สทท. รับที่ 1442
วันที่ 19 ก.ย. 57
เวลา

รับที่ 8482
18 ก.ย. 57
10.21 น.

ที่ สทช ๔๐๐๖/๓๐๓๘

สำนักงานคณะกรรมการกิจการ
กระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
๘๗ ถนนพหลโยธิน ๑๐๔๐๐

๑๕ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง โครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

เรียน อธิบดีกรมประชาสัมพันธ์

อ้างถึง (๑) หนังสือกรมประชาสัมพันธ์ ที่ นร ๐๒๒๑.๐๔/๔๕๙ ลงวันที่ ๒๘ เมษายน ๒๕๕๗
(๒) หนังสือกรมประชาสัมพันธ์ ที่ นร ๐๒๒๑.๐๔/๙๕๙ ลงวันที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๗

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการประชุมคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ครั้งที่ ๓๖/๒๕๕๗ ระเบียบวาระที่ ๔.๑

ตามที่หนังสือที่อ้างถึง กรมประชาสัมพันธ์ ได้รายงานผลการทดลองโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของกรมประชาสัมพันธ์ และแจ้งขอยุติโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 ความละเอียดแจ้งแล้ว นั้น

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) ขอเรียนว่า คณะกรรมการกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ พิจารณารายงานผลการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของกรมประชาสัมพันธ์ ในการประชุม กสท. ครั้งที่ ๓๖/๒๕๕๗ เมื่อวันที่ ๑ กันยายน ๒๕๕๗ แล้วมีมติดังนี้

๑. เห็นชอบรายงานผลการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของกรมประชาสัมพันธ์

๒. เห็นชอบให้กรมประชาสัมพันธ์นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล ไปใช้ในการประกอบกิจการเพื่อให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล โดยให้กรมประชาสัมพันธ์ปฏิบัติตามเงื่อนไขแนบท้ายใบอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์ เพื่อให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ ประเภทที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

/๓. ให้ สำนักงาน...

๓. ให้ สำนักงาน กสทช. คืนเงินประกันความเสียหายให้แก่กรมประชาสัมพันธ์เนื่องจากการทดลองหรือการทดสอบดังกล่าว ไม่ปรากฏผลให้เกิดการรบกวนต่อการรับส่งหรือแพร่สัญญาณเสียงหรือภาพของผู้ประกอบกิจการ หรือโครงข่าย หรือสถานีวิทยุคมนาคมที่ได้รับอนุญาตโดยถูกต้องอยู่ก่อนแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

สมบัติ ลีลาพตะ

(นายสมบัติ ลีลาพตะ)
ผู้อำนวยการสำนักกฎหมายกระจายเสียงและโทรทัศน์
รักษาการแทน รองเลขาธิการ กสทช.
ปฏิบัติการแทน เลขาธิการ กสทช.

สำนักกิจการโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล
โทรศัพท์ ๐๒ ๒๗๑ ๐๑๕๑ ต่อ ๘๘๒, ๗๙๔
โทรสาร ๐๒ ๒๗๘ ๕๔๙๓

รายงานผลการทดลอง
โครงการแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2
กรมประชาสัมพันธ์

เสนอ

คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

วันที่ 26 มิถุนายน 2557

คำนำ

กรมประชาสัมพันธ์ในฐานะหน่วยงานประชาสัมพันธ์ของรัฐที่มีภารกิจเกี่ยวกับการเป็นศูนย์กลางการประชาสัมพันธ์ภาครัฐ เพื่อให้การดำเนินงานประชาสัมพันธ์เป็นไปอย่างมีระบบ โดยการเสนอแนะนโยบายด้านการประชาสัมพันธ์ ให้กับรัฐบาลและส่วนราชการต่างๆ และดำเนินการประชาสัมพันธ์ เพื่อให้ประชาชนมีโอกาสรับรู้ เกิดความรู้ ความเข้าใจ สามารถใช้ข้อมูลข่าวสารของรัฐในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและการมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศ รวมทั้งเกิดภาพลักษณ์ที่ดีของประเทศไทย โดยมีอำนาจหน้าที่ในการ *"ดำเนินงานสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทยและสถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย รวมทั้ง ดำเนินกิจการสถานีวิทยุกระจายเสียงและวิทยุโทรทัศน์ ให้แก่ส่วนราชการและ หน่วยงานของรัฐ"* กรมประชาสัมพันธ์ตระหนักดีว่าปัจจุบันการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีการแพร่ภาพออกอากาศสัญญาณวิทยุโทรทัศน์จากระบบอนาล็อกสู่ระบบดิจิตอลนั้นมีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษา ทดลอง ทดสอบ เพื่อให้เกิดทักษะ ประสบการณ์และสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จึงได้ดำเนินการโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2 ขึ้นในปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 ซึ่งได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2556 ให้ทำการทดลองในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ขอนแก่น และเชียงใหม่ ในการนี้สำนักส่งเสริมและพัฒนางานเทคนิคในฐานะหน่วยงานรับผิดชอบเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีการกระจายเสียงและแพร่ภาพของกรมประชาสัมพันธ์ จึงได้ดำเนินงานโครงการทดลองจนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้จัดทำรายงานผลการทดลองฉบับนี้ขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงพร้อมทั้งนำเสนอต่อผู้บริหารและสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการเปลี่ยนผ่านระบบการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์จากระบบอนาล็อกสู่ระบบดิจิตอลของกรมประชาสัมพันธ์ในอนาคต ต่อไป

สำนักส่งเสริมและพัฒนางานเทคนิค
กรมประชาสัมพันธ์

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
ความเป็นมา	1
วัตถุประสงค์	1
สถานที่ทำการทดลอง	1
ขอบเขตการทดลอง	2
คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทำการทดลอง	2
แผนการดำเนินการทดลอง	8
ผลการทดลอง	9
ปัญหาอุปสรรค	19
ข้อสังเกต	20
ประโยชน์ที่ได้รับ	21

รายงานผลการทดลอง

โครงการแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของ กรมประชาสัมพันธ์

1 ความเป็นมา

กรมประชาสัมพันธ์ได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2556 ให้ดำเนินการโครงการทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 ในพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ขอนแก่น และเชียงใหม่ เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมในการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีการรับส่งวิทยุโทรทัศน์จากระบบอนาล็อกไปสู่ระบบดิจิตอลให้เป็นไปด้วยความถูกต้องเหมาะสม โดยให้ดำเนินการตามประกาศ กสทช. เรื่องหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์เพื่อทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว พร้อมทั้งให้รายงานผลการทดลองทดสอบสอบต่อสำนักงาน คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติทราบ

2 วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาทดลองการแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2

2.2 เพื่อศึกษาทดลองการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2

2.3 เพื่อศึกษาทดลองระบบบีบอัดสัญญาณ (Encoder) ภาพและเสียงตามมาตรฐาน MPEG4 AVC/H.264 และ MPEG4 HE AAC V2

2.4 เพื่อศึกษาทดลองรูปแบบการรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Reception) การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) การรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) และในรูปแบบอื่นๆ

2.5 เพื่อศึกษาและพัฒนาบุคคลากรให้มีความรู้และประสบการณ์ในการนำเทคโนโลยีโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 มาใช้งานจริง

3 สถานที่ทำการทดลอง

3.1 สถานีเครื่องส่งวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10310 ที่ตั้ง Latitude 13° 46' 38" N Longitude 100° 32' 57.2"E

3.2 สถานีเครื่องส่งวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ดอยสุเทพปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100 ที่ตั้ง Latitude 18° 48' 30.1" N Longitude 98° 54' 54.1" E

3.3 สถานีเครื่องส่งวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย จังหวัดขอนแก่น 245/1 ถนนมิตรภาพ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 4000

พื้นที่จังหวัดขอนแก่นไม่ได้ดำเนินการทดลองเนื่องจากภาคเอกชนที่ขอเข้าร่วมดำเนินการไม่พร้อมดำเนินการประกอบกับทาง บมจ. อสมท. ได้ดำเนินการทดลองในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นแล้วกรมประชาสัมพันธ์ จึงไม่มีความจำเป็นต้องดำเนินการ

4 ขอบเขตการทดลอง

4.1 ทดลองกำลังส่งเครื่องส่งโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 และตรวจวัดความเข้มสัญญาณในรูปแบบการรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Reception) และในรูปแบบการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ในสภาพแวดล้อมตามจุดที่ตั้งที่ทำการทดลองเพื่อศึกษาค่ากำลังส่งที่เหมาะสม

4.2 ทดลองค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความจุบิทเรท (Throughput Bitrates) กับความสามารถในการรับสัญญาณของเครื่องรับทั้งในรูปแบบประจำที่ (Fixed Reception) การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception)

4.3 ทดลองการบีบอัดสัญญาณภาพ (Video Encoder) ตามมาตรฐาน MPEG4 AVC/H.264 และการบีบอัดสัญญาณเสียง (Audio Encoder) มาตรฐาน MPEG4 HE AAC V2 โดยทำงานร่วมกับระบบรวมสัญญาณแบบ Statistical Multiplexer เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการกำหนดอัตรา Bitrates สำหรับการให้บริการรายการโทรทัศน์แบบความคมชัดมาตรฐาน (Standard Definition: SD) และการให้บริการรายการโทรทัศน์แบบความคมชัดสูง (High Definition: HD)

5 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ทำการทดลอง

5.1 พื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

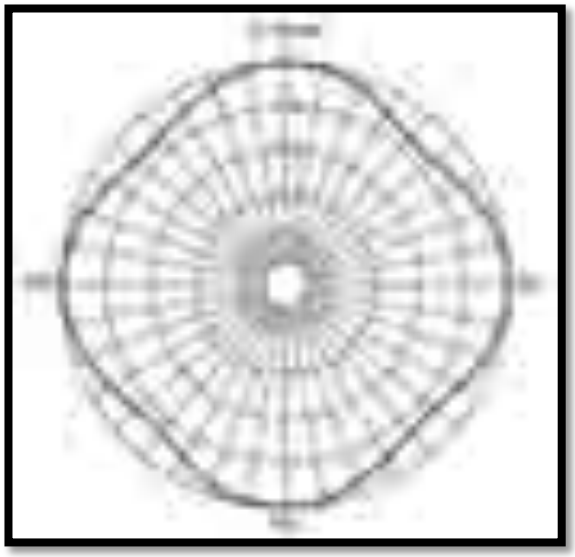
- รายการอุปกรณ์

รายการอุปกรณ์	จำนวน
เครื่องส่ง (Transmitter) ขนาดกำลังส่ง 5 KW	1
Band pass Filter	1
Transmission Line 4"	200 M
UHF Supper Turnstile Antenna อัตราขยาย 10.1 dBd	1
Encoder 2 HD & 6SD	8
Statistical Multiplexer	1
Integrated Receiver Decoder (IRD)	6
Network Management System (NMS)	1
EPG Software	1

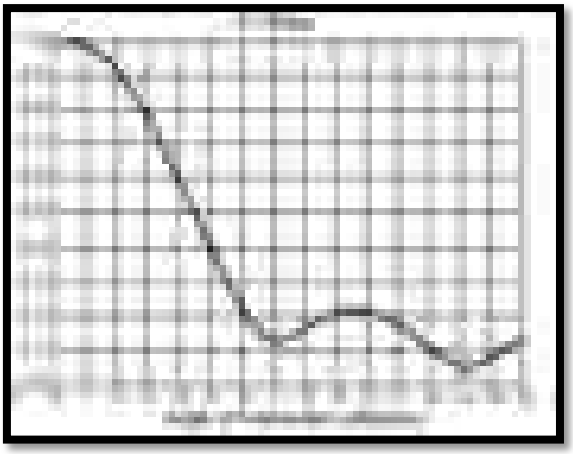
- คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบ (System Characteristic)

คุณลักษณะทางเทคนิค	
สถานที่ทำการทดลอง	สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพมหานคร
สภาพสิ่งแวดล้อม	เมือง (Urban Area)
เสาอากาศ (Tower)	Self Support 180 M Height
แผงสายอากาศ	Super turnstile Antenna UHF Band
อัตราขยายของระบบสายอากาศ (Antenna System Gain)	10.1 dBd
Azimuth Radiation Pattern	Omni directional
Polarization	Horizontal
ความสูงของแผงสายอากาศเหนือระดับพื้นดิน	180 m
ความสูงของสถานที่ตั้งเหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ย	7 m
ประสิทธิภาพสูงสุดของระดับความสูงของ สายอากาศ (Maximum Effective Antenna Height)	187 m
ละติจูด (Latitude)	13° 46' 38" N
ลองจิจูด (Longitude)	100° 32' 57.2" E
ความถี่	ชองความถี่ 26 (510-518 MHz)
กำลังสงสูงสุดของเครื่องสง	5 kW

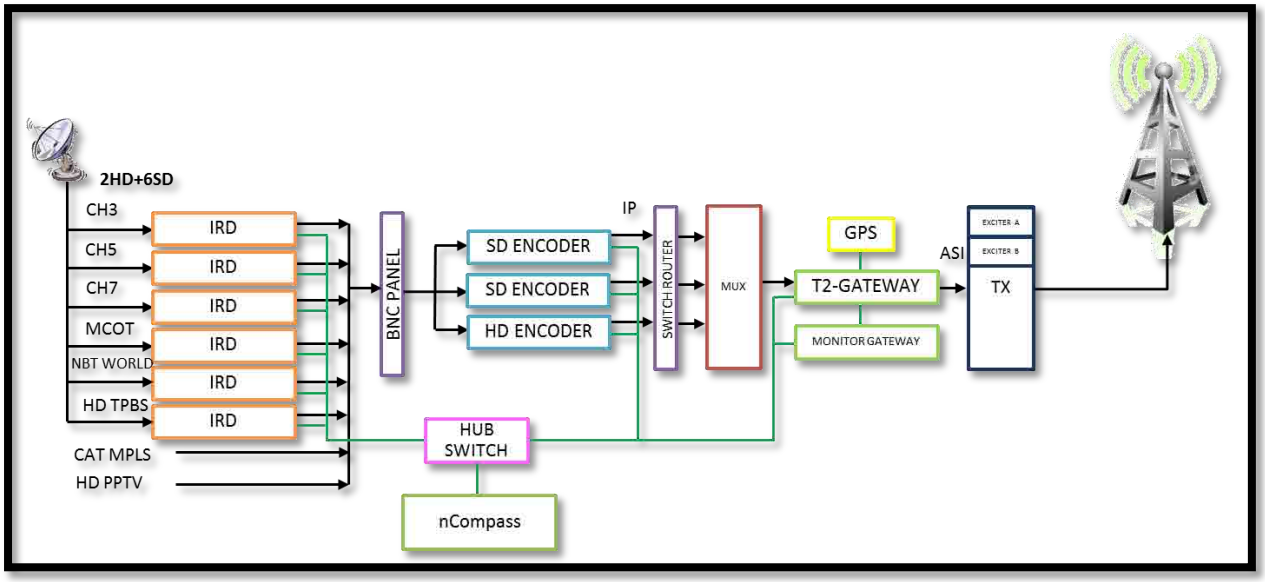
Super Turnstile Antenna



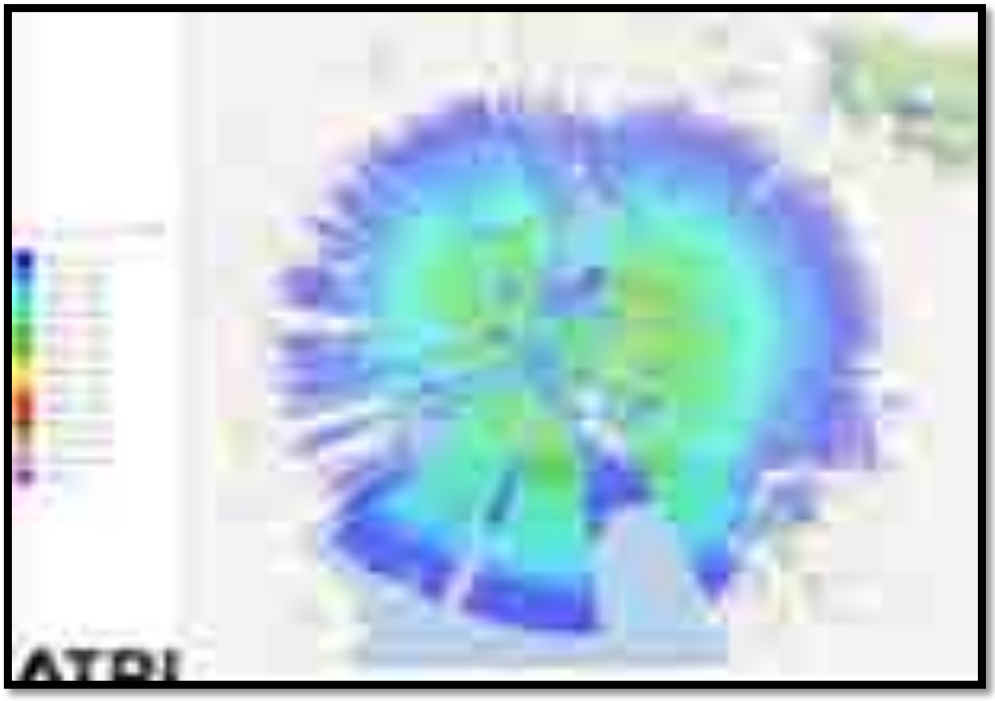
Azimuth Radiation Pattern



Elevation Pattern



System Architecture



Service Area Simulation

5.2 พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

- รายการอุปกรณ์

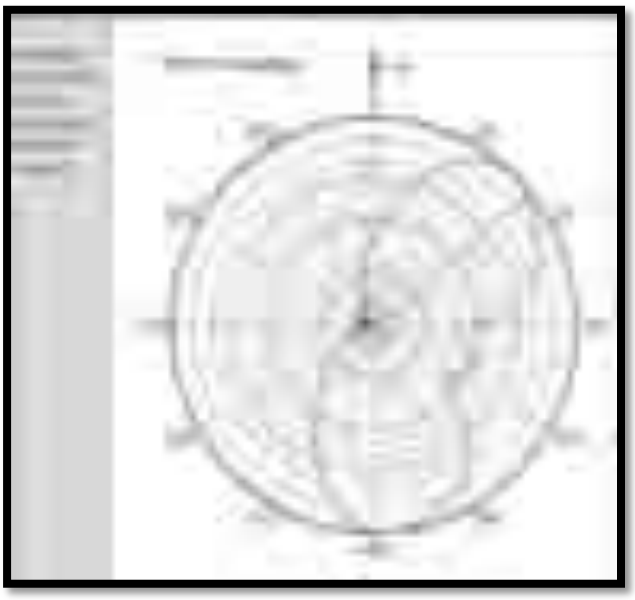
รายการอุปกรณ์	จำนวน
เครื่องส่ง (Transmitter) ขนาดกำลังส่ง 5.2 KW	1
Band pass Filter	1
Transmission Line 4"	100 M
UHF Panel Antenna (8 panel X 2 Face) อัตราขยาย 15 dBd	1
Encoder 2 HD & 6SD	8
Statistical Multiplexer	1
Integrated Receiver Decoder (IRD)	6
Network Management System (NMS)	1

- คุณลักษณะทางเทคนิคของระบบ (System Characteristic)

คุณลักษณะทางเทคนิค	
สถานที่ทำการทดลอง	สถานีเครื่องส่งวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ดอยสุเทพปุย เชียงใหม่
สภาพสิ่งแวดล้อม	ภูเขา (Hilly Terrain Area)
เสาอากาศ (Tower)	Self Support 100 M Height

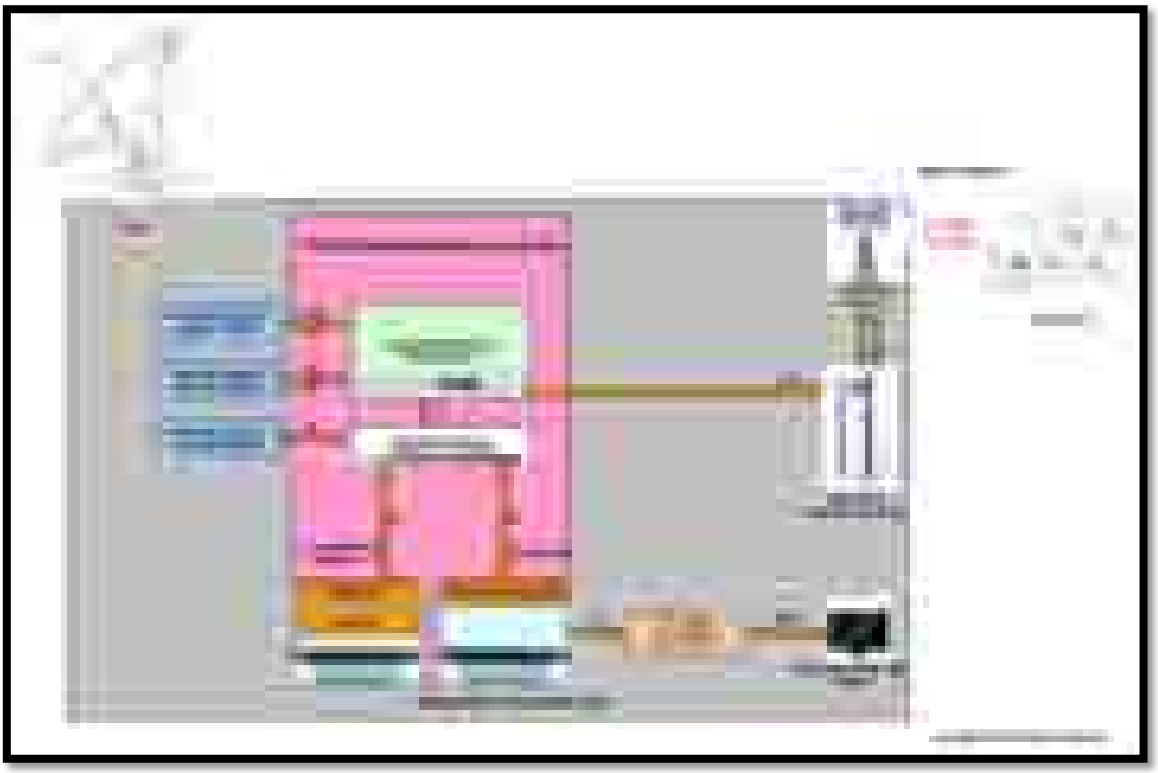
แผงสายอากาศ	UHF Panel Antenna (8 Stacks X 2 Faces)
อัตราขยายของระบบสายอากาศ (Antenna System Gain)	15 dBd
Horizontal Directivity of antenna	1°
Vertical Directivity of antenna	169°
มุมกดของสายอากาศ (Beam Tilt)	0°
ความสูงของแผงสายอากาศเหนือระดับพื้นดิน	60 m
ความสูงของสถานที่ตั้งเหนือระดับน้ำทะเลเฉลี่ย	1285 m
ประสิทธิภาพสูงสุดของระดับความสูงของ สายอากาศ (Maximum Effective Antenna Height)	1329 m
ละติจูด (Latitude)	18° 48' 36" N
ลองจิจูด (Longitude)	98° 54' 41" E
ความถี่	ชองความถี่ 42 (638-646 MHz)
กำลังสงสูงสุดของเครื่องสง	5.2 kW

Panel Antenna

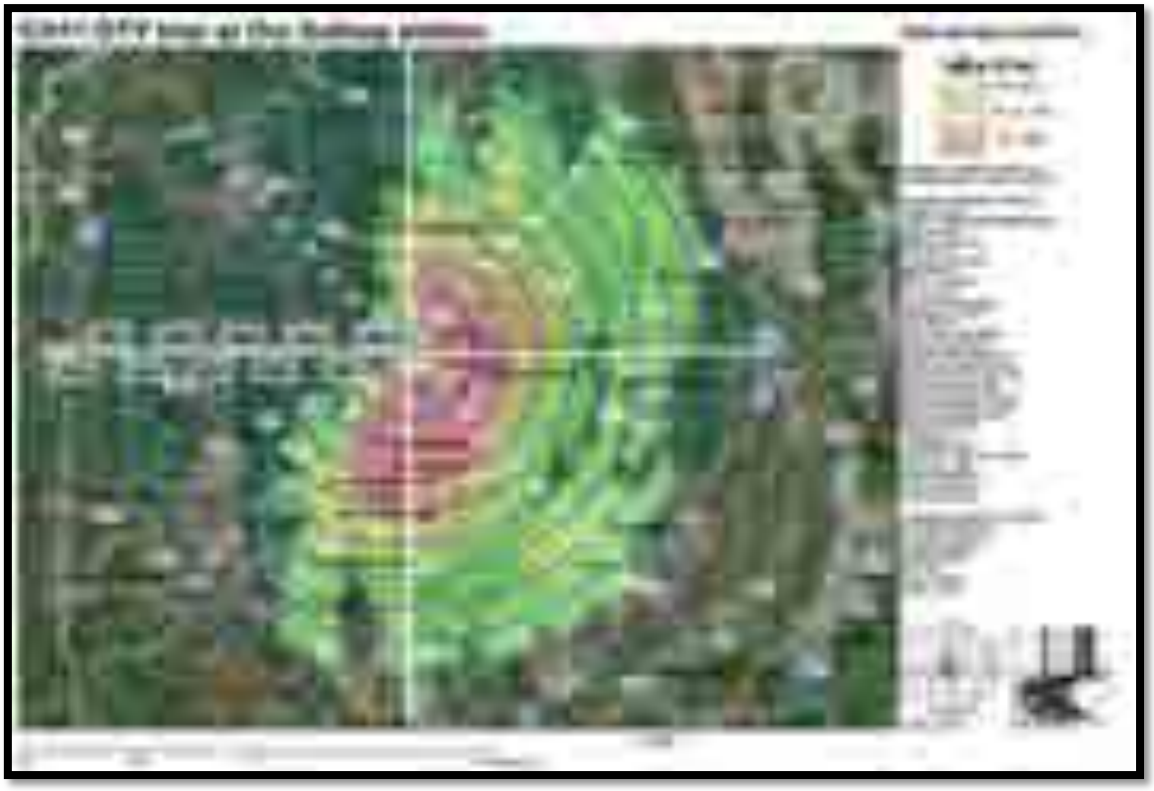


Azimuth Radiation Pattern

Elevation Pattern



System Architecture



Service Area Simulation

6 แผนการดำเนินการทดลอง

6.1 พื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาดำเนินการ

มีนาคม – เมษายน 2557

ช่องรายการที่นำมาออกอากาศ

ช่องรายการ	แบบความคมชัด	แหล่งสัญญาณ
CH 3	SD	Satellite (IRD)
CH 5	SD	Satellite (IRD)
CH 7	SD	Satellite (IRD)
Modern 9	SD	Satellite (IRD)
NBT	SD	MPLS (CAT)
NBT World	SD	สัญญาณ SDI จากห้อง MCR
TPBS	HD	Satellite (IRD)
PPTV	HD	Satellite (IRD)

6.2 พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ระยะเวลาดำเนินการ

กันยายน 2556 – เมษายน 2557

รายการที่นำมาออกอากาศ

ช่องรายการ	แบบความคมชัด	แหล่งสัญญาณ
CH 3	SD	Satellite (IRD)
CH 5	SD	Satellite (IRD)
CH 7	SD	Satellite (IRD)
Modern 9	SD	Satellite (IRD)
NBT	SD	Microwave Link
Parliament TV	SD	Satellite (IRD)
TPBS	HD	Satellite (IRD)
TPBS	HD	Satellite (IRD)

7 ผลการทดลอง

7.1 ทดลองกำลังส่งเครื่องส่งโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล DVB-T2 และตรวจวัดความเข้มสัญญาณในรูปแบบการรับสัญญาณแบบประจำที่ Fixed Reception และในรูปแบบการรับภายในอาคาร Portable Indoor Reception ในสภาพแวดล้อมตามจุดที่ตั้งที่ทำการทดลองเพื่อดูค่ากำลังส่งที่เหมาะสม

7.1.1 พื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ทำการทดลองเครื่องส่งโทรทัศน์ระบบดิจิตอลขนาดกำลังส่ง 5000 Watts โดยส่งกำลังผ่าน Band Pass Filter สายส่ง (Transmission Line) ขนาด 4 นิ้ว ยาว 200 เมตร ลดขนาดสายส่งลงเหลือขนาด 1 5/8 นิ้ว ยาว 14 เมตร เพื่อต่อเข้ากับ connector ของแผงสายอากาศแบบ Supper Turn stile ที่มีอัตราขยาย 10.1 dBd ทำให้ระบบโดยรวมมีกำลังส่งประสิทธิภาพในการออกอากาศ (ERP) อยู่ที่ 28.67 KW ซึ่งต่ำกว่ากำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุดตามแผนคลื่นความถี่วิทยุสำหรับโทรทัศน์ดิจิตอลที่กำหนดให้มีกำลังส่งประสิทธิภาพ (ERP) ของสถานีกรุงเทพมหานครคือ 50 KW (ERP) จากนั้นนำกำลังส่งที่ได้ไปทำการจำลองเขตบริการด้วยโปรแกรมจำลองเขตบริการ โดยใช้ค่า Minimum Median Equivalent Field Strength ที่ได้จากการคำนวณ อ้างอิงตามข้อแนะนำใน EBU Tech 3348

สำหรับ Fixed Reception

Aa = -4.6

Lf = 4

φ_{Min} = $P_{s\ Min}$-Aa+Lf

= -113.3+4.6+4

= -104.7 dB(W)/m^2

Cl = 9.02 (@95%)

φ_{Med} = φ_{Min}+Cl

= -104.7+9.02

= -95.68 dB(W)/m^2

E_{Med} = φ_{Med} +145.8

= -95.65+145.8

= **50.15 dBuV/m**

สำหรับ Portable Indoor Reception (กรณี Passive Antenna: Gd=0)

Aa = -15.6

Lf = 0

φ_{Min} = $P_{s\ Min}$-Aa+Lf

= -110.6+15.6+0

= -95 dB(W)/m^2

Cl = 13.284 (@95%)

P_{mmn} = 1

L_b = 11 (Worst Case=11+deviation (6)=17)

φ_{Med} = φ_{Min}+P_{mmn}+Cl+ L_b

= -95+1+13.284+11 (-95+1+13.284+17)

= -69.72 dB(W)/m^2 (-63.72)

E_{Med} = φ_{Med} +145.8

= -69.72+145.8 (-63.72+145.8)

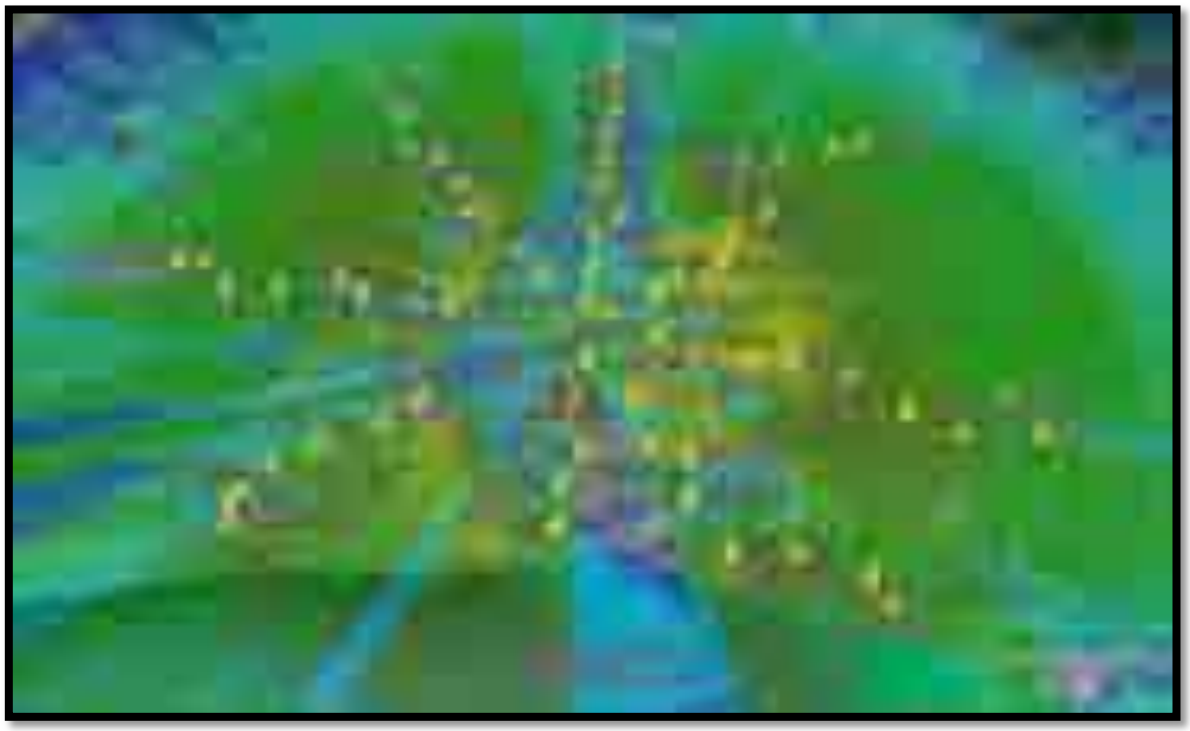
= **76.08 dBuV/m** (82.08 dBuV/m)

ผลจากการจำลองเขตบริการมีรัศมีเขตบริการโดยประมาณ 75 กิโลเมตร จากสถานีส่งในรูปแบบการรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Reception) และมีรัศมีเขตบริการโดยประมาณ 25 กิโลเมตร จากสถานีส่ง ในรูปแบบการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception)

Fixed Reception Service Radius 75 KM from TX Antenna (Approximately)

Portable Indoor Service Radius 25 KM from TX Antenna (Approximately)

การวัดสัญญาณภาคสนามดำเนินการโดยกำหนดจุดวัดสัญญาณ 8 ทิศทาง จำนวน 70 จุด แต่ละจุดห่างกันประมาณ 5 กิโลเมตร รอบสถานีเครื่องส่งซึ่งมีระยะห่างสูงสุดแต่ละทิศทาง 50 กิโลเมตร ดังรูป



จุดวัดสัญญาณโดยรอบสถานีเครื่องส่ง

รายการเครื่องมือวัดและอุปกรณ์สำหรับการวัดสัญญาณ		
เครื่องมือ	จำนวน	จำนวนบุคลากร (คน)
1. รถตู้	1	12
2. สายอากาศมาตรฐานแบบ Dipole และ Yagi (6 , 8 และ 10 เมตร)	1	
3. LED Monitor	1	
4. DVB-T2 Signal and Spectrum Analyzer (Rover HD PROTAB)	2	
5. DVB-T2 Analyzer (Planar IT-15T2)	1	
6. Portable DVB-T2 (PROMAX)	1	
7. อุปกรณ์ GPS	1	

รายการอุปกรณ์วัดสัญญาณภาคสนาม

ผลจากการวัดสัญญาณโดยใช้สายอากาศรับชนิด Dipole เสาสูง 6 เมตร จำนวน 70 จุด ปรากฏว่าสามารถรับสัญญาณได้ 61 จุดและมีจำนวน 9 จุดที่ไม่สามารถรับสัญญาณได้ หรือคิดเป็นร้อยละ 81.14 ที่สามารถรับสัญญาณได้ โดยทิศทางที่รับสัญญาณได้น้อยคือทางด้านทิศตะวันออก

ผลจากการวัดสัญญาณโดยใช้สายอากาศรับชนิด Dipole เสาสูง 1.5 เมตร จำนวน 40 จุด ปรากฏว่าสามารถรับสัญญาณได้ 30 จุดและมีจำนวน 10 จุดที่ไม่สามารถรับสัญญาณได้ หรือคิดเป็นร้อยละ 75 ที่สามารถรับสัญญาณได้ โดยทิศทางที่รับสัญญาณได้น้อยคือทางด้านทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงใต้

ผลจากการวิเคราะห์จากการวัดสัญญาณภาพรวมของเขตบริการเป็นไปตามการจำลองเขตบริการที่มีรัศมีการให้บริการประมาณ 75 กิโลเมตร ซึ่งน้อยกว่าเขตบริการระบบอนาล็อกเดิมที่มีเขตบริการประมาณ 90 กิโลเมตร ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองในจุดที่ตั้งสถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทย ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ความสูงเสาอากาศ 180 เมตร และเป็นคนละจุดกับที่ตั้งระบบอนาล็อกเดิมที่อยู่บนตึกใบหยก 2 ที่ความสูง 325 เมตร อีกประการหนึ่งคือกำลังส่งประสิทธิภาพที่ทำการทดลองออกอากาศมีกำลังส่ง 28.76 KW (ERP) อย่างไรก็ดีผลจากการทดลองรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณในรถยนต์ในระยะที่ไม่ห่างจากสถานีส่งมากนัก (Near Field) หรือการรับสัญญาณในเขต PI จะรับสัญญาณได้ค่อนข้างดีถึงดีมาก ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากเสาส่งออกอากาศไม่สูงมากนักและอัตราการขยายของแผงสายอากาศ (Antenna Gain) ไม่สูงมากนัก

7.1.2 พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

ทำการทดลองเครื่องส่งโทรทัศน์ระบบดิจิตอลขนาดกำลังส่ง 5200 Watts โดยส่งกำลังผ่าน Band Pass Filter สายส่ง (Transmission Line) ขนาด 4 นิ้ว ยาว 100 เมตร ต่อเข้ากับ connector ของแผงสายอากาศแบบ UHF Panel 8 Stack 2 Face ที่มีอัตราขยาย 15.2 dBd ซึ่งสถานีเชียงใหม่กำหนดให้มีกำลังส่ง

ประสิทธิภาพสูงสุด (ERP) ตามแผนคลื่นความถี่วิทยุสำหรับโทรทัศน์ดิจิตอลเดิม คือ 82 KW (ERP) โดยในแผนความถี่ใหม่จะลดกำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุด (ERP) ลงเหลือ 50 KW (ERP) ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองปรับค่ากำลังส่งเครื่องส่งให้ได้ค่ากำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุด 3 ระดับและใช้ค่าพารามิเตอร์ตามที่ กสทช. กำหนด โดยปรับค่าขนาดกำลังส่งเครื่องส่งที่ 4 KW, 2.6 kW และ1.4 kW ตามตามลำดับเพื่อตรวจสอบเขตพื้นที่การให้บริการ จากนั้นนำกำลังส่งที่ได้ไปทำการจำลองเขตบริการด้วยโปรแกรมจำลองเขตบริการ โดยใช้ค่า Minimum Median Equivalent Field Strength ที่ได้จากการคำนวณ อ้างอิงตามข้อแนะนำใน EBU Tech 3348 นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองส่งสัญญาณ DVB-T2 Version 1.3.1 เพื่อทดสอบความสามารถในการรับของกล่อง Set Top Box ที่รองรับ Version 1.3.1 ด้วย

โดยการทดลองใช้วิธีปรับกำลังส่งแต่ละ step ตามที่กำหนด และวัดสัญญาณภายในเขตบริการที่ทำการจำลองเขตบริการทั้งการรับในรูปแบบประจำที่ (Fixed Outdoor Reception) และแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) เพื่อดูความสามารถในการรับสัญญาณในในขณะที่ใช้กำลังส่งที่แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการทดลองได้ข้อสรุป ดังนี้

(1) การทดลองปรับลดขนาดกำลังส่งที่ใช้ในการออกอากาศของเครื่องส่ง

กำลังส่งออกอากาศ (ERP)	รูปแบบการรับสัญญาณ	
	Fixed Reception	Portable Indoor Reception
100 KW	รับสัญญาณได้ดีมาก	รับสัญญาณได้ดีมากในเมือง
65 KW	รับสัญญาณได้ดี	รับสัญญาณได้น้อยลง
35 KW	รับสัญญาณได้เขตบริการลดลง	รับสัญญาณได้ยาก

จากการปรับกำลังส่งโดยใช้กำลังส่งสูงสุดคือ 4 KW ได้ค่ากำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 100 KW (ERP) ทำให้การรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Outdoor Reception) และแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ภาพรวมดีมากเป็นไปตามการจำลองเขตบริการ และเมื่อลดกำลังส่งเครื่องส่งลงมาที่ 2.6 KW ได้ค่ากำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ ประมาณ 65 KW (ERP) ทำให้การรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Outdoor Reception) ยังคงรับสัญญาณได้ดีอยู่ส่วนการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) รับสัญญาณได้ยากขึ้น และเมื่อทดลองลดกำลังส่งลงมาอีกอยู่ที่ 1.4 KW ได้ค่ากำลังส่งประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ ประมาณ 35 KW (ERP) ทำให้การรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Reception) และแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ภาพรวมรับสัญญาณได้ค่อนข้างยากและมีพื้นที่ที่รับสัญญาณไม่ได้หลายพื้นที่โดยเฉพาะการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ในพื้นที่ต้นไม้รกทึบไม่สามารถรับสัญญาณได้ ซึ่งจากการศึกษาวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าอาจเป็นผลมาจากผลกระทบจากใบไม้ (Foliage Effect) เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการทดลอง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงและต้นไม้ที่มีใบรกทึบจำนวนมาก ซึ่งประเด็นนี้จะต้องทำการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

(2) การทดลองประเด็นเรื่อง DVB-T2 Version ในการออกอากาศของโทรทัศน์ระบบดิจิตอล

เนื่องจากปัจจุบันมาตรฐานการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ DVB-T2 เป็น Version 1.3.1 แต่ตามมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องรับที่ กสทช. กำหนดให้เป็น Version 1.2.1 หรือสูงกว่า ซึ่งจากการทดลองส่งออกอากาศ Version 1.3.1 ปรากฏว่าเครื่องรับและเครื่องมือวัดบางรุ่นที่รองรับ version 1.2.1 ไม่สามารถถอดรหัสสัญญาณภาพได้ จึงได้ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์บางตัวด้วยการปิด (Disable) L1-Post Scramble และ T2-Lite Base ที่ชุด Headend Version 1.3.1 ส่งผลให้เครื่องมือวัดสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล และ Set Top Box Version 1.2.1 สามารถถอดรหัสสัญญาณได้ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า Headend Version 1.3.1 ออกแบบมาเพื่อให้สามารถให้บริการแบบหลากหลายได้ (Multi Services) หรือการให้บริการแบบ Mode B (Multiple PLPs) ซึ่งสามารถให้บริการได้ทั้งแบบ HD, SD แบบ Fixed Reception พร้อม ๆ กับการให้บริการแบบ Mobile ไปพร้อมกันได้ ดังนั้นในอนาคตหากมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการที่แตกต่างไปจากเดิมทางด้านผู้ให้บริการโครงข่ายจึงควรมีการจัดหาอุปกรณ์ที่รองรับการให้บริการใน Version 1.3.1

(3) การทดลองปรับแต่งระบบสายอากาศ

เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เป็นการติดตั้งระบบใหม่ทั้งระบบโดยไม่ได้ Combine แผงสายอากาศกับสถานี TPBS จากการติดตั้งในครั้งแรกปรากฏว่าเขตบริการในด้านทิศเหนือและทิศใต้ไม่สามารถรับสัญญาณได้ดีเท่าที่ควรเมื่อเทียบจากการจำลองเขตบริการ (Service Area Simulation) ซึ่งจากการวิเคราะห์น่าจะเกิดจากการติดตั้งแผงสายอากาศที่หันหน้าแผงสายอากาศของทั้ง 2 ด้านอยู่ในมุม Azimuth ที่อาจจะไม่ถูกต้อง ดังนั้น จึงได้มีการวางแผนเพื่อทดลองปรับแต่งแผงอากาศใหม่ ทั้งมุม Azimuth และมุม Tilt เพื่อทำการทดสอบเขตบริการอีกครั้ง แต่อย่างไรก็ดีเมื่อมีการพิจารณาอย่างละเอียดแล้วไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองรวมทั้งแผงสายอากาศเป็นการให้ความร่วมมือจากบริษัทเอกชน ซึ่งหากจะปรับแต่งแผงสายอากาศจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ประกอบกับสถานที่ทำการทดลองอยู่ไกลจากกรุงเทพมหานครซึ่งมีความยากลำบากในการเดินทาง ประเด็นนี้จึงไม่ได้ดำเนินการทดลอง

7.2 ทดลองค่าพารามิเตอร์ของระบบ DVB-T2 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุบิท (Throughput Bitrates) กับความสามารถในการรับสัญญาณของเครื่องรับทั้งในรูปแบบประจำที่ (Fixed Reception) การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception)

7.2.1 วิธีการทดลอง

(1) ทดลองปรับค่า FFT Size เทียบเคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่ กสทช. กำหนด 16k Mode กับ 8k Mode โดยยังคงให้ค่าความจุบิทเรท (Throughput Bitrates) ที่ใกล้เคียงกับที่ กสทช. กำหนด (21.975 Mbps) เพื่อทดสอบการรับแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception)

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์ กสทช.	ค่าพารามิเตอร์ ทดลอง	ผลการทดลอง
FFT size	16k extended	8k extended	การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) สามารถ รับสัญญาณได้ง่ายมากขึ้น แต่ความจุบิทเรทที่ได้ลดลง รวมทั้งระยะห่างในการตั้งสถานีเครื่องส่ง (SFN Distance) ลดลงด้วย
Guard Interval	19/128	19/128	
PLP Modulation	64-QAM	64-QAM	
FEC Code rate	3/5	3/5	
Pilot Pattern	PP2	PP2	
Rotate Constellation	On	On	
Physical Layer Pipe (PLP)	Single	Single	
L1-Post Constellation	16-QAM	16-QAM	
T2 Frame per Super Frame	2	2	
Data Symbol per T2 Frame	83 symbols	166 symbols	
Max FEC block per Interleaving Frame	98 blocks	97 blocks	
Time Interleaving Block per Interleaving Frame	2 blocks	2 blocks	
ผลที่ได้จากการปรับพารามิเตอร์			
คาความจุตอมัลติเพล็กซสูงสุด	21.975 Mbps	21.750 Mbps	
Time Interleaving Depth	86.5 ms	86.5 ms	
SFN Distance	79.74 km	39.87 km	

(2) ทดลองปรับค่า L1 Post Modulation ควบคู่กับค่า Symbol data และ FEC Block โดยยังคงให้ค่าความจุบิทเรท (Throughput Bitrates) ที่ใกล้เคียงกับที่ กสทช. กำหนด (21.975 Mbps) เพื่อทดสอบความแตกต่างของการรับสัญญาณ

พารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์ กสทช.	ค่าพารามิเตอร์ ทดลอง	ผลการทดลอง
FFT size	16k extended	16k extended	การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) สามารถ รับสัญญาณได้ง่ายมากขึ้น แต่ความจุบิทเรทที่ได้น้อยลง
Guard Interval	19/128	19/128	
PLP Modulation	64-QAM	64-QAM	
FEC Code rate	3/5	3/5	
Pilot Pattern	PP2	PP2	
Rotate Constellation	On	On	
Physical Layer Pipe (PLP)	Single	Single	
L1-Post Constellation	16-QAM	QPSK	
T2 Frame per Super Frame	2	2	
Data Symbol per T2 Frame	83 symbols	84 symbols	
Max FEC block per Interleaving	98 blocks	99 blocks	

Frame			
Time Interleaving Block per Interleaving Frame	2 blocks	2 blocks	
ผลที่ได้จากการปรับพารามิเตอร์			
คาความจุตอมัลติเพล็กซสูงสุด	21.975 Mbps	21.939 Mbps	
Time Interleaving Depth	86.5 ms	87.5 ms	
SFN Distance	79.74 km	79.74 km	

7.2.2 ผลการทดลอง

การทดลองปรับค่า FFT Size เทียบเคียงกับค่าพารามิเตอร์ที่ กสทช. กำหนด 16k Mode กับ 8k Mode ผลที่ได้ทำให้การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) สามารถ รับสัญญาณได้ง่ายมากขึ้น แต่ความจุบิทเรทที่ได้ลดลง 0.225 Mbps เหลือ 21.750 Mbps นอกจากนี้ยังส่งผลต่อระยะทางในการตั้งสถานีเครื่องส่งแบบโครงข่ายคลื่นความถี่เดียวกัน (SFN Distance) ลดลงเหลือ 39.87 กิโลเมตร

การทดลองปรับค่า L1 Post Modulation ควบคู่กับค่า Symbol data และ FEC Block โดยปรับค่า L1 Post Modulation จาก 16 QAM เป็น QPSK พร้อมกับการปรับตั้งค่า Symbol data จาก 83 เป็น 84 และปรับค่า FEC Block จาก 98 เป็น 99 ซึ่งทำให้ได้ค่า Interleaving depth เป็น 87.5 ms ผลที่ได้ทำให้การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) และการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) สามารถรับสัญญาณได้ดีขึ้นเช่นกัน โดยทำให้ความจุบิทเรทลดลง 0.036 Mbps เหลือ 21.939 Mbps

7.3 ทดลองการบีบอัดสัญญาณภาพ Video Encoder ตามมาตรฐาน MPEG4 AVC/H.264 และการบีบอัดสัญญาณเสียง Audio Encoder มาตรฐาน MPEG4 HE AAC V2 โดยทำงานร่วมกับระบบรวมสัญญาณแบบ Statistical Multiplexer เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการกำหนดอัตรา Bitrates สำหรับการให้บริการรายการโทรทัศน์แบบความคมชัดมาตรฐาน Standard Definition (SD) และการให้บริการรายการโทรทัศน์แบบความคมชัดสูง High Definition (HD)

7.3.1 วิธีการทดลอง

(1) ทดลองปรับค่าอัตราบิทเรทต่ำสุด (Minimum Bitrate) และอัตราบิทเรทสูงสุด (Maximum Bitrate) ของเครื่องเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอ (Video Encoder) ทั้งรูปแบบความคมชัดมาตรฐาน (SD) และรูปแบบความคมชัดสูง (HD) โดยเทียบเคียงกับค่าอัตราบิทเรท ที่ กสทช. แนะนำ เพื่อศึกษาหาค่าอัตราบิทเรทต่ำสุด-สูงสุด ที่เหมาะสมเมื่อทำงานร่วมกับ Statistical Multiplexer

(2) ทดลองปรับค่าอัตราบิทเรทรวมของสัญญาณวิดีโอทั้ง 8 ช่องรายการ (Video Shaping Bitrate) เทียบเคียงกับค่าอัตราบิทเรท ที่ กสทช. แนะนำ เพื่อศึกษาหาค่าอัตราบิทเรทรวมของสัญญาณวิดีโอทั้ง 8 ช่องรายการ (6SD+2HD) และคุณภาพของภาพในการให้บริการ

(3) ทดลองปรับค่าอัตราบิทเรทสูงสุดของสัญญาณทั้งหมด (Maximum Capacity) Video+Audio+EPG+SI

	Video Bitrate (NBTC) Mbps		Video Bitrate (Test 1) Mbps		Video Bitrate (Test 2) Mbps	
SD 6 CH	0.75	2.5	1.0	2.0	0.5	2.5
HD 2 CH	2.0	7.0	2.0	4.0	1.0	6.5
รวม	8.5	29	10	20	5	28
Video Shaping	19 หรือ 19.7		17		18.5	
Bandwidth Pool	10.5 หรือ 11.2	-9.3 หรือ -10	7	-3	13.5	-9.5
SD Average Bitrate	1.65 หรือ 1.71		1.91		1.55	
HD Average Bitrate	4.56 หรือ 4.73		3.65		4.55	
Maximum Bandwidth	21.64		19.5		21.0	
PLP Bitrate	21.975		21.927* หรือ 21.975		21.927* หรือ 21.975	
Reserved	0.335		2.427 หรือ 2.475		.927 หรือ .975	

* PLP Bitrate@L1 Mod Constellation: QPSK, Symbol Data: 72, PLP Block: 85

7.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองปรับอัตราบิทเรทต่ำสุด-สูงสุด ของเครื่องเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอ (Video Encoder) ของช่องสัญญาณแบบความคมชัดมาตรฐาน (SD) และแบบความคมชัดสูง (HD) ใน 2 รูปแบบ Test 1 และ Test 2 เทียบเคียงตามข้อแนะนำของ กสทช. (NBTC) พบว่า

- คุณภาพของภาพที่ส่งออกอากาศทั้ง 3 รูปแบบ ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการสังเกตจากการรับชมจากเครื่องรับโทรทัศน์ที่รองรับความคมชัดสูง HD ขนาดใหญ่ (55 นิ้ว) ทั้งช่อง SD และ HD โดยเฉพาะช่อง HD ที่กำหนดอัตราบิทเรท สูงสุดไว้ที่ 4 Mbps ในรูปแบบ Test 1 ก็ไม่สามารถเห็นความแตกต่างด้วยสายตาได้ อย่างไรก็ดีในรูปแบบนี้มีการเกิด Mosaic ได้เป็นบางครั้ง
- อัตราบิทเรทเฉลี่ยช่องสัญญาณแบบ SD ในรูปแบบ Test 1 ค่อนข้างสูงใกล้กับค่าอัตราบิทเรทสูงสุด (Maximum Bitrate) ที่กำหนด เนื่องจากกรอบการ

ทำงานของ Stat MUX ค่อนข้างแคบประกอบกับอัตราบิทเรทของ Source แบบ SD ที่เข้ามาค่อนข้างสูงทำให้การใช้บิทเรทของแต่ละช่องมากขึ้นไปใกล้อัตราบิทเรทสูงสุดเกือบตลอดเวลา ส่วนช่องสัญญาณแบบ HD มีอัตราบิทเรทค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐาน (ตอนทดสอบ Test 1 ใช้ Source จาก TPBS HD อัตราบิทเรท 3.45 Mbps) แต่คุณภาพของภาพมีคุณภาพดี

- การทดลองการบีบอัดสัญญาณเสียง Audio Encoder มาตรฐาน MPEG4 HE AAC V2 ตาม MPEG4 LATM/LOAS หรือตามมาตรฐาน MPEG4 Part3 โดยใช้ค่าบิทเรทที่ 32 Kbps/CH จำนวน 4 CH ซึ่งการบีบอัดสัญญาณเสียงจะไม่ผ่าน STAT MUX จึงใช้บิทเรทรวมอยู่ที่ 128 Kbps

จากการทดลองปรับค่าอัตราบิทเรทรวมของสัญญาณวิดีโอทั้ง 8 ช่องรายการ (Video Shaping Bitrate) เทียบเคียงกับค่าอัตราบิทเรท ที่ กสทช. แนะนำ พบว่าการกำหนด Video Shaping ของ Test 1 และ Test 2 ไม่ส่งผลต่อคุณภาพของภาพโดยรวม แต่การกำหนด Video Shaping (Test 1) ไว้ที่ 17 Mbps ซึ่งน้อยกว่าอัตราบิทเรทเฉลี่ยรวม 17.8 Mbps ทำให้เกิด Over Flow ของสัญญาณได้เป็นบางครั้ง

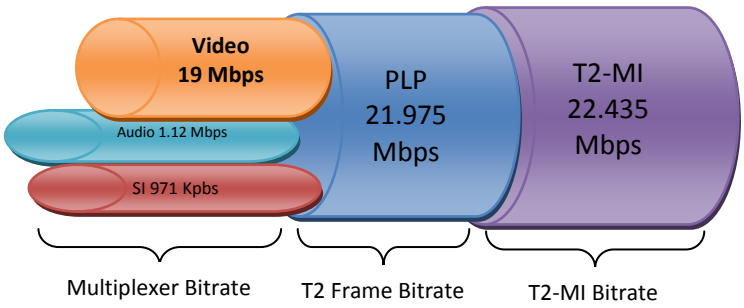
	Video Bitrate (NBTC) Mbps		Video Bitrate (Test 1) Mbps		Video Bitrate (Test 2) Mbps	
SD 6 CH@2Mbps	0.75	2.5	1.0	2.0	0.5	2.5
HD 2 CH@6Mbps	2.0	7.0	2.0	4.0	1.0	6.5
รวม	8.5	29	10	20	5	28
Video Shaping	19		17		18.5	
SD Average Bitrate	1.65		1.91		1.55	
HD Average Bitrate	4.56		3.65		4.55	
Total Average	19.02		17.8		18.4	
Stat Perform	20.75%		25.83%		23.33%	
Maximum Cap	21.64		19.5		21.0	
PLP Bitrate	21.975		21.927* หรือ 21.975		21.927* หรือ 21.975	
Picture Quality	ไม่แตกต่างกัน		ไม่แตกต่างกัน เกิด Mosaic เป็นบางครั้ง		ไม่แตกต่างกัน	

จากการทดลองปรับค่าอัตราบิทเรทสูงสุดของสัญญาณทั้งหมด (Maximum Capacity) Video+Audio+EPG+SI โดยกำหนดอัตราบิทเรทในแต่ละส่วน ดังนี้

21.975 Mbps @ 8MHz 16k Ext, GI 19/128, L1 Mod 16QAM, PP2, PLP Mod 64QAM CR3/5,

	Null Reserved (AD, Subtitle, SSU and other service) 21.975-21.10=.875 Mbps
21.1 Mbps	Protection Against Overflow 200 Kbps
	SI Variation 131 Kbps
	SI PMT (20 Kbps/CH) Total= 160 Kbps
	SI EIT (EPG) (Estimated 100 Kbps/CH@48 CH)=480 Kbps
	Audio (70 Kbps/One Stereo, 2 Track) Total 70x2x8=1.12Mbps
	Video Bitrate (2HD 6SD) Total 8 CH 19 Mbps

ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองจะเห็นว่าสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอลแต่ละช่องรายการมีองค์ประกอบของสัญญาณหลายอย่างเช่น สัญญาณภาพ (Video Signal) สัญญาณเสียง (Audio Signal) สัญญาณจำพวกการให้บริการ (Service Information: SI) ต่างๆ เช่น EPG EIT, PMT, TOT, TDT, AD, Subtitling, SSU และ EWS จากนั้นสัญญาณจะถูกห่อหุ้มเป็นชั้นๆ เพื่อส่งเป็นสัญญาณขนส่ง (Transport Stream) เพื่อนำไปออกอากาศในระบบโครงข่าย ดังนั้นการกำหนดขนาดของช่องสัญญาณแต่ละชั้นจึงต้องมีลำดับชั้นและขนาดสัมพันธ์กันโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องควบคุมไม่ให้เกิดกรณีจำนวน Data rate ที่ส่งมีมากกว่าความจุบิทเรทของระบบ ซึ่งจะทำให้เกิด Overflow และไม่สามารถรับสัญญาณได้



ภาพแสดงการส่งผ่าน Data rate ของระบบ

8 ปัญหาอุปสรรค

8.1 พื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

เนื่องจากกระบวนการจัดหาเครื่องส่งและอุปกรณ์และการขออนุญาตนำเข้าเพื่อการทดลองใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานทำให้ระยะเวลาดำเนินการทดลองค่อนข้างสั้น ซึ่งทำให้การเก็บข้อมูลบางอย่างที่ต้องใช้ระยะเวลาการทดลองทำได้ยาก

8.2 พื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

- พื้นที่ดำเนินการทดลองอยู่ห่างไกลจากกรุงเทพมหานครซึ่งบุคคลากรส่วนใหญ่ที่ทำการทดลองทำงานทำให้การเดินทางไปทำการทดสอบทดลองมีข้อจำกัด
- เครื่องส่งและอุปกรณ์ทั้งหมดเป็นการร่วมมือกับภาคเอกชนในลักษณะร่วมกันทำงานซึ่งมีข้อจำกัดในการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมทั้งการปรับเปลี่ยนแก้ไขทางเทคนิคซึ่งทำได้ยาก

9 ข้อสังเกต

9.1 ประเด็นกำลังส่งในการออกอากาศ

จากการศึกษาทดลองพบว่าการใช้กำลังส่งในการออกอากาศนั้นมีความสัมพันธ์กับการกำหนดค่าพารามิเตอร์หลักของระบบที่แต่ละชุดค่าพารามิเตอร์จะมีความต้องการสัญญาณ Carrier ต่อ สัญญาณรบกวน Noise (C/N) ที่เพียงพอต่อการถอดรหัสสัญญาณ ซึ่งสัมพันธ์กับค่าความต้องการความแรงของสัญญาณต่ำสุด (Minimum Median Equivalent Field Strength) ดังนั้นในการคำนวณหาค่าความแรงสัญญาณต่ำสุดที่ต้องการ (Minimum Median Equivalent Field Strength) เพื่อหาเขตบริการที่แท้จริงทั้งการรับสัญญาณแบบประจำที่ (Fixed Outdoor Reception) และการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) นั้นอาจต้องมีการพิจารณาสถานการณ์ที่แย่ที่สุด (Worst Case Scenario) ของการรับสัญญาณ ยกตัวอย่างเช่น กรณีการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ความสูญเสียกำลังจากการที่สัญญาณเข้าไปในตัวอาคาร Building Penetration Loss (Lb) ในกรณีการคำนวณค่า Minimum Median Equivalent Field Strength หากพิจารณาตามข้อแนะนำของ EBU Tech 3348 ที่กำหนดค่า Lb@Band V, VI = 11 dB, deviation = 6 dB ซึ่งหากใช้ค่า Lb+deviation = 17 dB เพื่อให้ได้ค่า Minimum Median Equivalent Field Strength ในการจำลองเขตบริการที่น่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งน่าจะนำไปสู่การกำหนดกำลังส่งของเครื่องส่งที่เหมาะสมต่อไป

9.2 ประเด็นค่าพารามิเตอร์

จากการศึกษาทดลองพบว่าค่าพารามิเตอร์ตามที่ กสทช. กำหนดในเบื้องต้นนั้นเนื่องจากมีความต้องการความจุบิทเรท (Throughput Bitrate) ที่เพียงพอต่อการให้บริการช่องรายการแบบความคมชัดสูง (HD) 2 ช่องรายการ และแบบความคมชัดมาตรฐาน (SD) 6 ช่องรายการ รวมทั้งบริการอื่นๆ เช่น PSI/SI, AD, CC, EWS และ SSU ซึ่งประมาณการใช้บิทเรทไว้ที่ 21.975 Mbps จึงได้กำหนดให้ทุกโครงข่ายใช้ค่าพารามิเตอร์คงที่ไว้ 4 ตัวหลัก ได้แก่ค่า PLP Modulation 64 QAM, GI 19/128, CR 3/5 และ FFT Size 16k เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อความจุบิทเรท (Throughput Bitrate) นั้น จากการศึกษาทดลองในพื้นที่กรุงเทพมหานครพบว่าการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างไปจากที่ กสทช. กำหนด ทั้งค่าพารามิเตอร์หลัก และค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ยังคงสามารถทำได้และให้ค่าความจุบิทเรท (Throughput Bitrate) ที่ใกล้เคียงของเดิม โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์บางตัวจะส่งผลต่อความสามารถในการรับสัญญาณของเครื่องรับได้ดีขึ้นหรือแย่ลงได้ รวมทั้งส่งผลต่อเงื่อนไขอื่นๆ ด้วย ยกตัวอย่างเช่น การปรับค่าพารามิเตอร์หลัก FFT Size จาก 16k Mode เป็น 8k Mode จะ

ส่งผลให้การรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) สามารถรับสัญญาณได้ดีมากขึ้น แต่จะต้องปรับค่าพารามิเตอร์อื่นตามไปด้วยได้แก่ Symbol Data เพื่อให้ได้ความจุบิทเรทที่ใกล้เคียงของเดิม แต่จะส่งผลต่อระยะห่างของสถานีในโครงข่ายความถี่เดียวกัน (SFN Distance) ซึ่งจะลดลงจาก 79.74 กิโลเมตร เหลือ 39.87 กิโลเมตร โดยการใช้ FFT 8k นอกจากการรับสัญญาณแบบพกพาภายในอาคาร (Portable Indoor Reception) ที่ดีขึ้นแล้วอาจส่งผลให้การตั้งสถานีประเภท Gap filler ลดน้อยลง ซึ่งจะเป็นการลดภาระของผู้ให้บริการโครงข่ายได้ นอกจากนี้จากการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ย่อยบางตัวได้แก่ L1 Post Modulation, Time Interleaving ยังส่งผลให้การรับสัญญาณได้ดีขึ้น ดังนั้น ในอนาคตน่าจะมีการพิจารณาทบทวนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมมากขึ้นเมื่อมีการให้บริการไประยะหนึ่งและหากเห็นว่าการปรับค่าพารามิเตอร์จะส่งผลดีในภาพรวมของการให้บริการ

9.3 ประเด็นอัตราบิทเรท

จากการศึกษาทดลองเครื่องเข้ารหัสสัญญาณวิดีโอ (Video Encoder) ของช่องสัญญาณแบบความคมชัดมาตรฐาน (SD) และแบบความคมชัดสูง (HD) พบว่าการทำงานของเครื่องเข้ารหัสสัญญาณร่วมกับเครื่องรวมสัญญาณแบบ Statistical Multiplexer ทำให้การใช้อัตราบิทเรทของสัญญาณภาพ ทั้งแบบความคมชัดมาตรฐาน (SD) จำนวน 6 ช่องรายการ และแบบความคมชัดสูง (HD) จำนวน 2 ช่องรายการ ใช้อัตราบิทเรทที่ค่อนข้างต่ำกว่าอัตราบิทเรทที่ กสทช. กำหนดคือ 19.7 Mbps โดยที่คุณภาพของการให้บริการยังคงมีความคมชัดเป็นไปตามความต้องการ ดังนั้น ในอนาคตอาจมีการปรับปรุงการใช้อัตราบิทเรทที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

10 ประโยชน์ที่ได้รับ

การทดลองแพร่ภาพออกอากาศโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล DVB-T2 ของกรมประชาสัมพันธ์ทำให้ได้รับประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของการทดลองซึ่งจะทำให้กรมประชาสัมพันธ์สามารถนำผลการทดลองและประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในการดำเนินการโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลของกรมประชาสัมพันธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากการทดลองในครั้งนี้กรมประชาสัมพันธ์ขอรับรองว่าการทดลองหรือการทดสอบดังกล่าว ไม่ปรากฏผลให้เกิดการรบกวนต่อการรับส่งหรือแพร่สัญญาณเสียงหรือภาพของผู้ประกอบกิจการ หรือโครงข่าย หรือสถานีวิทยุคมนาคมที่ได้รับอนุญาตโดยถูกต้องอยู่ก่อนแล้ว