สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์ (ทส.)

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.)

Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission (NBTC)

การวางแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

สุภัทรสิทธิ์ สวนสุข

8 สิงหาคม 2557

หัวข้อ

- ความเป็นมาและวัตถุประสงค์
- หลักการเบื้องต้นและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์
- การปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
- ผลการวิเคราะห์คำนวณ
- การเผยแพร่ข้อมูล/ผลการศึกษา
- ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการวางแผนความถี่

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

ความเป็นมา

- ประกาศ กสทช. เรื่อง แผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ประกาศใช้บังคับในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2555 ซึ่งเป็นแผนความถี่วิทยุที่รองรับการให้บริการ 5 มัลติเพล็กซ์ และมีวัตถุประสงค์สำหรับการใช้งานในช่วงเริ่มต้นของการออกอากาศโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (ก่อนการยุติการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก)

- สำนักงาน กสทช. โดยกลุ่มงานมาตรฐานและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์ (ทส.) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union, ITU) ภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่างสำนักงาน กสทช. และสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ในการศึกษา และรวบรวมข้อมูลทางเทคนิคจากผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ เพื่อให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล ระดับชาติ เพื่อให้ได้ข้อมูลทางเทคนิคโดยละเอียด และเป็นไปตามสถานการณ์ปัจจุบัน

ความเป็นมา (2)

- ภายหลังการศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางเทคนิคเพิ่มเติมในเบื้องต้น ผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ได้วิเคราะห์และปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล เพื่อรองรับการดำเนินการเปลี่ยนผ่านไปสู่โทรทัศน์ในระบบดิจิตอลอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยจะรองรับการให้บริการ 6 มัลติเพล็กซ์ภายหลังการยุติการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก

- ในระหว่างการศึกษา วิเคราะห์ และปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับสถานีหลัก สำนักงาน กสทช. และผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศได้นำเสนอความก้าวหน้าของผลการศึกษาและหารือ รวมทั้งระดมความคิดเห็นจากผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ เพื่อให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ที่ใช้คลื่นความถี่ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอลระดับชาติ อยู่เป็นระยะ

วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้สอดคล้องกับรายละเอียดและลักษณะทางเทคนิคของสถานีของผู้ได้รับใบอนุญาตให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์

2) เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงปัญหาการรบกวนระหว่างระบบแอนะล็อกและระบบดิจิตอล หรือระบบดิจิตอลด้วยกันเอง รวมทั้งลดผลกระทบต่อประชาชนซึ่งยังคงรับสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อกเดิม

3) เพื่อกำหนดแผนความถี่วิทยุสำหรับช่วงภายหลังการยุติสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อกที่ชัดเจน รวมทั้งกำหนดแผนความถี่วิทยุสำหรับมัลติเพล็กซ์ที่ 6

4) เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการขยายโครงข่าย (Deployment Schedule) ตามที่ กสทช. กำหนด

5) เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายการใช้ความถี่วิทยุของประเทศเพื่อนบ้าน และหลีกเลี่ยงปัญหาการรบกวนตามบริเวณชายแดน

หลักการเบื้องต้นและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์คำนวณ

ข้อมูล	คุณลักษณะ/แหล่งที่มาของข้อมูล
ข้อมูลทางเทคนิคของสถานีโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก	ข้อมูลที่ตั้ง ความสูงของสายอากาศ และคุณลักษณะทางเทคนิคของสายอากาศจากผู้ให้บริการโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก
ข้อมูลทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมสำหรับโทรทัศน์ในระบบดิจิตอล	ข้อมูลที่ตั้ง ความสูงของสายอากาศ และคุณลักษณะทางเทคนิคของสายอากาศจากผู้ให้บริการโครงข่ายโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล
ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Terrain Model)	ความละเอียด 100x100 เมตร (20x20 เมตร ในเขตกรุงเทพมหานคร)
ข้อมูลแบบจำลองสภาพการใช้พื้นที่ (Clutter data)	ความละเอียด 100x100 เมตร (20x20 เมตร ในเขตกรุงเทพมหานคร)
ข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนครัวเรือน	ข้อมูลตามกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย
ข้อมูลขอบเขตการปกครองในระดับตำบล อำเภอ จังหวัด และเทศบาล	ข้อมูลตามกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์คำนวณ (2)

ข้อมูล	คุณลักษณะ/แหล่งที่มาของข้อมูล
พารามิเตอร์ทางเทคนิคสำหรับระบบ DVB-T2	16k, extended bandwidth, 64QAM, code rate 3/5, PP2, guard interval 266 μs (ตามผลจากการทดลองทดสอบในปี 2556)
แบบจำลองการแพร่กระจายคลื่น	CRC Predict (Communications Research Center Canada) ตามข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจาก ITU
วิธีการคำนวณ อัตราส่วนการป้องการ (Protection Ratio) และคุณลักษณะของสายอากาศรับสัญญาณ	อ้างอิงตาม ITU-R Recommendations ที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์คำนวณ (3)

- สิ่งที่คำนึงถึงในการวิเคราะห์คำนวณ
  - ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อโทรทัศน์ระบบดิจิตอลด้วยกันเอง
  - ไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อกเดิม หรือการรบกวนอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ โดยอาศัยจำนวนประชากรที่มีโอกาสรับสัญญาณไม่ได้เป็นเงื่อนไขกำหนด
  - หากไม่มีข้อจำกัดทางเทคนิค แต่ละสถานีหลักในพื้นที่ใกล้เคียงกันจะใช้ช่องความถี่ต่างกัน (MFN) แต่ในการปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับสถานีเสริมจะอาศัยหลักการของ SFN เป็นอันดับแรกสำหรับเขตบริการเดียวกัน
  - ข้อตกลงการใช้งานความถี่วิทยุร่วมกับประเทศเพื่อนบ้าน และคำนึงถึงข้อมูลการใช้งานความถี่วิทยุของประเทศเพื่อนบ้าน
    - หลีกเลี่ยงการใช้งานช่องความถี่วิทยุ 37 บริเวณจังหวัดอุบลราชธานี
    - ช่องความถี่วิทยุเลขคู่สำหรับสถานีหลักบริเวณพื้นที่การประสานระหว่างไทย-มาเลเซีย ตามข้อตกลงร่วมกัน
  - กระจายช่องความถี่วิทยุบนย่านความถี่สูง กลาง และต่ำระหว่างแต่ละมัลติเพล็กซ์เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมและสมดุล
  - กระจายช่องความถี่วิทยุที่ต้องปรับเปลี่ยนภายหลังการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อกระหว่างแต่ละมัลติเพล็กซ์เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมและสมดุล

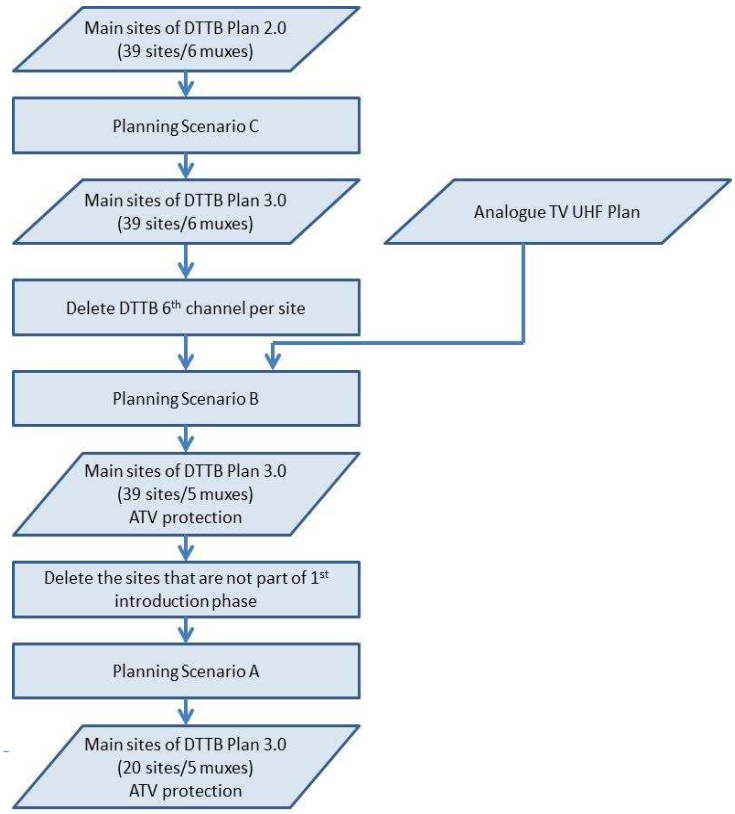
หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์คำนวณ

- การศึกษา วิเคราะห์ และปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล แบ่งออกเป็น 3 เหตุการณ์ (Scenario) ดังนี้

Scenario	สถานการณ์/ช่วงเวลา	หมายเหตุ
A	การติดตั้งโครงข่ายสำหรับสถานีหลักในระยะที่ 1 จำนวน 11 สถานี (ก่อนการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก)	- รองรับ 5 มัลติเพล็กซ์ - มีการกำหนดช่องความถี่วิทยุชั่วคราวสำหรับการใช้งานก่อนการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการรบกวนระหว่างระบบแอนะล็อกและดิจิตอล
B	การติดตั้งโครงข่ายสำหรับสถานีหลักทั้งหมด จำนวน 39 สถานี (ก่อนการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก)	
C	การติดตั้งโครงข่ายสำหรับสถานีหลักทั้งหมด จำนวน 39 สถานี (หลังการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก)	- รองรับ 6 มัลติเพล็กซ์

หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์คำนวณ (2)

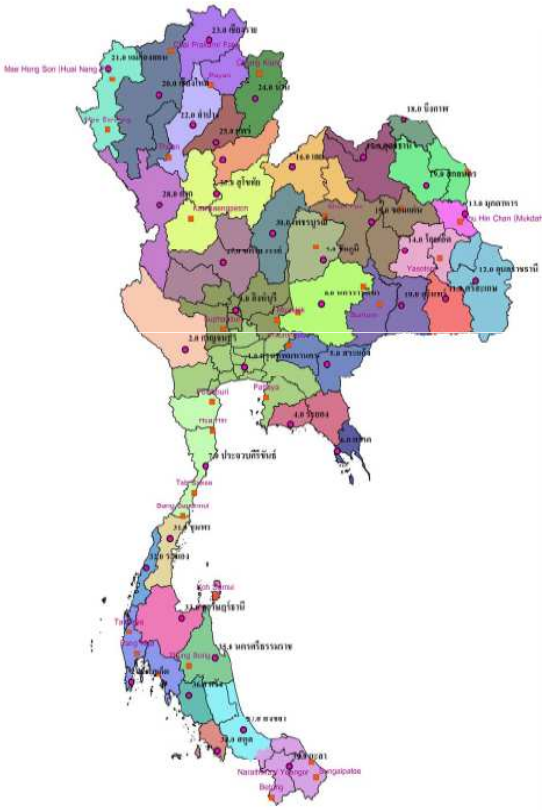
ขั้นตอนการวิเคราะห์คำนวณ



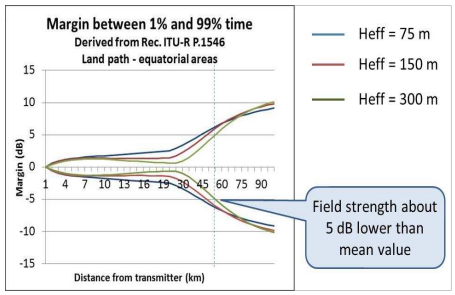
การปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

แผนความถี่วิทยุสำหรับดิจิตอลทีวี

- **ย่านความถี่ UHF : 510 – 790 MHz**
- **ความกว้างแถบคลื่นความถี่ : 8 MHz**
- ช่องความถี่วิทยุ : ช่อง 26 - 60
- เขตบริการ : 39 เขต
- สถานีหลัก : 39 สถานี
- รองรับได้ 5 ช่องความถี่วิทยุ (5 มัลติเพล็กซ์/โครงข่าย) ต่อเขตบริการ
- มัลติเพล็กซ์ที่ 6 จะสามารถใช้งานได้ภายหลังยุติการรับส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก
- อาศัยหลักการใช้โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกเดิม รวมทั้งการใช้ร่วมกัน



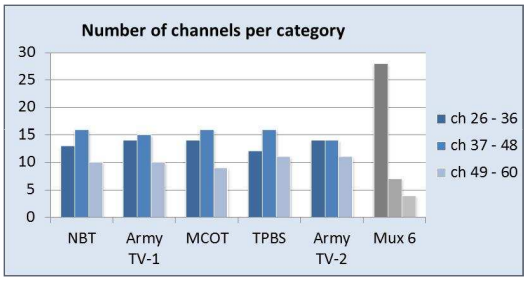
การปรับปรุงแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล

ประเด็น	เหตุผลและความจำเป็น
ปรับลดกำลังส่งออกอากาศของสถานีหลัก ให้มีค่าไม่เกิน 50 kW เพื่อให้สัญญาณมีเสถียรภาพภายในเขตบริการและลดการรบกวนข้ามเขตบริการ	มีการปรับปรุงพารามิเตอร์ทางเทคนิคภายหลังการทดลองทดสอบ (ลดการใช้กำลังที่มากเกินความจำเป็นเมื่อเทียบกับชุดพารามิเตอร์ที่ใช้) 16k extended + GI 19/128 64-QAM + Code rate 3/5 → C/N Fixed reception : 15.17 dB C/N Portable indoor : 16.91 dB → ERP ลดลง
	มีการวิเคราะห์เกี่ยวกับระยะทางที่เหมาะสมในการแพร่กระจายสัญญาณโดยที่สัญญาณยังมีคุณภาพและเสถียร (ลดผลที่เกิดจาก time variation ของสัญญาณ) 
	หลีกเลี่ยงการรบกวนกับโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก และการรบกวนกับโทรทัศน์ระบบดิจิตอลด้วยกันเอง
	ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้คลื่นความถี่และเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการปรับปรุงแผนความถี่วิทยุสำหรับสถานีเสริมในอนาคต รวมทั้งลดต้นทุนของการวางโครงข่าย

การปรับปรุงแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (2)

ประเด็น	เหตุผลและความจำเป็น
ปรับเปลี่ยนช่องความถี่วิทยุหรือกำหนดช่องความถี่วิทยุชั่วคราวสำหรับใช้งานก่อนการยุติสัญญาณแอนะล็อก	ลดผลกระทบต่อประชาชนซึ่งรับสัญญาณโทรทัศน์ระบบแอนะล็อกเดิม
	หลังจากนำข้อมูลล่าสุดมาวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ พบว่ายังคงมีโอกาสเกิดการรบกวนกับระบบแอนะล็อกหรือรบกวนกับระบบดิจิตอลด้วยกันเองอยู่บ้าง
	ประเทศมาเลเซียมีการกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการใช้งานความถี่วิทยุ 700 MHz สำหรับกิจการเคลื่อนที่ โดยหลีกเลี่ยงการใช้งานช่องความถี่วิทยุ 48 ขึ้นไป ตามบริเวณชายแดนไทย-มาเลเซีย
	ช่องความถี่วิทยุ 37 ในจังหวัดอุบลราชธานี มีโอกาสรบกวนกับโทรทัศน์ระบบดิจิตอลของประเทศลาว จึงหลีกเลี่ยงการใช้งาน
พิกัดที่ตั้ง	มีการสำรวจและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้พิกัดที่ตั้งที่ชัดเจนและแม่นยำยิ่งขึ้น โดยปรับปรุงพิกัดที่ตั้ง (Latitude/Longitude) โดยอาศัยรูปแบบ degree decimal ซึ่งมีทศนิยม 6 ตำแหน่ง

การปรับปรุงแผนความถี่วิทยุ สำหรับกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (3)

<table>
<tr><th>ประเด็น</th><th>เหตุผลและความจำเป็น</th></tr>
<tr><td>ช่องความถี่วิทยุสำหรับมัลติเพล็กซ์ที่ 6</td><td>เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการใช้งานความถี่วิทยุสำหรับมัลติเพล็กซ์ที่ 6 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้งานอยู่ในโทรทัศน์ระบบแอนะล็อกปัจจุบัน และบางส่วนมีการกำหนดเพิ่มเติม</td></tr>
<tr><td rowspan="2">การกระจายช่องความถี่วิทยุบนแต่ละมัลติเพล็กซ์ในพื้นที่</td><td>เพื่อให้การใช้งานความถี่วิทยุบนย่านความถี่สูง กลาง และต่ำ ระหว่างแต่ละมัลติเพล็กซ์เกิดความเท่าเทียมและสมดุล
 
</td></tr>
<tr><td>เพื่อให้มีช่องความถี่วิทยุที่ต้องปรับเปลี่ยนภายหลังการยุติสัญญาณโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อกระหว่างแต่ละมัลติเพล็กซ์เกิดความเท่าเทียมและสมดุล
<table><tr><th>มัลติเพล็กซ์</th><th>จำนวนช่องความถี่วิทยุที่ต้องปรับเปลี่ยนภายหลัง ASO</th></tr><tr><td>มัลติเพล็กซ์ที่ 1</td><td>5</td></tr><tr><td>มัลติเพล็กซ์ที่ 2</td><td>5</td></tr><tr><td>มัลติเพล็กซ์ที่ 3</td><td>5</td></tr><tr><td>มัลติเพล็กซ์ที่ 4</td><td>6</td></tr><tr><td>มัลติเพล็กซ์ที่ 5</td><td>5</td></tr></table></td></tr>
</table>

ผลการวิเคราะห์คำนวณ

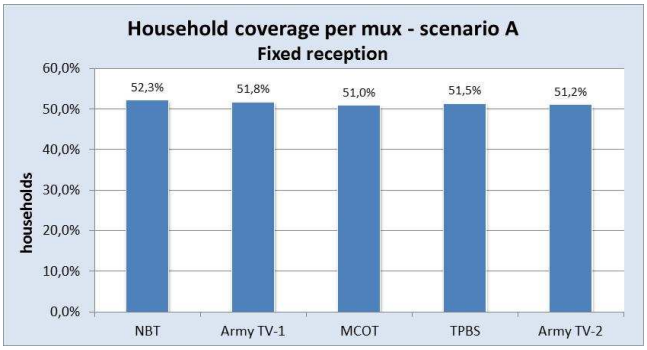
ความน่าจะเป็นของการรับสัญญาณ ในพื้นที่ครอบคลุม (Coverage Probability)

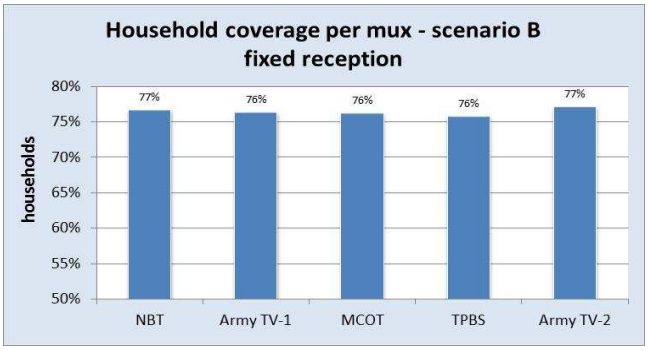
Scenario A : ระยะที่ 1 จำนวน 11 สถานีหลัก (ก่อน ASO)

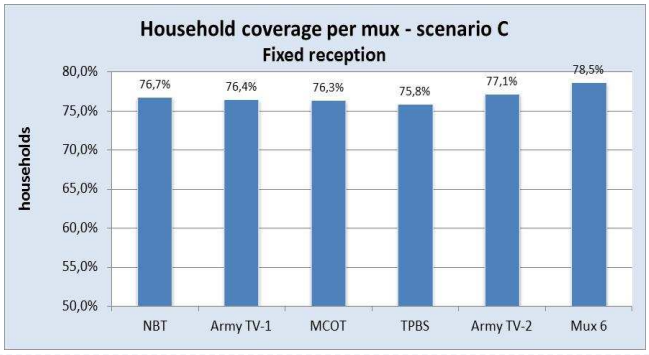
Scenario B : ระยะที่ 1+2 จำนวน 39 สถานีหลัก (ก่อน ASO)

Scenario C : 39 สถานีหลัก (หลัง ASO)

จำนวนครัวเรือนที่ครอบคลุม

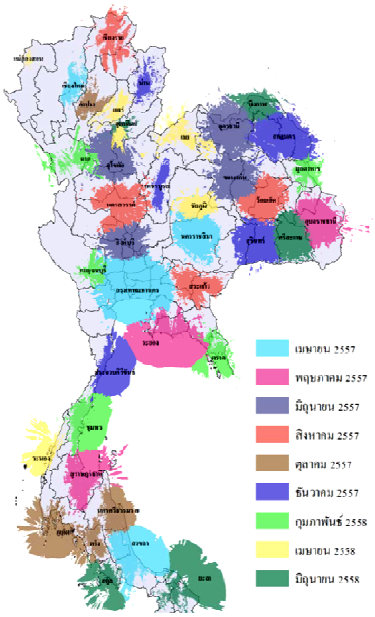


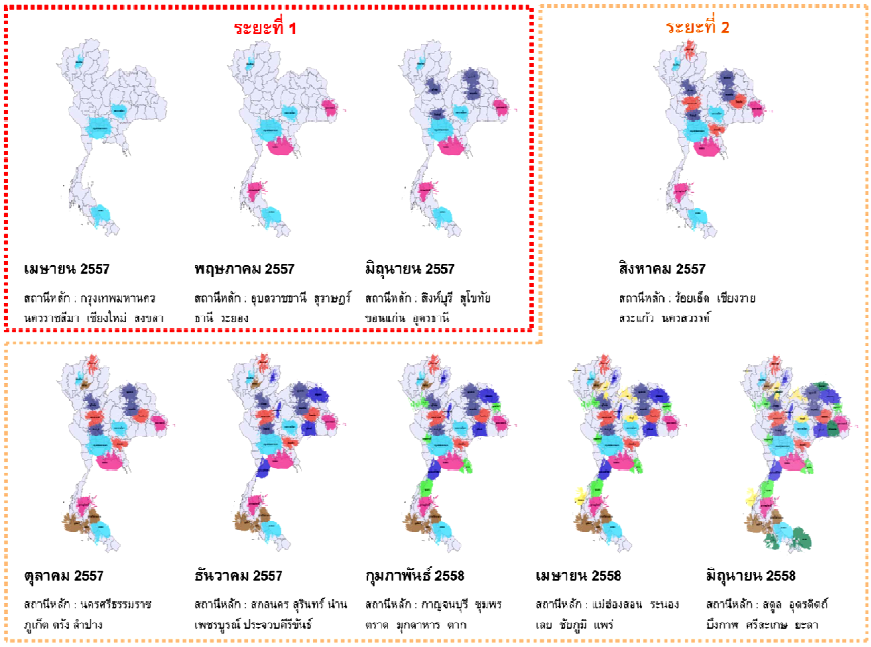




พื้นที่ครอบคลุมสัญญาณโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิตอล (สถานีหลัก) ในระยะที่ 1 และ 2 ตามผลการวิเคราะห์โดยซอฟต์แวร์

ภาพรวมของพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณ
ตามการขยายโครงข่ายระยะที่ 1 และ 2



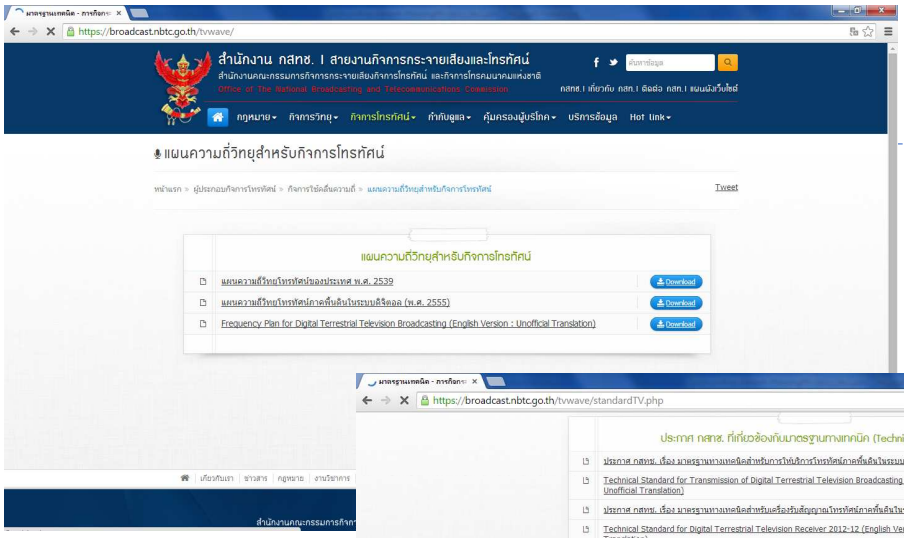


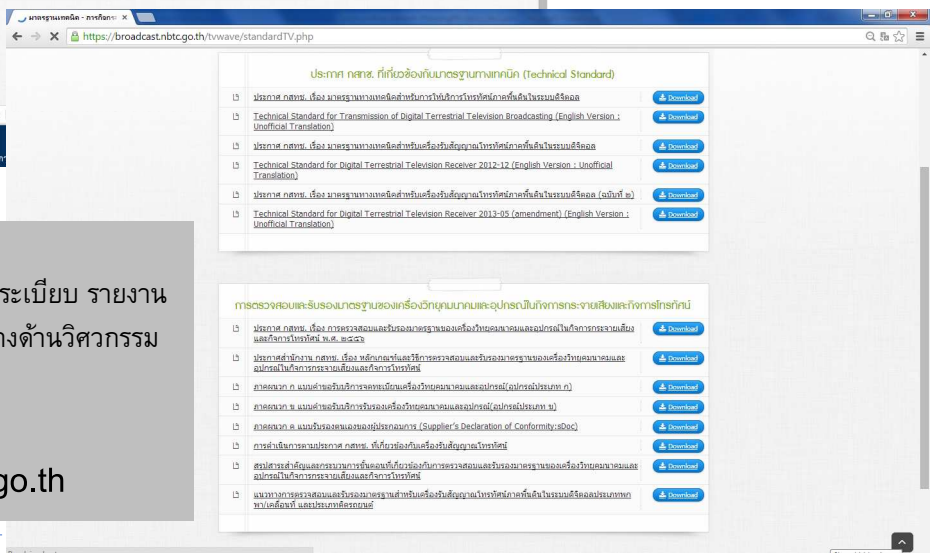
หมายเหตุ : 1. รูปแสดงพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณนี้จัดทำขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นประกอบกับข้อมูลทางเทคนิคของผู้ให้บริการโครงข่ายเฉพาะในส่วนของสถานีหลัก 39 สถานี และอาศัยข้อมูลภูมิประเทศในการคำนวณด้วย ทั้งนี้ การจัดหาอุปกรณ์หรือติดตั้งโครงข่ายในสภาพพื้นที่จริงอาจมีความแตกต่างจากแบบจำลองบ้าง โดยการวิเคราะห์นี้ได้คำนวณจากพื้นที่ครอบคลุมสัญญาณในลักษณะ Fixed Rooftop ดังนั้นการรับสัญญาณในลักษณะ Portable Indoor จะมีความแตกต่างบ้างขึ้นกับปัจจัยของสิ่งแวดล้อม อาทิ ตึกสูง อาคาร บ้าน หรือสิ่งกีดขวางต่างๆ

2. การขยายโครงข่ายระยะที่ 3 (ปีที่ 3) และระยะที่ 4 (ปีที่ 4) มีเป้าหมายครอบคลุมจำนวนครัวเรือนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 90 และร้อยละ 95 ตามลำดับ โดยอาศัยการติดตั้งสถานีเสริมเป็นการเพิ่มเติม

สำนักวิศวกรรมและเทคโนโลยีกระจายเสียงและโทรทัศน์ (ทส.) สำนักงาน กสทช.

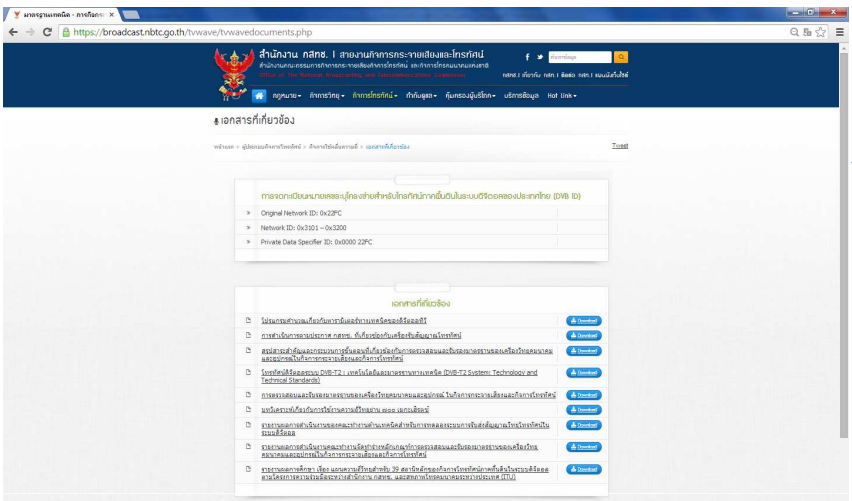
การเผยแพร่ข้อมูล/ผลการศึกษา

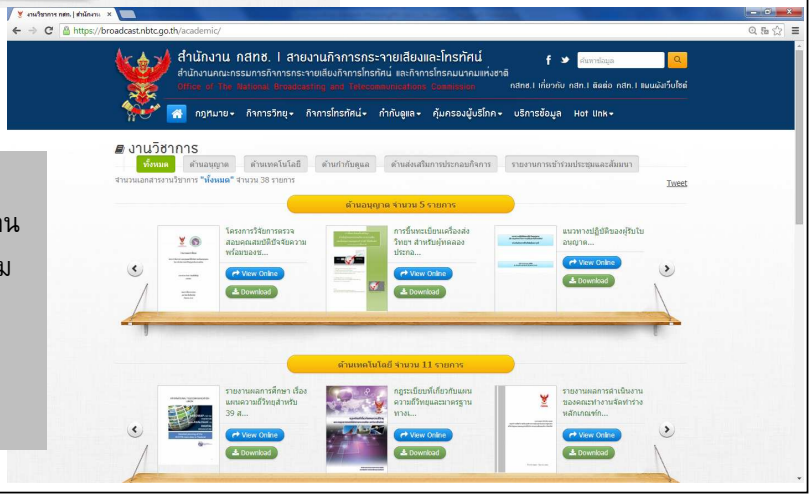




เอกสารเผยแพร่ :
ประกาศ กสทช. หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ รายงานผลการศึกษา และงานวิชาการทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี

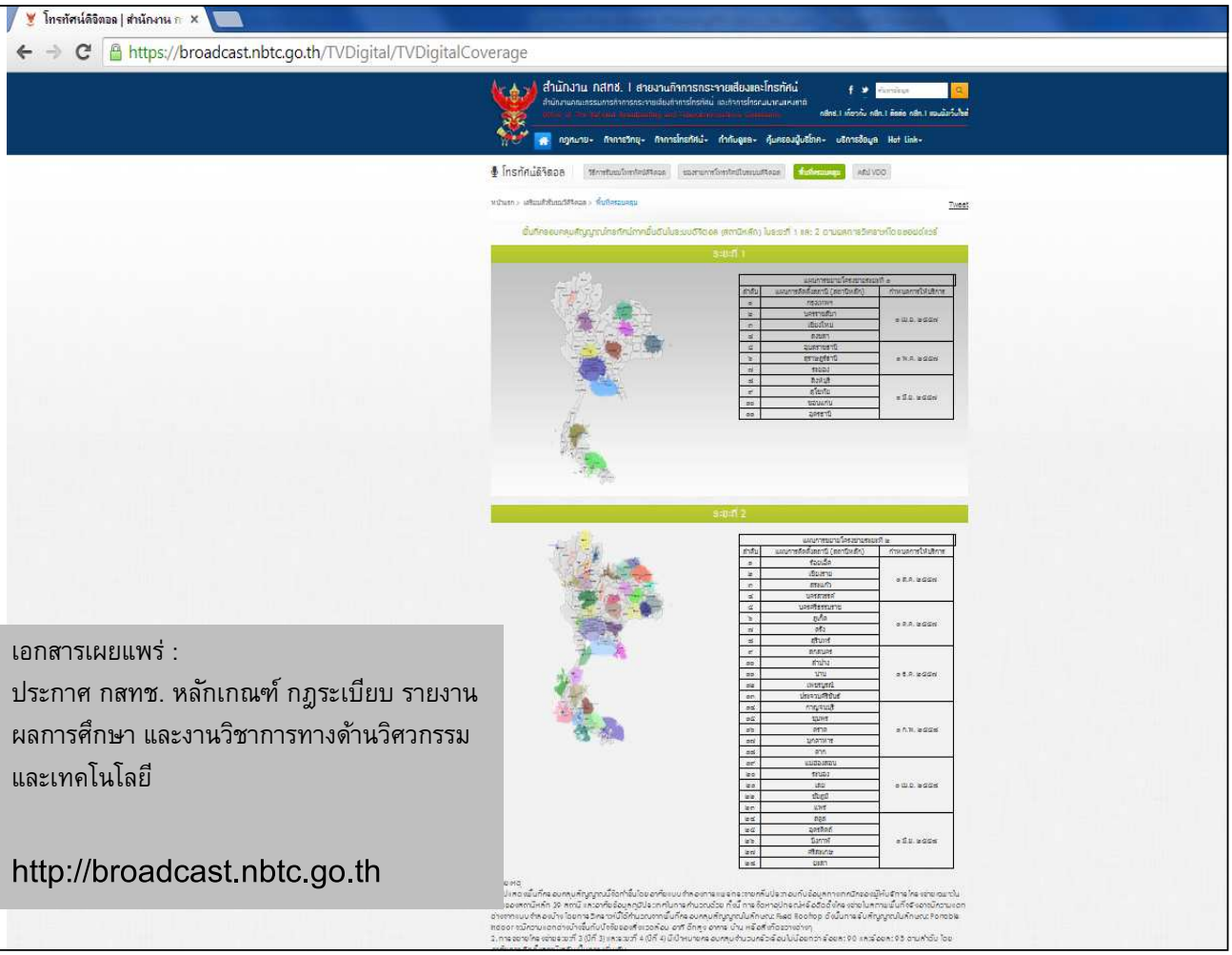
http://broadcast.nbtc.go.th





เอกสารเผยแพร่ :
ประกาศ กสทช. หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ รายงานผลการศึกษา และงานวิชาการทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี

http://broadcast.nbtc.go.th

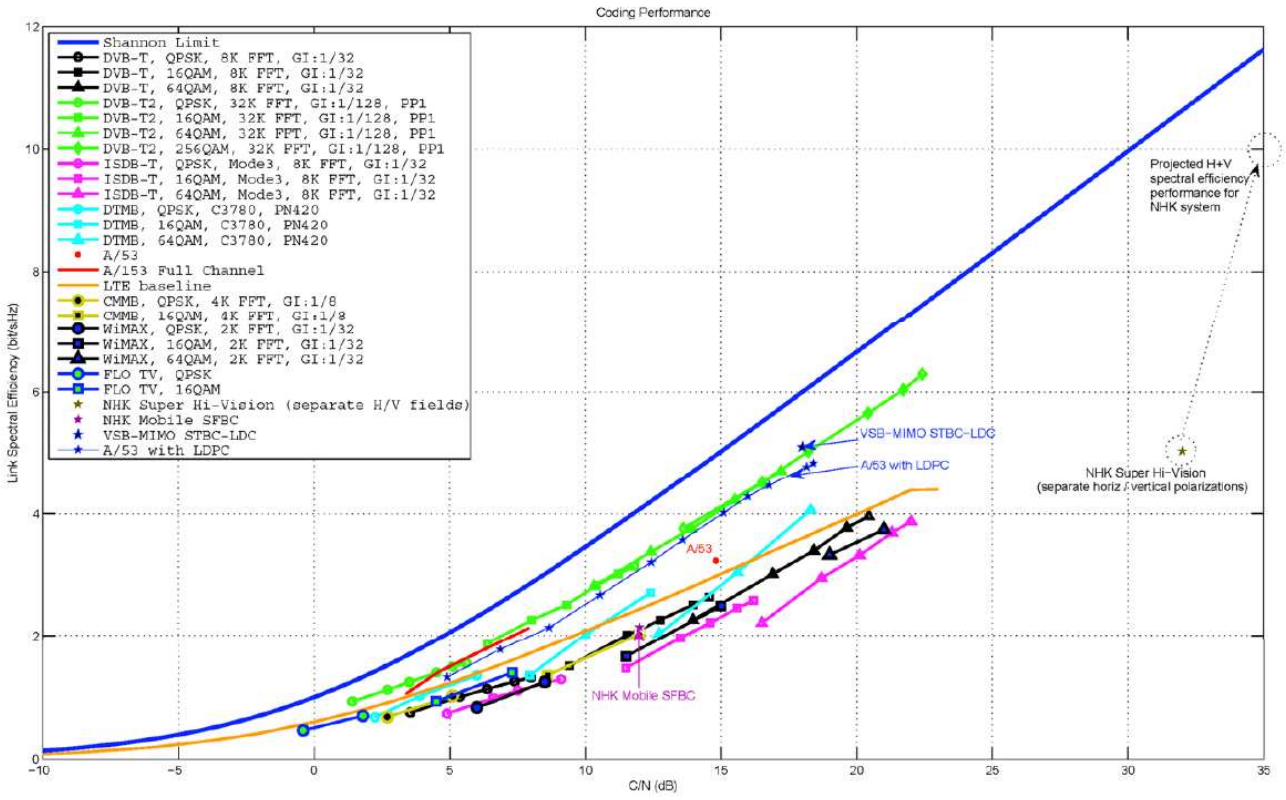


เอกสารเผยแพร่ :
ประกาศ กสทช. หลักเกณฑ์ กฎระเบียบ รายงานผลการศึกษา และงานวิชาการทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี

http://broadcast.nbtc.go.th

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการวางแผนความถี่

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี DVB-T2



ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง

- มาตรฐานทางเทคนิคของ กสทช. กำหนดมาตรฐานการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง ดังนี้

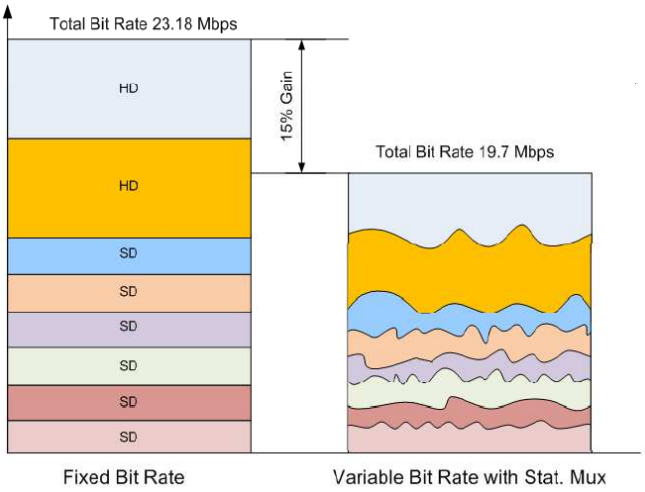
Video compression	MPEG-4 AVC/H.264
Audio compression	MPEG-4 HE AACv2

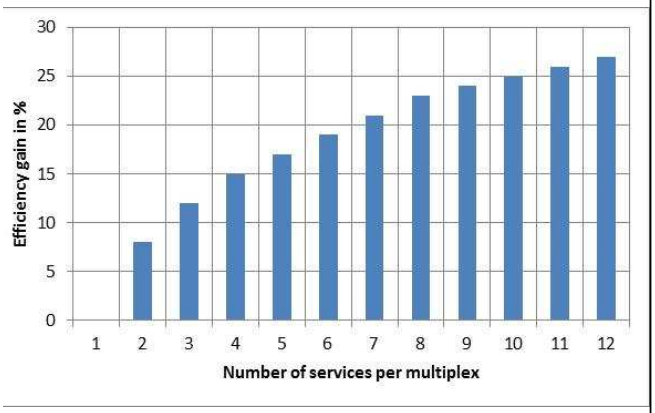
- เทคโนโลยีการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียงตามมาตรฐานทางเทคนิคของ กสทช. ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดในตลาดปัจจุบัน
- กำหนดการแสดงผลสัญญาณภาพไว้ 2 ประเภท

ประเภท	การแสดงผลภาพ		
SD (Standard Definition)	720x576 แบบ interlace (**576i**)	frame rate 25 fps	aspect ratio 16:9 และ 4:3
HD (High Definition)	1920x1080 แบบ interlace (**1080i**)	frame rate 25 fps	aspect ratio 16:9
	1280x720 แบบ progressive (**720p**)	frame rate 50 fps	aspect ratio 16:9

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีบีบอัดสัญญาณภาพและเสียง

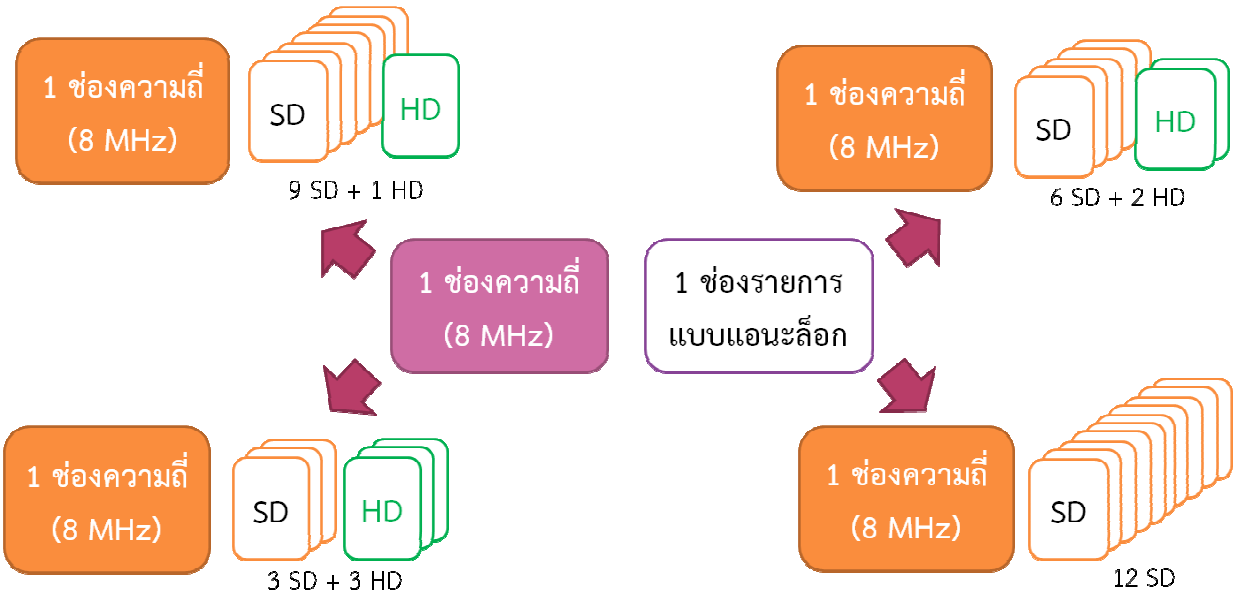
- นอกจากนี้ การบีบอัดสัญญาณภาพยังได้อาศัยเทคนิค Statistical Multiplexing เพื่อให้การบีบอัดสัญญาณภาพมีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การใช้บิตเรตและคลื่นความถี่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่า





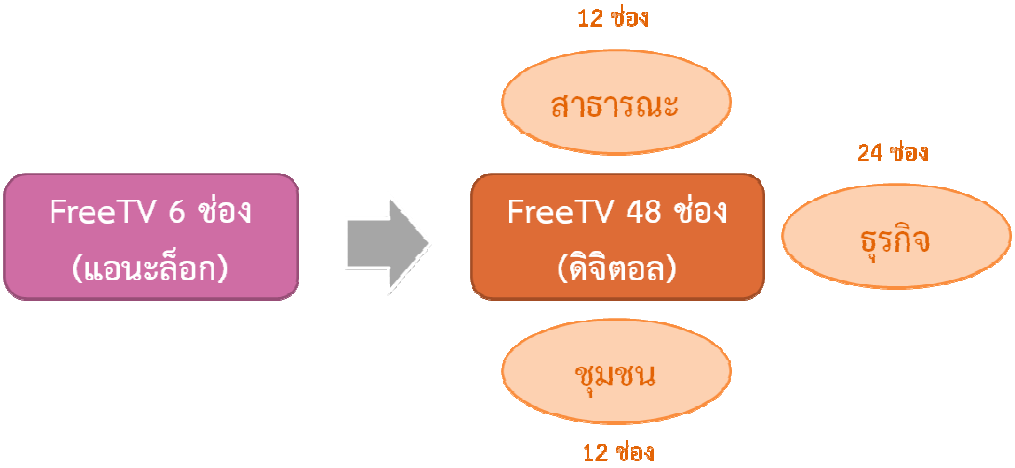
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงจากโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก

- ประสิทธิภาพการบีบอัดสัญญาณภาพและเสียงของระบบดิจิตอล



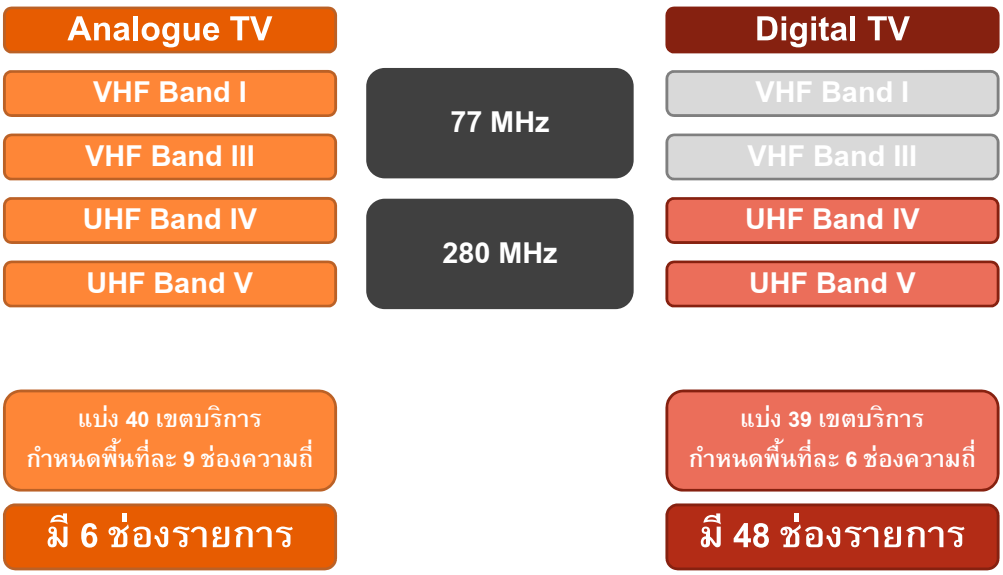
ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงจากโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก (2)

- การเปลี่ยนจำนวนช่องรายการจากเดิมในระบบแอนะล็อกมีเพียง 6 ช่องรายการ เป็น 48 ช่องรายการ



ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงจากโทรทัศน์ระบบแอนะล็อก (3)

- โทรทัศน์ระบบแอนะล็อกใช้งานความถี่วิทยุย่าน VHF Band I/III และ UHF Band IV/V ในขณะที่โทรทัศน์ระบบดิจิตอลอาศัยการใช้งานความถี่วิทยุย่าน UHF Band IV/V เท่านั้น และอาจกำหนดและจัดสรรความถี่ใหม่ให้กับเทคโนโลยีอื่นบนย่าน VHF Band I/III ในอนาคต อาทิ Digital Radio



ประสิทธิภาพของการวางแผนความถี่

- ประเด็นหนึ่งซึ่ง ITU ใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการวางแผนความถี่คือการเปรียบเทียบการครอบคลุมของสัญญาณจากผลการคำนวณ 2 ลักษณะ
  - Noise limited coverage (พื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณวัดจากพื้นที่ซึ่งมีสัญญาณสูงกว่าสัญญาณขั้นต่ำที่ต้องการ โดยยังไม่คำนึงผลจากการรบกวน)
  - Interference limited coverage (พื้นที่ครอบคลุมของสัญญาณวัดจากพื้นที่ซึ่งมีสัญญาณสูงกว่าสัญญาณขั้นต่ำที่ต้องการ และจะต้องมีค่ามากกว่าผลรวมของสัญญาณรบกวนอย่างน้อยเท่ากับค่าอัตราส่วนการป้องกันการรบกวน (Protection Ratio) ด้วย)
- จากการเปรียบ Noise limited และ Interference limited coverage พบกว่าต่างกันเพียง 1% ซึ่งมองได้ว่าเป็นการวางแผนความถี่ที่มีประสิทธิภาพในแง่ของการหลีกเลี่ยงการรบกวน

ประสิทธิภาพของการวางแผนความถี่ (2)

Table 1: Number of channels required per layer for Typical Network Configurations

Reception Mode	Network topology	Number of channels Required per layer
Fixed	MFN	7
Fixed	SFN	6
Portable	SFN	8

- จาก EBU Technical Report สามารถสรุปจำนวนช่องความถี่วิทยุสำหรับการวางแผนความถี่แบบ SFN สำหรับ Fixed reception โดยกรณีทั่วไปจะใช้ประมาณ 6 ช่องความถี่ต่อมัลติเพล็กซ์
- ในการวางแผนความถีวิทยุของประเทศไทย การออกแบบสำหรับ 6 มัลติเพล็กซ์ จึงใช้ประมาณ 6x6 = 36 ช่องความถี่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวางแผนความถี่วิทยุในปัจจุบัน (ใช้งานความถี่วิทยุ 35 ช่องความถี่)

ขอบคุณครับ