ประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ ให้สอดรับกับการยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก โดยอาศัยหลักการใช้งานความถี่วิทยุเท่าที่จำเป็นอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพโดยปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้บริโภคและอุตสาหกรรมวิทยุกระจายเสียง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๗ (๑) แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๖๒ มาตรา ๒๗ (๔) แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๖๐ และมาตรา ๒๗ (๕) (๖) และ (๒๔) แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๕๓ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ จึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ให้ยกเลิกประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิตอลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ ลงวันที่ ๒๙ มกราคม ๒๕๖๑

ข้อ ๓ บรรดาประกาศ ระเบียบ ข้อบังคับ หรือคำสั่งอื่นใดในส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้วในประกาศนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ ให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๔ ให้แผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นไปตามแผนความถี่วิทยุ กสทช. ผว. ๑๐๓ - ๒๕๖๓ ท้ายประกาศนี้

ข้อ ๕ ให้ผู้ได้รับอนุญาตใช้คลื่นความถี่เพื่อการทดลองหรือทดสอบกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง หลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว ลงวันที่ ๒ สิงหาคม ๒๕๕๕ ยังคงมีสิทธิใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าวต่อไปได้ตามขอบเขตและสิทธิเดิม จนกว่าจะครบกำหนดระยะเวลาการทดลองหรือทดสอบ ตามที่ กสทช. กำหนด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๓
พลเอก สุกิจ ขมะสุนทร
กรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
ทำหน้าที่ประธานกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

กสทช. ผว. ๑๐๓-๒๕๖๓

แผนความถี่วิทยุ
กิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
๘๗ ถนนพหลโยธิน ซอย ๘ แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร ๑๐๔๐๐
โทร. ๐ ๒๒๗๑ ๐๑๕๑-๖๐ เว็บไซต์ www.nbtc.go.th

1. ขอบข่าย

แผนความถี่วิทยุฉบับนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ ภายหลังการยุติการรับส่งสัญญาณวิทยุโทรทัศน์ในระบบแอนะล็อก โดยประกอบด้วย คลื่นความถี่ การส่งสัญญาณ การรับสัญญาณ โครงข่าย เงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ และตารางแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ ซึ่งมีหลักการสรุปได้ดังนี้

1.1 กำหนดย่านความถี่วิทยุ 174 – 230 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) สำหรับกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ โดยจะนำความถี่วิทยุเท่าที่จำเป็นมาใช้งานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ โดยปราศจากการรบกวนซึ่งกันและกัน

1.2 การใช้สิ่งอำนวยความสะดวกด้านกระจายเสียงหรือโทรทัศน์ พิจารณาจากความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป็นสำคัญ

1.3 กำหนดให้ใช้ระบบ Digital Audio Broadcasting (DAB) ที่มีการเข้ารหัสสัญญาณเสียงแบบ MPEG-4 High Efficiency Advanced Audio Coding version 2 (MPEG-4 HE AAC v2) หรือที่เรียกว่า DAB+ Audio

1.4 กำหนดพื้นที่นำร่องสำหรับตั้งสถานีวิทยุคมนาคม จำนวน 10 พื้นที่ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร พัทยา ศรีราชา เชียงใหม่ ขอนแก่น นครราชสีมา นครศรีธรรมราช ภูเก็ต หัวหิน และ สงขลา โดยแต่ละพื้นที่มีโครงข่าย (Network) จำนวน 3 โครงข่าย แบ่งเป็น โครงข่ายระดับชาติ (National Network) 1 โครงข่าย และโครงข่ายระดับท้องถิ่น (Local Network) 2 โครงข่าย

1.5 กำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมในพื้นที่นำร่องเท่าที่จำเป็น เพื่อเป็นการป้องกันการรบกวนการใช้ความถี่วิทยุ และให้เกิดความยืดหยุ่นในการทดลองและทดสอบ

2. คลื่นความถี่

2.1 ย่านความถี่วิทยุ (Frequency Range)

กำหนดให้ใช้ย่านความถี่วิทยุ 174 – 230 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)

2.2 ช่องความถี่วิทยุ (Frequency Channel) บล็อกความถี่วิทยุ (Frequency Block) ความกว้างแถบคลื่นความถี่ (Bandwidth) และความกว้างแถบคลื่นความถี่ป้องกัน (Guard Band)

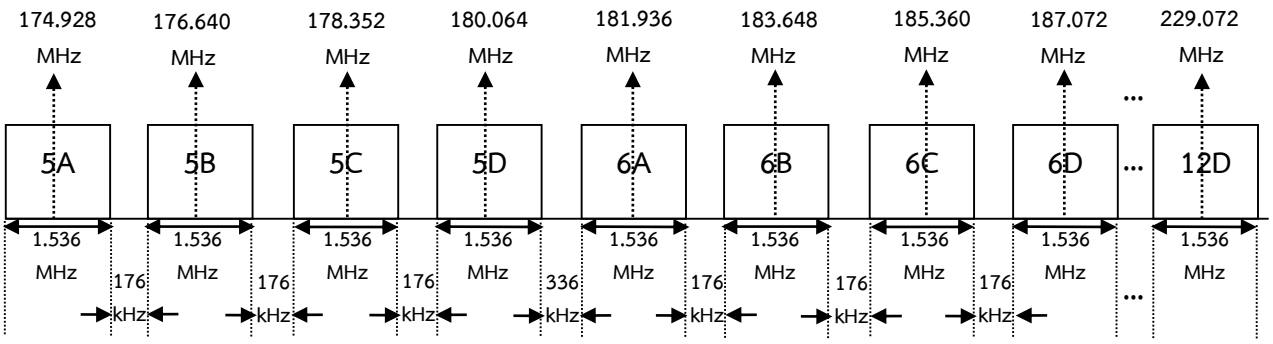
กำหนดให้ใช้ช่องความถี่วิทยุ ช่องที่ 5 ถึง ช่องที่ 12 โดยแต่ละช่อง แบ่งออกเป็น 4 บล็อกความถี่วิทยุ ได้แก่ A, B, C และ D แต่ละบล็อกมีความถี่วิทยุ ความกว้างแถบคลื่นความถี่ และความกว้างแถบคลื่นความถี่ป้องกัน ตามที่กำหนดไว้ใน Final Acts of RRC-06 ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ช่องความถี่วิทยุ บล็อกความถี่วิทยุ ความกว้างแถบคลื่นความถี่ และความกว้างแถบคลื่นความถี่ป้องกัน

Channel	Block	Frequency			Bandwidth (MHz)	Guard Band	
		Lower (MHz)	Center (MHz)	Upper (MHz)		Lower (kHz)	Upper (kHz)
5	A	174.160	174.928	175.696	1.536	–	176
	B	175.872	176.640	177.408	1.536	176	176
	C	177.584	178.352	179.120	1.536	176	176
	D	179.296	180.064	180.832	1.536	176	336

ตารางที่ 1 ช่องความถี่วิทยุ บล็อกความถี่วิทยุ ความกว้างแถบคลื่นความถี่ และความกว้างแถบคลื่นความถี่ป้องกัน (ต่อ)

Channel	Block	Frequency			Bandwidth (MHz)	Guard Band	
		Lower (MHz)	Center (MHz)	Upper (MHz)		Lower (kHz)	Upper (kHz)
6	A	181.168	181.936	182.704	1.536	336	176
	B	182.880	183.648	184.416	1.536	176	176
	C	184.592	185.360	186.128	1.536	176	176
	D	186.304	187.072	187.840	1.536	176	320
7	A	188.160	188.928	189.696	1.536	320	176
	B	189.872	190.640	191.408	1.536	176	176
	C	191.584	192.352	193.120	1.536	176	176
	D	193.296	194.064	194.832	1.536	176	336
8	A	195.168	195.936	196.704	1.536	336	176
	B	196.880	197.648	198.416	1.536	176	176
	C	198.592	199.360	200.128	1.536	176	176
	D	200.304	201.072	201.840	1.536	176	320
9	A	202.160	202.928	203.696	1.536	320	176
	B	203.872	204.640	205.408	1.536	176	176
	C	205.584	206.352	207.120	1.536	176	176
	D	207.296	208.064	208.832	1.536	176	336
10	A	209.168	209.936	210.704	1.536	336	176
	B	210.880	211.648	212.416	1.536	176	176
	C	212.592	213.360	214.128	1.536	176	176
	D	214.304	215.072	215.840	1.536	176	320
11	A	216.160	216.928	217.696	1.536	320	176
	B	217.872	218.640	219.408	1.536	176	176
	C	219.584	220.352	221.120	1.536	176	176
	D	221.296	222.064	222.832	1.536	176	336
12	A	223.168	223.936	224.704	1.536	336	176
	B	224.880	225.648	226.416	1.536	176	176
	C	226.592	227.360	228.128	1.536	176	176
	D	228.304	229.072	229.840	1.536	176	–



รูปที่ 1 แผนภาพบล็อกความถี่วิทยุ ความถี่วิทยุกึ่งกลาง ความกว้างแถบคลื่นความถี่ และความกว้างแถบคลื่นความถี่ป้องกัน

3. การส่งสัญญาณ

การส่งสัญญาณในกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลต้องเป็นไปตามมาตรฐานการส่งสัญญาณที่กำหนดดังนี้

3.1 ระบบ (System)

กำหนดให้ระบบส่งสัญญาณในกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเป็นระบบ Digital Audio Broadcasting (DAB) ตามที่กำหนดไว้ใน ETSI EN 300 401 v2.1.1 (2017-01)

3.2 การมัลติเพล็กซ์ (Multiplex)

กำหนดให้การมัลติเพล็กซ์เป็นการมัลติเพล็กซ์แบบ Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)

3.3 การมอดูเลต (Modulation)

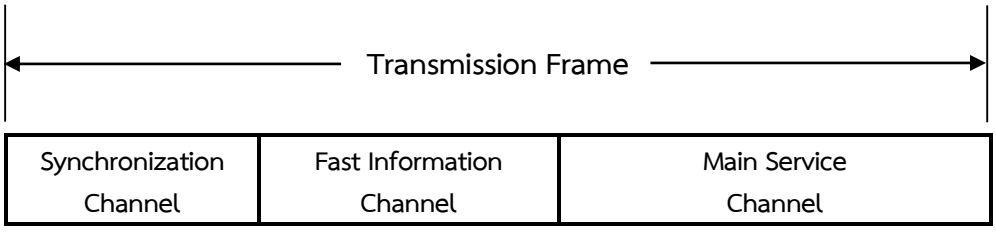
กำหนดให้การมอดูเลตเป็นการมอดูเลตแบบ Differential Quadrature Phase Shift Keying (D-QPSK)

3.4 โหมด (Mode)

กำหนดให้โหมดการส่งสัญญาณเป็น Mode I ที่มีพารามิเตอร์สำหรับการส่งสัญญาณเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ETSI EN 300 401 v2.1.1 (2017-01) โดยแสดงไว้ในตารางที่ 2 และมีโครงสร้างเฟรมส่งสัญญาณ (Transmission Frame) เป็นไปตามรูปที่ 2

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์สำหรับการส่งสัญญาณ Mode I

Transmitted Carriers	
Number of Transmitted Carriers	1 536
Carrier Spacing	1 kHz
Time	
Transmission Frame Duration	96 ms
OFDM Symbol Duration	1 246 μs
Guard Interval	246 μs
Null Symbol Duration	1 297 μs
OFDM Symbols	
Number of OFDM Symbols/Transmission Frame	77
Number of OFDM Symbols with Synchronization Channel	2
Number of OFDM Symbols with Fast Information Channel	3
Number of OFDM Symbols with Main Service Channel	72



รูปที่ 2 โครงสร้างเฟรมส่งสัญญาณ

3.5 การเข้ารหัสแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Coding)

กำหนดให้การเข้ารหัสแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Coding) เป็นประเภท Equal Error Protection (EEP) เซต A ที่มีการเข้ารหัสเป็นจำนวนเท่าของ 8 กิโลบิตต่อวินาที (kbit/s) เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ETSI EN 300 401 v2.1.1 (2017-01) โดยแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเข้ารหัสป้องกันการรบกวน

Protection Level	3-A
Coding Rate	1/2

3.6 อัตราบิตสุทธิ (Net Bit Rate)

อัตราบิตสุทธิที่ได้จากโหมดการส่งสัญญาณ Mode I เท่ากับ 1 152 กิโลบิตต่อวินาที (kbit/s)

3.7 การเข้ารหัสสัญญาณเสียง (Audio Coding)

กำหนดให้การเข้ารหัสสัญญาณเสียงเป็นการเข้ารหัสแบบ MPEG-4 High Efficiency Advanced Audio Coding version 2 (MPEG-4 HE AAC v2) เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ETSI TS 102 563 v1.2.1 (2010-05) โดยเรียกการเข้ารหัสสัญญาณเสียงนี้ว่า DAB+ Audio

3.8 กำลังส่งออกอากาศสูงสุด (Maximum Effective Radiated Power)

กำหนดให้กำลังส่งออกอากาศสูงสุดต้องมีค่าไม่เกินที่กำหนดไว้ในตารางที่ 7 และตารางที่ 8

3.9 โพลาไรเซชันของการแพร่กระจายคลื่น (Transmitted Polarization)

กำหนดให้โพลาไรเซชันของการแพร่กระจายคลื่นเป็นโพลาไรเซชันแนวตั้ง (Vertical Polarization)

3.10 การแพร่นอกแถบ (Out-of-band Emissions)

3.10.1 การแพร่นอกแถบกรณีวิกฤติ (Out-of-band Emission in Critical Case)

กำหนดให้การแพร่นอกแถบกรณีวิกฤติใช้สำหรับการส่งสัญญาณในพื้นที่ที่มีการใช้งานบล็อกความถี่วิทยุข้างเคียงกัน

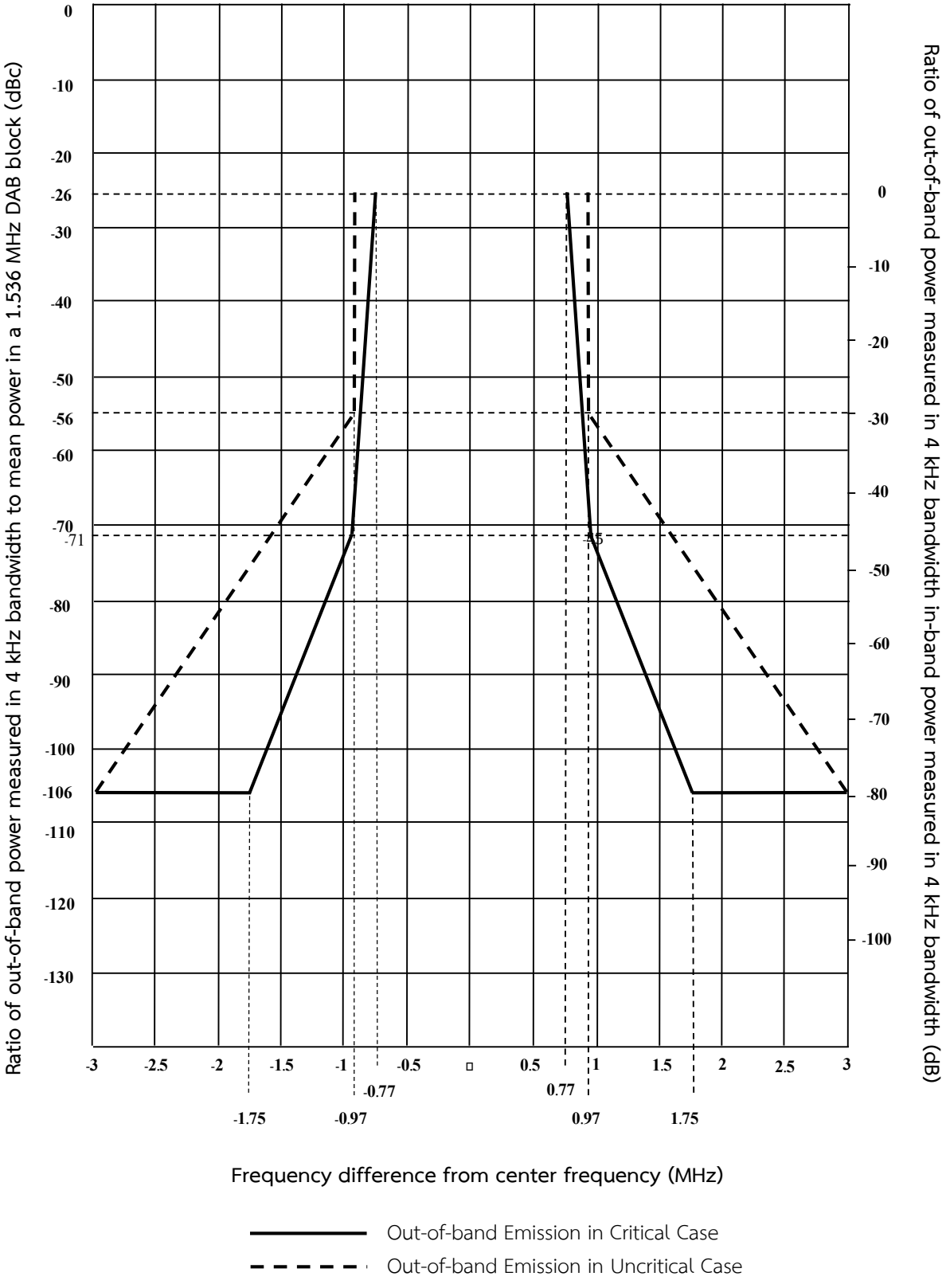
3.10.2 การแพร่นอกแถบกรณีไม่วิกฤติ (Out-of-band Emission in Uncritical Case)

กำหนดให้การแพร่นอกแถบกรณีไม่วิกฤติใช้สำหรับการส่งสัญญาณแบบอื่นที่ไม่เป็นไปตามข้อ 3.10.1

ทั้งนี้ กำหนดให้ระดับการแพร่นอกแถบแบบสัมบูรณ์ (Absolute Level of Out-of-band Emission) เป็นการวัดกำลังสัญญาณของการแพร่นอกแถบที่มีความกว้างแถบคลื่นความถี่ขนาด 4 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) เปรียบเทียบกับกำลังสัญญาณของคลื่นพาห์ที่ความกว้างแถบคลื่นความถี่ขนาดเดียวกัน (4 กิโลเฮิรตซ์) และระดับการแพร่นอกแถบสัมพัทธ์ (Relative Level of Out-of-band Emission) เป็นการวัดกำลังสัญญาณของการแพร่นอกแถบที่มีความกว้างแถบคลื่นความถี่ขนาด 4 กิโลเฮิรตซ์ เปรียบเทียบกับกำลังของสัญญาณของคลื่นพาห์ที่มีความกว้างแถบคลื่นความถี่ขนาด 1.536 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) โดยมีขอบเขตการแพร่นอกแถบเป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน Recommendation ITU-R BS.1660-8 (06/2019) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4 และรูปที่ 3

ตารางที่ 4 ขอบเขตการแพร่นอกแถบ

Frequency Relative to the Block Center Frequency (MHz)	Out-of-band Emission in Critical Case		Out-of-band Emission in Uncritical Case	
	Absolute Level (dB)	Relative Level (dBc)	Absolute Level (dB)	Relative Level (dBc)
± 0.77	0	-26	0	-26
± 0.97	-45	-71	-30	-56
± 1.75	-80	-106	Not Applicable	Not Applicable
± 3.00	-80	-106	-80	-106



รูปที่ 3 กราฟแสดงขอบเขตการแพร่นอกแถบ

4. การรับสัญญาณ

การรับสัญญาณในกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลอ้างอิงตามมาตรฐานการรับสัญญาณที่กำหนด ดังนี้

4.1 ประเภทการรับสัญญาณ (Reception Mode)

กำหนดให้ประเภทการรับสัญญาณเป็นการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception)

4.2 ความแรงของสัญญาณต่ำสุด (Minimum Field Strength)

กำหนดให้ความแรงของสัญญาณต่ำสุดเป็นความเข้มของสนามไฟฟ้าสมมูลมัธยฐานต่ำสุด (Minimum Median Equivalent Field Strength) ที่สามารถรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ได้มีค่า 42.84 เดซิเบลไมโครโวลต์ต่อเมตร (dBμV/m) คำนวณโดยใช้ความถี่วิทยุ 200 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่วิทยุอ้างอิงสำหรับย่านความถี่วิทยุ 174 – 230 เมกะเฮิรตซ์ และที่ความสูงของสายอากาศรับสัญญาณ 1.50 เมตร (m) จากระดับพื้นดินเฉลี่ย โดยความแรงสัญญาณต่ำสุดที่ค่าดังกล่าวจะครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 ภายใต้สภาวะที่มีเฉพาะสัญญาณรบกวนจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Noise) ทั้งนี้ การคำนวณค่าความแรงสัญญาณต่ำสุดที่ความถี่วิทยุข้างต้นให้เป็นไปตามตัวอย่างใน Recommendation ITU-R BS.1660-8 (06/2019) ซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวกแนบท้ายแผนความถี่วิทยุฉบับนี้

4.3 อัตราส่วนป้องกันการรบกวน (Protection Ratio)

อัตราส่วนป้องกันการรบกวนคืออัตราส่วนระหว่างค่าความแรงสัญญาณที่ต้องการ (Wanted Signal) ต่อค่าความแรงสัญญาณรบกวน (Interfering Signal) ตามที่กำหนดใน Recommendation ITU-R BS.638 (1986) โดยกำหนดให้อัตราส่วนป้องกันการรบกวนระหว่างบล็อกความถี่วิทยุให้เป็นไปตาม Recommendation ITU-R BS.1660-8 (06/2019) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 อัตราส่วนป้องกันการรบกวน

ระยะห่างจากบล็อกความถี่วิทยุ (บล็อก)	อัตราส่วนป้องกันการรบกวน (dB)
0	12
±1	-40
±2	-45
±3	-45

จากอัตราส่วนป้องกันการรบกวนที่กำหนดในตารางที่ 5 หากความแรงสัญญาณที่ต้องการมีค่า 42.84 เดซิเบลไมโครโวลต์ต่อเมตร สัญญาณรบกวนจากบล็อกความถี่วิทยุเดียวกัน ต้องต่ำกว่า 42.84 – 12 = 30.84 เดซิเบลไมโครโวลต์ต่อเมตร

4.4 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิง (Reference Coverage Area)

กำหนดให้พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงเป็นพื้นที่สำหรับอ้างอิงการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ที่มีความแรงของสัญญาณไม่น้อยกว่าความแรงของสัญญาณต่ำสุด และความแรงของสัญญาณใช้งาน (Usable Field Strength)[1] โดยความแรงสัญญาณดังกล่าวต้องครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 และครอบคลุมระยะเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 95 สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่ภายในโครงข่ายความถี่เดียว (Single Frequency Network) หรือครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 และครอบคลุมระยะเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 สำหรับการใช้งานคลื่นความถี่แบบอื่น ทั้งนี้ พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคมในโครงข่ายระดับชาติตามแผนความถี่วิทยุฉบับนี้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 7

5. โครงข่าย

กำหนดให้โครงข่ายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

5.1 โครงข่ายระดับชาติ (National Network)

โครงข่ายระดับชาติ หมายถึง ระบบเชื่อมโยงของกลุ่มเครื่องส่งหรือถ่ายทอดสัญญาณเสียง ภาพ หรือข้อมูล ที่ใช้ในการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการจากสถานีวิทยุคมนาคมไปยังเครื่องรับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของรายการเดียวกันครอบคลุมทั้งประเทศ

5.2 โครงข่ายระดับท้องถิ่น (Local Network)

โครงข่ายระดับท้องถิ่น หมายถึง ระบบเชื่อมโยงของกลุ่มเครื่องส่งหรือถ่ายทอดสัญญาณเสียง ภาพ หรือข้อมูล ที่ใช้ในการส่งข่าวสารสาธารณะหรือรายการจากสถานีวิทยุคมนาคมไปยังเครื่องรับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของรายการเดียวกันครอบคลุมภายในจังหวัดหรือในกลุ่มจังหวัด

6 เงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่

6.1 การใช้คลื่นความถี่ต้องได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ว่าด้วยหลักเกณฑ์การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์เพื่อการทดลองหรือทดสอบเป็นการชั่วคราว

6.2 เครื่องวิทยุคมนาคม อุปกรณ์ของเครื่องวิทยุคมนาคม และสถานีวิทยุคมนาคมต้องได้รับอนุญาตตามพระราชบัญญัติวิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

6.3 การใช้เครื่องวิทยุคมนาคม และการตั้งสถานีวิทยุคมนาคมต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติประกาศกำหนด

[1] ความแรงของสัญญาณใช้งาน (Usable Field Strength) หมายถึง ความเข้มของสนามไฟฟ้าต่ำสุดที่เครื่องรับ (Receiver) สามารถรับสัญญาณได้ภายใต้สภาวะที่มีทั้งสัญญาณรบกวนจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Noise) และสัญญาณรบกวนอื่น ๆ จากการใช้งานความถี่วิทยุ

6.4 การใช้คลื่นความถี่ และคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมต้องเป็นไปตามตารางที่ 7 และตารางที่ 8 ในกรณีที่มีเหตุจำเป็น คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติอาจพิจารณาอนุญาตให้การใช้คลื่นความถี่ และคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมไม่เป็นไปตามตารางแผนความถี่วิทยุฉบับนี้ได้ ทั้งนี้ การใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวต้องเป็นไปตามข้อกำหนด และเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ตามแผนความถี่วิทยุฉบับนี้ และไม่ก่อให้เกิดการรบกวนสถานีวิทยุคมนาคมอื่นที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนแล้ว

6.5 คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ อาจพิจารณาอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่และตั้งสถานีวิทยุคมนาคมที่นอกเหนือจากข้อ 6.4 ได้ ตามแต่กรณี ดังนี้

6.5.1 กรณีมีวัตถุประสงค์เพื่อขยายพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงที่มีอยู่เดิม ให้พิจารณาใช้คลื่นความถี่แบบโครงข่ายความถี่เดียวเป็นลำดับแรกก่อน

6.5.2 กรณีมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับจำนวนช่องรายการที่เพิ่มมากขึ้นในพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงที่มีอยู่เดิม ให้พิจารณาใช้คลื่นความถี่อื่นที่ยังมิได้ใช้งาน

ทั้งนี้ การใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวต้องเป็นไปตามข้อกำหนดและเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ตามแผนความถี่วิทยุฉบับนี้ และไม่ก่อให้เกิดการรบกวนสถานีวิทยุคมนาคมอื่นที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนแล้ว

6.6 ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่อาจขอตั้งสถานีวิทยุคมนาคม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งสัญญาณของสถานีวิทยุคมนาคมที่ได้รับอนุญาตอยู่เดิม โดยสถานีวิทยุคมนาคมดังกล่าวต้องมีพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงไม่เกินกว่าขอบเขตของพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคมที่ได้รับอนุญาตอยู่เดิม ทั้งนี้ จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด และเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ตามแผนความถี่วิทยุฉบับนี้ และไม่ก่อให้เกิดการรบกวนสถานีวิทยุคมนาคมอื่นที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนแล้ว

6.7 ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ และผู้ได้รับอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมต้องประสานงานกับผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ และผู้ได้รับอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมรายอื่น เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการรบกวนคลื่นความถี่ ทั้งนี้ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติอาจกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการเฉพาะเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการรบกวนเป็นรายกรณีตามความเหมาะสม

6.8 ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ และผู้ได้รับอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมต้องให้ความร่วมมือในการประสานงานความถี่วิทยุบริเวณชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้าน รวมทั้งปฏิบัติตามข้อตกลงในการประสานงานความถี่วิทยุบริเวณชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้านที่เกี่ยวข้อง

6.9 ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้เครื่องวิทยุคมนาคม และผู้ได้รับอนุญาตให้ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติประกาศกำหนด และที่จะประกาศกำหนดเพิ่มเติม

7. ตารางแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ

แผนความถี่วิทยุฉบับนี้กำหนดพื้นที่นำร่อง จำนวน 10 พื้นที่ ได้แก่ กรุงเทพมหานคร พัทยา ศรีราชา เชียงใหม่ ขอนแก่น นครราชสีมา นครศรีธรรมราช ภูเก็ต หัวหิน และ สงขลา โดยแต่ละพื้นที่มีโครงข่าย จำนวน 3 โครงข่าย แบ่งเป็น โครงข่ายระดับชาติ (National Network) 1 โครงข่าย และโครงข่ายระดับท้องถิ่น (Local Network) 2 โครงข่าย โดยมีการใช้บล็อกความถี่วิทยุของโครงข่ายแต่ละประเภทแสดงไว้ในตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 การใช้บล็อกความถี่วิทยุของโครงข่ายระดับชาติและระดับท้องถิ่น

ประเภทโครงข่าย	บล็อกความถี่วิทยุ
โครงข่ายระดับชาติ	6C
โครงข่ายระดับท้องถิ่น[2]	
□ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก	5C และ 8C
□ ภาคเหนือ	7C และ 9C
□ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	10C และ 11C
□ ภาคใต้	7C และ 9C

[2] โครงข่ายระดับท้องถิ่นแบ่งการใช้งานตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่กำหนดโดยคณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งอาศัยเกณฑ์การแบ่งจากลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางด้านภูมิอากาศ วัฒนธรรม เชื้อชาติ ภาษา และความเป็นอยู่ของคนในท้องถิ่น

ตารางแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบ และคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมในโครงข่ายระดับชาติและโครงข่ายระดับท้องถิ่นเป็นไปตามตารางที่ 7 และตารางที่ 8 ตามลำดับ โดยมีคำอธิบายอักษรย่อดังนี้

อักษรย่อ	คำอธิบาย
No.	ลำดับที่
Station Name	ชื่อสถานีวิทยุคมนาคม
Province	จังหวัดที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม
Location	ที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคม โดย Lat (N) หมายถึง ละติจูด (Latitude) ในหน่วยองศาเหนือ Long (E) หมายถึง ลองจิจูด (Longitude) ในหน่วยองศาตะวันออก Within Ref. CA of Fig. x หมายถึง ภายในพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของรูปที่ x
EC	รหัสโครงข่าย (Ensemble Code) โดย Ni หมายถึง โครงข่ายระดับชาติ (National Network) หมายเลขที่ i เมื่อ i = 1, 2, ... Lj หมายถึง โครงข่ายระดับท้องถิ่น (Local Network) หมายเลขที่ j เมื่อ j = 1, 2, ...
EId	หมายเลขโครงข่าย (Ensemble Identifier) ขนาด 16 บิต
Blk	บล็อกความถี่วิทยุ
CF	ความถี่วิทยุกึ่งกลาง (Center Frequency) ของบล็อกความถี่วิทยุ ในหน่วยเมกะเฮิรตซ์ (MHz)
Max. ERP (kW)	กำลังส่งออกอากาศสูงสุด (Maximum Effective Radiated Power) ในหน่วยกิโลวัตต์ (kW)
Max. Ht (m)	ความสูงสูงสุดสำหรับติดตั้งสายอากาศ (Maximum Antenna Height) โดยวัดจากระดับพื้นดินถึงจุดกึ่งกลางสายอากาศ ในหน่วยเมตร (m)
Max. Ref. CA	พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงสูงสุด (Maximum Reference Coverage Area) ที่คำนวณโดยใช้สายอากาศแบบรอบทิศทาง (Omni-directional Antenna) โดย Area (km^2) หมายถึง ขนาดพื้นที่ในหน่วยตารางกิโลเมตร (km^2) Fig. หมายถึง รูปที่แสดงพื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงสูงสุด

ตารางที่ 7 ตารางแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบและคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมในโครงข่ายระดับชาติ

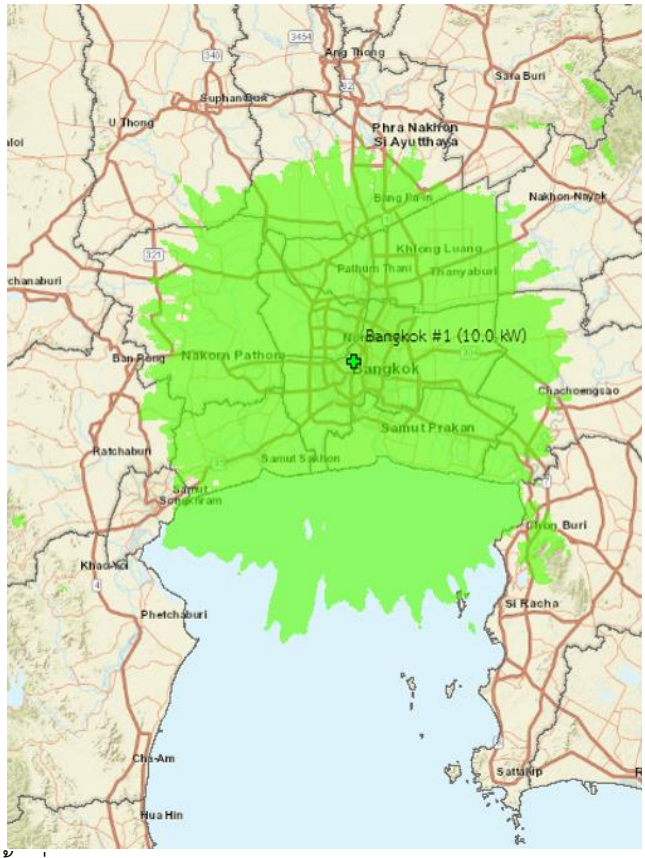
No.	Station Name	Province	Location		EC	EId	Blk	CF (MHz)	Max. ERP (kW)	Max. Ht (m)	Max. Ref. CA	
			Latitude	Longitude							Area (km^2)	Fig.
1.	Bangkok - N1	Bangkok	13.790514	100.525346	N1	0010010100000000	6C	185.360	10.0	185	9 853.34	4
2.	Pattaya - N1	Chon Buri	12.921483	100.866270	N1	0010010100000000	6C	185.360	0.4	60	1 040.24	5
3.	Si Racha - N1	Chon Buri	13.189822	100.950564	N1	0010010100000000	6C	185.360	0.5	43	2 184.01	6
4.	Chiang Mai - N1	Chiang Mai	18.853972	98.959528	N1	0010010100000000	6C	185.360	10.0	120	4 361.13	7
5.	Khon Kaen - N1	Khon Kaen	16.459040	102.848059	N1	0010010100000000	6C	185.360	10.0	80	7 218.04	8
6.	Nakhon Ratchasima - N1	Nakhon Ratchasima	14.947722	102.003760	N1	0010010100000000	6C	185.360	0.5	153	4 250.49	9
7.	Nakhon Sri Thammarat - N1	Nakhon Sri Thammarat	8.366633	99.977356	N1	0010010100000000	6C	185.360	2.0	110	2 761.67	10
8.	Phuket - N1	Phuket	7.899133	98.395480	N1	0010010100000000	6C	185.360	1.0	60	747.66	11
9.	Hua Hin - N1	Prachuap Khiri Khan	12.565142	99.935176	N1	0010010100000000	6C	185.360	0.5	60	1 883.81	12
10.	Song Khla - N1	Song Khla	7.037696	100.518640	N1	0010010100000000	6C	185.360	3.0	80	5 754.48	13

หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมให้พิจารณาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป็นสำคัญ

ตารางที่ 8 ตารางแผนความถี่วิทยุกิจการกระจายเสียงระบบดิจิทัลเพื่อการทดลองหรือทดสอบและคุณลักษณะทางเทคนิคของสถานีวิทยุคมนาคมในโครงข่ายระดับท้องถิ่น

No.	Station Name	Province	Location	EC	EId	Blk	CF (MHz)	Max. ERP (kW)	Max. Ht (m)
1.	Bangkok - L1	Bangkok	Within Ref. CA of Fig. 4	L1	0010010100000001	5C	178.352	10.0	185
2.	Bangkok - L2	Bangkok	Within Ref. CA of Fig. 4	L2	0010010100000010	8C	199.360	10.0	185
3.	Pattaya - L1	Chon Buri	Within Ref. CA of Fig. 5	L1	0010010100000001	5C	178.352	0.4	60
4.	Pattaya – L2	Chon Buri	Within Ref. CA of Fig. 5	L2	0010010100000010	8C	199.360	0.4	60
5.	Si Racha - L1	Chon Buri	Within Ref. CA of Fig. 6	L1	0010010100000001	5C	178.352	0.5	43
6.	Si Racha - L2	Chon Buri	Within Ref. CA of Fig. 6	L2	0010010100000010	8C	199.360	0.5	43
7.	Chiang Mai - L1	Chiang Mai	Within Ref. CA of Fig. 7	L3	0010000001000001	7C	192.352	10.0	120
8.	Chiang Mai - L2	Chiang Mai	Within Ref. CA of Fig. 7	L4	0010000001000010	9C	206.352	10.0	120
9.	Khon Kaen - L1	Khon Kaen	Within Ref. CA of Fig. 8	L5	0010001011000001	10C	213.360	10.0	80
10.	Khon Kaen - L2	Khon Kaen	Within Ref. CA of Fig. 8	L6	0010001011000010	11C	220.352	10.0	80
11.	Nakhon Ratchasima - L1	Nakhon Ratchasima	Within Ref. CA of Fig. 9	L5	0010001011000001	10C	213.360	0.5	153
12.	Nakhon Ratchasima - L2	Nakhon Ratchasima	Within Ref. CA of Fig. 9	L6	0010001011000010	11C	220.352	0.5	153
13.	Nakhon Sri Thammarat - L1	Nakhon Sri Thammarat	Within Ref. CA of Fig. 10	L7	0010011111000001	7C	192.352	2.0	110
14.	Nakhon Sri Thammarat – L2	Nakhon Sri Thammarat	Within Ref. CA of Fig. 10	L8	0010011111000010	9C	206.352	2.0	110
15.	Phuket - L1	Phuket	Within Ref. CA of Fig. 11	L7	0010011111000001	7C	192.352	1.0	60
16.	Phuket - L2	Phuket	Within Ref. CA of Fig. 11	L8	0010011111000010	9C	206.352	1.0	60
17.	Hua Hin - L1	Prachuap Khiri Khan	Within Ref. CA of Fig. 12	L1	0010010100000001	5C	178.352	0.5	60
18.	Hua Hin - L2	Prachuap Khiri Khan	Within Ref. CA of Fig. 12	L2	0010010100000010	8C	199.360	0.5	60
19.	Song Khla - L1	Song Khla	Within Ref. CA of Fig. 13	L7	0010011111000001	7C	192.352	3.0	80
20.	Song Khla - L2	Song Khla	Within Ref. CA of Fig. 13	L8	0010011111000010	9C	206.352	3.0	80

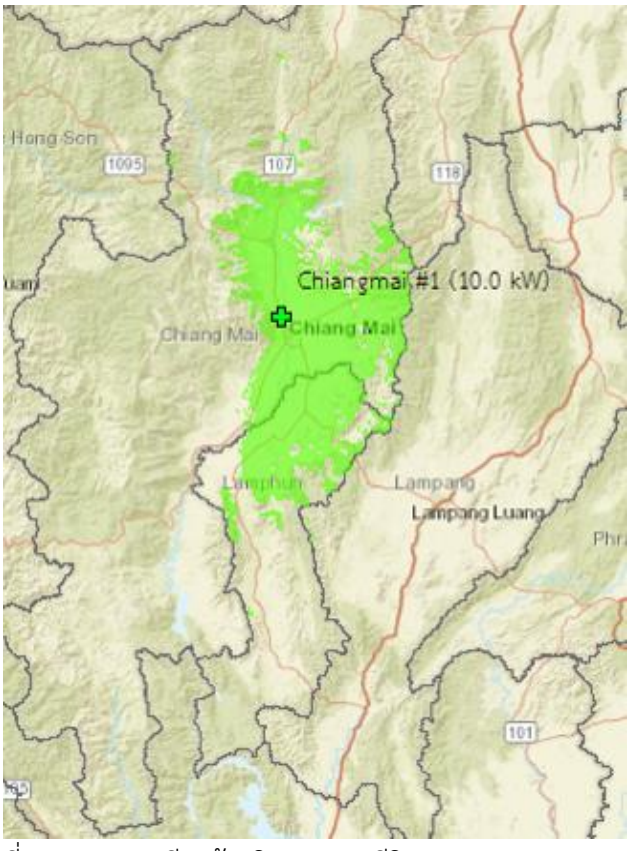
หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงที่ตั้งสถานีวิทยุคมนาคมให้พิจารณาความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป็นสำคัญ



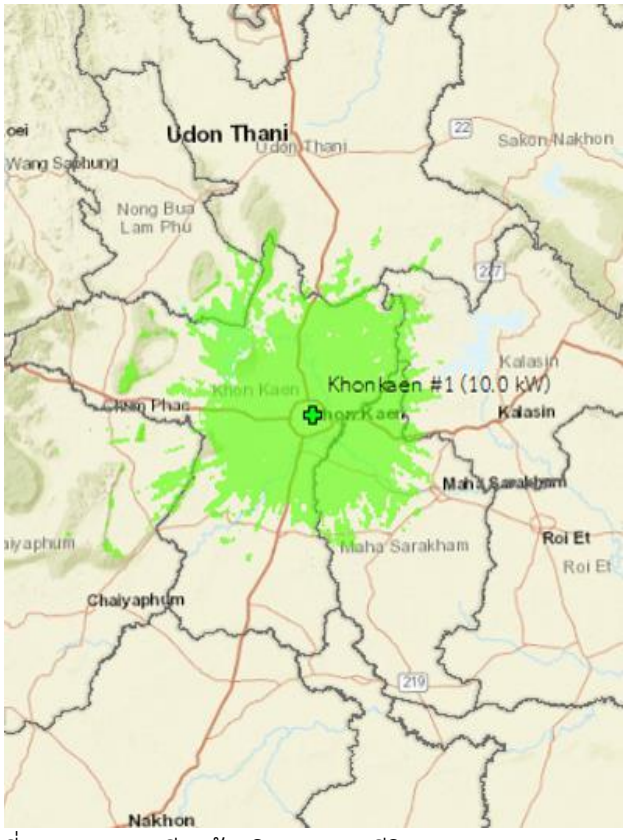
รูปที่ 4 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Bangkok - N1

รูปที่ 5 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Pattaya - N1

รูปที่ 6 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Si Racha - N1

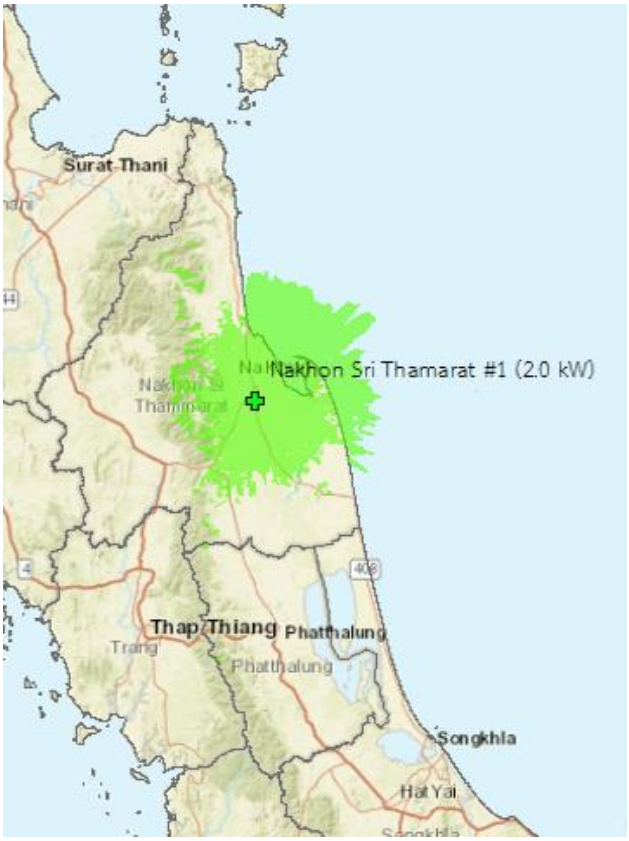


รูปที่ 7 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Chiang Mai - N1



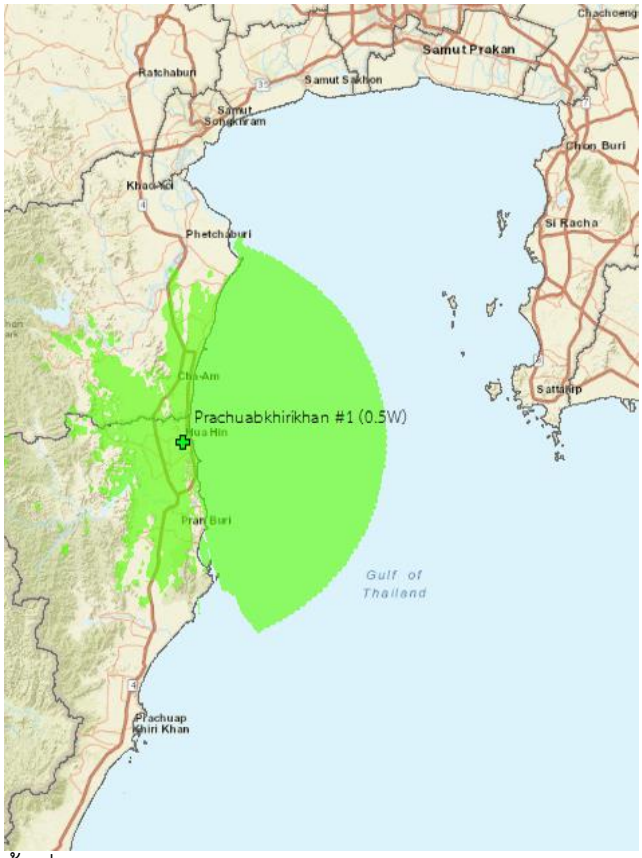
รูปที่ 8 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Khon Kaen - N1

รูปที่ 9 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Nakhon Ratchasima - N1

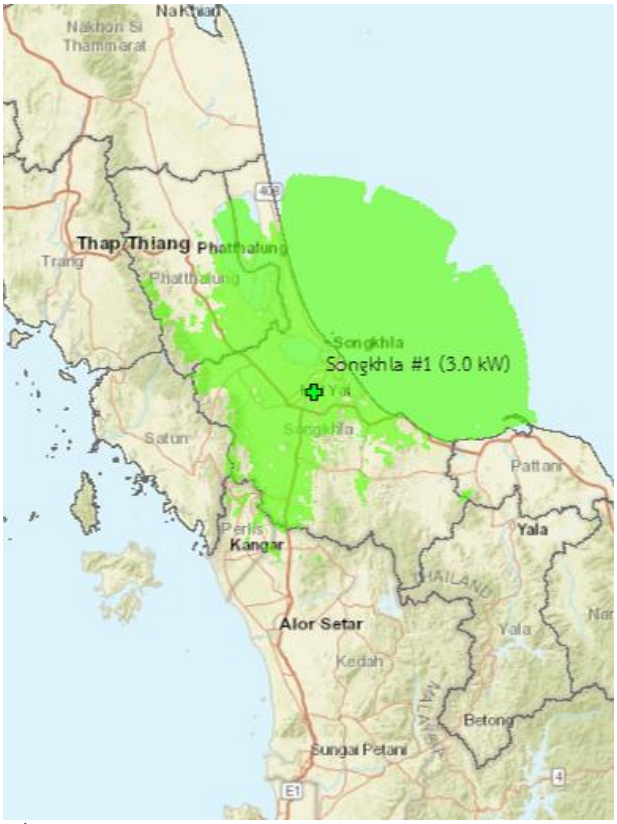


รูปที่ 10 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Nakhon Sri Thammarat - N1

รูปที่ 11 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Phuket - N1



รูปที่ 12 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Hua Hin - N1



รูปที่ 13 พื้นที่การกระจายเสียงอ้างอิงของสถานีวิทยุคมนาคม Song Khla - N1

บรรณานุกรม

[1] Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174 - 230 MHz and 470 – 862 MHz (RRC-06).

[2] ETSI EN 300 401 v2. 1. 1 (2017- 01) : Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers.

[3] ETSI TS 102 563 v1. 2. 1 (2010- 05) : Digital Audio Broadcasting (DAB) ; Transport of Advanced Audio Coding (AAC) audio.

[4] Recommendation ITU- R BS. 1660- 8 (06/ 2019) : Technical basis for planning of terrestrial digital sound broadcasting in the VHF band.

[5] Recommendation ITU- R BS. 638 (1986) : Terms and definitions used in frequency planning for sound broadcasting.

ภาคผนวก
ตัวอย่างการคำนวณความแรงสัญญาณต่ำสุดสำหรับการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่
ที่ความถี่วิทยุ 200 เมกะเฮิรตซ์

ความแรงสัญญาณต่ำสุด (Minimum Field Strength) หมายถึงความเข้มของสนามไฟฟ้าสมมูลมัธยฐานต่ำสุด (Minimum Median Field Strength) หรือ E_{med} โดยการคำนวณความแรงสัญญาณต่ำสุดสำหรับการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ (Mobile Reception) ที่ความถี่วิทยุ 200 เมกะเฮิรตซ์ และที่ความสูงของสายอากาศรับสัญญาณ 1.50 เมตร (m) จากระดับพื้นดินเฉลี่ย ตามตัวอย่างที่แสดงไว้ใน Recommendation ITU-R BS.1660-8 (06/2019) มีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณค่า Receiver Noise Input Signal (P_n) โดยใช้สมการ

$$P_n = F_r + 10\log(kT_0B)$$

โดย P_n คือ Receiver Noise Input Power ในหน่วย dBW
F_r คือ Receiver Noise Figure ในหน่วย dB
k คือ Boltzmann's Constant มีค่าเท่ากับ 1.38×10^{-23} Ws/K
T_0 คือ Absolute Temperature มีค่าเท่ากับ 290 K
B คือ Receiver Noise Bandwidth ในหน่วย Hz

2. คำนวณค่า Minimum Receiver Signal Input Power ($P_{s\,min}$) โดยใช้สมการ

$$P_{s\,min} = P_n + C/N$$

โดย $P_{s\,min}$ คือ Minimum Receiver Signal Input Power ในหน่วย dBW
C/N คือ RF Signal to Noise Ratio Required by the System ในหน่วย dB

3. คำนวณค่า Minimum Power Flux Density at Receiving Antenna (φ_{min}) โดยใช้สมการ

$$\varphi_{min} = P_{s\,min} - A_a + L_f$$

โดย φ_{min} คือ Minimum Power Flux Density at Receiving Antenna ในหน่วย dBW/m^2
A_a คือ Effective Antenna Aperture ซึ่งคำนวณจาก $A_a = Gi + 10\log(\lambda^2/4\pi)$
เมื่อ Gi คือ Antenna Gain Relative to an Isotropic Antenna ในหน่วย dB และ λ คือ Wavelength ในหน่วย m
L_f คือ Transmission Line Loss หรือ Feeder Loss ในหน่วย dB

ทั้งนี้ สามารถคำนวณค่า Minimum Equivalent Field Strength at Receiving Antenna (E_{min}) ได้จาก φ_{min} โดยใช้สมการ

$$E_{min} = \varphi_{min} + 120 + 10\log(120\pi)$$

โดย E_{min} คือ Minimum Equivalent Field Strength at Receiving Antenna ในหน่วย dBμV/m

4. คำนวณค่า Minimum Median Power Flux Density (φ_{med}) โดยใช้สมการ

$$\varphi_{med} = \varphi_{min} + P_{mmn} + C_l + L_v$$

โดย φ_{med} คือ Minimum Median Power Flux Density ในหน่วย dBW/m^2

P_{mmn} คือ Allowance for Man-made Noise ในหน่วย dB

C_l คือ Location Correction Factor ในหน่วย dB ซึ่งคำนวณจาก $C_l = \mu\sigma$ เมื่อ μ คือ Distribution Factor ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.33 สำหรับการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 และ σ คือ Standard Deviation ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4

L_v คือ Vehicle Entry Loss ในหน่วย dB

ทั้งนี้ สามารถคำนวณค่า Minimum Median Equivalent Field Strength (E_{med}) ที่ครอบคลุมพื้นที่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99 ได้จาก φ_{med} โดยใช้สมการ

$$E_{med} = \varphi_{med} + 120 + 10\log(120\pi)$$

โดย E_{med} คือ Minimum Median Equivalent Field Strength ในหน่วย dBμV/m

ตารางการคำนวณความแรงสัญญาณต่ำสุดสำหรับการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ที่ความถี่วิทยุ 200 เมกะเฮิรตซ์

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	สมการ	ค่าที่ใช้/ ผลการคำนวณ
Frequency	f	MHz	-	200
Minimum C/N required by system	C/N	dB	-	12.6
Receiver noise figure	F_r	dB	-	6
Receiver noise bandwidth	B	Hz	-	1.54×10^6
Receiver noise input power	P_n	dBW	$P_n = F_r + 10\log(kT_0B)$	-136.10
Minimum receiver signal input power	$P_{s\ min}$	dBW	$P_{s\ min} = P_n + C/N$	-123.50
Transmission line loss หรือ Feeder loss	L_f	dB	-	0
Antenna gain relative to half dipole	G_d	dB	-	-5
Effective antenna aperture	A_a	dBm^2	$A_a = G_i + 10\log(\lambda^2/4\pi)$ ($G_i = G_d + 2.15$)	-10.32
Minimum power flux density at receiving antenna	φ_{min}	dBW/m^2	$\varphi_{min} = P_{s\ min} - A_a + L_f$	-113.18
Minimum equivalent field strength at receiving antenna	E_{min}	dBμV/m	$E_{min} = \varphi_{min} + 120 + 10\log(120\pi)$	32.62
Allowance for man-made noise	P_{mmn}	dB	-	0.90
Vehicle Entry Loss	L_v	dB	-	0
Standard deviation of the entry loss	-	dB	-	0
Location probability	-	%	-	99
Distribution factor	μ	-	-	2.33
Standard deviation	σ	-	-	4
Location correction factor (99%)	C_l	dB	$C_l = \mu\sigma$	9.32
Minimum median power flux density at 1.5 m above ground level, 50% time and 50% locations (for a location probability of 99%)	φ_{med}	dBW/m^2	$\varphi_{med} = \varphi_{min} + P_{mmn} + C_l + L_v$	-102.96
Minimum median equivalent field strength at 1.5m above ground level, 50% time and 50% locations (for a location probability of 99%)	**E_{med}**	**dBμV/m**	$E_{med} = \varphi_{med} + 120 + 10\log(120\pi)$	**42.84**

หมายเหตุ การคำนวณความแรงสัญญาณต่ำสุดสำหรับการรับสัญญาณแบบเคลื่อนที่ตามตัวอย่างใน Recommendation ITU-R BS.1660-8 (06/2019)