่งไม่สามารถชมรายการได้ (ประเมินจากการรับชมโทรทัศน์)



<u>หมายเหตุ</u>

- ในช่วงเวลา 20 วินาทีอนุญาตให้มีภาพผิดพลาดได้ไม่เกิน 1 วินาที ถ้าเกินกว่านี้ถือว่ารับภาพไม่ได้หรือ Fail
- จุดที่ step attenuator ปรับจนก่อนรับภาพไม่ได้หรือก่อน Fail ให้ทำการบันทึกค่ากำลังขาเข้าของเครื่องรับที่วัดได้เป็นค่า $P_{in, min}$ หรือ ค่ากำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับนำค่านี้มาคำนวณส่วนต่างของกำลังขาเข้าก่อนใส่ step attenuator หรือ P_{in}ได้เป็น Margin of Threshold (dB)
- Margin of Threshold (dB) = P_{in} (dBm) – $P_{in, min}$ (dBm)

การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

วัตถุประสงค์

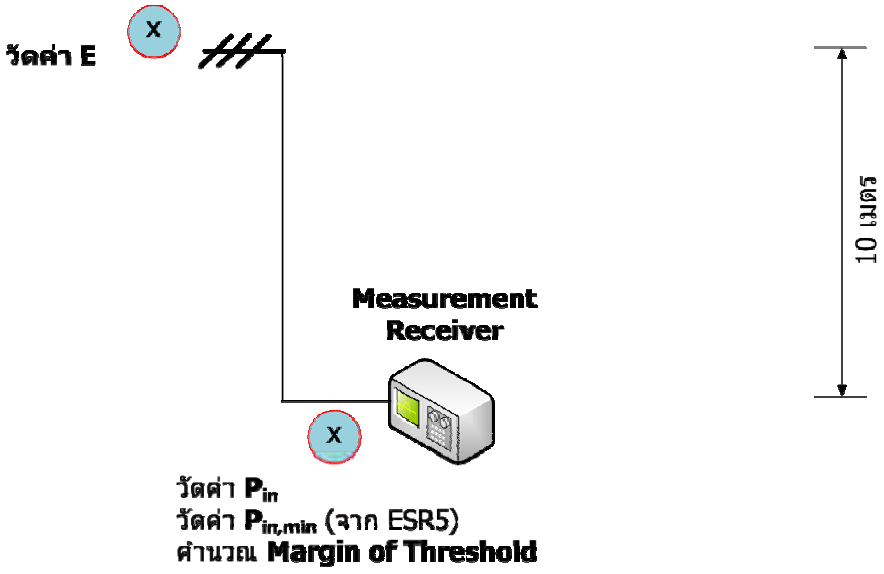
เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Fixed Outdoor Reception ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และเปรียบเทียบพื้นที่ครอบคลุมระหว่างโทรทัศน์แอนะล็อกและดิจิตอล

การตั้งค่าของเครื่องส่งและระบบออกอากาศ

๑. ออกอากาศด้วยกำลังส่งออกอากาศ (ERP) สูงสุด ตามแผนความถี่วิทยุฯ
๒. อาศัยโหมดของพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาฯ **(PLP0)**

ข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องรับมาตรฐาน (Measurement Receiver)

กำหนด Noise Figure ของเครื่องรับมาตรฐานเป็น๖ dB



ขั้นตอนการทดสอบ

๑. รถตรวจวัดสัญญาณไปที่พื้นที่วัดสัญญาณที่กำหนดตามภาคผนวก

๒. เลือกจุดวัดสัญญาณภายนอกอาคารแบบ Line-of-sight

๓. ตรวจสอบและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม

๔. บันทึกค่า GPS ระบุตำแหน่งของรถตรวจวัดสัญญาณ

๕. ปรับสายอากาศ (ReferenceAntenna) ขึ้นสูง ๑๐เมตรหันไปในทิศทางที่รับสัญญาณแรงที่สุด

๖. รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก บันทึกข้อมูลคุณภาพ

๗. รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอลบันทึกข้อมูลคุณภาพ

๘. วัดสัญญาณ P_{in} [dBm] และ E [dBμV/m]

๙. ดำเนินการวัดด้วยวิธีการวัดกำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับแบบ ESR5 (ใส่ Step attenuatorวัดค่า P_{in}และ$P_{in,min}$ [dBm])

๑๐. ดำเนินการตามข้อ ๒ – ๙ ซ้ำ โดยเลือกจุดวัดสัญญาณภายนอกอาคารแบบ Non Line-of-sight (ทางเลือกโดยอาจเลือกทำเพียงบางจุด)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ได้รับการยืนยันว่ากำลังส่งออกอากาศ (ERP)และพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 สามารถให้บริการได้โดยมีพื้นที่การให้บริการไม่น้อยกว่าพื้นที่การให้บริการของโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก

๒. ได้ค่า Margin of Threshold ในจุดต่างๆ เพื่อที่จะใช้ปรับลดกำลังส่งออกอากาศให้เหมาะสม

๓. คำนวณค่า $(C/N)_{min}$ จากภาคสนามจากเครื่องรับมาตรฐาน เพื่อทำการเปรียบเทียบกับ ค่า $(C/N)_{min,Rice}$ จากเอกสารEBU Tech 3348 (ทางเลือก)

การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)

วัตถุประสงค์

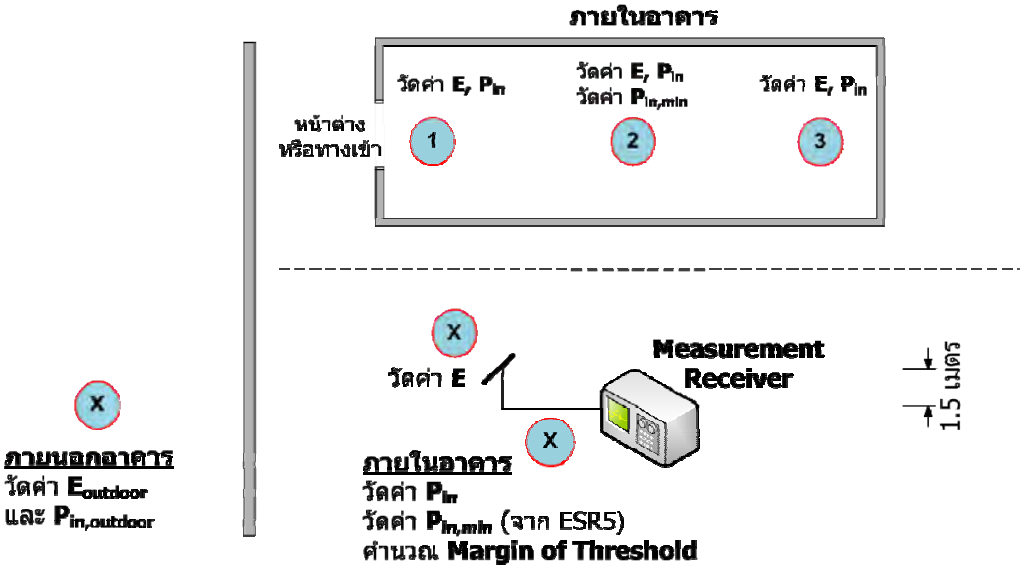
เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Portable Indoor Reception บริเวณเขตเทศบาลเมืองซึ่งอยู่ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และยืนยันพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ซึ่งสามารถให้บริการแบบ Portable Indoor ได้

การตั้งค่าของเครื่องส่งและระบบออกอากาศ

๑. ออกอากาศด้วยกำลังส่งออกอากาศ (ERP) สูงสุด ตามแผนความถี่วิทยุฯ
๒. อาศัยโหมดของพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบตามข้อเสนอแนะของคณะที่ปรึกษาฯ **(PLP0 และ PLP1)**

ข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องรับมาตรฐาน (Measurement Receiver)

กำหนด Noise Figure ของเครื่องรับมาตรฐานเป็น๖ dB



ขั้นตอนการทดสอบ

๑. รถตรวจวัดสัญญาณไปที่พื้นที่วัดสัญญาณที่กำหนดตามภาคผนวก (หากจุดดังกล่าวไม่ใช้อาคารหรือบ้านเรือน ให้เลือกอาคารหรือบ้านเรือนบริเวณใกล้เคียงซึ่งสามารถขออนุญาตเข้าวัดสัญญาณภายในอาคารได้)

ทั้งนี้ ให้เน้นการเลือกจุดวัดสัญญาณบริเวณเขตเทศบาลเมืองนอกกรุงเทพมหานคร อาทิ เทศบาลนครนนทบุรี เทศบาลเมืองปทุมธานี เทศบาลเมืองสามพราน (จ.นครปฐม) หรือเทศบาลนครพระนครศรีอยุธยา

กำหนดอาคารหรือบ้านเรือนที่จะทดสอบให้หลากหลายและครอบคลุมกลุ่มอาคารลักษณะดังนี้

ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด

ทั้งนี้ อาจเลือกจุดวัดสัญญาณเป็นสถานที่ราชการ หน่วยงานของรัฐ หรือสถาบันการศึกษา เพื่อความสะดวกในการขอเข้าพื้นที่สำหรับวัดสัญญาณ

๒. ไปที่จุดวัดสัญญาณบริเวณหน้าอาคารชั้น ๑

๓. ตรวจสอบและบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม

๔. บันทึกค่า GPS ระบุตำแหน่งของรถตรวจวัดสัญญาณ

๕. ที่บริเวณนอกอาคาร (ทำการวัดค่าของสัญญาณทั้ง PLP0 และ PLP1)

๕.๑ ปรับสายอากาศ (ReferenceAntenna) ขึ้นสูง ๑.๕ เมตรหันไปในทิศทางที่รับสัญญาณแรงที่สุด

๕.๒ รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก บันทึกข้อมูลคุณภาพ

๕.๓ รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอลบันทึกข้อมูลคุณภาพ

๕.๔ วัดสัญญาณ $P_{in,outdoor}$ [dBm] และ $E_{outdoor}$ [dBμV/m]

๖. ที่บริเวณภายในอาคารชั้น ๑(เริ่มต้นวัดสัญญาณบริเวณกึ่งกลางห้อง)

๖.๑ ปรับสายอากาศ (ReferenceAntenna) ขึ้นสูง ๑.๕ เมตรหันไปในทิศทางที่รับสัญญาณแรงที่สุด

๖.๒ รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก บันทึกข้อมูลคุณภาพ

๖.๓ รับภาพสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอลบันทึกข้อมูลคุณภาพ

๖.๔ วัดสัญญาณ P_{in} [dBm] และ E [dBμV/m]

๖.๕ วัดสัญญาณแบบ ESR5 ได้ $P_{in,min}$[dBm] (ทำการวัดค่าของสัญญาณทั้ง PLP0และ PLP1)

๖.๖ ดำเนินการตามข้อ ๖.๑– ๖.๔ ซ้ำ โดยวัดสัญญาณบริเวณทางเข้าหรือหน้าต่าง

๖.๗ ดำเนินการตามข้อ ๖.๑– ๖.๔ ซ้ำ โดยวัดสัญญาณบริเวณที่ห่างจากทางเข้าหรือหน้าต่าง

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ได้รับการยืนยันว่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2สามารถให้บริการแบบ portable indoor ได้

๒. คำนวณค่า $(C/N)_{min}$ จากภาคสนาม เพื่อทำการเปรียบเทียบกับ ค่า $(C/N)_{min,Rayleigh}$จากเอกสารEBU Tech 3348

๓. ได้ค่า Building Penetration Loss สำหรับอาคารในรูปแบบต่างๆ เปรียบเทียบค่าที่ได้จากเอกสาร EBU Tech 3348

ภาคผนวก

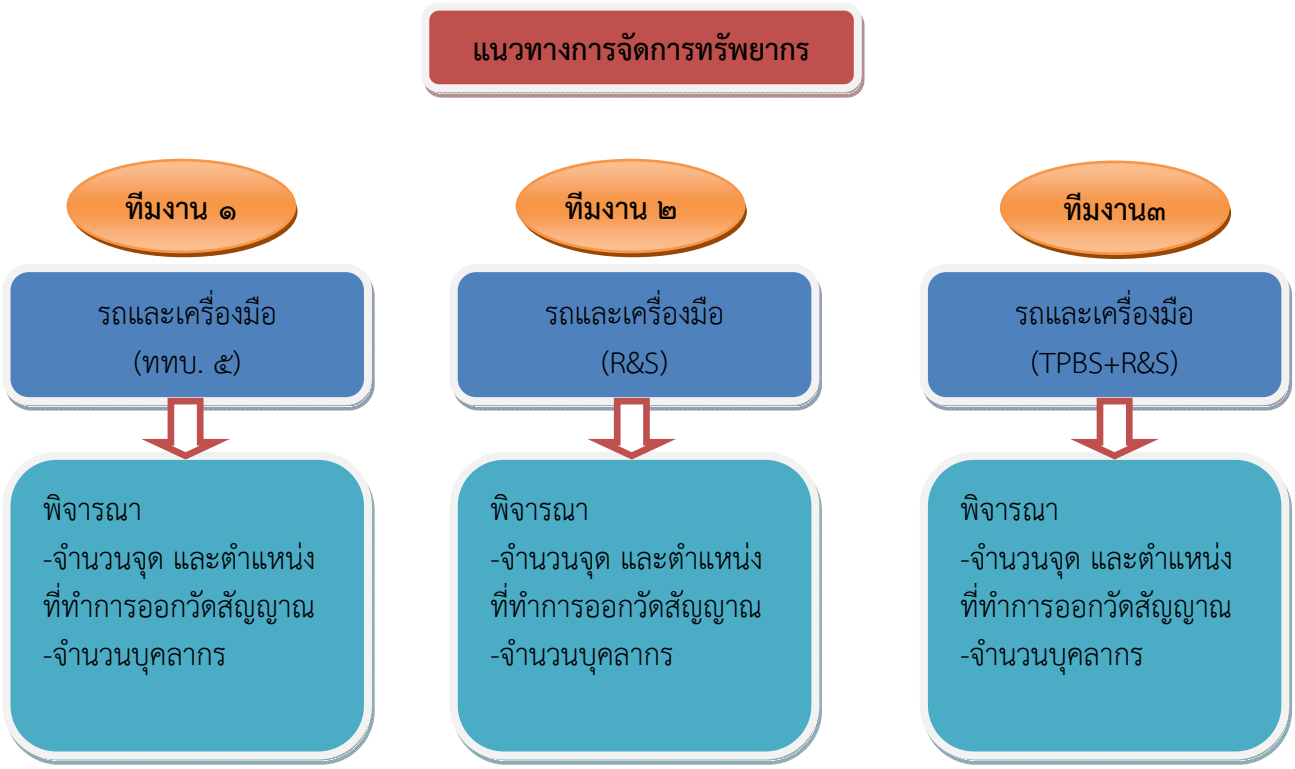
แผนการดำเนินการทดสอบสัญญาณ

แผนการดำเนินการทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสม(การทดสอบในระยะที่ ๑)																												
ลำดับ	กิจกรรม	ก.พ.56				มี.ค.56				เม.ย.56				พ.ค.56				มิ.ย.56				ก.ย.56			
		สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่				สัปดาห์ที่			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	แบ่งทีมงาน จัดสรรเครื่องมือ/อุปกรณ์ทดสอบ และวางแผนการเดินทางสำหรับทดสอบสัญญาณ																								
2	เริ่มดำเนินการทดสอบสัญญาณ (รอบแรก)																								
2.1	การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1) จำนวน 40 จุด (1 จุด = LOS+ NLOS)																								
2.2	การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2) จำนวน 20 จุด (1 จุด = นอกอาคาร+หน้าเข้าหรือหน้าต่าง+ห่างจากทางเข้าหรือหน้าต่าง+กึ่งกลางห้อง)																								
3	ประเมินผลการทดสอบเบื้องต้น รวบรวมปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไข																								
4	ดำเนินการทดสอบสัญญาณ (รอบหลัง)																								
4.1	การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1) จำนวน 40 จุด (1 จุด = LOS+ NLOS)																								
4.2	การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2) จำนวน 20 จุด (1 จุด = นอกอาคาร+หน้าเข้าหรือหน้าต่าง+ห่างจากทางเข้าหรือหน้าต่าง)																								
5	สรุปและวิเคราะห์ผลการทดสอบระยะที่ 1																								
	การประชุมคณะทำงานฯ		14			7			25			23		9		23		6		20					
	การดำเนินการเกี่ยวกับการทดสอบสัญญาณในระยะที่ ๒																								

แผนจัดการทรัพยากร (บุคลากรและอุปกรณ์)

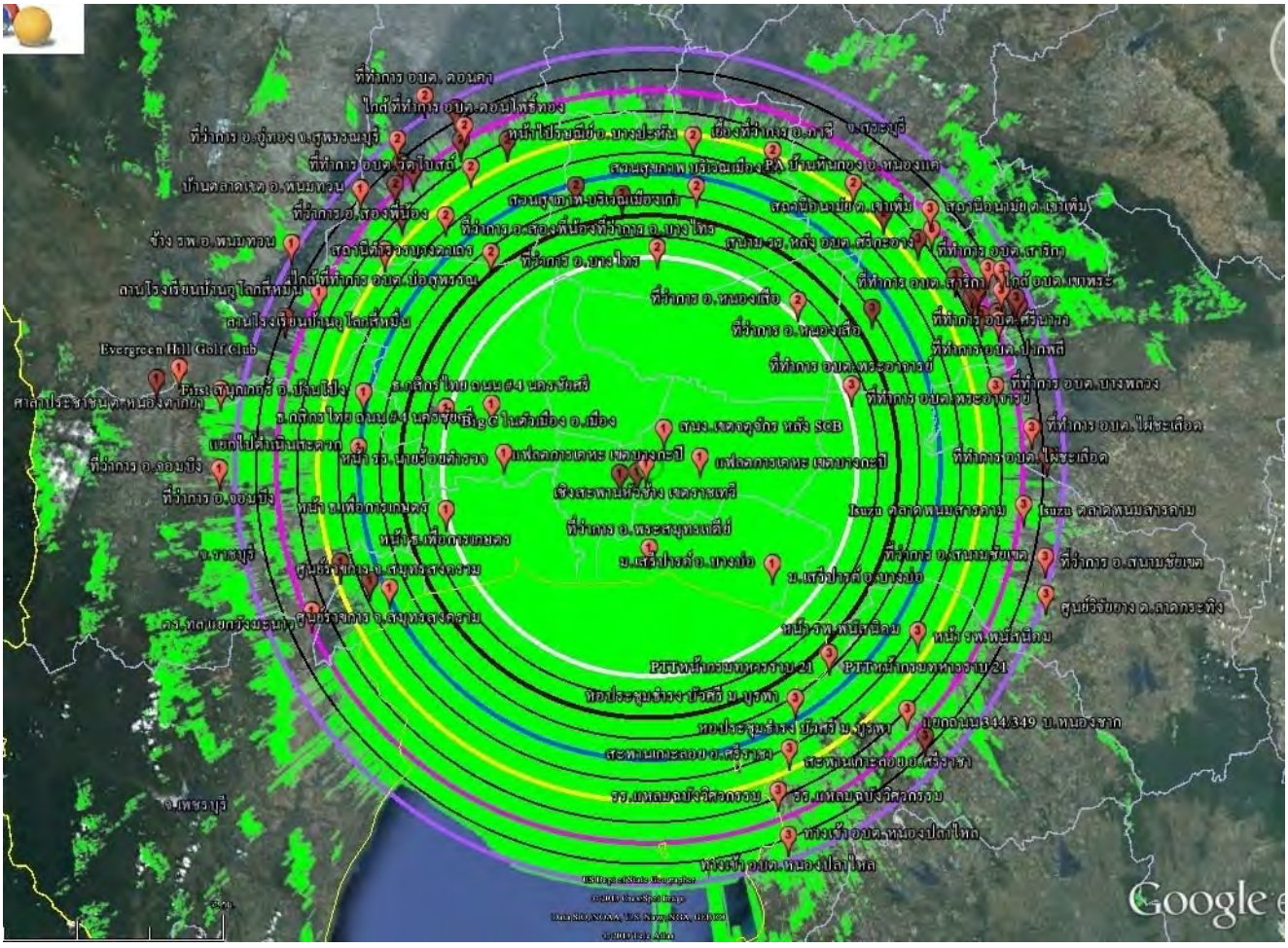
รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับการวัดสัญญาณ				
ทีมงาน	**หน่วยงาน**	**เครื่องมือ**	**จำนวน**	**จำนวนบุคลากร (คน)**
1	**ททบ๕ .**	1. รถตู้พร้อมเสาอากาศ Telescopic สูง 10 เมตร (TOYOTA COMMUTER with Telescopic)	1	10
		2. สายอากาศแบบYagiและแบบ Dipole LOCAL สูง เมตร 1.5	1	
		3. LED TV32"	1	
		4. DVB-T2 Signal and Spectrum Analyzer (ROHDE & SCHWARZ)	1	
		5. DVB-T2 Test Receiver +Notebook (ENENSYS)	1	
		6. Portable DVB-T2 Test Receiver TV Explorer HD (PROMAX)	2	
		7. Step Attenuator	1	
		8. อุปกรณ์ GPS	1	
2	**R&S**	1. ETL TV analyzer	1	3
		2. EFL Handheld TV Analyzer	1	
		3. DVB-T2 Set-top-Box	4	
		4. Mobile Measuring Antenna	1	
		5. Mobile Measuring Car	1	
		6. Step Attenuator	1	
		7. อุปกรณ์ GPS	1	
		8. สายอากาศ สูง 3 เมตร	1	
		9. สายอากาศ สูง เมตร 10(รอติดตั้ง(	1	
3	**TPBS**	1. Portable DVB-T2 Test Receiver (PROMAX)	1	3
		2. สายอากาศ Dipole(Gain 0 dB) สูง 3เมตร	1	
		3. อุปกรณ์ GPS	1	
	R&S	4. Mobile Measuring Car	1	-
		5. ETL TV analyzer	1	
		6. Step Attenuator	1	

จากรายการอุปกรณ์ และจำนวนบุคลากรข้างต้น จึงจัดเป็นแนวทางการจัดการทรัพยากรดังนี้



บุคคลที่สามารถติดต่อได้	
ทีมงาน ๑	นายศักรินทร์ จันทรเสนา (สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก)
ทีมงาน ๒	นายจีระวิชชุ์ จิตต์ดี (R&S)
ทีมงาน ๓	นายพรศักดิ์ ทับเที่ยง (องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย)

ผลการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณและความแรงของสัญญาณโดยซอฟต์แวร์



กำหนดการทดสอบสัญญาณร่วมกัน (ทีมงาน ๑-๓) วันอังคารที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖

ตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ใน PLP0 และ PLP1 ดังนี้

Parameter	ITU (PLP0)	PLP1
FFT	32k extended	
GI	19/256	
PP	PP4	
Modulation	64QAM	64QAM
FEC rate	2/3	3/5
FEC block size	long	long
Rotated Constellation	Off	Off
Programs	3 SD + 1 HD	3 SD + 1 HD

กำหนดการเบื้องต้น

9.00 น.

- จุดนัดพบโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ (testpoint#0)
- ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ของแต่ละทีมงาน
- เริ่มวัดสัญญาณตามวิธีการทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1) และวิธีการทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)
- เปรียบเทียบผลการวัดจากทั้ง ๓ ทีม อาทิ หาค่าชดเชยหรือค่าปรับแก้ correction factor) สำหรับเครื่องมือวัดของแต่ละกลุ่ม correction factor จากการวัดสัญญาณที่ระดับความสูง ๓ เมตร(จากนั้นวัดสัญญาณตามจุดต่างๆ ดังตารางในหน้าถัดไป

หมายเหตุคำอธิบายแถบสีในตารางแสดงจุดวัดสัญญาณ

จุดวัดสัญญาณที่ทำมุมกับตึกใบหยกในลักษณะที่มีความแรงของสัญญาณต่ำสุด (ตาม radiation pattern)

จุดวัดสัญญาณที่ทำมุมกับตึกใบหยกในลักษณะที่มีความแรงของสัญญาณสูงสุด (ตาม radiation pattern)

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล สำหรับวันอังคารที่ ๑๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๖												
จุดทดสอบ บนมุมใกล้ 180 และ 205 องศา												
ลำดับ	เส้นทาง	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
0	จุด นัดพบ				โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ เฉลิมพระเกียรติ	14.074	100.617					
จุดที่อยู่ถัดจากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ฯออกไป												
1	จุดแรก	พระนครศรีอยุธยา	บางปะอิน	เชียงรากน้อย	แยก #308 / #3477 บางปะอิน	14 13.19	100 34.83	186	51.9	77.4	5.0	กรุงเทพฯ
2		พระนครศรีอยุธยา	บางไทร	บางไทร	ที่ว่าการ อ.บางไทร	14 12.69	100 29.88	176	51.0	86.4	5.0	กรุงเทพฯ
3		พระนครศรีอยุธยา	ทม.อโยธยา	คลองสวนพลู	วัดพนัญเชิงอ.เมือง	14 20.66	100 34.00	184	65.7	70.5	5.0	กรุงเทพฯ
4		พระนครศรีอยุธยา	ทน.ศรีอยุธยา	ประตูชัย	สวนสุขภาพบริเวณเมืองเก่า	14 21.20	100 34.07	183	66.6	64.0	5.0	กรุงเทพฯ
5		พระนครศรีอยุธยา	บางปะหัน	บางปะหัน	หน้าไปรษณีย์อ.บางปะหัน	14 27.69	100 32.79	181	78.5	69.6	5.0	กรุงเทพฯ
6		สระบุรี	ทต.หนองแค	หนองแค	PA บ้านหินกองอ.หนองแค	14 24.12	100 54.88	210	82.5	64.2	5.0	กรุงเทพฯ
7		พระนครศรีอยุธยา	วังน้อย	วังน้อย	ตรงข้ามตลาดอ.วังน้อย	14 14.01	100 43.11	201	56.6	81.2	5.0	กรุงเทพฯ
8		ปทุมธานี	คลองหลวง	คลองสี่	สถานีวิทยุเพื่อการศึกษา	14 04.26	100 42.60	208	39.6	81.6	5.0	กรุงเทพฯ
จุดที่อยู่ระหว่างตึกใบหยก - โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ฯ												
9	จุดแรก	ปทุมธานี	สามโคก	สามโคก	ที่ว่าการอ.สามโคก	14 03.85	100 31.45	178	34.4	82.7	5.0	กรุงเทพฯ
10		ปทุมธานี	ทม.ปทุมธานี	บางปรอก	หน้าการประปา ปทุมธานี	14 01.22	100 31.17	176	29.6	88.3	5.0	กรุงเทพฯ
11		กทม	ดอนเมือง	สีกัน	สโมสรการท่าฯเขตดอนเมือง	13 59.66	100 36.29	201	20.4	83.6	5.0	กรุงเทพฯ
12		นนทบุรี	ทน.นนทบุรี	ท่าทราย	ม.ประชานิเวศ 3 ต.ท่าทราย	13 52.82	100 32.85	184	14.0	88.7	5.0	กรุงเทพฯ
13		กทม	บางเขน	อนุสาวรีย์	อนุสรณ์สถาน เขตบางเขน	13 52.56	100 35.79	205	14.8	98.0	5.0	กรุงเทพฯ
14		กทม	หลักสี่	ตลาดบางเขน	ตรงข้าม ม.ศรีปทุมเขตบางเขน	13 51.33	100 35.08	201	12.2	85.2	5.0	กรุงเทพฯ
15		กทม	จตุจักร	ลาดยาว	สนง.เขตจตุจักร หลัง SCB	13 49.58	100 33.74	197	8.3	90.2	5.0	กรุงเทพฯ
16		กทม	บางซื่อ	บางซื่อ	ใกล้ทางเข้าสนง.เขตบางซื่อ	13 48.95	100 32.14	176	6.8	95.4	5.0	กรุงเทพฯ

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล

จำนวน ๘๐ จุด

หลักการและเหตุผล

กำหนดจุดทดสอบสัญญาณใช้การพิจารณาจากผลการคำนวณพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณและความแรงของสัญญาณโดยซอฟต์แวร์ ประกอบกับจุดสัญญาณเดิมซึ่งเคยมีการวัดสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก (๓๐๐ จุด รอบกรุงเทพมหานคร)

ในเบื้องต้นได้คัดเลือกจุดวัดสัญญาณจำนวน ๘๐ จุด โดยอาศัยหลักการดังนี้

๑. เทียบเคียงจากจุดวัดสัญญาณแอนะล็อกเดิมที่สามารถรับสัญญาณได้จากเสาส่งสัญญาณของสถานีกรุงเทพฯ (เดิมวัดที่ความสูง ๓ เมตร)
๒. จุดใกล้เคียงบริเวณขอบรัศมีห่างจากตึกใบหยก๒ ในระยะ ๕๐, ๖๐, ๗๐, ๘๐, ๙๐และ ๑๐๐ กิโลเมตร
๓. จุดใกล้เคียงบริเวณขอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณเดิม
๔. จุดรับสัญญาณเขตเทศบาลเมืองนอกกรุงเทพมหานครซึ่งควรรับสัญญาณในลักษณะ portable indoor ได้
๕. จุดที่มีค่าคุณภาพของการรับสัญญาณต่ำกว่า ๕.๐
๖. เลือกจุดวัดสัญญาณบริเวณในเขตกรุงเทพฯซึ่งน่าจะรับสัญญาณได้ไม่ดี อาทิ แฟลตหรือตึกสูง เป็นต้น

หมายเหตุคำอธิบายแถบสีในตารางแสดงจุดวัดสัญญาณ

☐ จุดวัดสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

▒ จุดวัดสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor(Test A.1) ซึ่งควรวัดสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2) ด้วย

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
1	<50km	กทม	บางรัก	บางรัก	หน้าไปรษณีย์กลางเขตบางรัก	13 43.58	100 30.91	42	4.2	79.0	5.0	กรุงเทพฯ
2	<50km	กทม	บางกะปิ	คลองจั่น	แฟลตการเคหะเขตบางกะปิ	13 46.49	100 38.98	260	12.0	74.8	5.0	กรุงเทพฯ
3	<50km	กทม	ธนบุรี	บางยี่เรือ	เยื้อง THE MALL ท่าพระ เขตธนบุรี	13 43.08	100 28.64	60	8.0	96.5	5.0	กรุงเทพฯ
4	<50km	กทม	จตุจักร	ลาดยาว	สนง.เขตจตุจักร หลัง SCB	13 49.58	100 33.74	197	8.3	90.2	5.0	กรุงเทพฯ
5	<50km	กทม	ราชเทวี	ทุ่งพญาไท	เชิงสะพานหัวช้างเขตราชเทวี	13 44.86	100 31.94	48	1.2	106.5	5.0	กรุงเทพฯ
6	<50km	สมุทรปราการ	บางบ่อ	บ้านระกาศ	ม.เสรีปารค์ อ.บางบ่อ	13 33.91	100 50.30	304	38.4	82.2	5.0	กรุงเทพฯ
7	<50km	สมุทรปราการ	พระสมุทรเจดีย์	ปากคลองบางปลากด	ที่ว่าการอ.พระสมุทรเจดีย์	13 34.01	100 33.74	354	20.8	84.0	5.0	กรุงเทพฯ
8	50 km	ปทุมธานี	ทต.หนองเสือ	บึงบา	ที่ว่าการอ.หนองเสือ	14 08.12	100 49.39	217	52.1	70.1	5.0	กรุงเทพฯ
9	70 km	พระนครศรีอยุธยา	ทน.ศรีอยุธยา	ประตูชัย	สวนสุขภาพบริเวณเมืองเก่า	14 21.20	100 34.07	183	66.6	64.0	5.0	อยุธยา
10	50 km	พระนครศรีอยุธยา	บางไทร	บางไทร	ที่ว่าการ อ.บางไทร	14 12.69	100 29.88	176	51.0	86.4	5.0	
11	80 km	พระนครศรีอยุธยา	บางปะหัน	บางปะหัน	หน้าไปรษณีย์อ.บางปะหัน	14 27.69	100 32.79	181	78.5	69.6	5.0	
12	80 km	พระนครศรีอยุธยา	ภาชี	ภาชี	เยื้องที่ว่าการอ.ภาชี	14 27.06	100 43.63	195	79.9	61.2	5.0	
13	60 km	พระนครศรีอยุธยา	ทม.เสนา	เสนา	ข้างวัด สามกออ.เสนา	14 19.02	100 24.31	168	64.2	73.4	5.0	
14	70 km	พระนครศรีอยุธยา	บางซ้าย	บางซ้าย	ทางเข้า ที่ว่าการอ.บางซ้าย	14 19.38	100 18.07	158	68.2	81.7	5.0	
15	80 km	สระบุรี	ทต.หนองแค	หนองแค	PA บ้านหินกองอ.หนองแค	14 24.12	100 54.88	210	82.5	64.2	5.0	

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
1	<50km	กทม	บางรัก	บางรัก	หน้าไปรษณีย์กลางเขตบางรัก	13 43.58	100 30.91	42	4.2	79.0	5.0	กรุงเทพฯ
2	<50km	กทม	บางกะปิ	คลองจั่น	แฟลตการเคหะเขตบางกะปิ	13 46.49	100 38.98	260	12.0	74.8	5.0	กรุงเทพฯ
3	<50km	กทม	ธนบุรี	บางยี่เรือ	เยื้อง THE MALL ท่าพระ เขตธนบุรี	13 43.08	100 28.64	60	8.0	96.5	5.0	กรุงเทพฯ
4	<50km	กทม	จตุจักร	ลาดยาว	สนง.เขตจตุจักร หลัง SCB	13 49.58	100 33.74	197	8.3	90.2	5.0	กรุงเทพฯ
5	<50km	กทม	ราชเทวี	ทุ่งพญาไท	เชิงสะพานหัวช้างเขตราชเทวี	13 44.86	100 31.94	48	1.2	106.5	5.0	กรุงเทพฯ
6	<50km	สมุทรปราการ	บางบ่อ	บ้านระกาศ	ม.เสรีปารค์ อ.บางบ่อ	13 33.91	100 50.30	304	38.4	82.2	5.0	กรุงเทพฯ
7	<50km	สมุทรปราการ	พระสมุทรเจดีย์	ปากคลองบางปลากด	ที่ว่าการอ.พระสมุทรเจดีย์	13 34.01	100 33.74	354	20.8	84.0	5.0	กรุงเทพฯ
8	50 km	ปทุมธานี	ทต.หนองเสือ	บึงบา	ที่ว่าการอ.หนองเสือ	14 08.12	100 49.39	217	52.1	70.1	5.0	กรุงเทพฯ
9	70 km	พระนครศรีอยุธยา	ทน.ศรีอยุธยา	ประตูชัย	สวนสุขภาพบริเวณเมืองเก่า	14 21.20	100 34.07	183	66.6	64.0	5.0	อยุธยา
10	50 km	พระนครศรีอยุธยา	บางไทร	บางไทร	ที่ว่าการ อ.บางไทร	14 12.69	100 29.88	176	51.0	86.4	5.0	
11	80 km	พระนครศรีอยุธยา	บางปะหัน	บางปะหัน	หน้าไปรษณีย์อ.บางปะหัน	14 27.69	100 32.79	181	78.5	69.6	5.0	
12	80 km	พระนครศรีอยุธยา	ภาชี	ภาชี	เยื้องที่ว่าการอ.ภาชี	14 27.06	100 43.63	195	79.9	61.2	5.0	
13	60 km	พระนครศรีอยุธยา	ทม.เสนา	เสนา	ข้างวัด สามกออ.เสนา	14 19.02	100 24.31	168	64.2	73.4	5.0	
14	70 km	พระนครศรีอยุธยา	บางซ้าย	บางซ้าย	ทางเข้า ที่ว่าการอ.บางซ้าย	14 19.38	100 18.07	158	68.2	81.7	5.0	
15	80 km	สระบุรี	ทต.หนองแค	หนองแค	PA บ้านหินกองอ.หนองแค	14 24.12	100 54.88	210	82.5	64.2	5.0	
16	80 km	สระบุรี	วิหารแดง	วิหารแดง	ข้างที่ว่าการอ.วิหารแดง	14 20.74	100 59.39	217	81.6	62.6	5.0	
17	70 km	ชลบุรี	ทม.แสนสุข	แสนสุข	หอประชุมธำรง บัวศรีม.บูรพา	13 16.98	100 55.51	322	66.9	75.2	5.0	กรุงเทพฯ

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล(ต่อ)												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
18	60 km	ชลบุรี	เมืองชลบุรี	คลองตำหรุ	PTTหน้ากรมทหารราบ 21	13 23.25	100 59.28	311	63.2	75.4	5.0	
19	90 km	ชลบุรี	ทม.บ้านบึง	บ้านบึง	ปั้มบางจากหนองปรือ	13 14.15	101 13.30	309	93.5	63.0	5.0	บ้านบึง
20	90 km	ชลบุรี	บ้านบึง	หนองชาก	แยกถนน 344/349 บ.หนองชาก	13 17.33	101 10.50	308	85.9	63.0	5.0	
21	100 km	ชลบุรี	บางละมุง	หนองปลาไหล	ทางเข้าอบต.หนองปลาไหล	12 59.20	100 56.84	334	96.0	70.7	5.0	
22	80 km	ชลบุรี	ทม.พนัสนิคม	พนัสนิคม	หน้า รพ.พนัสนิคม	13 27.53	101 10.63	296	75.9	62.5	5.0	พนัสนิคม
23	80 km	ชลบุรี	ทม.ศรีราชา	ศรีราชา	สะพานเกาะลอยอ.ศรีราชา	13 10.43	100 55.55	328	76.8	76.3	5.0	พัทยา (เขาฉลาก)
24	90 km	ชลบุรี	ทม.แหลมฉบัง	ทุ่งสุขลา	รร.แหลมฉบังวิศวกรรม	13 04.82	100 54.76	333	85.6	78.2	5.0	พัทยา (เขาฉลาก)
25	90 km	ฉะเชิงเทรา	พนมสารคาม	พนมสารคาม	Isuzu ตลาดพนมสารคาม	13 45.44	101 22.67	271	89.9	66.8	5.0	
26	100 km	ฉะเชิงเทรา	สนามชัยเขต	คู้ยายหมี	ที่ว่าการอ.สนามชัยเขต	13 39.06	101 26.38	278	97.7	62.0	5.0	
27	100 km	ฉะเชิงเทรา	สนามชัยเขต	ลาดกระทิง	ศูนย์วิจัยยางต.ลาดกระทิง	13 34.25	101 27.06	283	100.0	56.3	4.0	
28	90 km	ปราจีนบุรี	บ้านสร้าง	บางพลวง	ที่ทำการ อบต.บางพลวง	14 00.31	101 17.05	251	85.0	64.3	5.0	
29	100 km	ปราจีนบุรี	ศรีมโหสถ	โคกปีบ	อ.ศรีมโหสถจ.ปราจีนบุรี	13 52.13	101 25.00	263	95.4	63.0	5.0	
30	90 km	ปราจีนบุรี	ศรีมโหสถ	ไผ่ชะเลือด	ที่ทำการอบต.ไผ่ชะเลือด	13 55.47	101 22.52	256	92.1	61.5	5.0	
31	90 km	นครนายก	ทม.นครนายก	นครนายก	ที่ว่าการอำเภอเมืองนครนายก	14 12.06	101 13.16	236	88.5	60.6	5.0	นครนายก
32	90 km	นครนายก	ทม.นครนายก	ท่าช้าง	ศาลากลางจังหวัดนครนายก	14 12.67	101 12.28	235	87.8	58.6	5.0	นครนายก
33	90 km	นครนายก	ทม.นครนายก	บ้านใหญ่	หน้า ม.ศิลาทอง	14 12.58	101 13.16	236	89.0	61.3	5.0	นครนายก
34	90 km	นครนายก	ทม.นครนายก	วังกระโจม	ใกล้ อบต.วังกระโจม	14 11.20	101 12.42	237	86.5	62.2	5.0	นครนายก

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล(ต่อ)												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
35	90 km	นครนายก	ทม.นครนายก	พรหมณี	ทางเข้าอบต.พรหมณี	14 13.87	101 09.93	232	85.8	58.3	5.0	นครนายก
36	90 km	นครนายก	เมืองนครนายก	เขาพระ	ใกล้ อบต.เขาพระ	14 15.38	101 14.16	234	93.5	54.7	4.0	นครนายก
37	90 km	นครนายก	เมืองนครนายก	ศรีนาวา	ที่ทำการ อบต.ศรีนาวา	14 12.72	101 16.30	238	93.9	58.6	5.0	
38	100 km	นครนายก	เมืองนครนายก	สาริกา	ที่ทำการ อบต.สาริกา	14 15.37	101 16.03	235	96.2	56.9	5.0	
39	90 km	นครนายก	ปากพลี	เกาะหวาย	ที่ว่าการอำเภอปากพลี	14 09.78	101 16.13	241	90.7	67.3	5.0	
40	90 km	นครนายก	ปากพลี	เกาะโพธิ์	ทางเข้า อบต.เกาะโพธิ์	14 09.18	101 14.03	240	87.0	64.8	5.0	
41	100 km	นครนายก	ปากพลี	โคกกรวด	ที่ทำการ อบต.โคกกรวด	14 11.06	101 18.86	241	96.2	50.8	4.0	
42	90 km	นครนายก	ปากพลี	ปากพลี	ที่ทำการ อบต.ปากพลี	14 08.84	101 16.40	242	90.3	65.2	5.0	
43	100 km	นครนายก	ปากพลี	หนองแสง	ที่ทำการ อบต.หนองแสง	14 11.98	101 18.39	240	96.3	63.4	5.0	
44	80 km	นครนายก	บ้านนา	ป่าขะ	ที่ทำการอบต.ป่าขะ	14 17.97	101 04.40	224	83.5	54.3	4.0	
45	90 km	นครนายก	บ้านนา	เขาเพิ่ม	สถานีอนามัยต.เขาเพิ่ม	14 22.05	101 05.51	222	90.5	55.6	4.0	
46	90 km	นครนายก	บ้านนา	ศรีกะอาง	สนาม รร.หลังอบต.ศรีกะอาง	14 19.45	101 06.05	224	87.6	57.5	5.0	
47	60 km	นครนายก	องครักษ์	ทรายมูล	ที่ทำการ อบต.ทรายมูล	14 08.32	100 59.39	229	64.5	78.8	5.0	
48	50 km	นครนายก	องครักษ์	พระอาจารย์	ที่ทำการอบต.พระอาจารย์	13 58.12	100 57.88	243	51.6	82.6	5.0	
49	100 km	ราชบุรี	จอมบึง	จอมบึง	ที่ว่าการอ.จอมบึง	13 37.21	99 35.52	82	100.0	67.6	5.0	
50	70 km	ราชบุรี	ทม.บ้านโป่ง	บ้านโป่ง	First สนุกเกอร์อ.บ้านโป่ง	13 49.41	99 53.36	97	70.7	69.8	5.0	กรุงเทพฯ
51	70 km	ราชบุรี	ทม.โพธาราม	โพธาราม	แยกไปดำเนินสะดวก	13 42.31	99 53.61	86	70.0	63.5	5.0	โพธาราม

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล(ต่อ)												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
52	90 km	ราชบุรี	ปากท่อ	วังมะนาว	ตร.ทลแยกวังมะนาว	13 20.43	99 50.15	60	88.9	65.8	5.0	
53	80 km	ราชบุรี	วัดเพลง	วัดเพลง	ทางเข้าที่ว่าการอำเภอวัดเพลง	13 27.20	99 53.15	65	78.2	58.8	5.0	
54	90 km	กาญจนบุรี	ท่ามะกา	อุโลกสี่หมื่น	ลานโรงเรียนบ้านอุโลกสี่หมื่น	14 01.55	99 45.73	110	89.1	54.7	4.0	
55	90 km	กาญจนบุรี	ท่าม่วง	วังศาลา	สนามโรงเรียนวัดหนองเสือ	13 57.83	99 41.64	105	94.2	54.5	5.0	
56	100 km	กาญจนบุรี	ท่าม่วง	หนองตากยา	ศาลาประชาชนต.หนองตากยา	13 47.40	99 34.32	93	105.0	59.9	5.0	
57	>100 km	กาญจนบุรี	ท่าม่วง	เขาน้อย	Evergreen Hill Golf Club	13 49.54	99 28.39	95	115.0	56.4	4.0	
58	100 km	กาญจนบุรี	พนมทวน	พนมทวน	ข้าง รพ.อ.พนมทวน	14 07.37	99 41.24	115	101.0	62.5	5.0	
59	100 km	กาญจนบุรี	พนมทวน	พังตรุ	บ้านตลาดเขต อ.พนมทวน	14 15.52	99 49.49	127	95.4	53.2	4.0	
60	>100 km	กาญจนบุรี	ด่านมะขามเตี้ย	หนองไผ่	อบต.หนองไผ่	13 47.77	99 25.59	93	121.0	57.4	5.0	
61	90 km	สุพรรณบุรี	เมืองสุพรรณบุรี	ดอนโพธิ์ทอง	ไกล้ ที่ทำการอบต.ดอนโพธิ์ทอง	14 25.32	100 02.23	144	91.9	62.3	5.0	
62	100 km	สุพรรณบุรี	เมืองสุพรรณบุรี	บางกุ้ง	ที่ทำการ อบต.บางกุ้ง	14 27.34	100 00.73	144	96.1	58.4	5.0	
63	90 km	สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	บางปลาม้า	สนง.เทศบาลบางปลาม้า	14 24.14	100 08.19	149	84.3	55.4	5.0	
64	90 km	สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	วังน้ำเย็น	ที่ทำการอบต.วังน้ำเย็น	14 23.44	100 01.99	143	89.3	60.4	5.0	
65	80 km	สุพรรณบุรี	บางปลาม้า	วัดโบสถ์	ที่ทำการ อบต.วัดโบสถ์	14 20.10	100 03.78	142	82.5	62.2	4.0	
66	80 km	สุพรรณบุรี	ทม.สองพี่น้อง	สองพี่น้อง	ที่ว่าการอ.สองพี่น้อง	14 13.41	100 01.27	134	76.5	66.2	5.0	กรุงเทพฯ
67	60 km	สุพรรณบุรี	สองพี่น้อง	บางตาเถร	สถานีตำรวรบางตาเถร	14 09.43	100 07.90	136	62.8	69.8	5.0	
68	80 km	สุพรรณบุรี	สองพี่น้อง	หนองบ่อ	ที่ทำการ อบต.หนองบ่อ	14 12.92	99 55.45	128	83.9	60.6	5.0	

จุดทดสอบสัญญาณในช่วงการทดลองทดสอบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล(ต่อ)												
ลำดับ	รัศมี	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	สถานที่ทำการวัด	Lat	Long	Rx	km	Fv	QL	Indoor Reception
69	80 km	สุพรรณบุรี	สองพี่น้อง	บ่อสุพรรณ	ไกล้ ที่ทำการอบต.บ่อสุพรรณ	14 08.00	99 53.78	122	81.2	60.3	5.0	
70	100 km	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	อู่ทอง	ที่ว่าการ อ.อู่ทองจ.สุพรรณบุรี	14 22.50	99 53.55	135	98.1	57.0	5.0	
71	90 km	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	สระยายโสม	สถานีอนามัยตำบลสระยายโสม	14 16.67	99 54.04	131	90.2	56.7	5.0	
72	90 km	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	บ้านดอน	ที่ทำการ อบต. บ้านดอน	14 18.77	99 56.19	134	89.9	60.3	5.0	
73	90 km	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	ยุ้งทะลาย	ไกล้สถานีอนามัยตำบลยุ้งทะลาย	14 19.57	99 54.45	133	93.2	53.7	4.0	
74	100 km	สุพรรณบุรี	อู่ทอง	ดอนคา	ที่ทำการ อบต. ดอนคา	14 28.52	99 56.44	141	103.0	50.7	4.0	
75	50 km	นครปฐม	ทน.นครปฐม	พระปฐมเจดีย์	Big C ในตัวเมืองอ.เมือง	13 48.74	100 04.55	98	50.6	79.8	5.0	กรุงเทพฯ
76	<50km	นครปฐม	นครชัยศรี	ท่าตำหนัก	ธ.กสิกรไทย ถนน # 4 นครชัยศรี	13 49.95	100 10.53	95	39.6	82.4	5.0	
77	<50km	นครปฐม	ทม.สามพราน	สามพราน	หน้ารร.นายร้อยตำรวจ	13 43.86	100 12.99	86	35.1	81.6	5.0	กรุงเทพฯ
78	50 km	สมุทรสาคร	บ้านแพ้ว	บ้านแพ้ว	หน้า ธ.เพื่อการเกษตร	13 35.65	100 06.25	70	50.4	81.5	5.0	กรุงเทพฯ
79	70 km	สมุทรสงคราม	ทม.สมุทรสงคราม	แม่กลอง	ศูนย์ราชการจ.สมุทรสงคราม	13 24.69	100 00.07	57	69.6	63.4	5.0	สมุทรสงคราม
80	70 km	สมุทรสงคราม	อัมพวา	อัมพวา	ที่ว่าการอำเภออัมพวา	13 25.35	99 57.33	60	73.2	65.3	5.0	

จากการกำหนดจุดทดสอบสัญญาณจำนวน ๘๐จุด สามารถสรุปทดสอบแยกตามรายจังหวัด แยกตามระยะรัศมีและทั้งนี้ยังได้แบ่งกลุ่มจุดทดสอบสัญญาณในเบื้องต้นออกเป็น ๕กลุ่มเพื่อให้สอดคล้องกับแผนการจัดการทรัพยากร โดยแบ่งตามพื้นที่จังหวัดแสดงไว้ดังตารางดังนี้

ตารางสรุปจำนวนจุดทดสอบสัญญาณแยกตามรายชื่อจังหวัด			
ลำดับ	**จังหวัด**	**จำนวนจุด**	**กลุ่ม/จำนวนจุด**
1	กทม.	5	1/25
2	ราชบุรี	5	
3	กาญจนบุรี	7	
4	นครปฐม	3	
5	สมุทรปราการ	2	
6	สมุทรสาคร	1	
7	สมุทรสงคราม	2	
8	พระนครศรีอยุธยา	6	2/23
9	สระบุรี	2	
10	สุพรรณบุรี	14	
11	ปทุมธานี	1	
12	ชลบุรี	8	3/32
13	ฉะเชิงเทรา	3	
14	ปราจีนบุรี	3	
15	นครนายก	18	
	รวม	**80**	

ตารางสรุปจำนวนจุดทดสอบสัญญาณแยกตามระยะห่างของรัศมี			
ลำดับ	**รัศมี (กิโลเมตร)**	**จำนวนจุด**	
1	น้อยกว่า 50	9	
2	50	5	
3	60	4	
4	70	7	
5	80	12	
6	90	27	
7	100	14	
8	มากกว่า 100	2	
	รวม	**80**	

แบบรายงานผลการทดสอบ

สำนักงาน กสทช.	**แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)**	ผู้บันทึก _____ วันที่บันทึก ____/ ____ /____

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ _____ ตำบล แขวง/_____ อำเภอ เขต/_____จังหวัด_____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

_____

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล_____ (**1 – 0ให้คะแนน) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๔ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๑.๕ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้P_{in} = _____ dBm

๑.๖ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$= ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๗ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก P_{in}– $P_{in,\ min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ NonLine-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล แขวง/_____ อำเภอ เขต/_____จังหวัด_____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถวบ้านไม้ทาวน์เฮ้าส์บ้านเดี่ยวอาคารชุด]_____

๒.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อมอาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

_____

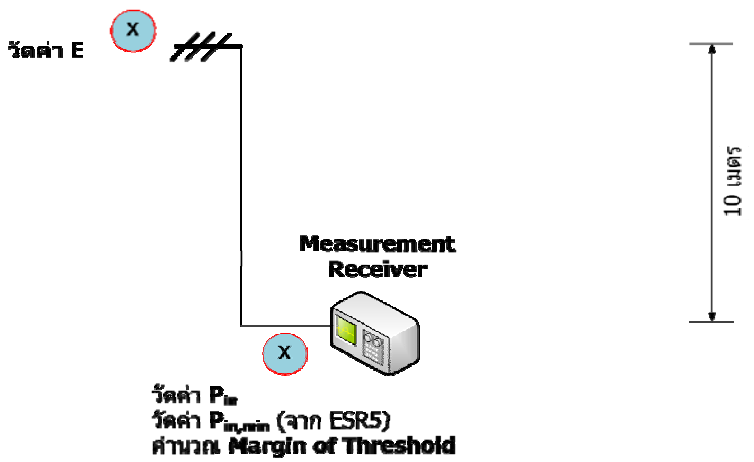
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล_____ (**1 – 0ให้คะแนน) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$= ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก P_{in}– $P_{in,\ min}$)



**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.	**แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ ในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2)**	ผู้บันทึก _____ วันที่บันทึก ____/ ____ /____

๑. สถานที่วัดสัญญาณ

๑.๑ สถานที่ _____ ตำบล แขวง/_____ อำเภอ เขต/_____จังหวัด_____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)]

_____

_____

๒. การวัดสัญญาณบริเวณภายนอกอาคาร

๒.๑ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล กรณี PLP0 _____ กรณี PLP1_____ (**1 – 0ให้คะแนน)

๒.๒ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ $E_{outdoor}$ = _____ dBμV/m

๒.๓ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้$P_{in,\ outdoor}$ = _____ dBm

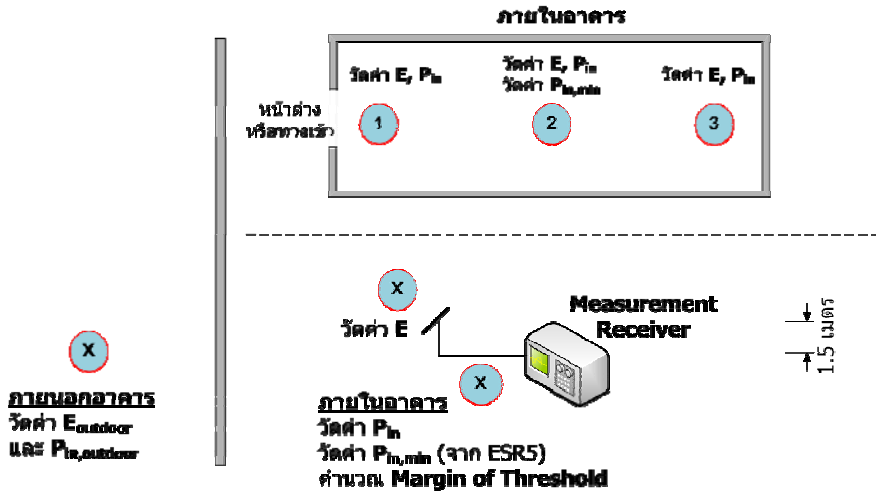
๒.๔ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 กรณี PLP0 $P_{in,min}$= ____ dBm

กรณี PLP1 $P_{in,min}$= ____ dBm

๒.๕ Margin of Threshold กรณี PLP0 = ____ dB และกรณี PLP1 =____ dB (ค่าจาก P_{in}– $P_{in,\ min}$)

๓. การวัดสัญญาณภายในอาคารชั้น ๑

๓.๑ บริเวณกึ่งกลางห้อง	๓.๒ บริเวณทางเข้าหรือหน้าต่าง	๓.๓ บริเวณที่ห่างจากทางเข้าหรือหน้าต่าง
คุณภาพของ ATV _____ (*5-0 ให้คะแนน) คุณภาพของ DTV PLP0 ___ PLP1___ E = _____ dBμV/m P_{in}= _____ dBm $_{(PLP0)}P_{in,min}$= ____ dBm|Margin= ____ $_{(PLP1)}P_{in,min}$= ____ dBm |Margin= ____	คุณภาพของ ATV _____(*5-0 ให้คะแนน) คุณภาพของ DTV PLP0 ___ PLP1___ E = _____ dBμV/m P_{in}= _____ dBm	คุณภาพของ ATV _____ (*5-0 ให้คะแนน) คุณภาพของ DTV PLP0 ___ PLP1___ E = _____ dBμV/m P_{in}= _____ dBm



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก

0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย

1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ

2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ

3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด

4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด

5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล

0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้

1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

บรรณานุกรม

๑. ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

๒. Choice of the DVB-T2 system variant v1.1, 3 January 2013 (Jan Doeven, NBTC-ITU project)

๓. Source coding and multiplex composition v1.1, 3January 2013 (Jan Doeven, NBTC-ITU project)

๔. เอกสารโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลDVB-T2 (สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบก)

๕. EBU Tech 3348 (May, 2012): Frequency and Network Planning Aspects of DVB-T2

๖. ETSI TR 101 290 V1.2.1 (2001-05): Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems

ภาคผนวก ง.

เอกสารสรุปผลการตรวจวัดสัญญาณ และผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล

(๑) ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

โครงการตรวจวัดสัญญาณตามโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2

เป้าประสงค์ของการทดลองวัดเพื่อ

การทดสอบระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบดิจิตอลแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ

ระยะที่ ๑ การทดสอบเพื่อยืนยันและหาค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย โดยเป้าประสงค์ของระยะที่ ๑ มีดังนี้

๑. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้พื้นที่ครอบคลุมมากที่สุด (Maximum Coverage)
๒. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ค่าความจุสูงสุด (Maximum Capacity)
๓. ทดสอบพารามิเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีการลงทุนต่ำที่สุด (กำลังส่งออกอากาศและจำนวนสถานีส่งเท่าที่จำเป็น)

ทั้งนี้ การทดสอบข้างต้นต้องมีความสอดคล้องกับนโยบายของ กสทช. ดังนี้

๑. สอดคล้องกับประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล อาทิ พื้นที่ครอบคลุม ระยะห่างการตั้งสถานี กำลังส่งออกอากาศ
ทั้งนี้ หากประกาศดังกล่าวมีอุปสรรคทางเทคนิค สามารถจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงได้
๒. สอดคล้องนโยบายกำหนดให้พื้นที่ในเขตเทศบาลต้องสามารถรับสัญญาณในลักษณะ portable indoor ได้

ตามแนวทางการทดสอบของคณะทำงานฯ ระยะที่ ๑ แบ่งออกเป็น ๒ การทดสอบ คือ

๑. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Fixed Outdoor Reception ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และเปรียบเทียบพื้นที่ครอบคลุมระหว่างโทรทัศน์แอนะล็อกและดิจิตอล
๒. การทดสอบการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor (Test A.2) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบพื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณแบบ Portable Indoor Reception บริเวณเขตเทศบาลเมืองซึ่งอยู่ภายในเขตบริการของสถานีอาคารใบหยก ๒ และยืนยันพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 ซึ่งสามารถให้บริการแบบ Portable Indoor ได้

ระยะที่ ๒ การทดสอบเพื่อหาค่าความจุที่เหมาะสมของมัลติเพล็กซ์ และอัตราข้อมูลที่เหมาะสมของช่องรายการแบบ SDTV และ HDTV

ระยะที่ ๓ การทดสอบอื่นๆ ตามความเหมาะสมและจำเป็น

ผลการตรวจวัดสัญญาณ ในวันที่ 19 ก.พ.56

ลำดับ	สถานที่	จังหวัด	อำเภอ	ระยะห่างทางอากาศจากอาคารใบหยก (กิโลเมตร)	Lat	Long	Power CH (dBμV)	ความชัดเจนภาพและเสียง (STB)	ระดับความแรงของสัญญาณ (%)	หมายเหตุ
1	หน้ามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต	ปทุมธานี	คลองหลวง	35.9	14 07 40	100 61 7	73.5	ชัดเจน	30	
2	สนามกีฬาจังหวัดอยุธยา	อยุธยา	เมือง	66.4	14 21 06	100 35 49.2	61.4	ชัดเจน	12	
3	ที่ว่าการอำเภอบางปะหัน	อยุธยา	บางปะหัน	78.3	14 27 45.4	100 32 49.7	39	ชัดเจน	5	
4	อาคารพาณิชย์ 2 ชั้น(ตรงข้ามวัดเจริญธรรม)	อยุธยา	บางปะหัน	79.15	14 26 50.9	100 43 16.4	60	ชัดเจน	51	
5	เทศบาลตำบลหินกอง	สระบุรี	หินกอง	81.27	14 24 02.8	100 53 48	40.7	ชัดเจน	31	
6	บริษัท Yanmar	สระบุรี	เมือง	92.53	14 30 52.9	100 53 47.6	54.7	ชัดเจน	63	
7	ตลาดวังน้อย	อยุธยา	วังน้อย	56.8	14 14 05.6	100 43 20	52	ชัดเจน	50	

ค่าพารามิเตอร์จากเครื่องมือวัด ตรงตามข้อกำหนดของกสทช.

R&S ETL Digital Overview S/N 102869, FW 2.60

Ch: --- RF 594.000000 MHz DVB-T2 8 MHz

* Att 0 dB
ExpLvl 61.25 dBµV

OLim
PSPA
75Ω

L1-pre signalling			
Bandwidth Extension	On	S1 (binary)	000
Guard Interval	19/256	S2 (binary)	1110
Pilot Pattern	PP4	System ID (hex)	0x8001
Transmission System	SISO	Cell ID (hex)	0x0
Data Symbols/Frame	59	Network ID (hex)	0x3085
L1-post Constellation	64 QAM	Frames/Superframe	2
L1-post Size	250	Tx ID Availability (hex)	0x0
L1-post Extension	Off	L1-post Info Size	318
L1 Repetition	Off	Regeneration Flag	0
L1-post Code Rate	1/2	Frequencies	1
L1-post FEC Type	Short	RF Index	0
PAPR	L1-ACE & TR	CRC32 (hex)	0xB982DB38
Stream Type	TS only	Reserved (hex)	0x0
T2 Version	1.2.1		

Lvl 38.6dBµV | BER 0.0e-9 | MER 20.6dB DEMOD PLP:0

Date: 19.FEB.2013 16:18:15

รายชื่อหน่วยงานที่ร่วมทำการตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 19 ก.พ.56

1. ททบ.

2. NBT

3. ThaiPBS

4. บริษัท ROHDE&SCHWARZ

5. บริษัท สามารถวิศวกรรม

6. บริษัท Lox Ley

จุดที่1 หน้ามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต

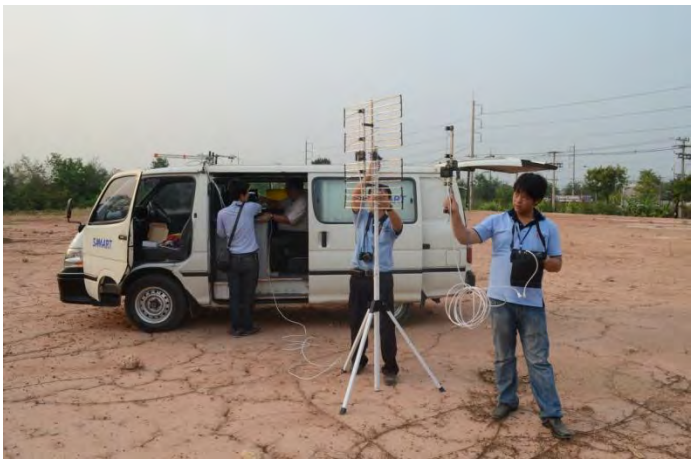
จุดที่2 สนามกีฬาจังหวัดอยุธยา

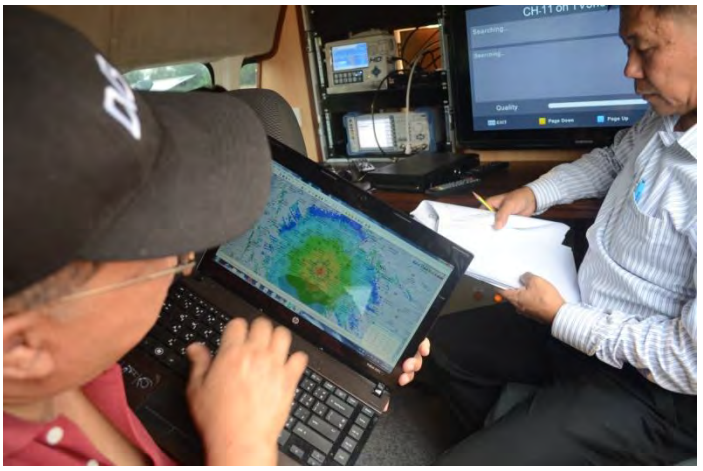
จุดที่3 ที่ว่าการอำเภอบางปะหัน

จุดที่4 อาคารพาณิชย์ 2 ชั้น(ตรงข้ามวัดเจริญธรรม)

จุดที่5 เทศบาลตำบลหินกอง

จุดที่6 บริษัท Yanmar อ.เมือง จ.สระบุรี





จุดที่7 ตลาดวังน้อย

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ ม.ธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ตำบล/แขวง คลองหนึ่ง อำเภอ/เขต คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี

Latitude 14 07 40 Longitude 100 61 7 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] มหาวิทยาลัย

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ที่โล่ง

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 5 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 73.5 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

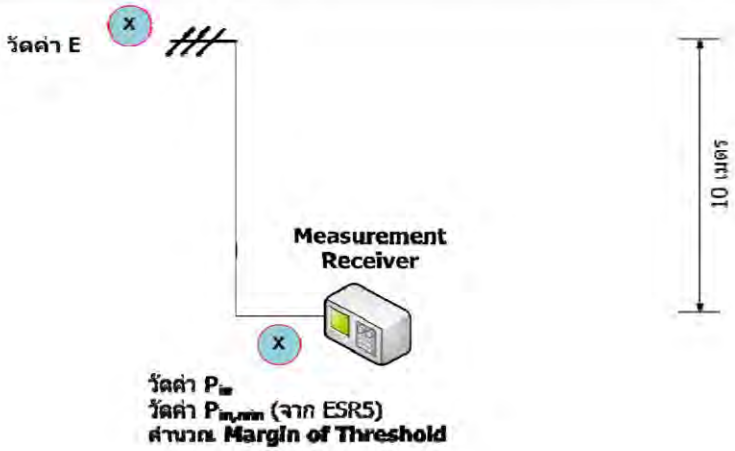
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ สนามกีฬาจังหวัดอยุธยา ตำบล/แขวง ไผ่ลิง อำเภอ/เขต พระนครศรีอยุธยา จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

Latitude 14 21 06 Longitude 100 35 49.2 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] สนามกีฬา

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ที่โล่ง

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 4 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 61.4 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

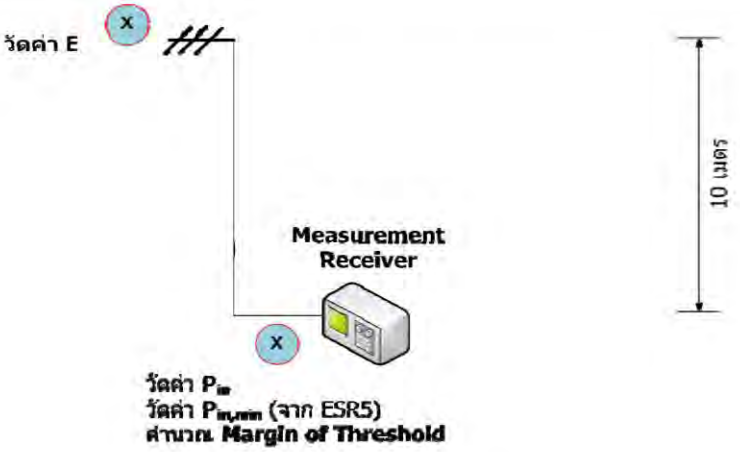
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ ที่ว่าการอำเภอบางปะหัน ตำบล/แขวง บางปะหัน อำเภอ/เขต บางปะหัน จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

Latitude 14 27 45.4 Longitude 100 32 49.7 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] หน่วยงานราชการ

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ที่โล่ง

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 3 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 39 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,\,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

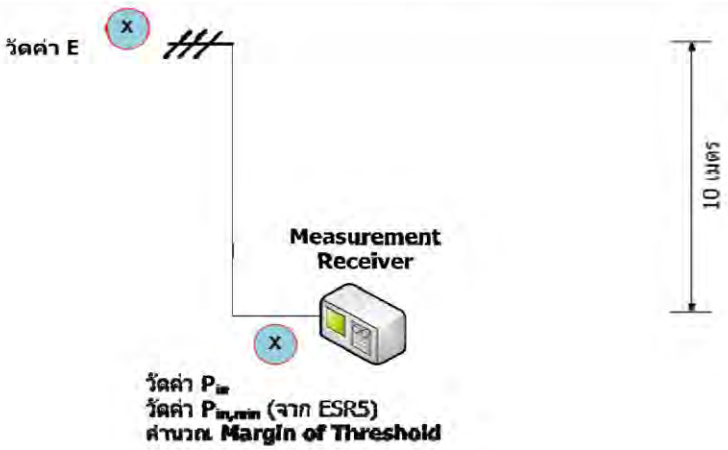
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,\,min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ อาคารพาณิชย์ ตำบล/แขวง เจริญธรรม อำเภอ/เขต ภาชี จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

Latitude 14 26 50.9 Longitude 100 43 16.4 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] อาคารพาณิชย์ 2 ชั้น

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ชุมชน

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 4 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 60 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,\ min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

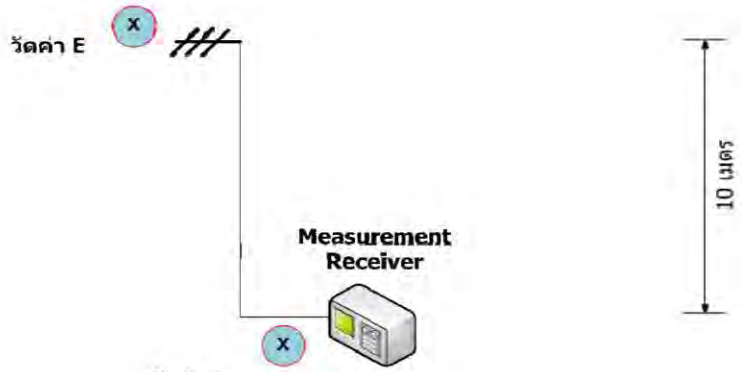
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,\ min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ บริษัท Yanmar ตำบล/แขวง หินกอง อำเภอ/เขต หินกอง จังหวัด สระบุรี

Latitude 14 30 52.9 Longitude 100 53 47.6 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] อาคารพาณิชย์

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ที่โล่ง

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 3 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 54.7 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

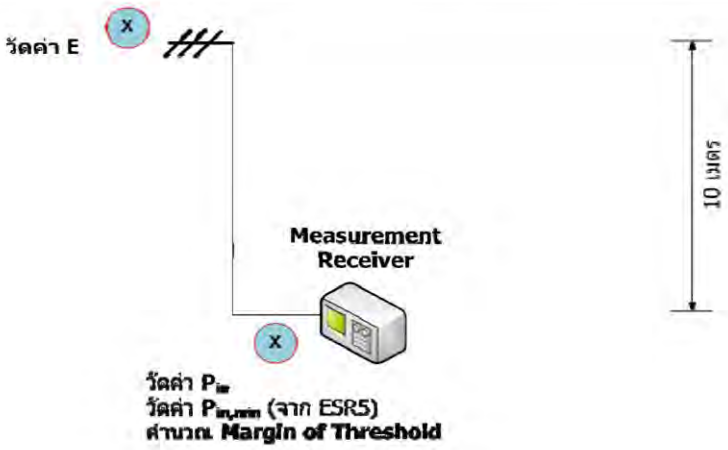
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ ตลาดวังน้อย ตำบล/แขวง วังน้อย อำเภอ/เขต วังน้อย จังหวัด พระนครศรีอยุธยา

Latitude 14 14 05.6 Longitude 100 43 20 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] ตลาด

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ชุมชน

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 4 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 52 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

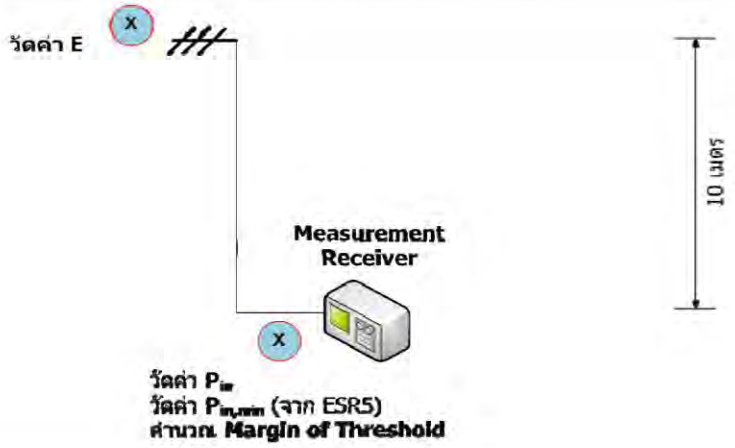
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)



*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

สำนักงาน กสทช.

แบบรายงานผลการทดสอบการรับสัญญาณ
ในลักษณะ Fixed Outdoor (Test A.1)

ผู้บันทึก นายศักรินทร์ จันทรเสนา

วันที่บันทึก 19 / 02 / 56

๑. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Line-of-Sight

๑.๑ สถานที่ เทศบาลตำบลหินกอง ตำบล/แขวง ห้วยทราย อำเภอ/เขต หนองแค จังหวัด สระบุรี

Latitude 14 24 02.8 Longitude 100 53 48 (ในหน่วย degree minute second)

๑.๒ ลักษณะของอาคารหรือบ้านเรือน [อาทิ ตึกแถว บ้านไม้ ทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยว อาคารชุด] หน่วยงานราชการ

๑.๓ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] ที่โล่ง

๑.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก 4 (ให้คะแนน 0 – 5*)

๑.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล 1 (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = 40.7 dBμV/m

๑.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๑.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๑.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)

๒. สถานที่วัดสัญญาณแบบ Non Line-of-Sight

๒.๑ สถานที่ _____ ตำบล/แขวง _____ อำเภอ/เขต _____ จังหวัด _____

Latitude _____ Longitude _____ (ในหน่วย degree minute second)

๒.๒ ข้อมูลสภาพแวดล้อม [อาทิ ที่โล่ง เมือง ตึกสูง ชุมชน คลอง พร้อมรายละเอียดและแนบภาพถ่าย (ถ้ามี)] _____

๒.๓ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก _____ (ให้คะแนน 0 – 5*)

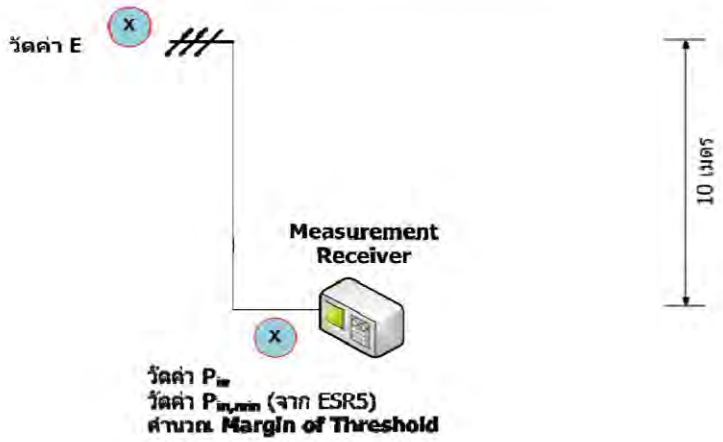
๒.๔ คุณภาพของการรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล _____ (ให้คะแนน 0 – 1**) (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๕ ความแรงสนามไฟฟ้าที่วัดได้ E = _____ dBμV/m

๒.๖ กำลังของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับที่วัดได้ P_{in} = _____ dBm

๒.๗ กำลังต่ำสุดของสัญญาณขาเข้าเครื่องรับโดยการทดสอบแบบ ESR5 $P_{in,min}$ = ____ dBm (ทดสอบโดยอาศัย PLP0)

๒.๘ Margin of Threshold = ____ dB (ค่าจาก $P_{in} - P_{in,min}$)



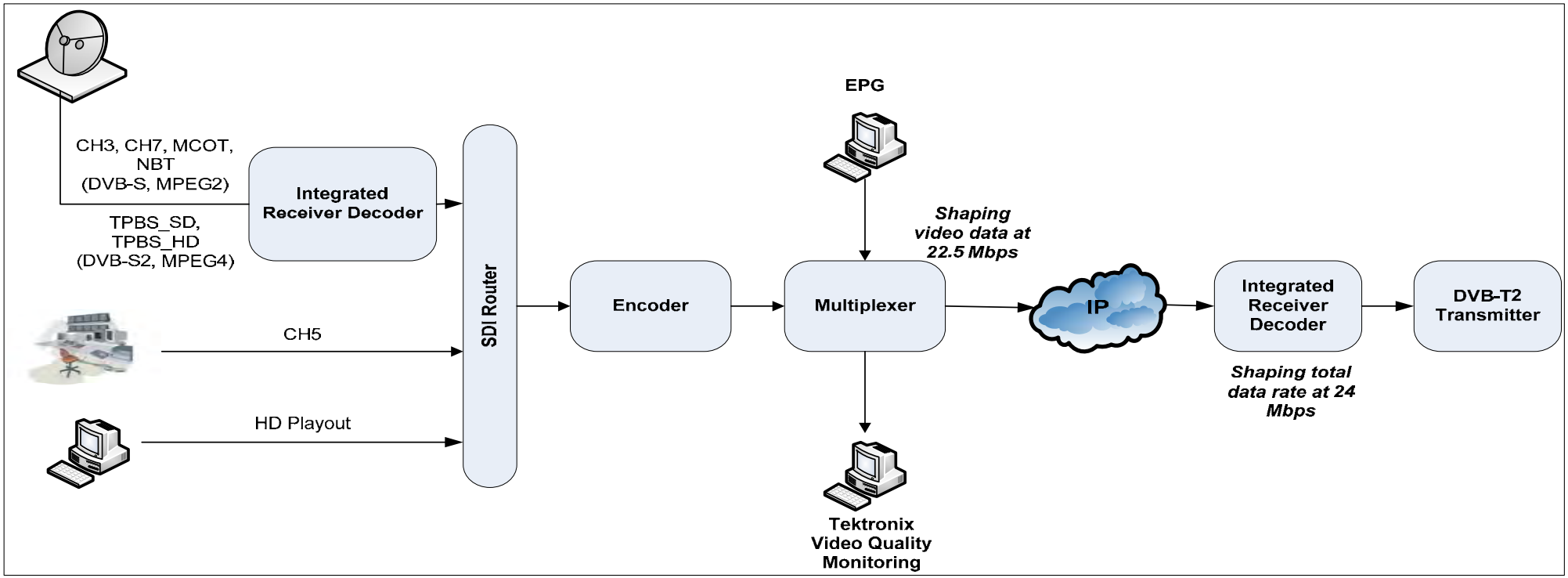
*คุณภาพของการรับสัญญาณแอนะล็อก
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย
1 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงสั้นๆ
2 – รับสัญญาณได้เป็นช่วงยาวๆ
3 – รับสัญญาณได้แต่ภาพไม่คมชัด
4 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัด
5 – รับสัญญาณได้และภาพคมชัดมาก

**คุณภาพของการรับสัญญาณดิจิตอล
0 – ไม่สามารถรับสัญญาณได้
1 – สามารถรับสัญญาณได้ชัด

(๒) สรุปผลการเยี่ยมชม และวิเคราะห์ระบบส่ง DVB-T2 ของ ททบ. ๕

การเยี่ยมชมระบบส่งสัญญาณ DVB-T2 ของช่อง 5

Block Diagram



Source Video

1. สัญญาณภาพส่วนหนึ่งได้จากดาวเทียม CH3, CH7, MCOT, NBT จาก DVB-S, MPEG2 ส่วน TPBS_SD และ TPBS_HD จาก DVB-S2, MPEG4
2. สัญญาณภาพจาก CH5 เป็นสัญญาณตรงจาก Head end ช่อง 5
3. HD Playout เล่นตรงจาก video server

Encoder and Multiplexer

1. กำหนดช่องรายการ SD 6 ช่อง (CH3, CH5, CH7, MCOT, NBT, TPBS_SD) และ HD 2 ช่อง (HD Playout, TPBS_HD)
2. การกำหนด Data rate สำหรับสัญญาณ Video คือ SD (ช่วง 1-3 Mbps) HD (ช่วง 2 - 7 Mbps)
3. แต่ละช่องรายการมี Audio แบบ Stereo มีสองช่องเสียง โดยกำหนดให้ data rate ที่ 64 kbps ในแต่ละช่องเสียง
4. กำหนดการ Traffic Shaping ที่ Multiplexer โดยควบคุม Data Rate เฉพาะสัญญาณ Video รวมที่ **22.5 Mbps**
5. กำหนด Traffic Shaping ที่ปลายทาง (ดีกใบหยก) ก่อนเข้าเครื่องส่งโดยควบคุม Data Rate รวมทั้งหมดที่ **24 Mbps**

ผลการตรวจสอบ (ดูข้อมูลใน TAB อื่นประกอบ)

1. Data Rate ที่วัดได้ของสัญญาณ Video รวมไม่เกิน 22.5 Mbps และ สัญญาณรวม (Video + Audio) อยู่ไม่เกิน 23.6 Mbps ในทั้งสามช่วงเวลาวัด (One Hour, One Day, One Week)
2. ข้อมูล data rate ของ EPG อยู่ประมาณ 300 kbps แต่เป็นข้อมูลแบบขณะหนึ่งยังไม่มีข้อมูลเฉลี่ยระยะยาว ต้องทำการตรวจสอบอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อรวมกับ EPG แล้วค่าไม่เกิน 24 Mbps
3. ค่าเฉลี่ยของช่อง HD อยู่ประมาณ 5.2 Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง HD มีการบีบอัดที่สูงค่า Data rate ได้ต่ำกว่าที่ประมาณการจากการคำนวณที่ 6 Mbps
4. ค่าเฉลี่ยของช่อง SD อยู่ประมาณ 2.3 Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง SD มีการบีบอัดทีต่ำกว่าที่ประมาณการไว้ คือ ได้ Data rate สูงกว่าการคำนวณที่ 1.7 Mbps
5. ค่า Data rate ที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลการบีบอัด GOP Length ซึ่ง SD จะมีค่าเฉลี่ย GOP Length ที่ประมาณ 24.7 fps (ซึ่งใกล้เคียงกับ Frame Rate 25 fps) ซึ่งเป็นการบีบอัดระดับปกติ
6. ค่า Data rate กับ GOP Length ของ HD จะมีค่า GOP Length ที่ประมาณ 29 - 32 fps ซึ่งสูงกว่า Frame rate ที่ 25 fps เป็นตัวบ่งบอกถึงการบีบอัดที่สูงกว่าปกติ
7. การ monitor คุณภาพของทุกช่องทั้งแบบ QOE และ eMOS ผลคือภาพที่ได้มีคุณภาพดีตลอดช่วงเวลา
8. จากข้อ 3, 4 มีความเป็นได้สูงที่ algorithm ของ Encoder + Multiplexer มีการบีบอัด HD ได้มากจึงมี Bandwidth เหลือมากโดย SD จะทำการบีบอัดน้อยลง ค่า data rate จึงสูงกว่าประมาณการ
9. เพื่อพิสูจน์ข้อ 8 สามารถทดสอบสมมติฐานได้สองทางคือ
   9.1 ทำการเพิ่มช่อง SD เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งช่องแล้ว monitor คุณภาพภาพของ SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป
   9.2 ใช้จำนวนช่อง 6SD 2HD เหมือนเดิม แต่ทำการลด traffic shaping ที่ Mulitplexer จาก 22.5 Mbps เป็น 21 Mbps และ monitor คุณภาพภาพของ SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป
10. ผลลัพธ์จากทำการข้อ 9 จะเป็นข้อมูลบ่งบอกว่าระบบยังมี Bandwidth เหลือ ที่สามารถรองรับข้อมูลมากขึ้นได้อีกหรือไม่ และ เท่าใด

Data rate statistics of all channels in one hour, one day and one week duration

No.	Channel	One Hour				One Day				One Week			
		Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio	Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio	Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio
1	CH.3	2.001	67.979	67.77	2.137	2.177	68.026	67.827	2.313	2.24	68.004	67.878	2.376
		(1.183, 2.954)	(67.678, 68.323)	(67.612, 67.911)		(0.99, 3)	(67.626, 69.224)	(67.498, 70.114)		(0.99, 3)	(37.615, 70.631)	(67.498, 70.373)	
2	CH.5	2.252	68.148	70.495	2.391	2.339	68.146	70.082	2.477	2.324	67.35	69.14	2.460
		(1.007, 2.938)	(67.8, 70.086)	(70.488, 70.5)		(0.99, 3)	(67.420, 70.387)	(66.724, 70.673)		(0.99, 3)	(0, 70.495)	(0, 71.017)	
3	CH.7	2.684	68.473	68.495	2.821	2.332	68.228	68.224	2.468	2.188	68.393	68.392	2.325
		(0.999, 2.999)	(67.835, 69.338)	(67.757, 69.209)		(0.99, 3)	(67.551, 70.359)	(67.601, 69.689)		(0.99, 3)	(66.737, 70.702)	(66.737, 70.499)	
4	MCOT	1.748	67.975	68.055	1.884	2.078	67.752	67.783	2.214	2.155	68.011	68.032	2.291
		(0.999, 2.769)	(67.592, 69.028)	(67.654, 69.028)		(0, 3)	(0, 69.028)	(0, 69.028)		(0, 3)	(0, 70.673)	(0, 70.702)	
5	NBT	2.469	67.765	67.783	2.605	1.986	67.721	67.721	2.121	2.013	67.845	67.848	2.149
		(0.999, 3)	(67.570, 68.495)	(67.613, 68.478)		(0, 3)	(0, 68.546)	(0, 68.572)		(0, 3)	(0, 68.787)	(0, 68.751)	
6	TPBS_SD	1.523	68.28	68.337	1.660	1.512	68.164	68.162	1.648	1.525	68.202	68.294	1.661
		(1.006, 2.999)	(67.748, 70.5)	(67.845, 70.5)		(0, 3)	(0, 70.702)	(0, 70.5)		(0, 3)	(0, 70.702)	(0, 70.702)	
7	HD Playout	4.738	67.903	69.026	4.875	5.011	67.861	68.994	5.148	5.045	68.048	70.271	5.183
		(2, 6.843)	(67.714, 68.255)	(69.019, 69.031)		(0, 6.999)	(0, 68.581)	(0, 70.499)		(0, 7)	(0,70.744)	(0, 70.501)	
8	TPBS_HD	5.077	68.34	68.353	5.214	5.052	68.352	68.355	5.189	5.008	68.353	68.356	5.145
		(2, 6.999)	(67.817, 70.498)	(67.775, 70.498)		(2, 7)	(67.576, 70.499)	(67.542, 70.673)		(3, 7)	(67.338, 70.688)	(67.465, 70.688)	
Total Bit rate		**22.492**	**544.863**	**548.314**	**23.585**	**22.487**	**544.250**	**547.148**	**23.578**	**22.498**	**544.206**	**548.211**	**23.590**

Note Total video bit rate shaping at 22.5 Mbps
Total bit rate shaping at 24 Mbps

Video Quality Statistics of all channel in one hour, one day and one week duration

No.	Channel	One Hour									
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	min_gop_length (Low Compression)	average_gop_length	max_gop_length (High Compression)	discontinuity_count
1	CH.3	76	91.9023	93	4.150	4.2103	4.35	8	24.820	68	9
2	CH.5	64	92.6475	94	4.250	4.2798	4.45	8	24.810	64	8
3	CH.7	81	92.9378	93	4.050	4.2705	4.55	8	25.060	68	11
4	MCOT	66	93.3053	96	4.200	4.3184	4.65	8	24.420	60	12
5	NBT	76	92.8855	96	4.250	4.2794	4.95	6	24.660	68	10
6	TPBS_SD	42	92.768	96	4.250	4.3035	4.6	8	24.450	64	13
7	HD Playout	61	92.1581	97	4.200	4.2475	4.45	8	31.040	48	16
8	TPBS_HD	58	93.1833	100	4.100	4.347	5	8	32.340	48	18

No.	Channel	One Day									
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	min_gop_length (Low Compression)	average_gop_length	max_gop_length (High Compression)	discontinuity_count
1	CH.3	76	92.3289	96	3.300	4.2385	5	4	24.660	68	15
2	CH.5	78	92.8269	96	3.400	4.2759	4.7	6	24.820	72	8
3	CH.7	56	92.7752	97	2.650	4.2679	4.8	6	24.760	68	17
4	MCOT	0	92.3587	97	3.450	4.256	5	6	24.570	68	12
5	NBT	0	92.7161	96	3.950	4.2834	4.95	2	24.680	68	15
6	TPBS_SD	0	92.3305	100	3.050	4.2967	5	1	24.700	68	21
7	HD Playout	0	92.2857	100	3.650	4.2409	5	7	29.370	48	23
8	TPBS_HD	53	92.7466	100	3.100	4.2739	5	8	32.480	48	20

No.	Channel	One Week									
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	min_gop_length (Low Compression)	average_gop_length	max_gop_length (High Compression)	discontinuity_count
1	CH.3	74	92.343	97	0.000	4.2377	5	4	24.720	68	16
2	CH.5	78	92.8432	97	3.100	4.2797	5	4	24.760	72	8
3	CH.7	56	93.2891	100	0.000	4.3209	5	4	24.680	72	17
4	MCOT	0	92.4582	100	1.200	4.2504	5	6	24.630	72	17
5	NBT	0	92.8529	100	3.150	4.2787	5	2	24.770	72	19
6	TPBS_SD	0	91.9839	100	2.600	4.2936	5	1	24.730	72	36
7	HD Playout	0	92.3448	100	3.450	4.2405	5	7	29.430	74	28
8	TPBS_HD	53	92.7421	100	2.500	4.2732	5	8	32.500	48	20

Tektror One Hour Statistics Report

port_number	port_name	transport_number	program_number	program_name	primary_video_pid_number	average_video_quality	max_video_quality	min_video_quality	primary_audio_pid_number	average_audio_quality
0	Port 0	1	1	CH.3	513	91.9023	93	76	769	100
0	Port 0	1	2	CH.5	514	92.6475	94	64	771	99.9604
0	Port 0	1	3	CH.7	515	92.9378	93	81	773	100
0	Port 0	1	4	MCOT	516	93.3053	96	66	775	99.9657
0	Port 0	1	5	NBT	517	92.8855	96	76	777	100
0	Port 0	1	6	TPBS_SD	518	92.768	96	42	779	99.827
0	Port 0	1	7	HD Playout	519	92.1581	97	61	781	100
0	Port 0	1	8	TPBS_HD	520	93.1833	100	58	783	100

Tektror One Day Statistics Report

port_number	port_name	transport_number	program_number	program_name	primary_video_pid_number	average_video_quality	max_video_quality	min_video_quality	primary_audio_pid_number	average_audio_quality
0	Port 0	1	1	CH.3	513	92.3289	96	76	769	99.9946
0	Port 0	1	2	CH.5	514	92.8269	96	78	771	100
0	Port 0	1	3	CH.7	515	92.7752	97	56	773	100
0	Port 0	1	4	MCOT	516	92.3587	97	0	775	99.8091
0	Port 0	1	5	NBT	517	92.7161	96	0	777	99.8134
0	Port 0	1	6	TPBS_SD	518	92.3305	100	0	779	99.8247
0	Port 0	1	7	HD Playout	519	92.2857	100	0	781	99.9018
0	Port 0	1	8	TPBS_HD	520	92.7466	100	53	783	99.9978

Tektror One Week Statistics Report

port_number	port_name	transport_number	program_number	program_name	primary_video_pid_number	average_video_quality	max_video_quality	min_video_quality	primary_audio_pid_number	average_audio_quality
0	Port 0	1	1	CH.3	513	92.343	97	74	769	99.9963
0	Port 0	1	2	CH.5	514	92.8432	97	78	771	98.851
0	Port 0	1	3	CH.7	515	93.2891	100	56	773	100
0	Port 0	1	4	MCOT	516	92.4582	100	0	775	99.9646
0	Port 0	1	5	NBT	517	92.8529	100	0	777	99.9651
0	Port 0	1	6	TPBS_SD	518	91.9839	100	0	779	99.9185
0	Port 0	1	7	HD Playout	519	92.3448	100	0	781	99.978
0	Port 0	1	8	TPBS_HD	520	92.7421	100	53	783	99.9997

program_name	max_audio_quality	min_audio_quality	average_volume_level	max_volume_level	min_volume_level	average_dialnorm	average_bitrate (bps)	discontinuity_count	min_gop_length
CH.3	100	100	-24.252	-18.7468	-40.2262		2,129,484.686	9	8
CH.5	100	92	-23.6251	-19.4	-32.6204		2,428,252.996	8	8
CH.7	100	100	-22.4649	-15.5242	-34.5646		2,805,135.495	11	8
MCOT	100	92	-20.9845	-13.8386	-140.9774		1,823,858.114	12	8
NBT	100	100	-27.223	-23.4419	-140.988		2,527,819.322	10	6
TPBS_SD	100	90	-26.106	-20.2045	-140.9834		1,702,981.011	13	8
HD Playout	100	100	-20.8161	-13.4691	-140.6814		4,898,092.879	16	8
TPBS_HD	100	100	-25.9967	-19.6522	-140.9893		5,259,634.854	18	8

program_name	max_audio_quality	min_audio_quality	average_volume_level	max_volume_level	min_volume_level	average_dialnorm	average_bitrate (bps)	discontinuity_count	min_gop_length
CH.3	100	90	-22.9431	-14.7862	-43.9757		2,315,956.419	15	4
CH.5	100	100	-24.4248	-17.9786	-83.4079		2,477,040.460	8	6
CH.7	100	100	-19.9334	-12.284	-82.0341		2,463,510.222	17	6
MCOT	100	0	-21.1885	-10.5347	-140.9774		2,213,162.964	12	6
NBT	100	0	-27.9714	-22.9454	-140.988		2,114,057.735	15	2
TPBS_SD	100	0	-22.7935	-14.6743	-140.9834		1,650,132.032	21	1
HD Playout	100	0	-19.6069	-11.8383	-140.8164		5,157,450.738	23	7
TPBS_HD	100	90	-22.8041	-14.7078	-140.9894		5,185,152.778	20	8

23,576,463.346

program_name	max_audio_quality	min_audio_quality	average_volume_level	max_volume_level	min_volume_level	average_dialnorm	average_bitrate (bps)	discontinuity_count	min_gop_length
CH.3	100	16	-21.9561	-12.1125	-140.9899		2,375,780.358	16	4
CH.5	100	0	-24.927	-16.8805	-140.9966		2,460,830.951	8	4
CH.7	100	100	-20.6234	-11.9838	-140.9896		2,324,580.028	17	4
MCOT	100	0	-21.0868	-9.2386	-140.9774		2,290,871.221	17	6
NBT	100	0	-27.6539	-22.3502	-140.9923		2,147,603.732	19	2
TPBS_SD	100	0	-24.5497	-13.1614	-140.9834		1,661,358.265	36	1
HD Playout	100	0	-19.5828	-11.8189	-141.068		5,183,509.660	28	7
TPBS_HD	100	90	-24.5554	-11.5252	-140.9894		5,144,009.653	20	8

23,588,543.868

Video + 2 x 64k-Audio

program_name	average_gop_length	max_gop_length	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	availability_percent	error_seconds	closed_caption_percent	distance_from_dialnorm
CH.3	24.82	68	4.15	4.2103	4.35	100	0	0	
CH.5	24.81	64	4.25	4.2798	4.45	100	0	0	
CH.7	25.06	68	4.05	4.2705	4.55	100	0	0	
MCOT	24.42	60	4.2	4.3184	4.65	100	0	0	
NBT	24.66	68	4.25	4.2794	4.95	100	0	0	
TPBS_SD	24.45	64	4.25	4.3035	4.6	100	0	0	
HD Playout	31.04	48	4.2	4.2475	4.45	100	0	0	
TPBS_HD	32.34	48	4.1	4.347	5	100	0	0	

program_name	average_gop_length	max_gop_length	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	availability_percent	error_seconds	caption_percent	distance_from_dialnorm
CH.3	24.66	68	3.3	4.2385	5	100	0	0	
CH.5	24.82	72	3.4	4.2759	4.7	100	0	0	
CH.7	24.76	68	2.65	4.2679	4.8	100	0	0	
MCOT	24.57	68	3.45	4.256	5	100	0	0	
NBT	24.68	68	3.95	4.2834	4.95	100	0	0	
TPBS_SD	24.7	68	3.05	4.2967	5	100	0	0	
HD Playout	29.37	48	3.65	4.2409	5	100	0	0	
TPBS_HD	32.48	48	3.1	4.2739	5	100	0	0	

program_name	average_gop_length	max_gop_length	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality	availability_percent	error_seconds	closed_caption_percent	distance_from_dialnorm
CH.3	24.72	68	0	4.2377	5	100	0	0	
CH.5	24.76	72	3.1	4.2797	5	100	0	0	
CH.7	24.68	72	0	4.3209	5	100	0	0	
MCOT	24.63	72	1.2	4.2504	5	100	0	0	
NBT	24.77	72	3.15	4.2787	5	100	0	0	
TPBS_SD	24.73	72	2.6	4.2936	5	100	0	0	
HD Playout	29.43	74	3.45	4.2405	5	100	0	0	
TPBS_HD	32.5	48	2.5	4.2732	5	100	0	0	

program_name	audio_pid_lang	audio_pid_number_2nd	audio_pid_lang_2nd	avg_volume_lvl_2nd	max_volume_lvl_2nd	min_volume_lvl_2nd	avg_dialnorm_2nd	dist_from_dialnorm_2nd	Sentry_name
CH.3		770		-21.5589	-18.1045	-27.3402			sentry201.msi.local
CH.5		772		-99.0066	-92.185	-140.964			sentry201.msi.local
CH.7		774		-21.3149	-13.9825	-34.6404			sentry201.msi.local
MCOT		776		-23.7592	-15.1551	-140.9854			sentry201.msi.local
NBT		778		-27.3288	-23.5664	-140.9883			sentry201.msi.local
TPBS_SD		780		-27.1554	-19.5607	-140.9822			sentry201.msi.local
HD Playout		782		-140.9897	-140.9897	-140.9897			sentry201.msi.local
TPBS_HD		784		-27.3646	-20.4533	-140.9897			sentry201.msi.local

program_name	audio_pid_lang	_number_2nd	audio_pid_lang_2nd	avg_volume_lvl_2nd	max_volume_lvl_2nd	min_volume_lvl_2nd	avg_dialnorm_2nd	dist_from_dialnorm_2nd	Sentry_name
CH.3		770		-21.673	-17.5039	-140.9836			sentry201.msi.local
CH.5		772		-33.105	-18.7532	-140.967			sentry201.msi.local
CH.7		774		-18.8185	-11.1836	-80.5889			sentry201.msi.local
MCOT		776		-21.4969	-10.7712	-140.9854			sentry201.msi.local
NBT		778		-27.9654	-22.8705	-140.9883			sentry201.msi.local
TPBS_SD		780		-22.8955	-13.3258	-140.9822			sentry201.msi.local
HD Playout		782		-140.9897	-140.9897	-140.9897			sentry201.msi.local
TPBS_HD		784		-22.8777	-14.6441	-140.9897			sentry201.msi.local

program_name	audio_pid_lang	_number_2nd	audio_pid_lang_2nd	avg_volume_lvl_2nd	max_volume_lvl_2nd	min_volume_lvl_2nd	avg_dialnorm_2nd	dist_from_dialnorm_2nd	Sentry_name
CH.3		770		-21.6457	-17.0047	-140.9874			sentry201.msi.local
CH.5		772		-32.5096	-18.6171	-140.9845			sentry201.msi.local
CH.7		774		-19.533	-10.9275	-140.99			sentry201.msi.local
MCOT		776		-22.2996	-10.6899	-140.9854			sentry201.msi.local
NBT		778		-27.6591	-22.08	-140.9892			sentry201.msi.local
TPBS_SD		780		-24.4958	-13.3258	-140.9822			sentry201.msi.local
HD Playout		782		-140.9897	-140.9897	-140.9897			sentry201.msi.local
TPBS_HD		784		-24.4971	-13.8082	-140.9897			sentry201.msi.local

program_name	rpt_start_date_yyyymmdd	rpt_start_time	rpt_end_date_yyyymmdd	rpt_end_time	csv_version
CH.3	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
CH.5	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
CH.7	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
MCOT	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
NBT	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
TPBS_SD	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
HD Playout	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2
TPBS_HD	20130312	13:59:47+07	20130312	14:59:47+07	2

program_name	rpt_start_date_yyyymmdd	rpt_start_time	rpt_end_date_yyyymmdd	rpt_end_time	csv_version
CH.3	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
CH.5	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
CH.7	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
MCOT	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
NBT	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
TPBS_SD	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
HD Playout	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2
TPBS_HD	20130311	14:00:00+07	20130312	14:43:33+07	2

program_name	rpt_start_date_yyyymmdd	rpt_start_time	rpt_end_date_yyyymmdd	rpt_end_time	csv_version
CH.3	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
CH.5	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
CH.7	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
MCOT	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
NBT	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
TPBS_SD	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
HD Playout	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2
TPBS_HD	20130305	14:00:00+07	20130312	14:39:45+07	2

(๓) สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE

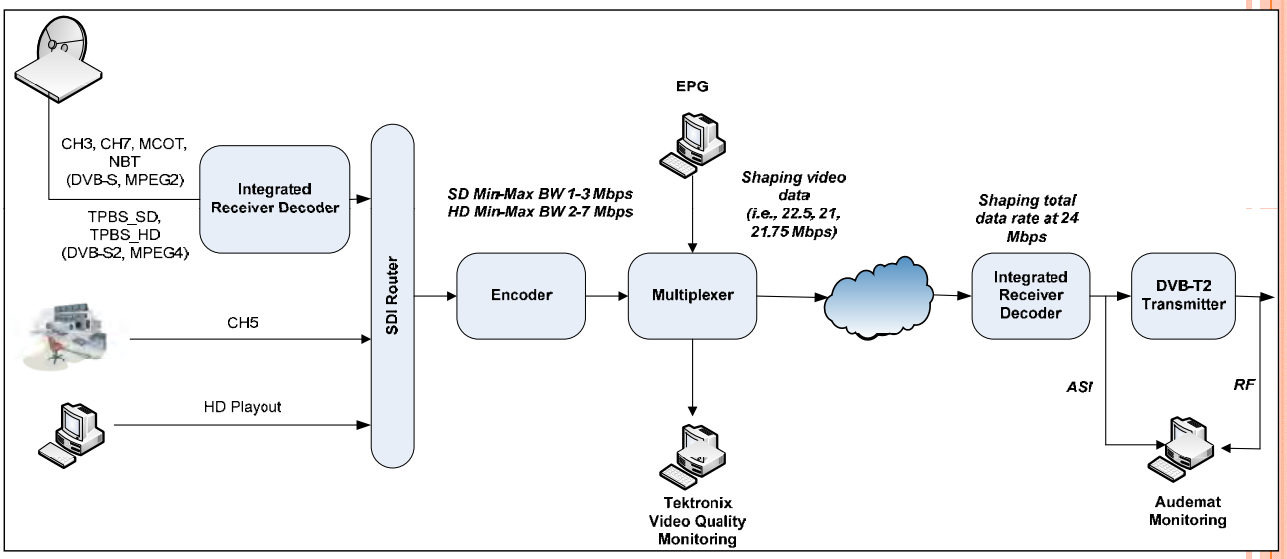
สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่องการปรับเปลี่ยนค่า VIDEO BIT RATE

23 เมษายน 2556

การทดลองในช่วงที่ผ่านมา

1. Test 1 - การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ 22.5 Mbps
2. Test 2 - การปรับเปลี่ยน Video Min Bit Rate
3. Test 3 - การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ 21 Mbps
4. Test 4 - การวัดคุณภาพภาพและวัด Bit rate กรณีกำหนด Video shaping หรือ Video Pooling ที่ 21.75 Mbps

โครงสร้างระบบ



SOURCE VIDEO

1. สัญญาณภาพส่วนหนึ่งได้จากดาวเทียม CH3, CH7, MCOT, NBT จาก DVB-S, MPEG2 ส่วน TPBS_SD และ TPBS_HD จาก DVB-S2, MPEG4
2. สัญญาณภาพจาก CH5 เป็นสัญญาณตรงจาก Head end ช่อง 5
3. HD Playout เล่นตรงจาก video server

<u>หมายเหตุ</u> มีการเปลี่ยนแปลง Source video ข้างต้นหลังจากการทดสอบได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

1. ในการทดสอบ Test 3, 4 พบว่า คุณภาพของ TPBS_SD ภาพมีปัญหาคือกระตุกมาก อาจจะเป็นที่ source จาก DVB-S2 ดังนั้นจึงทำการใช้ Source ที่เป็น TPBS_HD จาก DVB-S2 มาทำการ Down converter ให้เป็น SD ที่ IRD ก่อนที่จะป้อนเข้า Encoder ผลคือ ได้คุณภาพภาพที่ดี และปัญหาภาพกระตุกหมดไป
2. ช่อง HD Playout ในช่วงเวลาระหว่าง 21.00 – 6.00 น. จะเปลี่ยนแปลง content เป็นช่องสามเณร HD ของ TruevisionHD

TEST 1 - การวัดคุณภาพภาพและวัด BIT RATE กรณีกำหนด VIDEO SHAPING หรือ VIDEO POOLING ที่ 22.5 MBPS

- การกำหนด video bit rate ตามตาราง

CH	Min BW (Mbps)	Max BW (Mbps)
CH3	1	3
CH5	1	3
CH7	1	3
MCOT	1	3
NBT	1	3
TPBS_SD	1	3
HDPlayout	2	7
TPBS_HD	2	7
Total	10	32
VDO Shaping	22.5	
BW Pool	12.5	-9.5

- กำหนด audio stereo 2 ช่องเสียง bandwidth ช่องเสียงละ 64 kbps

TEST 1: ผลการทดลอง (BIT RATE)

No.	Channel	One Week			
		Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio
1	CH.3	2.24	68.004	67.878	2.376
		(0.99, 3)	(37.615, 70.631)	(67.498, 70.373)	
2	CH.5	2.324	67.35	69.14	2.460
		(0.99, 3)	(0, 70.495)	(0, 71.017)	
3	CH.7	2.188	68.393	68.392	2.325
		(0.99, 3)	(66.737, 70.702)	(66.737, 70.499)	
4	MCOT	2.155	68.011	68.032	2.291
		(0, 3)	(0, 70.673)	(0, 70.702)	
5	NBT	2.013	67.845	67.848	2.149
		(0, 3)	(0, 68.787)	(0, 68.751)	
6	TPBS_SD	1.525	68.202	68.294	1.661
		(0, 3)	(0, 70.702)	(0, 70.702)	
7	HD Playout	5.045	68.048	70.271	5.183
		(0, 7)	(0,70.744)	(0, 70.501)	
8	TPBS_HD	5.008	68.353	68.356	5.145
		(3, 7)	(67.338, 70.688)	(67.465, 70.688)	
Total Bit rate		**22.498**	**544.206**	**548.211**	**23.590**

TEST 1: ผลการทดลอง (คุณภาพภาพ)

No.	Channel	One Week					
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality
1	CH.3	74	92.343	97	0.000	4.2377	5
2	CH.5	78	92.8432	97	3.100	4.2797	5
3	CH.7	56	93.2891	100	0.000	4.3209	5
4	MCOT	0	92.4582	100	1.200	4.2504	5
5	NBT	0	92.8529	100	3.150	4.2787	5
6	TPBS_SD	0	91.9839	100	2.600	4.2936	5
7	HD Playout	0	92.3448	100	3.450	4.2405	5
8	TPBS_HD	53	92.7421	100	2.500	4.2732	5

TEST 1 - ผลการทดลอง (วิเคราะห์)

1. Data Rate ที่วัดได้ของสัญญาณ Video รวมไม่เกิน 22.5 Mbps และสัญญาณรวม (Video + Audio) อยู่ไม่เกิน 23.6 Mbps ในทั้งสามช่วงเวลาวัด (One Hour, One Day, One Week)
2. ค่าเฉลี่ยของช่อง HD อยู่ประมาณ 5.1 Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง HD มีการบีบอัดที่สูงค่า Data rate ได้ต่ำกว่าที่ประมาณการจากการคำนวณที่ 6 Mbps
3. ค่าเฉลี่ยของช่อง SD อยู่ประมาณ 2.3 Mbps จะเห็นได้ว่าช่อง SD มีการบีบอัดที่ต่ำกว่าที่ประมาณการไว้ คือ ได้ Data rate สูงกว่าการคำนวณที่ 1.7 Mbps
4. ค่า Data rate ที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลการบีบอัด GOP Length ซึ่ง SD จะมีค่าเฉลี่ย GOP Length ที่ประมาณ 24.7 frame (ซึ่งใกล้เคียงกับ Frame Rate 25 fps) ซึ่งเป็นการบีบอัดระดับปกติ
5. ค่า Data rate กับ GOP Length ของ HD จะมีค่า GOP Length ที่ประมาณ 29 - 32 frame ซึ่งสูงกว่า Frame rate ที่ 25 fps เป็นตัวบ่งบอกถึงการบีบอัดที่สูงกว่าปกติ

TEST 1 - ผลการทดลอง (วิเคราะห์)

6. การ monitor คุณภาพของทุกช่องทั้งแบบ QOE และ eMOS ผลคือภาพที่ได้มีคุณภาพดีตลอดช่วงเวลา
7. จากข้อ 2, 3 มีความเป็นได้สูงที่ algorithm ของ Encoder + Multiplexer มีการบีบอัด HD ได้มากจึงมี Bandwidth เหลือมากโดย SD จะทำการบีบอัดน้อยลง ค่า data rate จึงสูงกว่าประมาณการ
8. เพื่อพิสูจน์ข้อ 7 สามารถทดสอบสมมติฐานได้สองทางคือ
   - ทำการเพิ่มช่อง SD เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งช่องแล้ว monitor คุณภาพภาพของ SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป
   - ใช้จำนวนช่อง 6SD 2HD เหมือนเดิม แต่ทำการลด traffic shaping ที่ Mulitplexer จาก 22.5 Mbps เป็น 21 Mbps และ monitor คุณภาพภาพของ SD HD และ Data rate ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป
9. ผลลัพธ์จากทำการข้อ 8 จะเป็นข้อมูลบ่งบอกว่าระบบยังมี Bandwidth เหลือที่สามารถรองรับข้อมูลมากขึ้นได้อีกหรือไม่ และ เท่าไหร่

TEST 2 - การปรับเปลี่ยน VIDEO MIN BIT RATE

- การกำหนด video bit rate ตามตาราง

CH	Min BW (Mbps)	Max BW (Mbps)
CH3	1.5	3
CH5	1.5	3
CH7	1.5	3
MCOT	1.5	3
NBT	1.5	3
TPBS_SD	1.5	3
HDPlayout	5	7
TPBS_HD	5	7
Total	19	32
VDO Shaping	22.5	
BW Pool	3.5	-9.5

- กำหนด audio stereo 2 ช่องเสียง bandwidth ช่องเสียงละ 64 kbps

TEST 2 – ผลการทดลอง (BIT RATE)

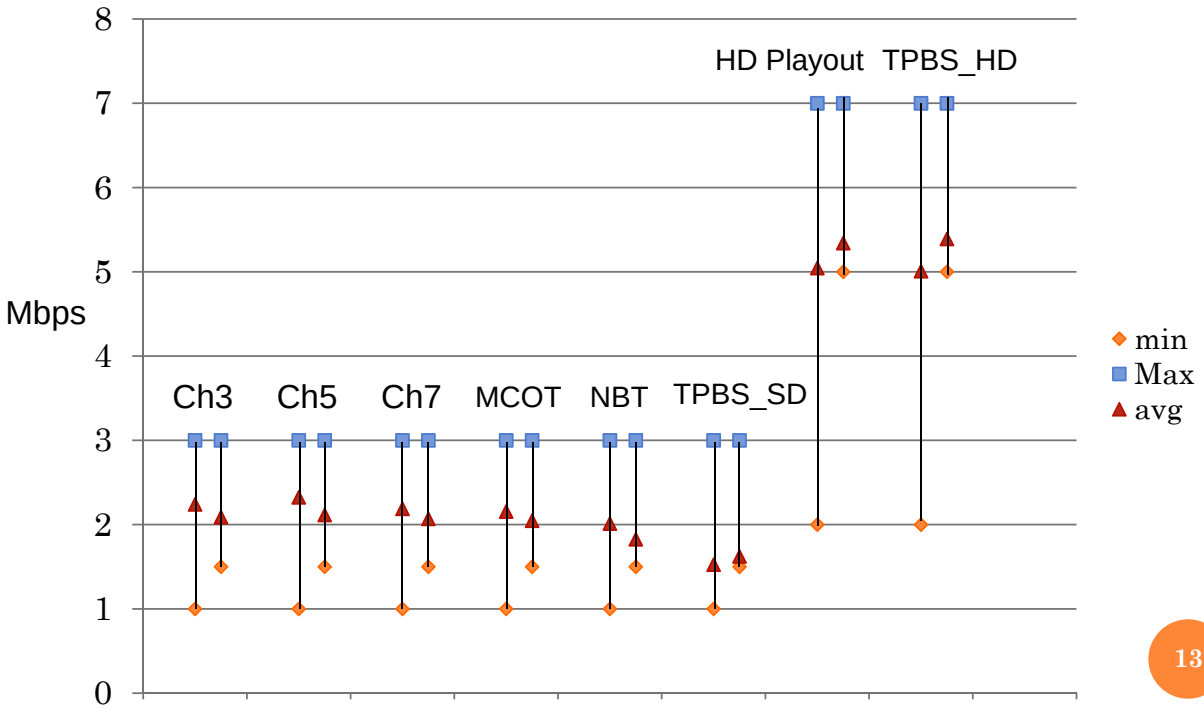
No.	Channel	Three Day			
		Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio
1	CH.3	2.089	68.021	67.847	2.225
		(1.499, 3)	(67.534, 69.742)	(67.413, 67.771)	
2	CH.5	2.115	67.889	68.795	2.252
		(1.499, 2.938)	(67.411, 68.685)	(67.491, 69.046)	
3	CH.7	2.069	68.363	68.37	2.206
		(1.499, 3)	(67.078, 70.702)	(67.051, 70.688)	
4	MCOT	2.046	68.148	68.139	2.182
		(1.499, 3)	(66.777, 70.673)	(66.817, 70.688)	
5	NBT	1.827	67.859	67.859	1.963
		(1.499, 3)	(67.498, 68.631)	(67.517, 68.720)	
6	TPBS_SD	1.623	68.329	68.329	1.760
		(0, 2.999)	(0, 70.688)	(0, 70.688)	
7	HD Playout	5.341	68.077	70.495	5.480
		(4.996, 7)	(66.476, 70.716)	(70.487, 70.5)	
8	TPBS_HD	5.39	68.364	68.009	5.526
		(4.998, 7)	(67.488, 70.673)	(67.423, 69.037)	
Total Bit rate		**22.500**	**545.050**	**547.843**	**23.593**

1

TEST 2 – ผลการทดลอง (คุณภาพภาพ)

No.	Channel	Three Days					
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality
1	CH.3	77	92.1632	97	2.600	4.2209	5
2	CH.5	88	92.5776	96	3.100	4.2569	5
3	CH.7	88	92.9813	100	2.700	4.2919	5
4	MCOT	89	92.261	97	2.700	4.2318	5
5	NBT	90	92.7026	96	2.800	4.2628	4.85
6	TPBS_SD	0	87.41	99	3.200	4.2964	5
7	HD Playout	90	92.541	100	3.500	4.2574	5
8	TPBS_HD	80	92.7695	100	2.700	4.2749	5

TEST 2 – เปรียบเทียบ TEST 1 และ TEST 2



TEST 2: ผลการทดลอง (วิเคราะห์)

- การกำหนด Min bit rate ของแต่ละช่องเปรียบเสมือนเป็นกำหนดการรองรับคุณภาพขั้นต่ำของภาพ โดย Encoder จะจัดสรร Bandwidth ให้แต่ละช่องขั้นต่ำก่อนและจัดสรรเพิ่มขึ้นตามลักษณะของภาพในขณะนั้นๆของแต่ละช่อง
- ผลรวมของ min bit rate ของทุกช่องหักลบกับ Video shaping จะได้ค่า Bandwidth Pool ซึ่งจะเป็น Pool ให้ encoder ดำเนินการบริหารจัดการ bandwidth
- ใน Test 1 มี bandwidth pool 12.5 Mbps ขณะที่ Test 2 มี bandwidth pool 3.5 Mbps
- Test 1 จัดการให้ guarantee คุณภาพภาพขั้นต่ำน้อยกว่า Test 2 แต่ Encoder มี pool ในการจัดการ bandwidth ได้คล่องตัวกว่า
- การปรับเปลี่ยน Min bit rate จากผลการทดลองพบว่า ไม่มีผลต่อ average bit rate รวม
- เนื่องจากการทดลองในช่วงเวลาที่จำกัด ยังไม่สามารถสรุปผลที่ชัดเจนว่า ควรจะมีตั้งค่าใดจึงจะเหมาะสม เสนอให้ดำเนินการทดสอบในรายละเอียดอีกครั้ง

TEST 3 - การวัดคุณภาพภาพและวัด BIT RATE กรณีกำหนด VIDEO SHAPING หรือ VIDEO POOLING ที่ 21 MBPS

- การกำหนด video bit rate ตามตาราง

CH	Min BW (Mbps)	Max BW (Mbps)
CH3	1	3
CH5	1	3
CH7	1	3
MCOT	1	3
NBT	1	3
TPBS_SD	1	3
HDPlayout	2	7
TPBS_HD	2	7
Total	10	32
VDO Shaping	21	
BW Pool	11	-11

- กำหนด audio stereo 2 ช่องเสียง bandwidth ช่องเสียงละ 64 kbps

TEST 3 – ผลการทดลอง (BIT RATE)

No.	Channel	One Week			
		Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio
1	CH.3	2.125	68.024	67.864	2.261
		(0.99, 3)			
2	CH.5	2.137	67.876	68.797	2.274
		(0.99, 3)			
3	CH.7	2.114	67.989	68.348	2.250
		(0.99, 3)			
4	MCOT	2.003	68.116	68.064	2.139
		(0.99, 3)			
5	NBT	2.181	67.848	67.845	2.317
		(0, 3)			
6	TPBS_SD	1.385	68.329	68.328	1.522
		(0, 3)			
7	HD Playout	4.464	68.024	69.501	4.602
		(2, 7)			
8	TPBS_HD	4.591	68.366	68.019	4.727
		(2, 7)			
Total Bit rate		**21.000**	**544.572**	**546.766**	**22.091**

TEST 3 – ผลการทดลอง (เปรียบเทียบ BIT RATE กับ TEST 1)

No.	Channel	One Week		
		Av. Video bitrate (Mbps) - 22.5 Mbps Pool	Av. Video bitrate (Mbps) - 21 Mbps Pool	% difference from 22.5 to 21
1	CH.3	2.24	2.125	-5.13
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
2	CH.5	2.324	2.137	-8.05
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
3	CH.7	2.188	2.114	-3.38
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
4	MCOT	2.155	2.003	-7.05
		(0, 3)	(0.99, 3)	
5	NBT	2.013	2.181	8.35
		(0, 3)	(0, 3)	
6	TPBS_SD	1.525	1.385	-9.18
		(0, 3)	(0, 3)	
7	HD Playout	5.045	4.464	-11.52
		(0, 7)	(2, 7)	
8	TPBS_HD	5.008	4.591	-8.33
		(3, 7)	(2, 7)	
Total Bit rate		**22.498**	**21.000**	**-6.66**

TEST 3 – ผลการทดลอง (คุณภาพภาพ)

No.	Channel	One Week					
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality
1	CH.3	88	92.2178	98	2.650	4.227	5
2	CH.5	74	92.6522	96	1.750	4.2636	5
3	CH.7	90	92.6715	97	2.800	4.2615	5
4	MCOT	79	92.3569	100	0.000	4.241	5
5	NBT	84	92.8175	97	2.950	4.2801	5
6	TPBS_SD	0	92.1994	100	0.000	4.2861	5
7	HD Playout	84	92.3585	100	3.100	4.2357	5
8	TPBS_HD	76	92.6406	100	3.000	4.2642	5

TEST 3 – ผลการทดลอง (วิเคราะห์) VIDEO SHAPING 21 MBPS

- หลังจากปรับลด video shaping จาก 22.5 Mbps เป็น 21 Mbps ผลคือ
  - Video bit rate รวมจะมีค่าไม่เกิน 21 Mbps
  - Video bit rate ของ SD และ HD มีการปรับลดลงเกือบทั้งหมด และ HD มีการปรับลดลงที่สัดส่วนสูงกว่า SD
  - Video bit rate ของ SD เปลี่ยนจากประมาณ 2.3 Mbps เป็น 2.0 Mbps
  - Video bit rate ของ HD เปลี่ยนจากประมาณ 5.1 Mbps เป็น 4.6 Mbps
  - Video bit rate ของ TPBS_SD เปลี่ยนจากประมาณ 1.52 Mbps เป็น 1.38 Mbps
- จากการสังเกตคุณภาพการรับชม ช่อง TPBS_SD คุณภาพตกลงมากจนไม่สามารถดูได้ และภาพของช่อง SD และ HD มี error ในอัตราที่ถี่จนสังเกตเห็นได้
- สรุป คือ ค่า Video shaping ที่ 21 Mbps ยังใช้งานไม่ได้ ดังนั้นใน Test 4 จึงมีปรับเพิ่มเป็น 21.75 Mbps

TEST 4 - การวัดคุณภาพภาพและวัด BIT RATE กรณีกำหนด VIDEO SHAPING หรือ VIDEO POOLING ที่ 21.75 MBPS

- การกำหนด video bit rate ตามตาราง

CH	Min BW (Mbps)	Max BW (Mbps)
CH3	1	3
CH5	1	3
CH7	1	3
MCOT	1	3
NBT	1	3
TPBS_SD	1	3
HDPlayout	2	7
TPBS_HD	2	7
Total	10	32
VDO Shaping	21.75	
BW Pool	11.75	-10.25

- กำหนด audio stereo 2 ช่องเสียง bandwidth ช่องเสียงละ 64 kbps
- เวลาเก็บข้อมูลประมาณ 3 วัน เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยน parameter หลายครั้ง

TEST 4 – ผลการทดลอง (BIT RATE)

No.	Channel	Three Day			
		Av. Video bitrate (Mbps)	Av. Audio1 bitrate (kbps)	Av. Audio2 bitrate (kbps)	Total bit rate (Mbps) - Video+Audio
1	CH.3	2.162	67.912	67.771	2.298
		(0.99, 3)	(18.64, 70.044)	(20.145, 68.796)	
2	CH.5	2.215	67.881	68.69	2.352
		(0.99, 3)	(67.472, 68.539)	(44.244, 70,401)	
3	CH.7	2.183	67.959	67.971	2.319
		(0.99, 3)	(67.523, 68.815)	(67.48, 69.03)	
4	MCOT	2.054	67.845	68.057	2.190
		(0.99, 3)	(67.466, 68.771)	(66.777, 70.631)	
5	NBT	2.19	67.833	67.838	2.326
		(0.99, 3)	(67.42, 68.461)	(67.523, 68.520)	
6	TPBS_SD	1.39	68.361	68.366	1.527
		(0, 3)	(0, 71.003)	(0, 70.639)	
7	HD Playout	4.752	68.01	69.468	4.889
		(2, 7)	(0, 70.946)	(0, 70.659)	
8	TPBS_HD	4.804	68.025	68.028	4.940
		(2, 7)	(67.446, 69.037)	(67.44, 69.037)	
Total Bit rate		**21.750**	**543.826**	**546.189**	**22.840**

TEST 4 – ผลการทดลอง (เปรียบเทียบ BIT RATE กับ TEST 1)

No.	Channel	One Week		
		Av. Video bitrate (Mbps) - 22.5 Mbps Pool	Av. Video bitrate (Mbps) - 21.75 Mbps Pool	% difference from 22.5 to 21
1	CH.3	2.24	2.162	-3.48
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
2	CH.5	2.324	2.215	-4.69
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
3	CH.7	2.188	2.183	-0.23
		(0.99, 3)	(0.99, 3)	
4	MCOT	2.155	2.054	-4.69
		(0, 3)	(0.99, 3)	
5	NBT	2.013	2.19	8.79
		(0, 3)	(0.99, 3)	
6	TPBS_SD	1.525	1.39	-8.85
		(0, 3)	(0, 3)	
7	HD Playout	5.045	4.752	-5.81
		(0, 7)	(2, 7)	
8	TPBS_HD	5.008	4.804	-4.07
		(3, 7)	(2, 7)	
Total Bit rate		**22.498**	**21.750**	**-3.32**

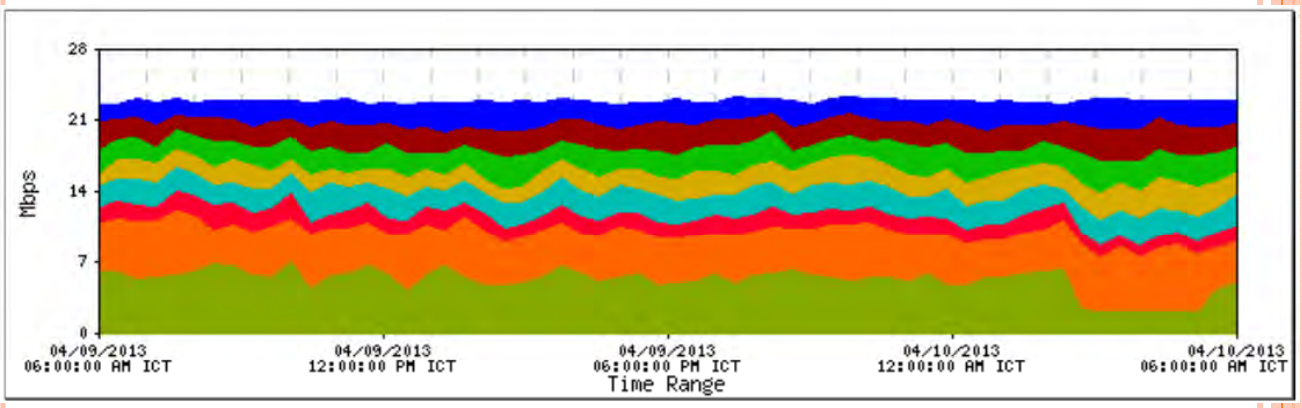
TEST 4 – ผลการทดลอง (คุณภาพภาพ)

No.	Channel	3 Days					
		min_video_quality	average_video_quality	max_video_quality	min_perceptual_video_quality	average_perceptual_video_quality	max_perceptual_video_quality
1	CH.3	65	92.26	97	3.500	4.2334	5
2	CH.5	77	92.7074	96	3.050	4.2683	5
3	CH.7	67	92.7036	96	2.950	4.2623	5
4	MCOT	42	92.4258	100	3.300	4.2446	5
5	NBT	77	92.7601	96	3.250	4.27	4.9
6	TPBS_SD	0	92.3809	100	3.050	4.2926	5
7	HD Playout	63	92.4562	100	3.400	4.2486	5
8	TPBS_HD	65	92.8427	100	3.000	4.2901	5

TEST 4 – ผลการทดลอง (วิเคราะห์)

- Video bit rate รวม 21.75 Mbps
- Video bit rate ของ SD ประมาณ 2.2 Mbps HD ประมาณ 4.8 Mbps
- คุณภาพของ TPBS_SD ดีขึ้นแต่ยังมีปัญหาภาพกระตุก ซึ่งอาจจะเป็นปัญหาจาก Video source จึงทำการปรับเปลี่ยนโดยการใช้ video source TPBS_HD และมาทำการ down conversion ที่ IRD ได้ SD ก่อนป้อนเข้าไปที่ Encoder ผลคือคุณภาพภาพดี การกระตุกหายไป
- คุณภาพของภาพช่องอื่นทุกช่อง คุณภาพดี
- สรุป Video bit rate shaping ที่ 21.75 Mbps สามารถใช้งานได้ดี

VIDEO BIT RATE (VIDEO POOL 21.75 MBPS)



Port Number	Port Name	Transport ID	Program	Name
0	Port 0	1	1	CH.3
0	Port 0	1	2	CH.5
0	Port 0	1	3	CH.7
0	Port 0	1	4	MCOT
0	Port 0	1	5	NBT
0	Port 0	1	6	TPBS_SD
0	Port 0	1	7	HD Playout
0	Port 0	1	8	TPBS_HD

OVERALL BIT RATE

26.2 Mbps (DVB-T2, 16k extended, GI 1/8, 64 QAM, 2/3 FEC)

24 Mbps (TS Data rate before entering DVB-T2 exciter)

NULL/Reserve (AD, EPG, Subtitle, SSU)
= 24 – 21.75 – 1.104 = **1.146 Mbps**

Audio bit rate (70 kbps per one stereo channel, 2 track)
Total = 0.069 x 2 x 8 = 1.104 Mbps

Video Bit Rate (6 SD, 2 HD)

21.75 Mbps

การทดสอบลำดับถัดไป

- ทดสอบหา bit rate ของ EPG
- ปรับเปลี่ยน TS data rate 24 Mbps เพื่อหาค่า Threshold โดยรวมผลของ overhead ของ DVB-T2 เช่น รวม Multiple PLP แล้ว
- เฝ้าสังเกตและตรวจสอบคุณภาพภาพ ที่ video shaping 21.75 Mbps ต่อไป

(๔) สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่อง การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER

สรุปผลการทดสอบทดลองทีวีดิจิตอล เรื่องการปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER

16 พฤษภาคม 2556

การเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ผ่านมา (23/4 – 16/5)

1. การปรับเปลี่ยน DVB-T2 Parameter, CR 2/3 → CR 3/5
2. การปรับเปลี่ยน Video shaping โดยเปลี่ยนระหว่าง 19 – 21 Mbps
3. การเปลี่ยนโครงสร้างโดยเพิ่ม T2 Gateway
4. การปรับเปลี่ยน T2 frame parameter เพื่อให้รับสัญญาณดีขึ้น

การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER

Previous Parameters

- FFT 16k extended
- GI 1/8
- 64 QAM
- CR 2/3
- PP3

Result

- Max bit rate 26.08 Mbps
- C/N indoor 15.6 dB
- Tx spacing 67.15 km.

New Parameters

- FFT 16k extended
- GI 19/128
- 64 QAM
- CR 3/5
- PP3

Result

- Max bit rate 22.96 Mbps
- C/N indoor 14 dB
- Tx spacing 79.74 km.

การปรับเปลี่ยน DVB-T2 PARAMETER

Result (New)

- Max bit rate 22.96 Mbps
- C/N indoor 14 dB
- Tx spacing 79.74 km.

- รับสัญญาณภายในอาคารได้ดีขึ้นมาก
- Bit rate ที่ลดลงชดเชยด้วยการบีบอัด video มากขึ้นทำให้ bit rate video ลดลง แต่ trade off ด้วยคุณภาพภาพลดลงแต่ยังสามารถยอมรับได้

การปรับเปลี่ยน VIDEO SHAPING ที่ 21 MBPS

CH	Min BW (Mbps)	Max BW (Mbps)
CH3	0.75	2.5
CH5	0.75	2.5
CH7	0.75	2.5
MCOT	0.75	2.5
NBT	0.75	2.5
TPBS_SD	0.75	2.5
HDPlayout	2	7
TPBS_HD	2	7
Total	8.5	25.5
VDO Shaping	21	
BW Pool	11.2	-9.3

- Video shaping ตั้งแต่ 19.7 - 21 Mbps มีคุณภาพดี
- Video shaping ที่ 19 Mbps เป็นจุดต่ำสุดที่ยอมรับได้

การปรับเปลี่ยน VIDEO SHAPING ที่ 21 MBPS

22.94 Mbps (DVB-T2, 16k extended, **GI 19/128**, 64 QAM, **CR 3/5**)

22.56 Mbps (TS Data rate before entering DVB-T2 exciter)

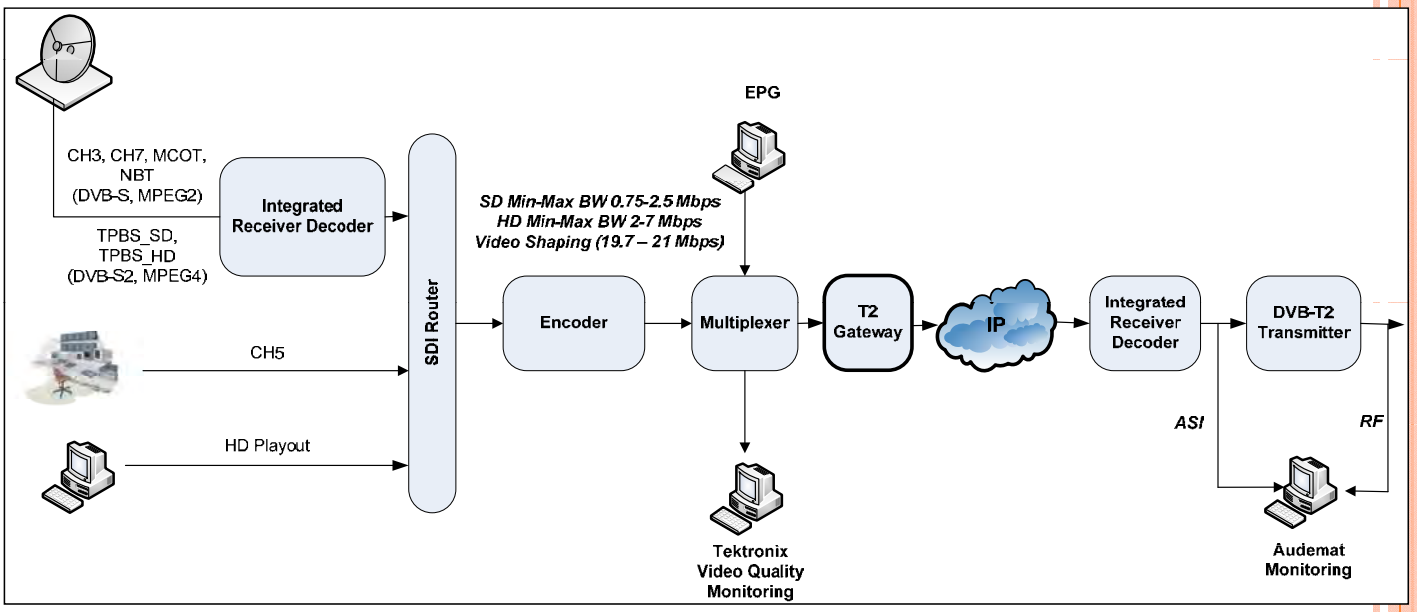
NULL/Reserve (AD, EPG, Subtitle, SSU)
= 22.56 – 21 – 1.104 = **0.456 Mbps**

Audio bit rate (69 kbps per one stereo channel, 2 track)
Total = 0.069 x 2 x 8 = 1.104 Mbps

Video Bit Rate (6 SD, 2 HD)

21 Mbps

การเปลี่ยนโครงสร้างโดยเพิ่ม T2 GATEWAY



T2 GATEWAY PARAMETER SETTING

T2-Frames statistics

Frame		
Super frame duration	346.2	ms
T2 Frame duration	173.1	ms
FEF duration	0.0	ms
Number of symbols	85	symbols
Number of P1	1	symbols
Number of P2	1	symbols
Number of DATA	83	symbols
FC presence	Yes	

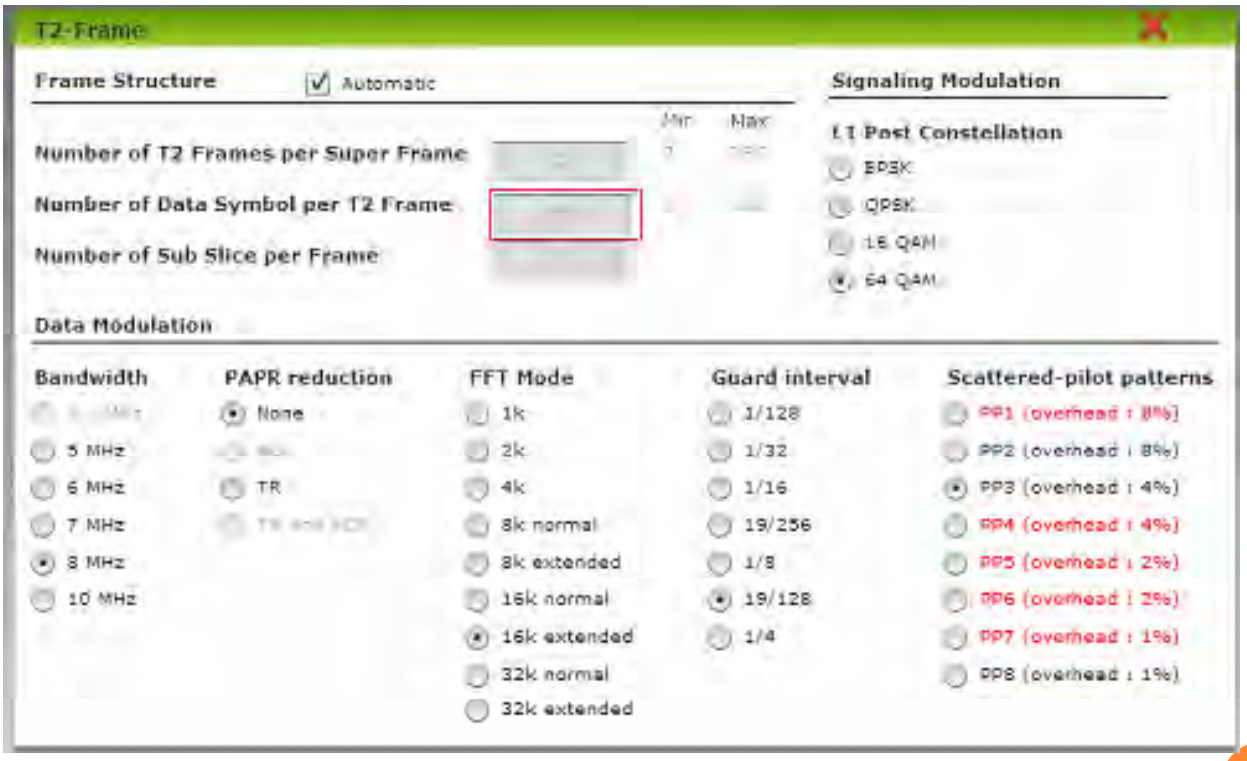
Frame Cells		
Total size capacity	1104439	cells
L1 size	2090	cells
Data size	1102349	cells
Dummy size	749	cells

OFDM Symbols		
Symbol duration	2058.0	µs
Guard interval duration	266.0	µs
Cells per P2 symbol	8944	cells
Cells per Data symbol	13262	cells
Cells per FC symbol	8011	cells

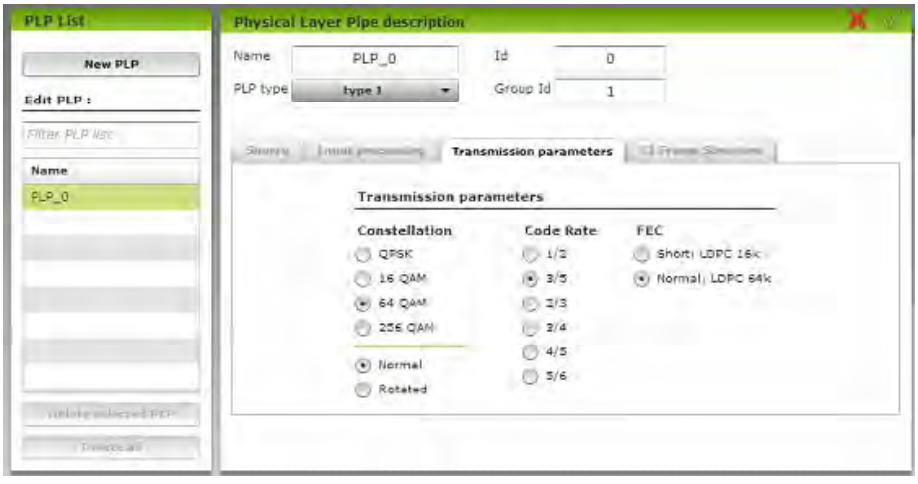
PLP statistics

Name	PLP size (cells)	TS Bitrate (Mbits/s)	BBFrame Bitrate (Mbits/s)	Number of FEC block (fec block)	FEC block size (cells)	Interleaving depth (ms)	TI Block size (cells)
PLP_0	1101600	22.9	22.8	102	10800	86.5	550800

T2 Gateway Parameter Setting

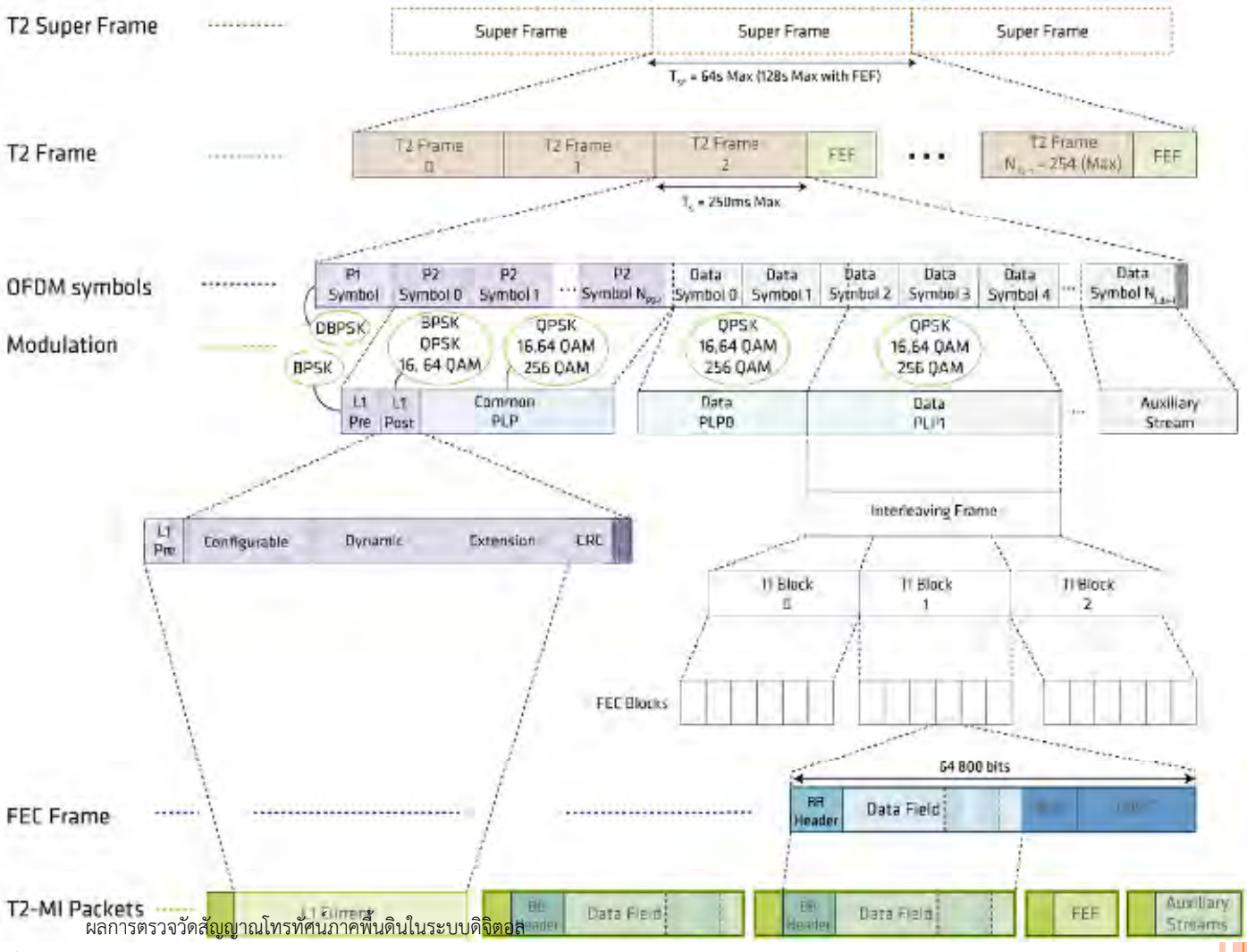


T2 Gateway Parameter Setting



การปรับเปลี่ยน T2 FRAME PARAMETER เพื่อให้รับสัญญาณดีขึ้น

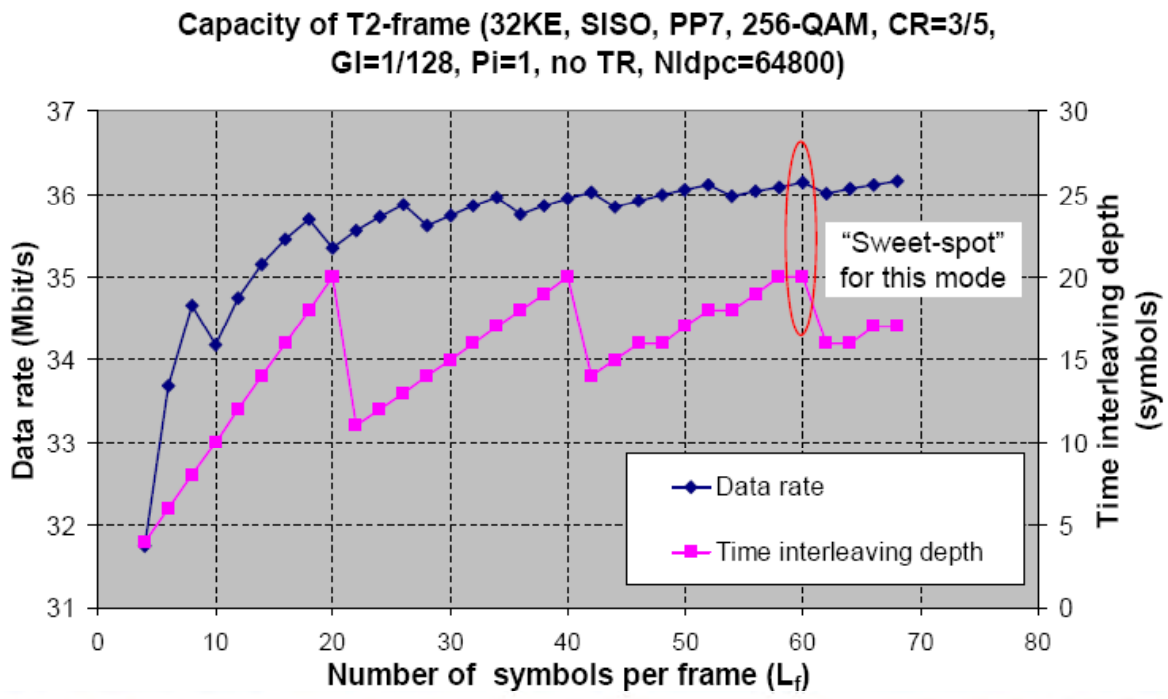
- สืบเนื่องจากหลังจากปรับเปลี่ยนมาใช้ T2 Gateway แล้ว ถึงแม้จะใช้ T2 parameter เดิม แต่กลับรับสัญญาณได้ยากขึ้นมาก
- จึงทำการตรวจสอบและทำการปรับเปลี่ยน L1 Post Constellation Parameter จาก 64QAM เป็น QPSK ปรากฏว่ารับสัญญาณได้ดีขึ้นมาก เกือบจะเหมือนเดิม
- ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยน L1 Post Constellation จาก QPSK เป็น BPSK แต่มีผลทำให้ Frame Parameter เปลี่ยนตาม มีผลทำให้ bit rate ลดลง
- เพื่อเพิ่ม bit rate ให้ใกล้เคียงเดิม จึงต้องทำการปรับเปลี่ยน
  - Number of Data Symbol in T2 Frame
  - Max FEC block in Interleave Frame (or in T2 Frame in our configuration)
  - Time Interleave Block in Interleave Frame
- โดยมีเป้าหมาย trade off ระหว่าง
  - Bit rate
  - Interleave Depth



ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

Source: Enensys

Capacity/interleaving compromise



การปรับเปลี่ยน T2 FRAME PARAMETER เพื่อให้รับสัญญาณดีขึ้น

T2-Frames statistics

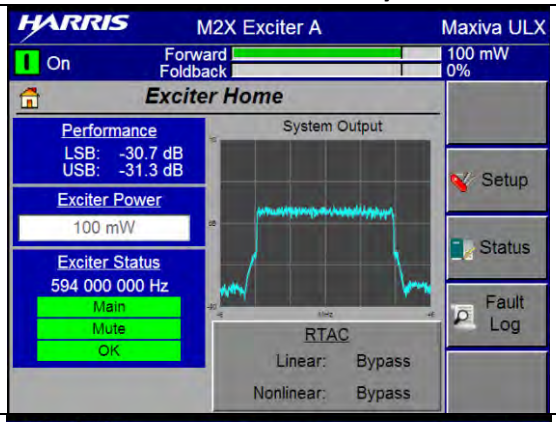
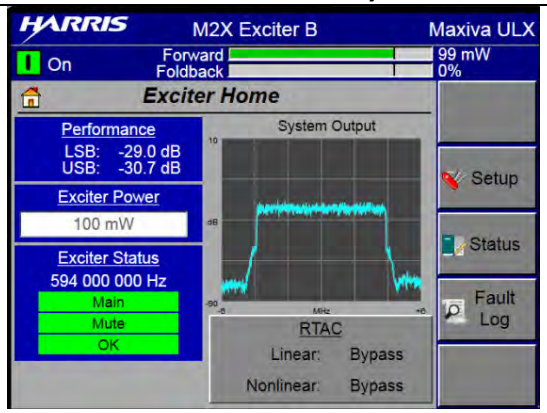
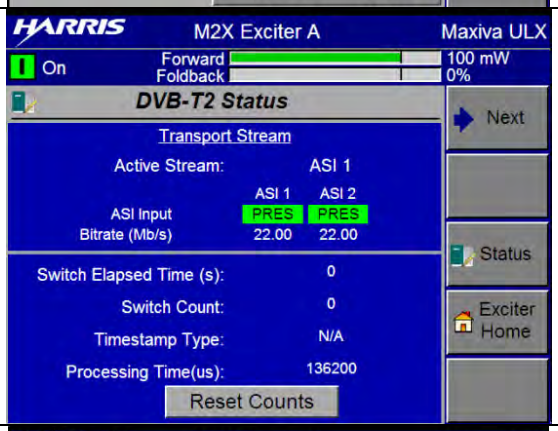
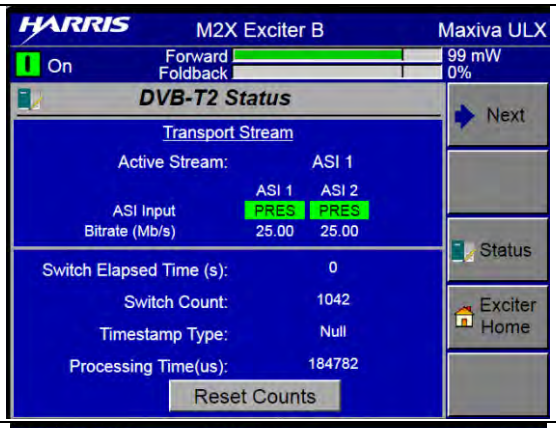
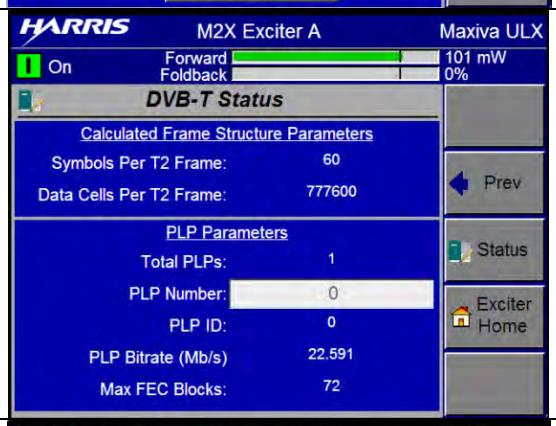
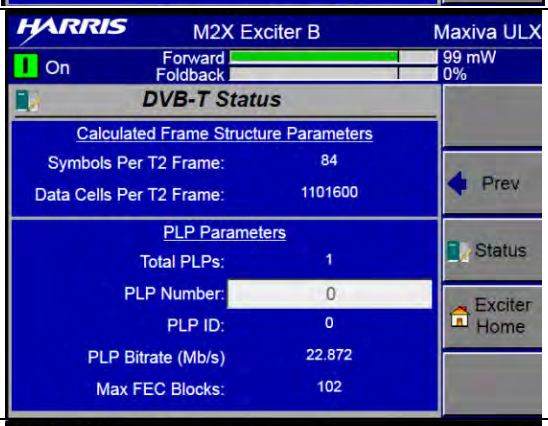
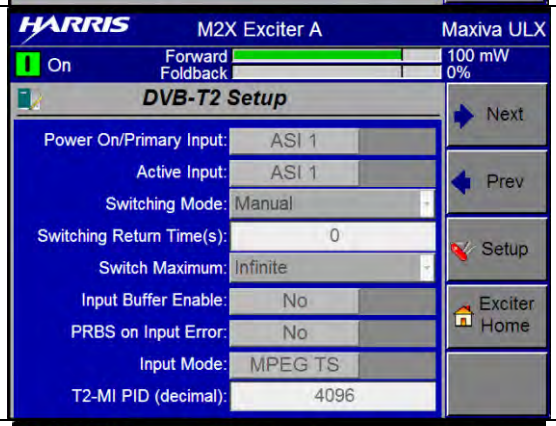
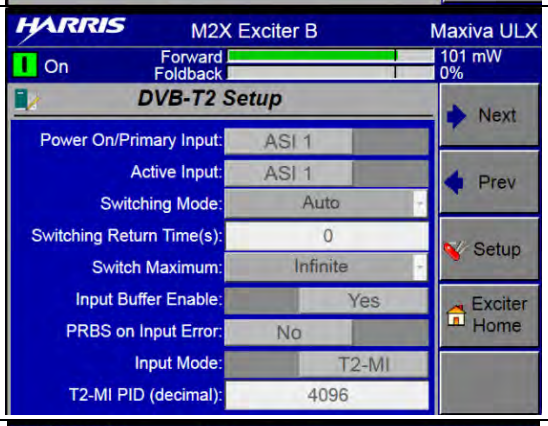
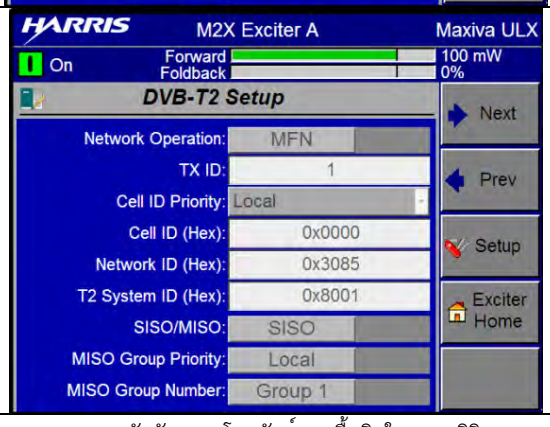
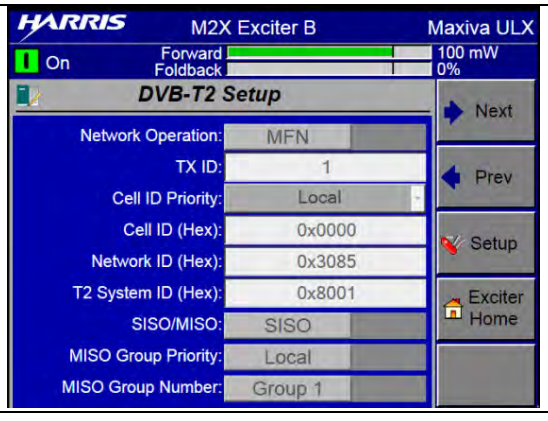
Frame		
Super frame duration	494.4	ms
T2 Frame duration	247.2	ms
FEF duration	0.0	ms
Number of symbols	121	symbols
Number of P1	1	symbols
Number of P2	1	symbols
Number of DATA	119	symbols
FC presence	Yes	

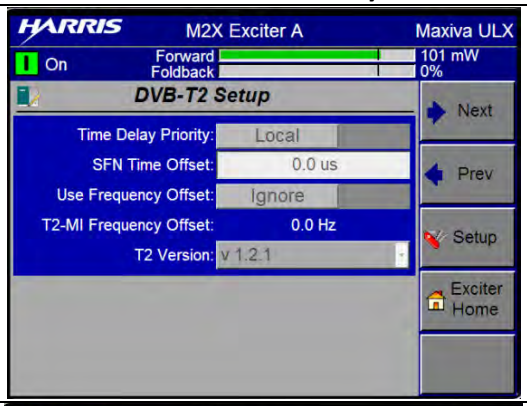
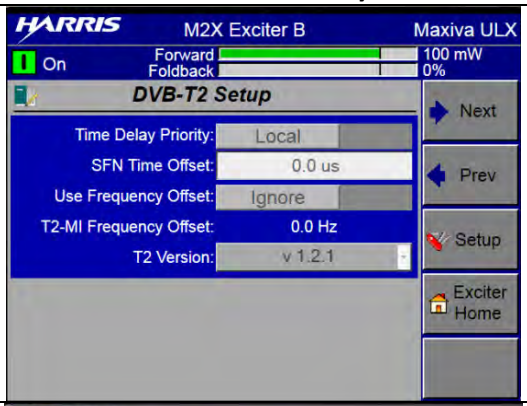
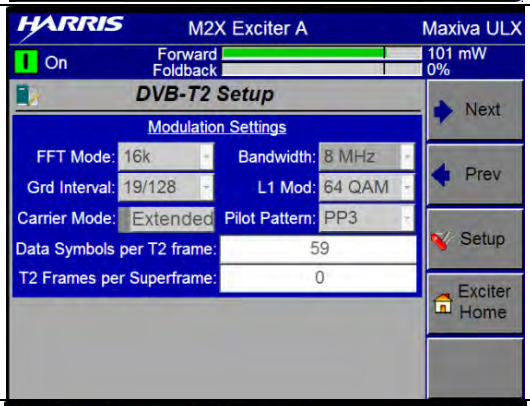
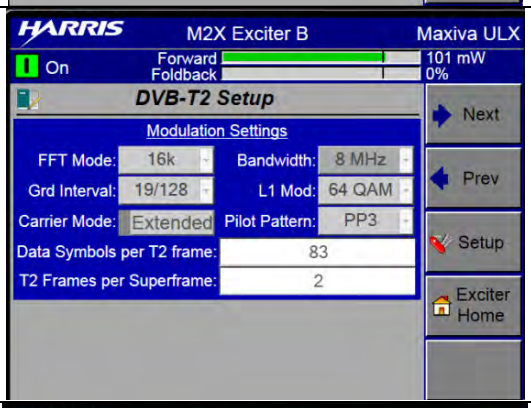
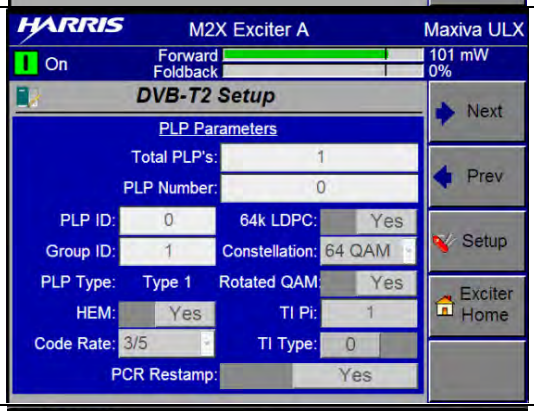
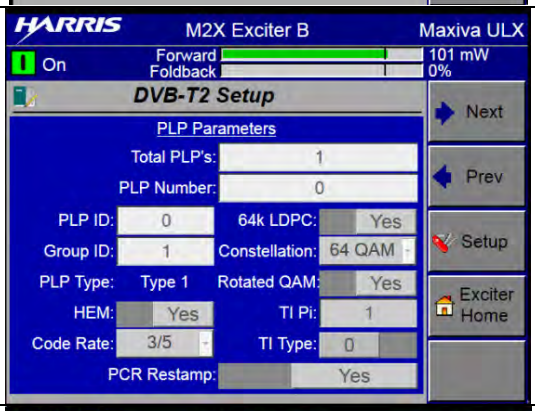
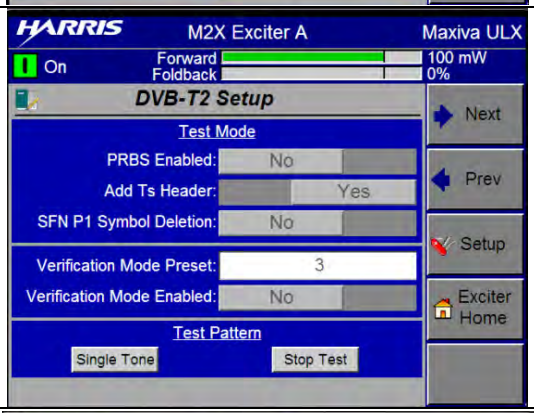
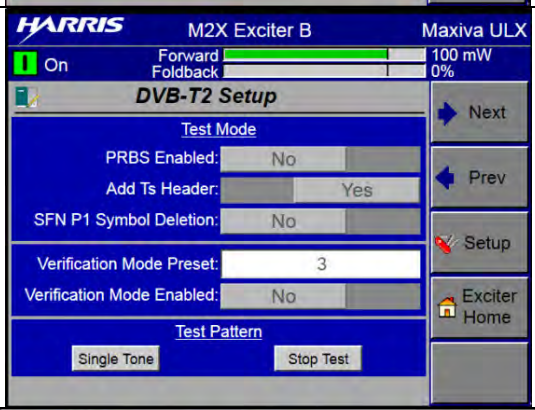
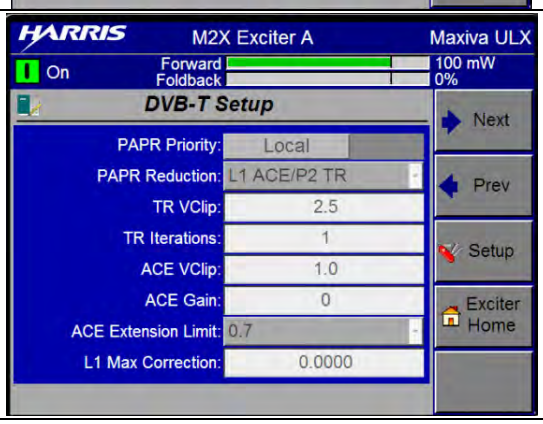
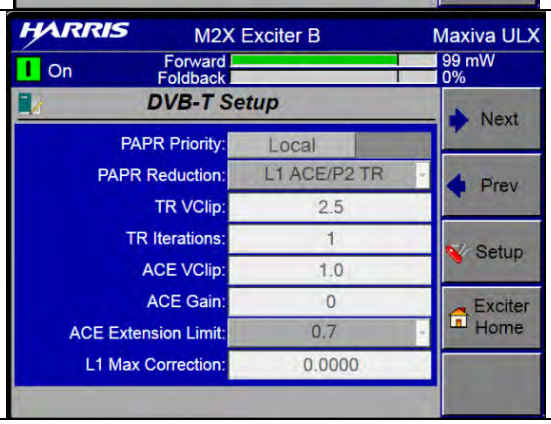
Frame Cells		
Total size capacity	1581871	cells
L1 size	3340	cells
Data size	1578531	cells
Dummy size	1731	cells
OFDM Symbols		
Symbol duration	2058.0	µs
Guard interval duration	266.0	µs
Cells per P2 symbol	8944	cells
Cells per Data symbol	13262	cells
Cells per FC symbol	3011	cells

PLP statistics

Name	PLP size (cells)	TS Bitrate (Mbits/s)	BBFrame Bitrate (Mbits/s)	Number of FEC block (fec block)	FEC block size (cells)	Interleaving depth (ms)	TI Block size (cells)
PLP_0	1576800	22.9	22.9	146	10800	83.0	529200

- Number of Date Symbol in T2 Frame → 119 symbol/T2 frame
- Max FEC block in Interleave Frame → 146 block
- Time Interleave Block in Interleave Frame → 3 block

Before T2 Gateway	After T2 Gateway
	
	
	
	
	

Before T2 Gateway	After T2 Gateway
	
	
	
	
	

T2-Frames statistics

Frame

Super frame duration	346.2	ms
T2 Frame duration	173.1	ms
FEF duration	0.0	ms
Number of symbols	85	symbols
Number of P1	1	symbols
Number of P2	1	symbols
Number of DATA	83	symbols
FC presence	Yes	

Frame Cells

Total size capacity	1104439	cells
L1 size	2090	cells
Data size	1102349	cells
Dummy size	749	cells

OFDM Symbols

Symbol duration	2058.0	µs
Guard interval duration	266.0	µs
Cells per P2 symbol	8944	cells
Cells per Data symbol	13262	cells
Cells per FC symbol	8011	cells

PLP statistics

Name	PLP size (cells)	TS Bitrate (Mbits/s)	BBFrame Bitrate (Mbits/s)	Number of FEC block (fec block)	FEC block size (cells)	Interleaving depth (ms)	TI Block size (cells)
PLP_0	1101600	22.9	22.8	102	10800	86.5	550800

T2-Frame

Frame Structure

☑ Automatic

		Min	Max
Number of T2 Frames per Super Frame	2	2	255
Number of Data Symbol per T2 Frame	83	7	120
Number of Sub Slice per Frame	1		

Signaling Modulation

L1 Post Constellation

- ○ BPSK
- ○ QPSK
- ○ 16 QAM
- ◉ 64 QAM

Data Modulation

Bandwidth

- ○ 1.7 MHz
- ○ 5 MHz
- ○ 6 MHz
- ○ 7 MHz
- ◉ 8 MHz
- ○ 10 MHz

PAPR reduction

- ◉ None
- ○ ACE
- ○ TR
- ○ TR and ACE

FFT Mode

- ○ 1k
- ○ 2k
- ○ 4k
- ○ 8k normal
- ○ 8k extended
- ○ 16k normal
- ◉ 16k extended
- ○ 32k normal
- ○ 32k extended

Guard interval

- ○ 1/128
- ○ 1/32
- ○ 1/16
- ○ 19/256
- ○ 1/8
- ◉ 19/128
- ○ 1/4

Scattered-pilot patterns

- ○ PP1 (overhead : 8%)
- ○ PP2 (overhead : 8%)
- ◉ PP3 (overhead : 4%)
- ○ PP4 (overhead : 4%)
- ○ PP5 (overhead : 2%)
- ○ PP6 (overhead : 2%)
- ○ PP7 (overhead : 1%)
- ○ PP8 (overhead : 1%)

T2 Configuration (FFT 16K ext., GI 19/128, PP3, 64 QAM, CR 3/5)												
Frame Configuration												
L1 Post Constellation	**64QAM (Auto)**	**QPSK (Auto)**	**BPSK (Auto)**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**	**BPSK**
T2 frame (symbol)	**83**	**83**	**42**	**79**	**92**	**97**	**101**	**106**	**110**	**114**	**115**	**119**
T2 frame per superframe	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Max FEC block per Interleave frame	102	102	51	97	113	119	124	130	135	140	141	146
TI block per Interleave frame	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
T2 Max bit rate (Mbps)	**22.96**	**22.96**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**	**22.94**
TS bit rate (Mbps)	**22.87**	**22.87**	**22.31**	**22.84**	**22.89**	**22.88**	**22.90**	**22.89**	**22.92**	**22.94**	**22.90**	**22.93**
Interleave depth (ms)	**88.70**	**88.70**	**87.00**	**83.50**	**64.40**	**67.90**	**71.20**	**74.60**	**76.20**	**79.50**	**79.70**	**83.00**
Frame												
T2 frame duration (ms)	173.00	173.00	89.00	165.00	192.00	202.00	210.00	220.00	229.00	237.00	239.00	247.00
Superframe duration (ms)	346.19	346.19	177.44	329.73	383.24	403.82	420.28	440.86	457.32	473.79	477.90	494.37
Frame Cell												
Total Size capacity (cell)	1,104,439	1,104,439	560,697	1,051,391	1,223,797	1,290,107	1,343,155	1,409,465	1,462,513	1,515,561	1,528,833	1,581,871
L1 Pre size (cell)	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840	1,840
L1 Post size (cell)	250	750	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
Data size (cell)	1,101,600	1,101,600	550,800	1,047,600	1,220,400	1,285,200	1,339,200	1,404,000	1,458,000	1,512,000	1,522,800	1,576,800
Dummy size (cell)	**749**	**249**	**6,557**	**451**	**57**	**1,567**	**615**	**2,125**	**1,173**	**221**	**2,683**	**1,731**
L1 Pre size (%)	0.17	0.17	0.33	0.18	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
L1 Post size (%)	0.02	0.07	0.27	0.14	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09
Data size (%)	99.74	99.74	98.23	99.64	99.72	99.62	99.71	99.61	99.69	99.77	99.61	99.68
Dummy size (%)	**0.07**	**0.02**	**1.17**	**0.04**	**0.00**	**0.12**	**0.05**	**0.15**	**0.08**	**0.01**	**0.18**	**0.11**
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Table 11: Parameters for bit-mapping into constellations

LDPC block length (N_{ldpc})	Modulation mode	ηMOD	Number of output data cells
64 800	256-QAM	8	8 100
	64-QAM	6	10 800
	16-QAM	4	16 200
	QPSK	2	32 400
16 200	256-QAM	8	2 025
	64-QAM	6	2 700
	16-QAM	4	4 050
	QPSK	2	8 100

1 FEC Block size = 64000 bit

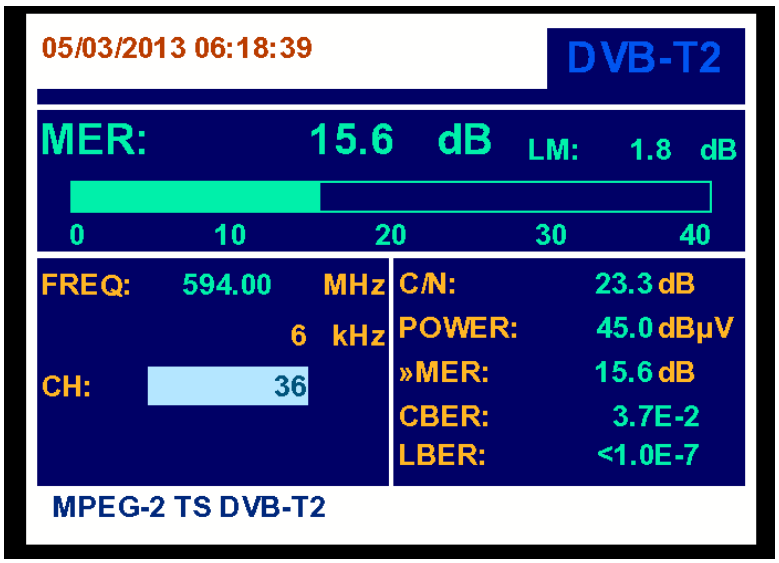
For 64-QAM, 1 cell = 6 bit, 1 FEC Block = 10800 cell

(๕) ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลเพิ่มเติม

การตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 5มีนาคม 2556

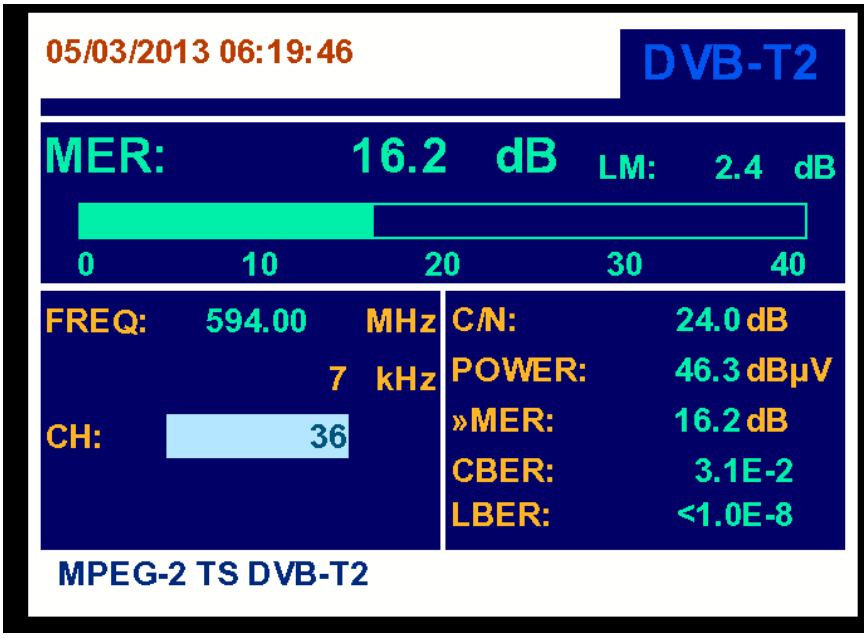
1.สนามกีฬา จ.ฉะเชิงเทรา อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา

ระยะห่างจากตึกใบหยก 55.09 กิโลเมตร Lat.13.42 122 N Long100.02 479 E



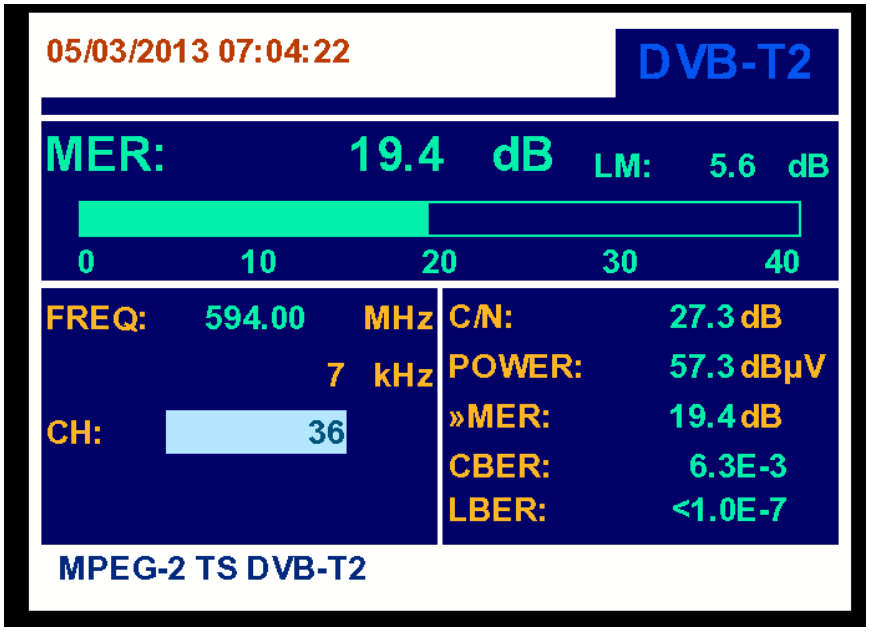
2.ศาลากลาง จ.ฉะเชิงเทรา เมือง จ.ฉะเชิงเทรา

ระยะห่างจากตึกใบหยก 57.75 กิโลเมตร Lat.13.41 180 N Long100.04 105 E



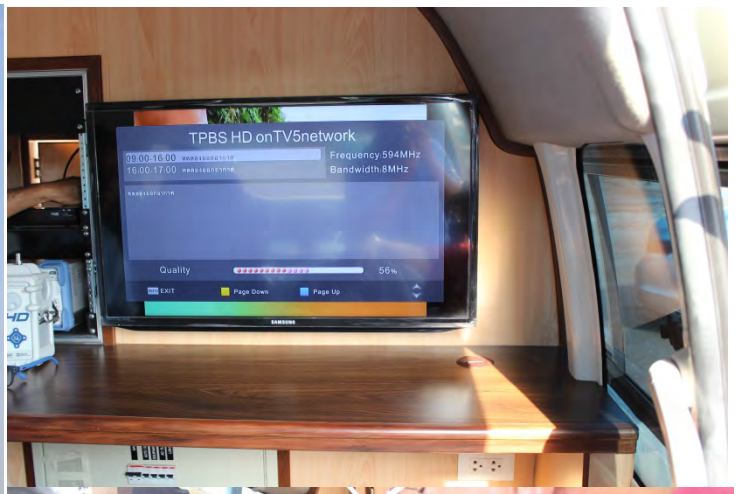
3.อ.พนมสารคาม (บขส.) อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

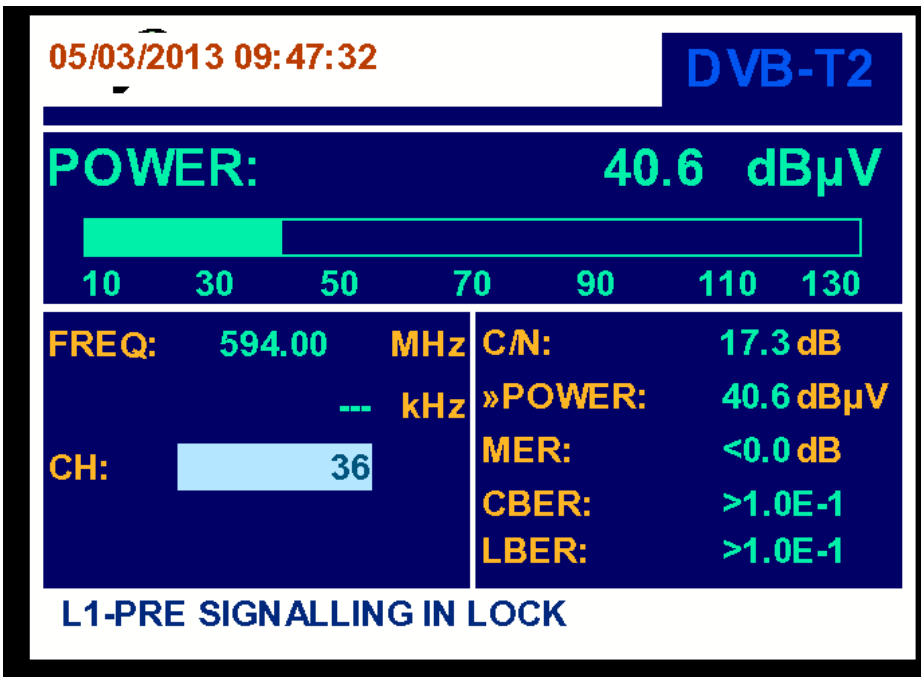
ระยะห่างจากตึกใบหยก 85.78 กิโลเมตร Lat.13.43 576 N Long100.19 588 E



4.สนามชัยเขต (ตลาดนัด) อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา

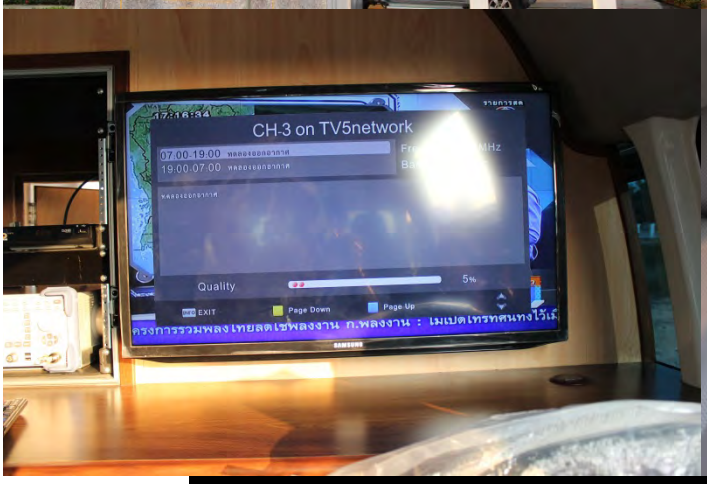
ระยะห่างจากตึกใบหยก 98.07 กิโลเมตร Lat.13.39 039 N Long101.26 254 E

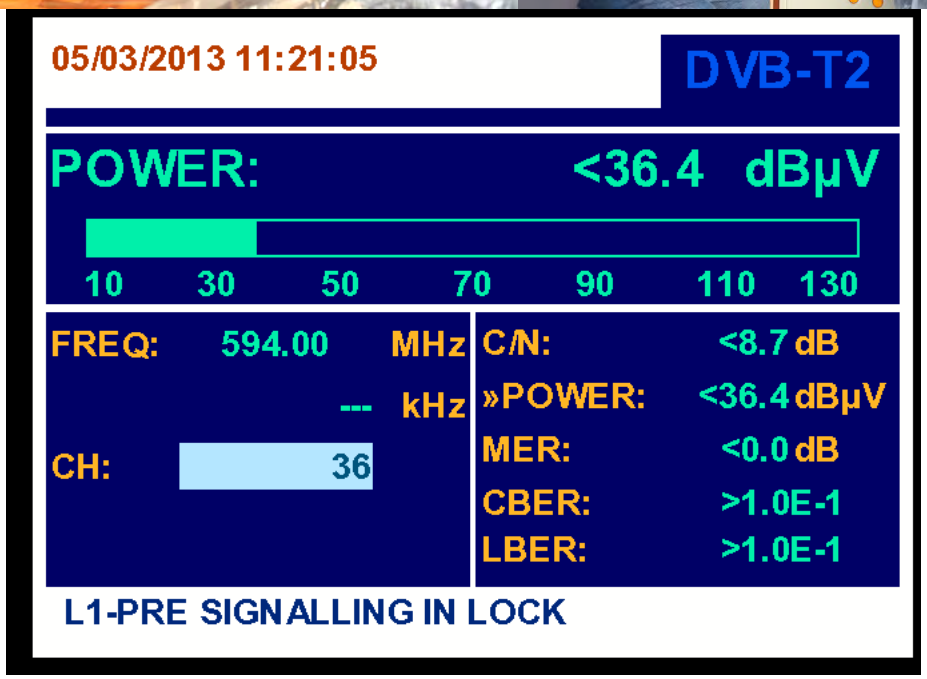




5.ที่ว่าการ อ.เกาะจันทร์อ.เกาะจันทร์ จ.ชลบุรี

ระยะห่างจากตึกใบหยก 93.79 กิโลเมตร Lat.13.25 003 N Long101.20 062 E





6.แยกหนองไม้แก้ว อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี

ระยะห่างจากตึกใบหยก 95.2 กิโลเมตร Lat.13.13 188 N Long101.13 344 E

7.ม.บรูพา (บางแสน) อ.บางแสน จ.ชลบุรี

ระยะห่างจากตึกใบหยก 66.4 กิโลเมตร Lat.13.17 086 N Long100.55 238 E

การตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 13 มีนาคม 2556 (ชุดตรวจสอบสัญญาณที่ 1)

1.วัดประสิทธิเวช ต.บางปลากด อ.องค์รักษ์ จ.นครนายก

ระยะห่างจากตึกใบหยก 62.2 กิโลเมตร Lat 14.09 50.20 N Long 100.56 5.18 E

2.โรงเรียนบ้านปางกง ต.วิหารแดง อ.วิหารแดง จ.สระบุรี

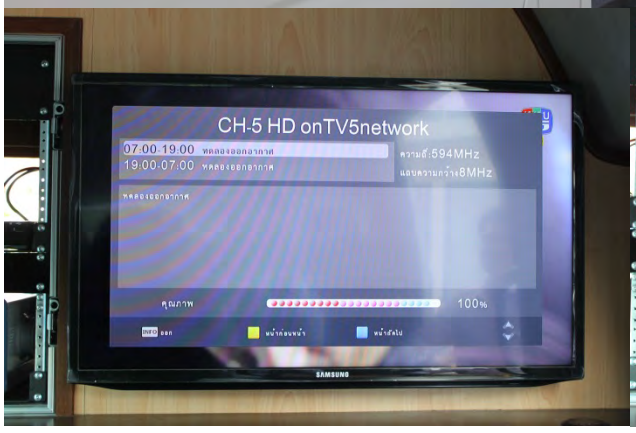
ระยะห่างจากตึกใบหยก 81.62 กิโลเมตร Lat 14.20 22.71 N Long 101. 0 1.97 E

3.ร้านหงษ์ทองอิเล็กทรอนิกส์ ต.บ้านนา อ.บ้านนา จ.นครนายก

ระยะห่างจากตึกใบหยก 80.3 กิโลเมตร Lat 14.15 49.65 N Long 101. 4 13.08 E

4.ปั้มน้ำมัน ปตท.หน้าร.ร.นายร้อย จปร.

ระยะห่างจากตึกใบหยก 86.15 กิโลเมตร Lat 14.13 46.63 N Long 101.10 20.15 E



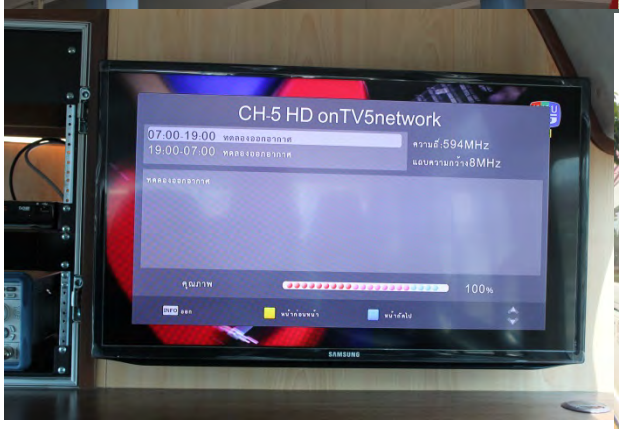
5.หน้ารร.เตรียมทหาร

ระยะห่างจากตึกใบหยก 88.12 กิโลเมตร Lat 14.18 10.16 N Long 101. 7 55.29 E

การตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 14 มีนาคม 2556

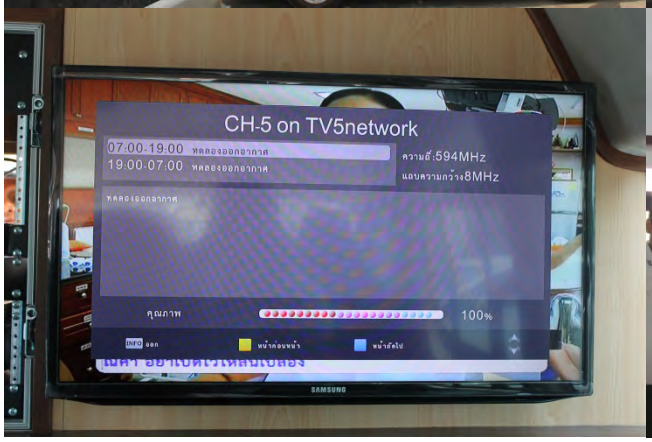
1. ที่ว่าการอำเภอลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี

ระยะห่างจากตึกใบหยก 34.53 กิโลเมตร Lat.14.02130.N Long.100.24162.E



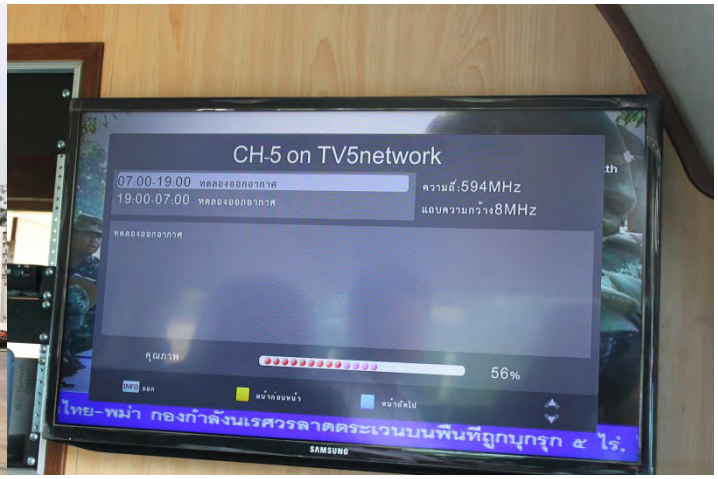
2. ที่ว่าการอำเภอลาดบัวหลวง จ.อยุธยา

ระยะห่างจากตึกใบหยก 51.99 กิโลเมตร Lat.14.09554.N Long.100.18254.E



3. ขนส่งจังหวัดสุพรรณบุรี อ.เมือง

ระยะห่างจากตึกใบหยก 88.39 กิโลเมตร Lat.14.24495.N Long.100.07565.E



4. ที่ว่าการ อ.บางประชา จ.สุพรรณบุรี

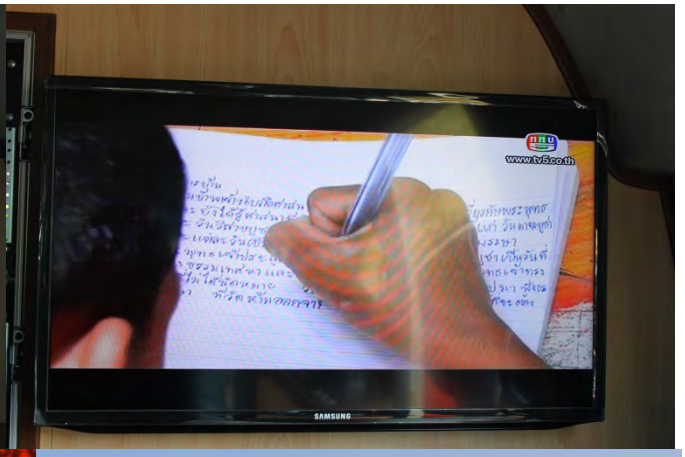
ระยะห่างจากตึกใบหยก 82.97 กิโลเมตร Lat.14.24112.N Long.100.09172.E

5. ที่ว่าการอำเภออู่ทอง จ.สุพรรณบุรี

ระยะห่างจากตึกใบหยก 98.05 กิโลเมตร Lat.14.22319.N Long.99.53328.E

6. ม.เกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม

ระยะห่างจากตึกใบหยก 66.5 กิโลเมตร Lat.14.01 17.1 N Long.99.59 20 E



7. เขตราชวัง สนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม

ระยะห่างจากตึกใบหยก 54.03 กิโลเมตร Lat.13.49 03.4N Long.100.02 40.5 E

การตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 15 มิถุนายน 2556

1. อ.หินกอง จ.สระบุรี ,อ.บางปะหัน จ.อยุธยา

ผลการวัดมีค่าคาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับค่าที่คำนวณได้

หมายเหตุ จะต้องกลับมาทำการวัดอีกครั้งในภายหลัง

ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

ผลการตรวจวัดสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

การตรวจสอบสัญญาณในวันที่ 22 มิถุนายน 2556

ตรวจสัญญาณที่ อ. แก่นคอย จ.สระบุรี , อ. บางปะหัน จ.อยุธยา ,อ. บางปะม้า จ.สุพรรณบุรี

ผลการวัดสัญญาณ 1.วัดสัญญาณที่กำลังเครื่องส่งใบหยก 5.2 kW

C/N = 15.2 dB, Power = 39.0 dB μ v, MER = 18.8 dB ,CBER = 1.7 E-2 , LBER <1.0E-8

2.วัดสัญญาณที่กำลังเครื่องส่งใบหยก 4.5 kW

C/N = 15.2 dB, Power = 39.0 dB μ v, MER = 18.8 dB ,CBER = 1.7 E-2 , LBER <1.0E-8

3.วัดสัญญาณที่กำลังเครื่องส่งใบหยก 4 kW

C/N = 15.2 dB, Power = 39.0 dB μ v, MER = 18.8 dB ,CBER = 1.7 E-2 , LBER <1.0E-8

4.วัดสัญญาณที่กำลังเครื่องส่งใบหยก 3.5 kW

C/N = 15.2 dB, Power = 39.0 dB μ v, MER = 18.8 dB ,CBER = 1.7 E-2 , LBER <1.0E-8

5.วัดสัญญาณที่กำลังเครื่องส่งใบหยก 3 kW

C/N = 13.6 dB, Power = 38.0 dB μ v, MER = 17.6 dB ,CBER = 3.2 E-2 , LBER <1.0E-8

PROMAX
HD
TV EXPLORER HD+

ภาคผนวก จ.

ประกาศ กสทช. ที่เกี่ยวข้องกับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

ประกาศที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย	
	ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนการเปลี่ยนระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์เป็นระบบดิจิตอล
ประกาศที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานทางเทคนิคและแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล	
	ประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการให้บริการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
	ประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
	ประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ฉบับที่ ๒ พ.ศ. ๒๕๕๖
	ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
ประกาศที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาต	
ประเภทการให้บริการ	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตให้บริการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. ๒๕๕๕
	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับการให้บริการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล พ.ศ. ๒๕๕๖
	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ฯ เพื่อประกอบกิจการทางธุรกิจ ๒๕๕๖
	(ร่าง) ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการประมูลคลื่นความถี่เพื่อให้บริการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ประเภทบริการทางธุรกิจระดับชาติพ.ศ. ....
ประเภทการให้บริการโครงข่าย	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตให้บริการโครงข่ายกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. ๒๕๕๕
	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตเพิ่มเติมในส่วนการให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ ประเภทที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล พ.ศ. ๒๕๕๖
ประเภทการให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวก	หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุญาตให้บริการสิ่งอำนวยความสะดวกด้านกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พ.ศ. ๒๕๕๕

ประกาศที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์	
	ประกาศ กสทช. เรื่อง การตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ พ.ศ. ๒๕๕๖
	ประกาศสำนักงาน กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์