

การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
กรณีการนำ ICNIRP Guidelines 2020 มาใช้กับเทคโนโลยีใหม่
The assessment of health impacts from electromagnetic fields: A case study on
the application of the ICNIRP Guidelines 2020 to new technologies

เสนห์ สายวงศ์
วิศวกรเชี่ยวชาญพิเศษ
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
Saneh Saiwong
Principal Engineering Expert
Office of The National Broadcasting and Telecommunications Commission, Thailand

(Received: January 13, 2025; Revised: January 20, 2025; Accepted: February 20, 2025)

*ผู้ประสานงาน : เสนห์ สายวงศ์ อีเมล : saneh.s@nbt.go.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีใหม่สำหรับการติดต่อสื่อสารไร้สาย เช่น 5G ได้ถูกนำมาใช้งานในประเทศไทย โดยครอบคลุมย่านความถี่ที่สูงขึ้นกว่าที่มีใช้งานอยู่เดิม และใช้เทคนิคการส่งสัญญาณรูปแบบใหม่ เช่น MIMO และ beamforming ส่งผลให้ขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม ซึ่งประเทศไทยโดย กสทช. ประกาศกำหนดโดยอ้างอิงจากขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในแนวปฏิบัติของสากล ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998 รวมทั้งกฎระเบียบเกี่ยวกับวิธีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามหลักเกณฑ์ดังกล่าวไม่ครอบคลุมและเหมาะสมกับสภาพการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันอีกต่อไป

บทความวิชาการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในกรณีของเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของสากล โดยพิจารณาจาก ICNIRP Guidelines ฉบับใหม่ที่ได้เผยแพร่ เมื่อเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2020 เป็นหลัก

ผลการศึกษาโดยการวิเคราะห์จากแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในปัจจุบัน สรุปได้ว่า มีความจำเป็นที่จะต้องแก้ไขปรับปรุงแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าข้างต้น เพื่อให้สอดคล้องกับ ICNIRP Guidelines ฉบับปี ค.ศ. 2020 และเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G ที่มีการใช้งานในประเทศไทยแล้ว ในประเด็นต่าง ๆ เป็นต้นว่า การแบ่ง

ประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมและการแสดงความสอดคล้องตามข้อกำหนด โดยอาจพิจารณา กำหนดเงื่อนไขว่าเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานีวิทยุคมนาคมในลักษณะใดต้องได้รับประเมินผล กระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับการประเมิน โดยพิจารณาจากลักษณะทาง เทคนิคและลักษณะการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานีวิทยุคมนาคมนั้น รวมทั้งปรับปรุง วิธีการประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงการปรับปรุงระยะเวลาการวัดโดยพิจารณา จากแนวปฏิบัติหรือมาตรฐานระหว่างประเทศที่เหมาะสม และการปรับวิธีการวัดซึ่งต้องคำนึงถึง เทคโนโลยีสายอากาศ และการใช้งานอุปกรณ์ส่งสัญญาณในลักษณะสถานีฐานขนาดเล็ก (small cell) เพิ่มเติมด้วย

ผลการศึกษายังได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้มีการจัดทำคู่มือการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐาน และการสำรวจความเหมาะสมและความพร้อมของเครื่องมือวัด เพื่อ จัดทำเป็น EMF Measurement Readiness Report เพื่อใช้ประโยชน์อ้างอิงต่อไป

คำสำคัญ: คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพ, เทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย, 5G

Abstract

New wireless communication technologies, such as 5 G, have been implemented in Thailand, covering higher frequency ranges than previously used and employing new signal transmission techniques like MIMO and beamforming. These developments have led to limitations in the human health safety standards for radio communication devices, which have been established by Thailand's National Broadcasting and Telecommunications Commission (NBTC), based on the 1998 version of the ICNIRP Guidelines. Furthermore, the regulations for assessing the health impacts of electromagnetic fields (EMF) based on these guidelines are no longer comprehensive or suitable for the current frequency usage conditions. This paper aims to present an appropriate and internationally aligned approach for assessing the health impacts of EMF in the context of new technologies such as 5G, primarily focusing on the updated ICNIRP Guidelines published in May 2020. The study's findings, based on the analysis of current EMF health impact assessment methodologies, conclude that there is a need to revise and improve the existing approach to health impact assessment to align with the 2020 ICNIRP Guidelines and new technologies such as 5G, which are already in use in Thailand. This includes addressing aspects such as the

classification of radio communication devices and ensuring compliance with the regulations. It is also necessary to determine which radio communication devices or stations should undergo EMF health impact assessments or be exempt, considering the technical characteristics and usage of those devices or stations. Additionally, improvements should be made to the EMF impact assessment methods, including adjustments to measurement durations in accordance with appropriate international standards, as well as adapting measurement techniques to consider antenna technologies and the use of small cell base stations. The study also recommends creating a standardized EMF emission measurement manual and assessing the suitability and readiness of measurement tools to create an EMF Measurement Readiness Report for future reference and application.

Keywords: Electromagnetic fields, health safety standards, wireless communication technologies, 5G.

1. บทนำ

คณะกรรมการการระหว่างประเทศว่าด้วยการป้องกันการแผ่รังสีที่ไม่แตกตัวเป็นไอออน (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: ICNIRP) ได้กำหนดขีดจำกัดการได้รับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นใหม่ (ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)) เมื่อเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2020 [1] ซึ่งครอบคลุมเทคโนโลยีใหม่และย่านความถี่ที่สูงขึ้นกว่าขีดจำกัดเดิมที่ได้กำหนดไว้เมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 1998 (ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)) [2] เป็นต้นว่า เทคโนโลยี 5G ที่ใช้งานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่สูงกว่า 6 GHz ทำให้ขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม และวิธีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามมาตรฐานดังกล่าว ซึ่งประเทศไทยโดยคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ประกาศกำหนดโดยอ้างอิงจากขีดจำกัดที่กำหนดไว้ใน ICNIRP Guidelines ฉบับเดิม ไม่เป็นปัจจุบันและไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้รองรับเทคโนโลยีใหม่ของการติดต่อสื่อสารไร้สาย จึงเห็นว่ามีความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้แนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในกรณีของเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของสากล

2. ลักษณะการศึกษา

บทความนี้มุ่งหมายที่จะนำเสนอแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสมในกรณีของเทคโนโลยีใหม่ (เช่น 5G ซึ่งใช้เทคนิคการส่งสัญญาณในรูปแบบ Multiple-In Multiple-Out (MIMO) และ beamforming) บนพื้นฐานของ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 เป็นหลัก เพื่อให้ได้องค์ความรู้ หลักการ และแนวคิดในการประเมินผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อสุขภาพที่เป็นไปตามหลักวิชาการ เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย สอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติสากล ที่เป็นปัจจุบันและสามารถนำมาใช้งานได้จริง โดยมีลักษณะเป็นบทความปริทัศน์ (review article) ที่เรียบเรียงในเชิงผลการวิจัยเอกสาร (Documentary research) โดยทบทวนวรรณกรรม ซึ่งประกอบด้วย ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 เป็นเอกสารปฐมภูมิ และเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องเป็นเอกสารทุติยภูมิ แล้วนำมาสังเคราะห์เพื่อให้ได้องค์ความรู้ หลักการ และแนวคิดในการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เป็นรูปธรรม และสามารถนำไปปรับใช้งานได้ตามความเหมาะสมต่อไป

ผลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา (Literature Review) พบว่ามีบทความเชิงวิเคราะห์จำนวนหนึ่งที่ได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 และวิธีการประเมินผลการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยผู้เขียนจะได้หยิบยกเฉพาะประเด็นที่สำคัญและเกี่ยวกับการศึกษาตามความมุ่งหมายของบทความนี้มาพิจารณา

3. สารสำคัญของ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้จัดทำขึ้น โดยพิจารณาข้อมูลจากงานวิจัยทางวิชาการ ผลการสัมมนาทางวิชาการ และข้อคิดเห็นที่ได้รับจากการรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยขีดจำกัดที่ปรากฏในเอกสารฉบับดังกล่าวมุ่งหมายที่จะป้องกันผลกระทบในแง่ต่อสุขภาพทั้งหมดที่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จากได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ตั้งแต่ 100 kHz จนถึง 300 GHz ทั้งที่เป็นการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระยะสั้นและในระยะยาว และทั้งที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ครอบคลุมเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายต่าง ๆ ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยี 3G 4G และ 5G เทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย WiFi และ Bluetooth รวมทั้งวิทยุกระจายเสียง ระบบ AM FM DAB ด้วย แต่ทั้งนี้ ไม่ครอบคลุมถึงประเด็นความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และผลกระทบที่มีต่อการฝังวัสดุที่เป็นโลหะในร่างกายด้วยเหตุผลทางการแพทย์ [3]

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ซึ่งมีขอบข่ายครอบคลุมการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ตั้งแต่ 100 kHz จนถึง 300 GHz มีผลใช้แทนที่ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998 ในช่วงความถี่ดังกล่าว รวมทั้งใช้แทนที่ ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz) ฉบับปี ค.ศ. 2010 [4] ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 100 kHz จนถึง 10 MHz

ICNIRP ใช้แนวคิดอนุรักษนิยมในการกำหนดขีดจำกัดข้างต้น เพื่อให้มั่นใจว่าขีดจำกัดยังสามารถให้การคุ้มครองป้องกันได้แม้ว่าจะสัมผัสหรือได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนดไว้ในขีดจำกัดค่อนข้างมาก ก็ตาม ผู้สนใจสามารถศึกษาแนวคิดดังกล่าวเพิ่มเติมได้จากเอกสารเผยแพร่ของ ICNIRP [5]

เอกสาร ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ยังคงกำหนดขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสองลักษณะเช่นเดิม คือ ขีดจำกัดสำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (occupational exposure) และขีดจำกัดสำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (general public exposure) โดยกลุ่ม ผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งรวมถึงเด็ก สตรีมีครรภ์ ผู้ป่วยและผู้สูงอายุด้วย จะมีขีดจำกัดที่เข้มงวดกว่า

เนื่องจากค่าขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ใน ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 มีความซับซ้อน โดยแบ่งออกเป็น basic restrictions และ reference level อีกทั้งขึ้นอยู่กับสถานะการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าว่า เป็นการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วทั้งร่างกายหรือเฉพาะส่วน ดังนั้น จึงไม่ขอกล่าวรายละเอียดในบทความนี้ ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ที่เป็นเอกสารฉบับเต็ม

รูปที่ 1 และรูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าขีดจำกัดโดยสังเขปของ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ในแต่ละสถานะการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยแบ่งตามลักษณะของกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่ง GSM Association (GSMA) ได้จัดทำขึ้น [6] และผู้เขียนได้นำมาอ้างอิงในบทความนี้ เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นของผู้ที่ประสงค์จะนำขีดจำกัดดังกล่าวไปใช้งาน ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงสรุปสิ่งที่แตกต่างกันระหว่าง ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 กับฉบับ ค.ศ. 1998 ซึ่ง GSMA ได้จัดทำขึ้น [7] และผู้เขียนได้นำมาอ้างอิงในบทความนี้เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นของผู้ใช้งานเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากคำอธิบายที่เป็นเอกสารฉบับเต็มของ ICNIRP [8]

ICNIRP (2020) reference levels averaged over the whole body and 30 min

Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} (V/m)	Incident H-field strength; H_{inc} (A/m)	Incident power density; S_{inc} (W/m ²)
Occupational	>400 – 2000 MHz	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$f_M/40$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	50
General public	>400 – 2000 MHz	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$f_M/200$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	10

Notes:

1. NA signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.

2. f_M is frequency in MHz.

3. S_{eq} , E_{eq} , and H_{eq} are to be averaged over 30 min, over the whole-body space. Temporal and spatial averaging of each of E_{inc} and H_{inc} must be conducted by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A of ICNIRP (2020) for details).

4. For frequencies of >30MHz to 2 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if either S_{eq} , E_{eq} , or H_{eq} does not exceed the above reference level values (only one is required); S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if either S_{eq} , or both E_{eq} and H_{eq} , does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{eq} and H_{eq} do not exceed the above reference level values; S_{eq} cannot be used to demonstrate compliance, and so basic restrictions must be assessed.

5. For frequencies of >2 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if S_{eq} does not exceed the above reference level values; S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if S_{eq} does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.

รูปที่ 1 ICNIRP 2020 whole body exposure

(Reproduced from GSMA)

ICNIRP (2020) reference levels for local exposure and averaged over 6 min

Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} (V/m)	Incident H-field strength; H_{inc} (A/m)	Incident power density; S_{inc} (W/m ²)
Occupational	>400 – 2000 MHz	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$0.29f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	200
	>6 GHz – <300 GHz	NA	NA	$275/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	100
General public	>400 – 2000 MHz	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$0.058f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	40
	>6 GHz – <300 GHz	NA	NA	$55/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	20

Note:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.

2. f_M is frequency in MHz; f_G is frequency in GHz.

3. S_{eq} , E_{eq} , and H_{eq} are to be averaged over 6 min, and where spatial averaging is specified in Notes 6–7, over the relevant projected body space. Temporal and spatial averaging of each of E_{inc} and H_{inc} must be conducted by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A of ICNIRP (2020) for details).

5. For frequencies of >30MHz to 6 GHz: (a) within the far-field zone, compliance is demonstrated if one of peak spatial S_{eq} , E_{eq} , or H_{eq} over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values (only one is required); S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if either peak spatial S_{eq} , or both peak spatial E_{eq} and H_{eq} , over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{eq} and H_{eq} do not exceed the above reference level values; S_{eq} cannot be used to demonstrate compliance; for frequencies >2 GHz, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.

6. For frequencies of >6 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field zone, compliance is demonstrated if S_{eq} averaged over a square 4-cm² projected body surface space, does not exceed the above reference level values; S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if S_{eq} , averaged over a square 4-cm² projected body surface space, does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.

7. For frequencies of >30 GHz to 300 GHz, exposure averaged over a square 1-cm² projected body surface space must not exceed twice that of the square 4-cm² restrictions.

รูปที่ 2 ICNIRP 2020 local exposure

(Reproduced from GSMA)



ตารางที่ 1 Summary of Difference between the ICNIRP (2020) and previous Guidelines
(Reproduced from GSMA)

Change	ICNIRP (1998)	ICNIRP (2020)	Explanation
Frequency range	0 to 300 GHz	100 kHz to 300 GHz	Lower frequencies are covered by ICNIRP 2010 guidelines
Whole body SAR basic restriction	100 kHz to 10 GHz	100 kHz to 300 GHz	New research shows potential for whole-body heating at higher frequencies as blood flow can carry heat throughout the body.
Averaging time for whole-body exposures	6 min	30 min	Better relationship to the time taken for whole-body temperature rise.
Averaging mass for local SAR	10 g of contiguous tissue. 100 kHz to 10 GHz	10 g of tissue in the shape of a cube, 100 kHz to 6 GHz	Better relationship with local temperature increase. Frequency change is practical compromise in the transition from SAR to absorbed power density.
Local exposure basic restriction	Incident power density. 10 - 300 GHz	Absorbed power density. 6 to 300 GHz	Better measure of the exposure internal to the body given that up to 50% of incident power density is reflected at the surface of the body. Frequency change is practical compromise in the transition from SAR to absorbed power density.
Averaging area for local power density	20 cm ² (>10 GHz)	4 cm ² (>6 GHz) plus 1 cm ² (>30 GHz)	Area change gives a better transition from SAR to power density (10 g cube

Change	ICNIRP (1998)	ICNIRP (2020)	Explanation
			has edge length of 2.2 cm). The additional restriction above 30 GHz limits potential for localized heating by focused beams. Frequency change is practical compromise in the transition from SAR to absorbed power density
Averaging time for local power density	6 min (<10 GHz) $68/f^{1.05}$ min (>10 GHz)	6 min (>6 GHz)	Better relationship with local temperature increase. Frequency change is practical compromise in the transition from SAR to absorbed power density.
Basic restrictions for brief (<6-min) and intense local exposure	Specific absorption 0.3 to 10 GHz and power density (>10 GHz)	Specific absorption (>400 MHz to 6 GHz) and absorbed energy density (>6 GHz) Limits set as function of exposure duration (>0 to <6 min)	Better relationship with local temperature increase and ensure that local heating from pulses can't cause pain or tissue damage. Microwave heating effect no longer explicitly addressed but protected by updated limits.
Whole body reference levels	Equivalent plane wave E-field, H-field and power density (400 MHz to 300 GHz)	Incident E-field, H-field (400 MHz to 2 GHz) Incident power density (400 MHz to 300 GHz) Equivalent plane wave power density (only in the far-field)	E-field and H-field levels are not always a good estimate of the basic restrictions above 2 GHz. Equivalent plane wave parameters are only permitted in the far- field zone to better match basic restrictions.

Change	ICNIRP (1998)	ICNIRP (2020)	Explanation
Local exposure reference levels	Not defined	New local exposure reference levels and rules on application in near-/far-field zones.	Each basic restriction has a corresponding reference level. Application rules to ensure better match to corresponding basic restrictions.
Reference levels for brief (<6-min) and intense local exposure	Peak E- and H-field strengths and equivalent plane wave power density	Incident energy density Limits set as function of exposure duration (>0 to <6 min)	Ensure compliance with basic restrictions for brief and intense local exposures.

ICNIRP ได้แสดงทัศนะไว้ว่า ประเทศต่าง ๆ ควรจะได้ปรับปรุงกฎระเบียบภายในของตนเองให้สอดคล้องกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 และพิจารณาปรับปรุงข้อมูลที่เผยแพร่ต่อสาธารณะให้เป็นปัจจุบันทั้งในแง่ของขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และผลกระทบต่อสุขภาพที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ [9]

4. แนวทางการประเมินผลกระทบตาม ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020

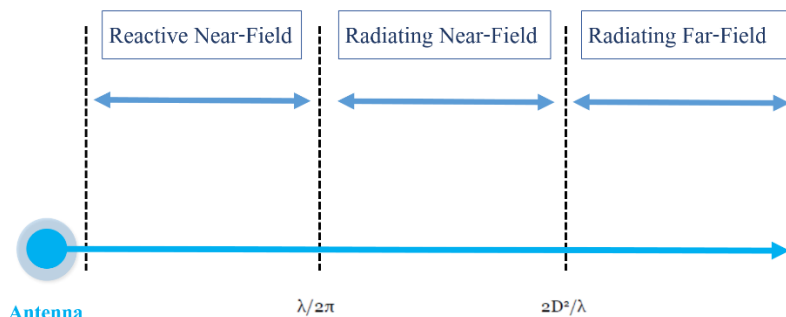
ในกรณีของโครงข่ายและสถานีฐานสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น มีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยระหว่างข้อกำหนดของ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 กับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998 อย่างไรก็ตาม เมื่อได้มีการขยายขอบเขตของคลื่นความถี่รวมทั้งกำหนดขีดจำกัดที่เหมาะสมเพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้งานคลื่นความถี่สูงขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของสถานีฐานเพิ่มเติมในบางกรณี เช่น สถานีฐานขนาดเล็ก (small cell) เป็นต้น

สำหรับกรณีของโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้กำหนดขีดจำกัดขึ้นใหม่หรือแก้ไขปรับปรุงขีดจำกัดเดิม ดังนั้น จึงส่งผลโดยตรงต่อแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอุปกรณ์มือถือ (handheld) และอุปกรณ์แบบหิ้วถือหรือพกพา (portable) ที่ใช้งานคลื่นความถี่สูงกว่า 6 GHz

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้กำหนดแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

การกำหนดพื้นที่และระยะห่างจากสายอากาศ

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 กำหนดพื้นที่ Near-Field และ Far-Field ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 ทั้งนี้ ในพื้นที่ที่เป็น Reactive Near-Field นั้น ICNIRP กำหนดให้ประเมินผลกระทบโดยใช้ค่าขีดจำกัดที่เป็น basic restriction เท่านั้น



รูปที่ 3 การกำหนดพื้นที่ Near-Field และ Far-Field

ข้อกำหนดการประเมินผลกระทบ

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดและเงื่อนไขของการประเมินผลกระทบในช่วงคลื่นความถี่ตั้งแต่ 400 MHz จนถึง 300 GHz ซึ่ง GSM Association (GSMA) ได้จัดทำขึ้น [6] และผู้เขียนได้นำมาอ้างอิงในบทความนี้ เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นของผู้ที่ประสงค์จะใช้งานสำหรับกิจการโทรศัพท์เคลื่อนที่

ตารางที่ 2 Summary of ICNIRP (2020) field zone compliance rules for frequencies from 400 MHz to 300 GHz

(Reproduced from GSMA)

	Averaging time	Frequency range	Field zone	Compliance demonstrated if
Whole-body	30 min	>400 – 2000 MHz	Far-field	either S_{inc} , E_{inc} or H_{inc} does not exceed the reference level values (only one is required)
			Radiative near-field	either S_{inc} or both E_{inc} and H_{inc} does not exceed the reference level values
			Reactive near-field	both E_{inc} and H_{inc} do not exceed the reference level values; S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance, basic restrictions must be assessed



	Averaging time	Frequency range	Field zone	Compliance demonstrated if
Local		>2 – 300 GHz	Far-field	S_{inc} does not exceed the reference level values
			Radiative near-field	S_{inc} does not exceed the reference level values
			Reactive near-field	reference level values cannot be used to demonstrate compliance, basic restrictions must be assessed
	6 min	>400 – 6000 MHz	Far-field	one of peak spatial S_{inc} , E_{inc} or H_{inc} . Over the projected whole-body space, does not exceed the reference level values (only one is required) S_{eq} may be substituted for S_{inc} .
			Radiative near-field	either peak spatial S_{inc} , or both peak spatial E_{inc} and H_{inc} , over the projected whole-body space, does not exceed the reference level values
			Reactive near-field	both E_{inc} and H_{inc} , do not exceed the reference level values; S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance, for frequencies >2 GHz, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed
		>6 – 300 GHz	Far-field	S_{inc} , averaged over a square 4-cm ² projected body surface space, does not exceed the reference level values
			Radiative near-field	S_{inc} , averaged over a square 4-cm ² projected body surface space, does not exceed the reference level values
			Reactive near-field	reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed

การประเมินผลกระทบกรณีได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลายแหล่ง

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้มีข้อกำหนดในกรณีได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลายแหล่งพร้อมกัน โดยให้ประเมินผลกระทบการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละคลื่นความถี่แยกจากกัน แล้วรวมผลบวกของอัตราส่วนในแต่ละคลื่นความถี่เข้ากันด้วย โดยผลที่ได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 1 ทั้งนี้ สามารถแยกการประเมินผลกระทบในแต่ละคลื่นความถี่ได้ว่าจะเลือกใช้ basic restrictions หรือ reference level ก็ได้

ระยะเวลาการวัดเฉลี่ย

ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 กำหนดระยะเวลาการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเฉลี่ยในกรณีทั่วทั้งร่างกาย (whole-body averaging time) ไว้เท่ากับ 30 นาที ซึ่งแตกต่างจากฉบับ ค.ศ. 1998 ที่กำหนดไว้เท่ากับ 6 นาที

ระยะเวลาการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเฉลี่ยข้างต้นไม่จำเป็นต้องเท่ากันกับระยะเวลาที่ใช้สำหรับการวัดเพื่อประเมินผลกระทบจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่ง ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ให้ความเห็นว่า ระยะเวลาที่ใช้วัดจริงอาจน้อยกว่าระยะเวลาเฉลี่ยได้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดโดยหน่วยงานมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ตัวอย่างในกรณีข้างต้น เช่น ข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ Recommendation ITU-T K.100 ได้แสดงให้เห็นว่า สามารถใช้ระยะเวลาการวัดที่ 60 วินาทีสำหรับกรณีของสถานีฐานบางลักษณะได้ [10] หรือมาตรฐานของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขา อิเล็กทรอนิกส์ IEC 62232 ได้กำหนดให้สามารถใช้การวัดสัญญาณหรือช่องความถี่อ้างอิงแล้วนำมาอนุมานให้ได้ค่าการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการได้ [11]

5. บทวิเคราะห์

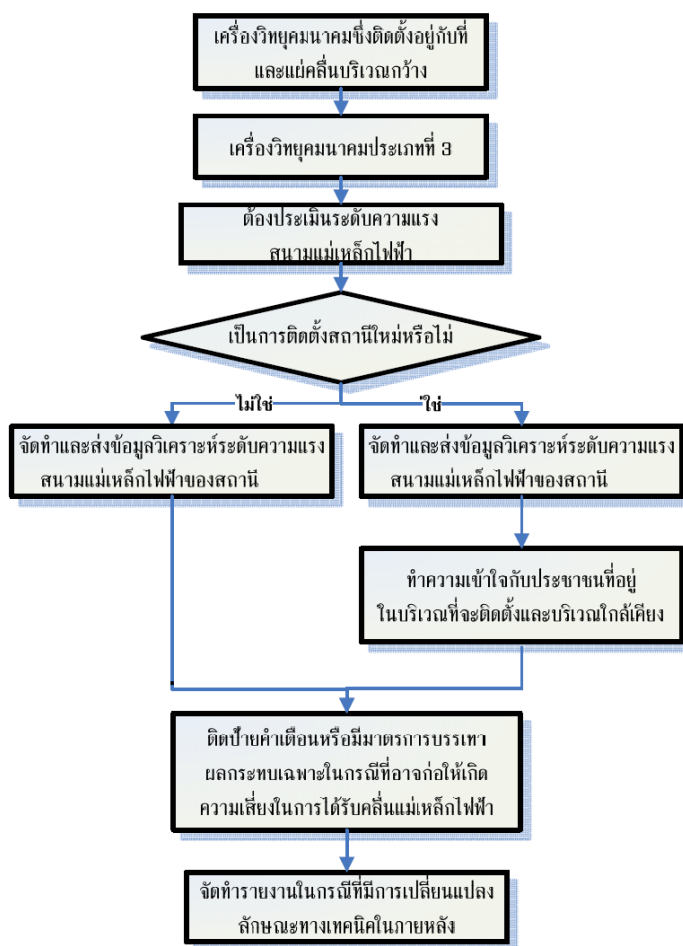
ประเทศไทยได้กำหนดแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไว้ โดยมีกฎระเบียบของ กสทช. ที่มีผลใช้บังคับในปัจจุบัน [12] [13] สรุปได้ดังนี้

1) แบ่งกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (occupational exposure) และกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (general public exposure) โดยอ้างอิงขีดจำกัดตาม ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998

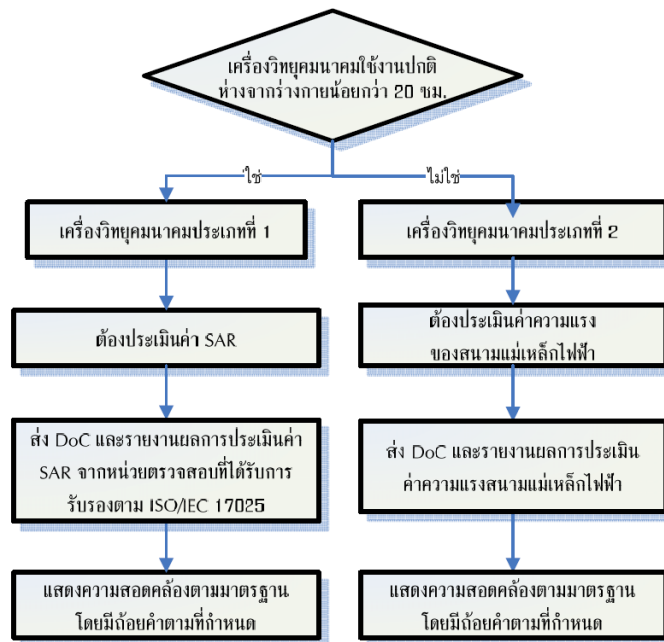
2) แบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 เครื่องวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ใกล้ชิดกับบริเวณศีรษะ หรืออยู่ห่างจากร่างกายน้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ ประเภทที่ 2 เครื่องวิทยุคมนาคมซึ่งส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ

และประเภทที่ 3 เครื่องวิทยุคมนาคมซึ่งติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง

3) กำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมประเภทที่ 1 ต้องได้รับการประเมินค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate – SAR) และประเภทที่ 2 และ 3 ต้องประเมินระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก หรือความหนาแน่นฟลักซ์กำลัง) ว่าเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่ รวมทั้งกำหนดวิธีการวัดค่าดังกล่าวข้างต้นไว้ด้วย



รูปที่ 4 แนวทางการประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีวิทยุคมนาคม
ที่มา: สำนักงาน กสทช.



รูปที่ 5 แนวทางการประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องวิทยุคมนาคมแบบมือถือ/หิ้ว
ถือ/พกพา

ที่มา: สำนักงาน กสทช.

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงแนวทางการประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีวิทยุคมนาคม (ซึ่งถือเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมประเภทที่ 3) และรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงแนวทางการประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องวิทยุคมนาคมแบบมือถือ/หิ้วถือ/พกพา (ซึ่งถือเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมประเภทที่ 1 หรือประเภทที่ 2) ที่สำนักงาน กสทช. ได้จัดทำขึ้น และผู้เขียนได้นำมาอ้างอิงในบทความนี้เพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้นของผู้ใช้งาน ทั้งนี้ ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากคำอธิบายที่เป็นเอกสารฉบับเต็มของสำนักงาน กสทช. [13] [14]

การประเมินการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของเครื่องวิทยุคมนาคมประเภทที่ 2 และ 3 สามารถดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์ทางทฤษฎีซึ่งใช้ point source model และซอฟต์แวร์ EMF Estimator หรือโดยการวัดก็ได้

เมื่อพิจารณาวิเคราะห์แนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามหลักเกณฑ์ที่ประเทศไทยใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน และแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพตาม ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 แล้ว เห็นว่า มีความเหมือนและความแตกต่างกันอยู่หลายประการ ดังนี้

การแบ่งกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ยังคงกำหนดขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสองลักษณะเช่นเดียวกับฉบับ ค.ศ. 1998 กล่าวคือ ขีดจำกัดสำหรับกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (occupational exposure) และกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (general public exposure) ดังนั้น จึงไม่มีความแตกต่างของแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และไม่จำเป็นต้องมีการแก้ไขปรับปรุงแนวทางแต่อย่างใด

การแบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมและการแสดงความสอดคล้องตามข้อกำหนด

ICNIRP Guidelines ทั้งฉบับ ค.ศ. 1998 และฉบับ ค.ศ. 2020 ไม่ได้แบ่งหรือกำหนดประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมไว้ เพียงแค่กำหนดขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว แต่ละประเทศจะกำหนดกฎระเบียบในการแสดงความสอดคล้องตาม ICNIRP Guidelines ข้างต้นตามความจำเป็นและเหมาะสม โดยแบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคม และกำหนดแนวทางแสดงความสอดคล้องตามขีดจำกัดตามแต่ละประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคม

ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ว่า กฎระเบียบของประเทศไทยได้แบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมเป็น 3 ประเภท และกำหนดแนวทางการแสดงความสอดคล้องตามขีดจำกัดตามแต่ละประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคม โดยกำหนดให้เครื่องวิทยุคมนาคมประเภทที่ 1 ต้องได้รับการประเมินค่าอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate – SAR) และประเภทที่ 2 และ 3 ต้องประเมินระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก หรือความหนาแน่นฟลักซ์กำลัง)

เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้กำหนดพื้นที่ Near-Field และ Far-Field ไว้ (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1) และกำหนดว่าในพื้นที่ Reactive Near-Field นั้น ให้ประเมินผลกระทบโดยใช้ค่าขีดจำกัดที่เป็น basic restriction เท่านั้น รวมทั้งได้กำหนดรายละเอียดและเงื่อนไขของการประเมินผลกระทบในช่วงตั้งแต่ 400 MHz จนถึง 300 GHz (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4) ไม่ว่าจะเป็นในกรณีการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วทั้งร่างกาย และกรณีการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเฉพาะส่วน ซึ่งแตกต่างโดยสิ้นเชิงกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998 ที่ประเทศไทยใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการจัดทำมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม โดยเฉพาะในส่วนของการใช้คลื่นความถี่ที่สูงกว่า 6 GHz ดังนั้น แนวทางการแบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมและการแสดงความสอดคล้องตามข้อกำหนดที่ใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน จึงไม่เหมาะสมอีกต่อไป และจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง

ตัวอย่างหนึ่งของแนวปฏิบัติระหว่างประเทศ คือมาตรฐานของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ IEC 62232 ซึ่งได้กำหนดวิธีการประเมินและการคำนวณที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเครื่องวิทยุคมนาคมที่ใช้คลื่นความถี่ตั้งแต่ 110 MHz ถึง 100 GHz โดยจำแนกประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมตามค่ากำลังส่งของเครื่องวิทยุคมนาคมนั้น และกำหนดกระบวนการประเมินสำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมแต่ละประเภทไว้ คือ 1) เครื่องที่ใช้งานที่กำลังส่งไม่เกิน 2 วัตต์ จะมีความสอดคล้องกับขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ระยะทางเพียงไม่กี่เซนติเมตรจากตัวเครื่อง ซึ่งผู้รับผิดชอบการใช้งานเครื่องดังกล่าวจะต้องดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องวิทยุคมนาคมนั้น 2) เครื่องที่ใช้งานที่กำลังส่งมากกว่า 2 วัตต์ แต่ไม่เกิน 10 วัตต์ ผู้รับผิดชอบจะต้องดำเนินการตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องวิทยุคมนาคมนั้น และอุปกรณ์ส่วนที่แพร่คลื่นความถี่จะต้องติดตั้งสูงหรือห่างจากทางเดินสาธารณะไม่ต่ำกว่า 2.2 เมตร 3) เครื่องที่ใช้งานที่กำลังส่งมากกว่า 10 วัตต์ ผู้รับผิดชอบจะต้องทำการประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อคำนวณค่าระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างเครื่องกับพื้นที่ที่บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ โดยต้องคำนึงถึงแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่อื่นในบริเวณใกล้เคียงด้วย

แนวทางหนึ่งที่น่าสนใจมาพิจารณาในการแก้ไขปรับปรุง คือ การกำหนดเงื่อนไขว่าเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานวิทยุคมนาคมในลักษณะใดต้องได้รับประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับการประเมิน โดยพิจารณาจากลักษณะทางเทคนิค และลักษณะการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานวิทยุคมนาคมนั้น เช่น กำลังส่ง ลักษณะและอัตราขยายของสายอากาศ ความถี่ ระยะห่างระหว่างเครื่อง/สถานีกับผู้ใช้งาน โดยไม่ได้กำหนดประเภทของเครื่อง/สถานีไว้ตายตัว ซึ่งเป็นแนวทางที่บางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ได้นำมากำหนดเป็นหลักเกณฑ์ใช้บังคับแล้ว [16] [17]

การประเมินผลกระทบกรณีได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลายแหล่ง

เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ยังคงกำหนดหลักการประเมินผลกระทบกรณีได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลายแหล่งไว้ในลักษณะเดียวกันกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 1998 โดยให้ประเมินผลกระทบการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละคลื่นความถี่แยกจากกัน แล้วรวมผลบวกของอัตราส่วนในแต่ละคลื่นความถี่เข้ากันด้วย โดยผลที่ได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 1 ทั้งนี้ สามารถแยกการประเมินผลกระทบในแต่ละคลื่นความถี่ได้ว่าจะเลือกใช้ค่า basic restrictions หรือ reference level ก็ได้ ดังนั้น จึงไม่มีความแตกต่างในแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แต่อาจแก้ไขปรับปรุงสูตรที่ใช้ในการคำนวณให้เป็นปัจจุบันตาม ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020

ระยะเวลาการวัดเฉลี่ย

เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 กำหนดระยะเวลาการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเฉลี่ยในกรณีทั่วทั้งร่างกาย (whole-body averaging time) ไว้เท่ากับ 30 นาที ซึ่งแตกต่างจากฉบับ ค.ศ. 1998 ที่กำหนดไว้เท่ากับ 6 นาที ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้องกับเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้ให้ความเห็นว่า ระยะเวลาที่ใช้วัดจริงอาจน้อยกว่าระยะเวลาเฉลี่ยได้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดโดยหน่วยงานมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ Recommendation ITU-T K.100 ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ระยะเวลาการวัดที่ 60 วินาทีสำหรับกรณีของสถานีฐานบางลักษณะได้ หรือมาตรฐานของคณะกรรมการการระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์ IEC 62232 ได้กำหนดให้สามารถใช้การวัดสัญญาณหรือช่องความถี่อ้างอิงแล้วนำมาอนุมานให้ได้ค่าการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ต้องการได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคู่มือการตรวจวัดต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องวัดค่าการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วทั้งร่างกาย โดยคำนึงถึงข้อเท็จจริง และสภาพแวดล้อมในการวัด

การประเมินผลกระทบในกรณีของเทคโนโลยี 5G

5G เป็นเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งวิวัฒนาการต่อเนื่องจากเทคโนโลยี 3G ที่ทำให้ผู้ใช้บริการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และ smart phone ได้ และเทคโนโลยี 4G ที่เพิ่มขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลทำให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงบริการอย่างเช่น วิดีโอ ได้ในขณะที่ใช้อุปกรณ์พกพาหรือเคลื่อนที่ได้

เทคโนโลยี 5G ไม่ได้มีความแตกต่างในแง่ของลักษณะทางกายภาพของคลื่นความถี่ที่ใช้งานจากเดิม แต่พอจะสรุปความแตกต่างกับเทคโนโลยีที่มีใช้งานก่อนหน้านี้ได้ดังนี้ [18]

1) 5G จะใช้คลื่นความถี่ย่านที่สูงขึ้น

ในช่วงแรก 5G ใช้คลื่นความถี่ย่านที่ใกล้เคียงกับย่านความถี่เดิมที่ใช้สำหรับเทคโนโลยี 3G หรือ 4G แต่ในอนาคต 5G จะใช้ย่านความถี่ที่สูงขึ้นไปอีก ซึ่งมักเรียกกันว่าย่านความถี่ millimeter wave (mmWave) ทั้งนี้ การใช้งานคลื่นความถี่สูงเหล่านี้ไม่ได้เป็นเรื่องใหม่ โดยมีการใช้งานในลักษณะอื่น เช่น ข่ายสื่อสาร point-to-point microwave link หรือการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียม มาเป็นระยะเวลานานหลายปีแล้ว อีกทั้ง ICNIRP Guidelines ทั้งฉบับ ค.ศ. 1998 และฉบับ ค.ศ. 2020 ได้กำหนดขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไว้ที่ 300 GHz ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่สูงกว่าที่เทคโนโลยี 5G จะใช้งานด้วยซ้ำไป

2) 5G จะใช้สายอากาศที่มีความสามารถมากขึ้น

เทคโนโลยีเกี่ยวกับสายอากาศได้มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ โดย 5G จะใช้สายอากาศที่มีความสามารถในการบีบลำคลื่นไปยังอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการได้อย่างชาญฉลาดมากขึ้น โดยใช้หลักการ beamforming ควบคู่กับเทคโนโลยี MIMO ซึ่งไม่เหมือนกับสายอากาศยุคก่อนหน้าที่แพร่กระจายสัญญาณทุกทิศทางด้วยกำลังส่งที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ ผู้ให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ว่าจะใช้เทคโนโลยีใด (3G 4G หรือ 5G) หรือสายอากาศแบบใด จะต้องมั่นใจว่า การแพร่กระจายคลื่นสอดคล้องตามขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อเป็นการปกป้องคุ้มครองสาธารณะ

3) 5G จะใช้อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่มีขนาดเล็กจำนวนมากขึ้น

ในช่วงแรก ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณของ 5G บนเสาสัญญาณที่มีอยู่เดิม โดยเพิ่มการติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณขนาดเล็กที่ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการขนาดเล็ก (small cell) ทั้งนี้ เพื่อให้มีความจุของการรับส่งสัญญาณเพิ่มขึ้นในบางพื้นที่ที่มีความต้องการการสื่อสารไร้สายปริมาณมาก แม้ว่าจะมีอุปกรณ์ในลักษณะดังกล่าวมากขึ้น แต่อุปกรณ์แต่ละตัวจะมีกำลังส่งน้อยเมื่อเทียบกับเสาสัญญาณที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยผู้ให้บริการระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะต้องมั่นใจว่า การแพร่กระจายคลื่นไม่จะเป็นการพิจารณาแต่ละสถานี หรือพิจารณาผลรวมของทุกสถานี ยังคงสอดคล้องตามขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งนี้ ยังไม่พบข้อมูลว่า การแพร่กระจายคลื่นจากอุปกรณ์ small cell จำนวนรวมกันหลายตัวจะส่งผลที่แตกต่างจากการแพร่กระจายคลื่นจากเสาสัญญาณแต่อย่างใด

เมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงของเทคโนโลยี 5G ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่า แนวทางการประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเดิมที่ใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน ยังสามารถนำมาใช้งานได้ในเชิงหลักการทั่วไป เนื่องจากไม่ได้จัดทำโดยยึดติดกับเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งเป็นการเฉพาะ อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงในส่วนของรายละเอียดปลีกย่อยให้เหมาะสมกับการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้งานจริง เป็นต้นว่า รายละเอียดในส่วนของเทคโนโลยีของสายอากาศที่ใช้งาน ซึ่งจะสัมพันธ์กับกำลังส่งที่ใช้งานจริงในขณะใดขณะหนึ่ง เพื่อที่จะสามารถนำมาประเมินระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ต้องดำเนินการโดยใช้หลักการ worst case scenario ประกอบด้วย

นอกจากนั้น อาจต้องพิจารณาถึงแนวโน้มการใช้คลื่นความถี่ที่สูงกว่า 6 GHz สำหรับเทคโนโลยี 5G ว่าจำเป็นต้องปรับปรุงรายละเอียดของแนวทาง การประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในส่วนใดบ้าง เนื่องจาก ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 ได้กำหนดขีดจำกัดทั้งที่เป็นค่า reference level และ basic restriction ในคลื่นความถี่ช่วงที่สูงกว่า 6 GHz ขึ้นใหม่ แม้ว่าในประเทศไทยจะยังไม่มีการใช้งานในลักษณะดังกล่าวอย่างแพร่หลายทั่วไปก็ตาม

6. บทสรุปผลการวิเคราะห์

ผลจากการวิเคราะห์แนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยพิจารณาจากแนวทางการประเมินผลกระทบที่มีใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน และการประเมินผลกระทบในกรณีของเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G โดยพิจารณาจากแนวปฏิบัติของสากล อันเป็นผลสืบเนื่องจากการที่ ICNIRP ได้กำหนดขีดจำกัดการได้รับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าฉบับใหม่ (ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020) สรุปได้ว่า มีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้สอดคล้องกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 และเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G ที่มีใช้งานแล้วในประเด็นต่าง ๆ เป็นต้นว่า การแบ่งประเภทของเครื่องวิทยุคมนาคมและการแสดงความสอดคล้องตามข้อกำหนด โดยอาจพิจารณากำหนดเงื่อนไขว่าเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานีวิทยุคมนาคมในลักษณะใดต้องได้รับประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือได้รับยกเว้นไม่ต้องได้รับการประเมิน โดยพิจารณาจากลักษณะทางเทคนิค และลักษณะการใช้งานของเครื่องวิทยุคมนาคมหรือสถานีวิทยุคมนาคมนั้น รวมทั้งวิธีการประเมินผลกระทบจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งรวมถึงการปรับปรุงระยะเวลาการวัดโดยพิจารณาจากแนวปฏิบัติหรือมาตรฐานระหว่างประเทศที่เหมาะสม และวิธีการวัดซึ่งต้องคำนึงถึงการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G ทั้งในส่วนและเทคโนโลยีของสายอากาศและการใช้งานอุปกรณ์ส่งสัญญาณในลักษณะ small cell เพิ่มเติมด้วย

7. ความเห็นและข้อเสนอแนะ

บทความนี้มีความมุ่งหมายหลักที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 และวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวทางการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยพิจารณาจากแนวปฏิบัติที่ใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน และการประเมินผลกระทบในกรณีของเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G โดยพิจารณาจากแนวปฏิบัติของสากล อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้ว ผู้เขียนมีความเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ควรแก้ไขปรับปรุงกฎระเบียบและหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและผลกระทบต่อสุขภาพที่ประเทศไทยใช้บังคับอยู่ในปัจจุบัน ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ข้อเท็จจริงและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีโดยเร็ว โดยเสนอให้แก้ไขปรับปรุงประกาศ กทช. เรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม โดยพิจารณานำหลักการและขีดจำกัดตาม ICNIRP Guidelines ฉบับ ค.ศ. 2020 มาใช้เป็นต้นแบบ และแก้ไขปรับปรุงประกาศ กทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรการกำกับดูแลความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม โดยนำข้อมูลและแนวทางที่ได้เสนอไว้ในบทความนี้มาพิจารณาประกอบด้วย ทั้งนี้ ไม่มีความจำเป็นต้องนำมาตรการป้องกันไว้ก่อนล่วงหน้า (precautionary measure) ซึ่งกำหนดขีดจำกัด

ที่ต่ำกว่าขีดจำกัดที่หน่วยงานระหว่างประเทศที่เชื่อถือได้เสนอแนะไว้ มาใช้งาน เนื่องจากไม่ได้ออกให้เกิดประโยชน์ในแง่สุขภาพเพิ่มเติมแต่อย่างใด อีกทั้งจะเป็นการสร้างความเสี่ยงแก่สาธารณะโดยไม่จำเป็น

2) ควรจะได้มีการจัดทำเอกสารเผยแพร่ต่อสาธารณะเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยนำเสนอข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมของหน่วยงานที่เชื่อถือได้ เช่น องค์การอนามัยโลก หรือ ICNIRP

3) ควรจะได้มีการจัดทำเอกสารแสดงวิธีการและขั้นตอนในการวัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (เช่น การวัดค่า SAR หรือค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า) หรือจัดทำคู่มือการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานวิทยุคมนาคม ที่เป็นมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงให้เป็นแนวปฏิบัติเดียวกัน

4) ควรจะได้มีการสำรวจความเหมาะสมและความพร้อมของเครื่องมือวัดของประเทศไทยในภาพรวมทั้งที่เป็นเครื่องมือวัดค่า SAR และเครื่องมือวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และจัดทำเป็น EMF Measurement Readiness Report เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงในการพิจารณากำหนดแนวทางประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสม อีกทั้งเพื่อใช้ในการทบทวนการจัดระบบประมาณสำหรับการจัดหาเครื่องมือวัด โดยหลีกเลี่ยงความซ้ำซ้อนและลดภาระงบประมาณของประเทศ



เอกสารอ้างอิง

- [1] ICNIRP. (2020). Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz). **Health Physics**, **118**(5), 483-524.
- [2] ICNIRP. (1998). Guidelines for Limiting Exposure To Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). **Health Physics**, **74**(4), 494 – 522.
- [3] ICNIRP. (2020). **New Guidelines Released by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**. Retrieved from https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/ICNIRP_Media_Release_110320.pdf.
- [4] ICNIRP. (2010). Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz to 100 kHz). **Health Physics**, **99**(6), 818 – 836.
- [5] ICNIRP. (2020). Statement on Principles for Non-Ionizing Radiation Protection. **Health Physics**, **118**(5), 477 – 482.
- [6] GSM Association (GSMA). (2021). **International EMF Exposure Guidelines: Explaining the 2020 RF-EMF exposure guidelines published by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**. Retrieved from <https://www.gsma.com/publicpolicy/resources/emf-exposure-guidelines>.
- [7] GSM Association (GSMA). (2020). **EMF Exposure Guidelines: Explaining the 2020 guidelines published by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)**. Retrieved from <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2020/10/GSMA-EMF-Exposure-Guidelines-Oct20.pdf>.
- [8] ICNIRP. (2020). **Difference between the ICNIRP (2020) and previous Guidelines**. Retrieved from <https://www.icnirp.org/en/differences.html>.
- [9] ICNIRP. (2020). Frequently Asked Questions related to the ICNIRP RF EMF Guidelines 2020. **Health Physics**, **118**(5), 483-524.

- [10] International Telecommunication Union (ITU). (2021). **Recommendation ITU-T K.100: Measurement of radio frequency electromagnetic fields to determine compliance with human exposure limits when a base station is put into service.** Retrieved from <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=16008>.
- [11] International Electrotechnical Commission (IEC). (2024). **Base stations RF-EMF exposure assessment methods standardization: Driving principles & implementation case studies.** Retrieved from https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2024/10/Grangeat_GSMA_EMFForum_2024_IEC-TC106-MT3-62232-TR62669-Tutorial.pdf.
- [12]. คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2550). **ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม.** สืบค้นจาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/214902.pdf>.
- [13]. คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2550). **ประกาศ กทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และมาตรการกำกับดูแลความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม.** สืบค้นจาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/214903.pdf>.
- [14] สำนักงาน กทช. (2551). **เอกสารเผยแพร่: แนวทางปฏิบัติสำหรับการตั้งสถานีวิทยุคมนาคม.** สืบค้นจาก <https://standard.nbt.go.th/getattachment/3d285ea6-2307-40aa-8f0d-f08941d05326/c1.aspx>.
- [15] สำนักงาน กสทช. (2555). **เอกสารเผยแพร่: คู่มือการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีวิทยุคมนาคม.** สืบค้นจาก <https://standard.nbt.go.th/getattachment/a2c9541d-9ce6-4c4c-ad15-13477c46d996/b1.aspx>.
- [16] US Federal Register. (2020). **Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields and Reassessment of FCC Radiofrequency Exposure Limits and Policies.** Retrieved from US Federal Communications Commission.



- [17] UK Office of Communications (Ofcom). (2021). **Guidance of EMF Compliance and Enforcement**. Retrieved from <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/spectrum/emf/guidance-emf-compliance-enforcement.pdf?v=326016>.
- [18] UK Office of Communications (Ofcom). (2020). **Proposed measures to require compliance with international guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (EMF)**. Retrieved from <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/phones-telecoms-and-internet/advice/5g-guide/5g-guide.pdf?v=325215>.

