



มาตรฐานความปลอดภัยในการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคม
ต่อสุขภาพของมนุษย์

DRAFT

ขีดจำกัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุ
9 kHz - 300 GHz

คณะกรรมการร่างมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม
ต่อสุขภาพผู้ใช้ เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางการแพทย์

มิถุนายน 2549

สารบัญ

1.	ขอบข่าย (scope)	1
2.	ประเภทของผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1
2.1	กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (occupational exposure)	1
2.2	กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (public exposure)	1
3.	ประเภทของเครื่องส่งวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคม	2
3.1	เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ใกล้ชิดกับบริเวณศีรษะ หรืออยู่ห่างจากร่างกายผู้ใช้หรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงน้อยกว่า 20 เซนติเมตร ในขณะที่ใช้งาน	2
3.2	เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายอย่างน้อยที่สุด 20 เซนติเมตรในขณะที่ใช้งาน	2
3.3	เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง	2
4.	คำนิยาม (definitions)	3
5.	ขีดจำกัด (limits)	4
5.1	ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ใกล้ชิดกับบริเวณศีรษะ หรืออยู่ห่างจากร่างกายหรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงน้อยกว่า 20 เซนติเมตรในขณะที่ใช้งาน	4
5.2	ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายอย่างน้อยที่สุด 20 เซนติเมตรในขณะที่ใช้งาน และเครื่องส่งวิทยุคมนาคมชนิดติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง	5
5.3	การประเมินการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดมากกว่าหนึ่งแหล่งในช่วงเวลาเดียวกัน	7
6.	วิธีการวัด (methods of measurement)	8
6.1	วิธีการวัดค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR)	8
6.2	วิธีการวัดความแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic field strength)	8
7	เอกสารอ้างอิง	9
ภาคผนวก	ICNIRP Guidelines : Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic field (up to 300 GHz)	10

มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคมต่อสุขภาพของมนุษย์ :
ขีดจำกัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุ 9 kHz – 300 GHz

1. ขอบข่าย (scope)

มาตรฐานนี้กำหนดขีดจำกัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของมนุษย์ ในย่านความถี่วิทยุ 9 kHz – 300 GHz สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำกับดูแลเครื่องส่งวิทยุคมนาคม และสถานวิทยุคมนาคม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับสุขภาพของมนุษย์จากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมและสถานวิทยุคมนาคม

2. ประเภทของผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- 2.1 **กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (occupational exposure)** หมายถึง กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมหรือสถานวิทยุคมนาคม อันเป็นผลมาจากหน้าที่การทำงาน หรือผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นประจำ ทั้งนี้ บุคคลกลุ่มนี้เป็นผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายใต้สภาวะที่ทราบค่า และได้รับการฝึกอบรมให้ตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งมีการระมัดระวังตนเองอย่างเหมาะสมในระหว่างการทำงานหรือการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคม
- 2.2 **กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (general public exposure)** หมายถึง กลุ่มประชาชนทั่วไปที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมหรือสถานวิทยุคมนาคม ซึ่งไม่รวมถึงบุคคลในข้อ 2.1 และผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระหว่างขั้นตอนการรักษาทางการแพทย์ โดยทั่วไป บุคคลกลุ่มนี้จะไม่ตระหนักถึงอันตรายจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากนัก รวมทั้งไม่มีการระมัดระวังตนเองเพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลให้ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไปนี้เข้มงวดกว่ากลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน

3. ประเภทของเครื่องส่งวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคม

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมและสถานีวิทยุคมนาคมที่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดของมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องส่งวิทยุคมนาคมต่อสุขภาพของมนุษย์นี้ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

3.1 เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ใกล้ชิดกับบริเวณศีรษะ หรืออยู่ห่างจากร่างกายผู้ใช้หรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงน้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้จะต้องได้รับการประเมินค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (Specific Absorption Rate - SAR) ซึ่งจะต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดในมาตรฐานนี้

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้รวมถึง เครื่องส่งชนิดหิ้วได้ (portable) ชนิดมือถือ (handheld) และชนิดสะพายติดตัว (bodyworn)

3.2 เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายอย่างน้อยที่สุด 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้ไม่อยู่ในข่ายที่จะต้องได้รับการประเมินค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR) แต่จะต้องได้รับการประเมินระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดในมาตรฐานนี้

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้รวมถึงเครื่องส่งชนิดเคลื่อนที่ (mobile) เช่น เครื่องส่งที่ติดตั้งในยานพาหนะ หรือเครื่องส่งที่สามารถเคลื่อนย้ายสถานที่ใช้งานได้

3.3 เครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้ไม่อยู่ในข่ายที่จะต้องได้รับการประเมินค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR) แต่จะต้องได้รับการประเมินระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดในมาตรฐานนี้

เครื่องส่งวิทยุคมนาคมประเภทนี้รวมถึง สถานีประจำที่ (fixed station) สถานีฐาน (base station) ในกิจการวิทยุคมนาคม

4. คำนิยาม (definitions) และคำย่อ

4.1 ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (exposure limit) หมายถึง ปริมาณเชิงตัวเลขสูงสุดของการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในค่าของความแรงสนามไฟฟ้า ความแรงสนามแม่เหล็ก และความหนาแน่นกำลัง

4.2 ความแรงสนามไฟฟ้า (Electric field strength) (E) หมายถึง แรงที่กระทำต่อประจุบวกที่อยู่กับที่ ณ ตำแหน่งใด ๆ ในสนามไฟฟ้า ความแรงสนามไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ต่อเมตร (V/m)

- 4.3 **ความแรงสนามแม่เหล็ก (Magnetic field strength) (H)** หมายถึง ขนาดของเวกเตอร์ตามแกน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณของสนามแม่เหล็ก ณ ตำแหน่งใดๆ ในที่ว่าง ความแรงสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นแอมแปร์ต่อเมตร (A/m)
- 4.4 **ความหนาแน่นกำลัง (power density) (S)** ของการแพร่กระจายคลื่นวิทยุ หมายถึง กำลังต่อหน่วยพื้นที่ในทิศของการแพร่กระจายคลื่น ความหนาแน่นกำลังมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกำลังกับสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในกรณีของคลื่นระนาบสามารถอธิบายโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$S = E \cdot H$$

- 4.5 **คลื่นระนาบ (plane wave)** หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กอยู่บนระนาบในแนวตั้งฉากกับทิศทางของการกระจายของคลื่น และความแรงสนามแม่เหล็ก (คูณด้วยอิมพีแดนซ์ของที่ว่าง) มีขนาดเท่ากับความแรงสนามไฟฟ้า
- 4.6 **ความหนาแน่นกำลังคลื่นระนาบสมมูล (equivalent plane wave power density) (S_{eq})** จะมีขนาดเท่ากับความหนาแน่นกำลังของคลื่นระนาบที่มีความแรงสนามไฟฟ้า (E) หรือความแรงสนามแม่เหล็ก (H) เท่ากัน โดย

$$S_{eq} = \frac{E^2}{377} = H^2 \times 377$$

- 4.7 **การดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (Specific Absorption – SA)** หมายถึง พลังงานที่ถูกดูดกลืนต่อหน่วยมวลของเนื้อเยื่อทางชีวภาพ (biological tissue) การดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่เป็นปริพันธ์เชิงเวลา (time integral) ของอัตราการดูดกลืนพลังงาน มีหน่วยเป็นจูลต่อกิโลกรัม (J/kg)
- 4.8 **อัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (Specific Absorption Rate – SAR)** หมายถึง อัตราที่พลังงานถูกดูดกลืนโดยเนื้อเยื่อของร่างกาย มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อกิโลกรัม (W/kg) อัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่เป็นหน่วยการวัดปริมาณการได้รับรังสี (dosimetric measure) ซึ่งใช้กันทั่วไปสำหรับการวัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่สูงกว่า 100 kHz
- 4.9 **กำลังส่งออกอากาศสมมูลแบบไอโซโทรปิก (equivalent isotropically radiated power – e.i.r.p.)** หมายถึง ผลคูณของกำลังที่ส่งไปยังสายอากาศ และอัตราขยายของสายอากาศในทิศทางที่สัมพันธ์กับสายอากาศไอโซโทรปิก

5. ขีดจำกัด (limits)

มาตรฐานนี้ กำหนดขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านความถี่วิทยุ 9 kHz – 300 GHz โดยอ้างอิงขีดจำกัดตามเอกสาร ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz) ฉบับปี ค.ศ. 1998 ที่จัดทำขึ้นโดย คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศ ว่าด้วยการป้องกันการแผ่พลังงานแบบไม่แตกตัว (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - ICNIRP)

5.1 ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ใกล้ชิดกับบริเวณศีรษะ หรืออยู่ห่างจากร่างกายหรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียงน้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ

ขีดจำกัดอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR) ในย่านความถี่วิทยุ 100 kHz – 10 GHz สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป ต้องมีค่าไม่เกินค่าดังแสดงในตารางต่อไปนี้

1) ขีดจำกัด SAR สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน

	ขีดจำกัด SAR (W/kg)
ค่าเฉลี่ย SAR สำหรับทั่วทั้งร่างกาย (whole body)	0.4
ค่าเฉลี่ย SAR เฉพาะส่วนศีรษะและลำตัว (head & trunk)	10
ค่าเฉลี่ย SAR เฉพาะส่วนแขนขา (limb)	20

2) ขีดจำกัด SAR สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป

	ขีดจำกัด SAR (W/kg)
ค่าเฉลี่ย SAR สำหรับทั่วทั้งร่างกาย (whole body)	0.08
ค่า SAR เฉพาะส่วนศีรษะและลำตัว (head & trunk)	2
ค่า SAR เฉพาะส่วนแขนขา (limb)	4

หมายเหตุ:

- ค่า SAR ที่ได้จากการวัดหรือการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 6 นาที
- ค่าเฉลี่ยของ SAR สำหรับทั่วทั้งร่างกาย ได้จากผลหารของกำลังทั้งหมด (total power) ที่ถูกดูดกลืนเข้าไปในร่างกาย และมวลทั้งหมดของร่างกาย (total mass)
- ค่า SAR เฉพาะส่วน เป็นค่าเฉลี่ยต่อมวล 10 กรัม (g) ของเนื้อเยื่อส่วนเดียวกันที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์

- 5.2 ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายอย่างน้อยที่สุด 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ และเครื่องส่งวิทยุคมนาคมชนิดติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง

ขีดจำกัดความแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และกลุ่มผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป จะต้องไม่เกินค่าดังแสดงในตารางต่อไปนี้

1) ขีดจำกัดความแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน

ความถี่วิทยุ	E-field strength (V/m)	H-field strength (A/m)	equivalent plane wave power density S_{eq} (W/m ²)
3 kHz – 65 kHz	610	24.4	
65 kHz – 1 MHz	610	$1.6/f$	
1 MHz – 10 MHz	$610/f$	$1.6/f$	
10 MHz – 400 MHz	61	0.16	10
400 MHz – 2 GHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$f/40$
2 GHz – 300 GHz	137	0.36	50

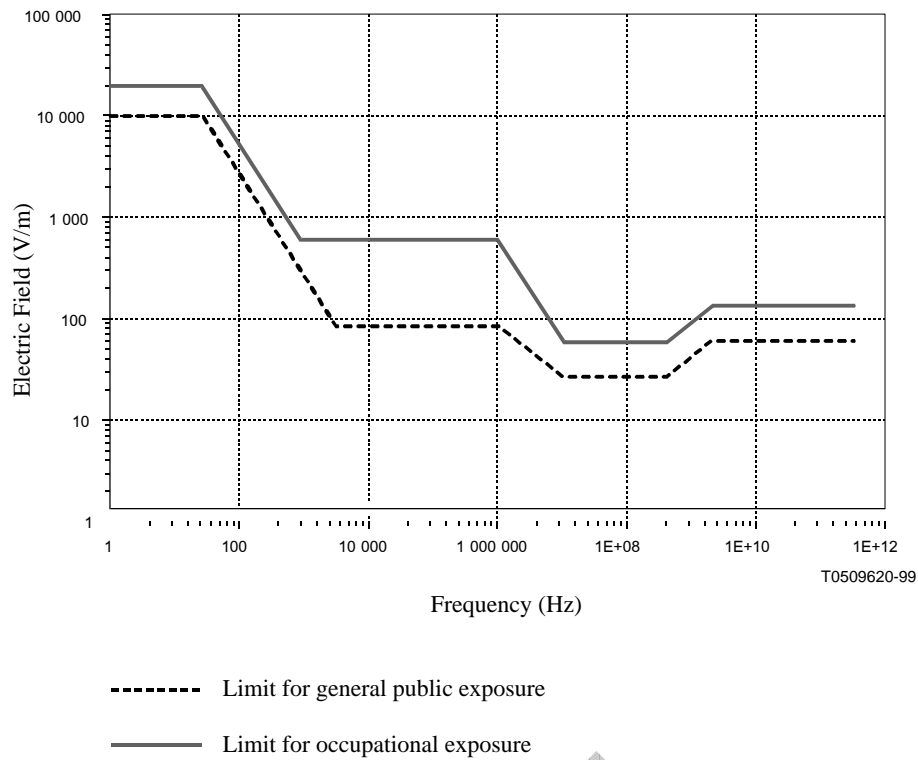
2) ขีดจำกัดความแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป

ความถี่วิทยุ	E-field strength (V/m)	H-field strength (A/m)	equivalent plane wave power density S_{eq} (W/m ²)
3 kHz – 150 kHz	87	5	
150 kHz – 1 MHz	87	$0.73/f$	
1 MHz – 10 MHz	$87/f^2$	$0.73/f$	
10 MHz – 400 MHz	28	0.073	2
400 MHz – 2 GHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$f/200$
2 GHz – 300 GHz	61	0.16	10

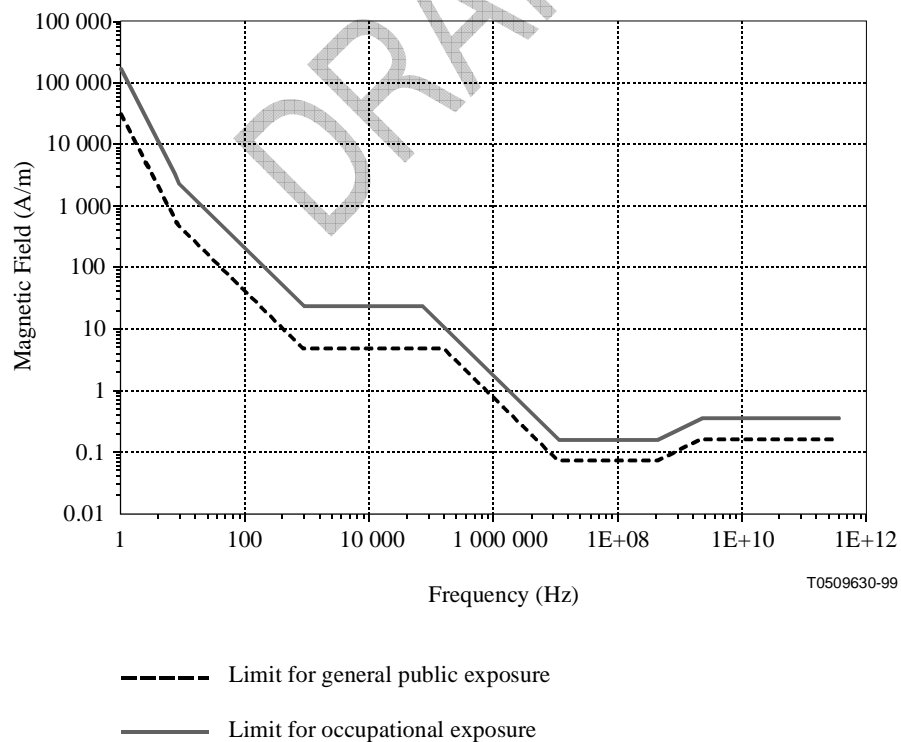
หมายเหตุ:

1. E-field strength หมายถึง ความแรงสนามไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ต่อเมตร (V/m)
2. H-field strength หมายถึง ความแรงสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็นแอมแปร์ต่อเมตร (A/m)
3. f คือความถี่ มีหน่วยเป็น MHz
4. สำหรับความถี่ระหว่าง 100 kHz และ 10 GHz ค่า S_{eq} , E^2 และ H^2 เป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา 6 นาทีใดๆ
5. สำหรับความถี่มากกว่า 10 GHz ค่า S_{eq} , E^2 และ H^2 เป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา $68 \times 10^4 / f$ นาทีใดๆ

ทั้งนี้ แผนภาพแสดงระดับขีดจำกัดความแรงสนามไฟฟ้า (electric field) และระดับขีดจำกัดความแรงสนามแม่เหล็ก (magnetic field) สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงานและกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป แสดงใน รูปที่ 1 และ รูปที่ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 1: ระดับขีดจำกัดความแรงสนามไฟฟ้า (electric field)



รูปที่ 2: ระดับขีดจำกัดความแรงสนามแม่เหล็ก (magnetic field)

5.3 การประเมินการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดมากกว่าหนึ่งแหล่งในช่วงเวลาเดียวกัน

ในกรณีของการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดมากกว่าหนึ่งแหล่งในช่วงเวลาเดียวกัน ณ ความถี่ต่างๆ การประเมินว่าระดับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยรวมเป็นไปตามขีดจำกัดในข้อ 5.2 หรือไม่ ต้องใช้เงื่อนไขของสมการดังต่อไปนี้

$$\sum_{i=1\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{l,i}} + \sum_{i>1\text{MHz}} \frac{E_i}{a} \leq 1$$

$$\sum_{j=1\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \frac{H_j}{H_{l,j}} + \sum_{j>1\text{MHz}} \frac{H_j}{b} \leq 1$$

- โดย
- E_i คือ ความแรงสนามไฟฟ้า ณ ความถี่ i
 - $E_{l,i}$ คือ ระดับขีดจำกัด ณ ความถี่ i
 - H_j คือ ความแรงสนามแม่เหล็ก ณ ความถี่ j
 - $H_{l,j}$ คือ ระดับขีดจำกัด ณ ความถี่ j
 - a มีค่าเท่ากับ 610 V/m สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และมีค่าเท่ากับ 87 V/m สำหรับกลุ่มผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป
 - b มีค่าเท่ากับ 24.4 A/m สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และมีค่าเท่ากับ 5 A/m สำหรับกลุ่มผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป

$$\sum_{i=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{c} \right)^2 + \sum_{i>1\text{MHz}} \left(\frac{E_i}{E_{l,i}} \right)^2 \leq 1$$

$$\sum_{j=100\text{kHz}}^{1\text{MHz}} \left(\frac{H_j}{d} \right)^2 + \sum_{j>1\text{MHz}} \left(\frac{H_j}{H_{l,j}} \right)^2 \leq 1$$

- โดย
- E_i คือ ความแรงสนามไฟฟ้า ณ ความถี่ i
 - $E_{l,i}$ คือ ระดับขีดจำกัด ณ ความถี่ i
 - H_j คือ ความแรงสนามแม่เหล็ก ณ ความถี่ j
 - $H_{l,j}$ คือ ระดับขีดจำกัด ณ ความถี่ j
 - c มีค่าเท่ากับ $610/f$ V/m (f in MHz) สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และมีค่าเท่ากับ $87/f^{1/2}$ V/m สำหรับกลุ่มผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป
 - d มีค่าเท่ากับ $1.6/f$ A/m (f in MHz) สำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน และมีค่าเท่ากับ $0.73/f$ สำหรับกลุ่มผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป

6. วิธีการวัด (methods of measurement)

6.1 วิธีการวัดค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR)

วิธีการวัดอัตราการดูดกลืนพลังงานเฉพาะที่ (SAR) จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศ มาตรฐานระดับภูมิภาค หรือมาตรฐานระดับประเทศที่เหมาะสม ตัวอย่างของมาตรฐานดังกล่าว ได้แก่

- 1) IEC 62209 (2004) : Specific Absorption Rate (SAR) in the frequency range of 300 MHz to 3 GHz Part 1: hand-held wireless communication devices
- 2) EN 50361 : Basic standard for the measurement of Specific Absorption Rate related to human exposure to electromagnetic fields from mobile phones (300 MHz – 3 GHz)
- 3) IEEE Std 1528: IEEE Recommended Practice for Determining the Peak Spatial-Average Specific Absorption Rate (SAR) in the Human Head from Wireless Communications Devices: Measurement Techniques

6.2 วิธีการวัดความแรงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic field strength)

วิธีการวัดหรือการคำนวณระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศ มาตรฐานระดับภูมิภาค หรือมาตรฐานระดับประเทศที่เหมาะสม ตัวอย่างของมาตรฐานดังกล่าว ได้แก่

- 1) IEC 61566 (1997), Measurement of exposure to radio-frequency electromagnetic fields-Field strength in the frequency range 100 kHz to 1 GHz
- 2) ITU-T Recommendation K.61 (2003): Guidance to measurement and numerical prediction of electromagnetic fields for compliance with human exposure limits for telecommunication installation
- 3) ITU-R Recommendation BS.1698: Evaluating fields from terrestrial broadcasting transmitting systems operating in any frequency band for assessing exposure to non-ionizing radiation.
- 4) ANSI/IEEE C95.3: Recommended Practice for the Measurement of Potentially Hazardous Electromagnetic Fields – RF and Microwave
- 5) IEEE 291: Standard Methods for Measuring Electromagnetic Field Strengths of Sinusoidal Continuous Waves, 30 Hz to 30 GHz

7. เอกสารอ้างอิง

- 7.1 International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP): Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic field (up to 300 GHz)
- 7.2 International Telecommunication Union (ITU): ITU-T Recommendation K.52 – Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields
- 7.3 ANSI/IEEE C95.1: Standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz
- 7.4 Health Canada: Safety Code 6 – Limits of human exposure to radiofrequency electromagnetic fields in the frequency range from 3 kHz to 300 GHz
- 7.5 Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA): Maximum exposure levels to radiofrequency fields – 3 kHz to 300 GHz

DRAFT