กสทช.

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ และสุขภาพ
คำถามที่พบบ่อย

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

กสทช.

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ และสุขภาพ
คำถามที่พบบ่อย

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ และสุขภาพ : คำถามที่พบบ่อย

เลขมาตรฐานประจำหนังสือ
ISBN 978-616-7305-93-6

พิมพ์ครั้งที่ 2
วันที่ 1 สิงหาคม 2559 จำนวน 35,000 เล่ม

ออกแบบโดย
บริษัท ศิริชัยการพิมพ์ จำกัด

พิมพ์ที่
บริษัท ศิริชัยการพิมพ์ จำกัด
73 ซ.เพชรเกษม 54 แยก 3 ถ.เพชรเกษม แขวงบางด้วน
เขตภาษีเจริญ กทม.10160 โทร. 0-2805-1475
www.sirichaipress.com

จัดทำและเผยแพร่โดย
สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เลขที่ 87 อาคาร 3 ชั้น 1 ถ.พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม)
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151 – 60 ต่อ 654
โทรสาร 0 2271 3518
อีเมล์: standard@nbtc.go.th
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th

School

• คำนำ •

ในระยะเวลาสองทศวรรษที่ผ่านมา มีการใช้บริการสื่อสารเคลื่อนที่และเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ไร้สายกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือ และสมาร์ทโฟนซึ่งได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว เป็นที่คาดหมายว่าการบริการข้อมูลไร้สายในระบบสื่อสารเคลื่อนที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตอันใกล้เมื่อมีการนำเอาเทคโนโลยีสื่อสารรุ่นใหม่ ๆ มาใช้ การเติบโตของอุตสาหกรรมบริการสื่อสารดังกล่าวทำให้มีความจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สิ่งที่ตามมาก็คือคำถามและความกังวลของประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่โทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานปล่อยออกมา

ในขณะที่กระทรวงสาธารณสุขเป็นองค์กรหลักที่ดูแลด้านความปลอดภัยและสุขภาพของประชาชน สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) เป็นหน่วยงานที่กำกับดูแลการใช้เครื่องโทรคมนาคม อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจการโทรคมนาคม และการติดตั้งสถานีวิทยุคมนาคม เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคม คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จัดทำ “มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม” (กทช. มท. 5001-2550) และได้ประกาศบังคับใช้ มีผลตั้งแต่วันที่ 5 พฤษภาคม 2550 มาตรฐานนี้เป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตามเมื่อมีการจำหน่ายเครื่องวิทยุคมนาคมและติดตั้งสถานีวิทยุคมนาคม

เอกสารฉบับนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อตอบคำถามประชาชนในประเด็นที่เกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุและสุขภาพ ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ตอบคำถามถูกนำมาจากเอกสารขององค์การอนามัยโลก องค์การระหว่างประเทศเพื่อ

การวิจัยมะเร็ง หน่วยงานทางด้านสาธารณสุขและความปลอดภัยของประเทศต่าง ๆ องค์กรสากลที่จัดทำมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และคณะผู้เชี่ยวชาญที่ตั้งขึ้นโดยองค์กรของรัฐหรือสถาบันที่ได้รับการร้องขอจากองค์กรของรัฐให้ทบทวนวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ หน่วยงานต่าง ๆ เหล่านี้มีความเป็นกลางและน่าเชื่อถือในการนำเสนอข้อเท็จจริงต่อสาธารณชน

เอกสารฉบับนี้ได้อ้างอิงสิ่งพิมพ์ของหน่วยงานที่กล่าวถึงข้างต้นซึ่งได้วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยที่ปรากฏอยู่ในบทความเป็นจำนวนมาก บทความเหล่านี้ได้ผ่านการกลั่นกรองและตีพิมพ์ในวารสารอันเป็นที่ยอมรับในสังคมวิทยาศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ผู้เขียนต้นฉบับของเอกสารเล่มนี้ได้นำข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์มานำเสนอและได้พิจารณาแล้วเห็นว่าไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เอกสารอ้างอิงมากไปกว่าที่แสดงอยู่ในท้ายเอกสาร ผู้เขียนต้นฉบับและคณะผู้จัดทำเอกสารดังรายชื่อท้ายเอกสาร จะติดตามรายงานการวิจัยด้านผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ และจะพิจารณาปรับปรุงเอกสารฉบับนี้เป็นระยะ ๆ หรือเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่น่าเชื่อถือ

คณะผู้จัดทำเอกสารขอขอบคุณคณะผู้เชี่ยวชาญดังรายชื่อท้ายเอกสารที่ได้ให้คำปรึกษา ตรวจทานเนื้อหา และให้ความเห็นในระหว่างการจัดทำเอกสาร และขอขอบคุณองค์กรทางวิศวกรรมและหน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขดังรายชื่อท้ายเอกสาร ที่ได้ร่วมให้ความเห็นทางด้านวิชาการเพื่อให้เนื้อหาในเอกสารมีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สำนักงาน กสทช. หวังว่าเนื้อหาสาระในเอกสารเล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการ บุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข ผู้ประกอบการ ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป

สำนักงาน กสทช.
มิถุนายน 2558

• สารบัญ •

1. สนาม/พลังงาน/คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 1

1.1 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า คืออะไร

1.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความถี่สูง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.3 การแผ่พลังงานคืออะไร

1.4 คลื่นความถี่คืออะไร

1.5 รังสีก่อไอออน (Ionizing Radiation) และรังสีไม่ก่อไอออน (Non-Ionizing Radiation) ต่างกันอย่างไร

1.6 พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมีความสำคัญอย่างไร

2. ผลกระทบทางชีวภาพ 11

2.1 ผลกระทบทางชีวภาพแตกต่างจากผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร

2.2 มีผลกระทบทางชีววิทยาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ

3. คุณภาพของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และมาตรฐานการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 15

3.1 งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์แบบไหนที่น่าเชื่อถือและใช้ในการพัฒนามาตรฐานความปลอดภัย

3.2 ประชาชนได้รับการป้องกันจากผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุได้อย่างไร

3.3 ทำไมบางประเทศมีมาตรฐานการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้มงวดมาก ประชาชนในประเทศเหล่านั้นได้รับการป้องกันมากกว่าพลเมืองในประเทศอื่น ๆ หรือไม่

3.4 มาตรฐานของสำนักงาน กสทช. ใช้สำหรับป้องกันการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแต่เฉพาะผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีใช่หรือไม่ สำนักงาน กสทช. ได้คำนึงถึงประชากรที่อ่อนแอ เช่น เด็ก ๆ ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีความผิดปกติ (มีอาการไวต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกินระดับปกติ) หรือเปล่า

3.5 มาตรฐานของสำนักงาน กสทช. เป็นเกณฑ์ที่กำหนดอยู่บนพื้นฐานของการป้องกันผลกระทบเชิงอุณหภูมิ (Thermal/heating effects) และไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิ (Non-thermal effects) ใช่หรือไม่

4. โทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ 25

4.1 สถานีวิทยุคมนาคมคืออะไร และประกอบด้วยอะไรบ้าง

4.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำงานอย่างไร

4.3 การตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีกระบวนการอย่างไรและใครเป็นผู้ออกใบอนุญาต

4.4 พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีระดับความแรงเกินมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่

4.5 ขีดจำกัด 2 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่มีที่มาอย่างไร บางประเทศได้นำขีดจำกัด 1.6 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 1 กรัม มาใช้จริงหรือไม่

4.6 ทำไมไม่ใช้ดาวเทียมแทนเสาสถานีฐาน

5. ประเด็นที่เกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัย 39

5.1 อาการไวต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร

5.2 ระบาดวิทยาคืออะไร มีการศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบ้างหรือไม่

5.3 เคยอ่านเจอในสื่อพบว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งสมอง เป็นเรื่องจริงหรือไม่

5.4 สารก่อมะเร็งมีกี่กลุ่ม องค์การอนามัยโลกใช้หลักเกณฑ์อะไรในการจำแนกประเภทของสารเหล่านี้

5.5 ทราบมาว่าองค์การอนามัยโลกได้จัดให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุอยู่ในกลุ่มปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็ง ข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร

5.6 หลักการป้องกันไว้ก่อนคืออะไร และควรนำไปใช้อย่างไร

5.7 ควรมีการห้ามใช้โทรศัพท์มือถือในโรงพยาบาลหรือไม่

5.8 ทำไมโรงพยาบาลบางแห่งจึงอนุญาตให้ติดตั้งสายอากาศของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่บนอาคารของโรงพยาบาล ไม่กลัวสัญญาณไปรบกวนการทำงานของเครื่องมือแพทย์หรืออย่างไร

5.9 ควรอนุญาตให้ติดตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใกล้โรงเรียน สถานรับเลี้ยงเด็ก โรงพยาบาล และบ้านพักคนชรา หรือไม่

5.10 การอาศัยหรือการทำงานอยู่ชั้นบนสุดของอาคารที่มีสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งอยู่ปลอดภัยหรือไม่

5.11 ทราบมาว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาส่งสัญญาณของสถานีฐานทำให้ผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ ๆ มีอาการป่วยโดยไม่ทราบสาเหตุ เรื่องนี้เป็นความจริงหรือไม่ อยากให้สำนักงาน กสทช. ปรับลดระดับขีดจำกัดการสัมผัสคลื่นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ชุมชนมากยิ่งขึ้น

5.12 เคยได้ยินมาว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุดังเช่นที่แผ่ออกมาจากโทรศัพท์มือถือ มีผลต่อภาวะเจริญพันธุ์และการสืบพันธุ์ เรื่องนี้เป็นความจริงหรือไม่

5.13 สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความแรงสูงที่บริเวณใกล้เสาส่งสัญญาณของสถานีฐานจริงหรือไม่ ควรอยู่ห่างจากเสาส่งสัญญาณเท่าไรจึงจะปลอดภัย
5.14 เคยอ่านเจอว่าประชาชนที่อยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณของสถานีฐานในรัศมี 400 เมตรมีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการผิดปรกติ ขอทราบความเห็นในเรื่องนี้ว่าเป็นอย่างไร

6. ประเด็นอื่นที่เกี่ยวข้อง 63

6.1 โทรศัพท์มือถือสามารถล่อฟ้าผ่าได้หรือไม่
6.2 โทรศัพท์มือถือสามารถก่อให้เกิดอันตรายที่สถานีบริการน้ำมันได้หรือไม่
6.3 ทำไมสายการบินจึงห้ามผู้โดยสารใช้โทรศัพท์มือถือบนเครื่องบิน
6.4 เคยเห็นคลิปวีดีโอสาธิตการใช้โทรศัพท์มือถือทำให้ไข่ไก่สุกและทำให้เมล็ดข้าวโพดกลายเป็นข้าวโพดคั่วหรือป๊อปคอร์น เป็นเรื่องน่าเชื่อถือหรือไม่
6.5 ควรเลี่ยงใช้โทรศัพท์มือถือในรถยนต์ ตู้รถไฟ และลิฟท์หรือไม่

อภิธานศัพท์ 70
สถานที่ติดต่อสอบถามและช่องทางร้องเรียน 77
ใครเป็นผู้เขียนคำถามและคำตอบในเอกสารฉบับนี้ 79
คณะผู้จัดทำเอกสาร 80
คณะผู้เชี่ยวชาญ 81
หน่วยงานที่ให้ความเห็นเพิ่มเติม 82
กิตติกรรมประกาศ 83
เอกสารอ้างอิง 84

1. สนาม/พลังงาน/คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.1 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร

สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field เขียนย่อว่า EMF) ประกอบด้วยสนามทางกายภาพ 2 ส่วนซึ่งเรามองไม่เห็น คือ *สนามไฟฟ้า* (Electric field) และ*สนามแม่เหล็ก* (Magnetic field) สนามไฟฟ้าเกี่ยวข้องกับแรงดันไฟฟ้าและถูกสร้างขึ้นโดยการปรากฏตัวของประจุไฟฟ้า ส่วนสนามแม่เหล็กถูกสร้างขึ้นโดยประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ (กระแสไฟฟ้า) สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและเกิดขึ้นเนื่องจากมนุษย์สร้างขึ้น

ตัวอย่างของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่

(ก) สนามแม่เหล็กโลกที่เราทุกคนสัมผัสเป็นนิตย์

(ข) สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากประจุไฟฟ้าในก้อนเมฆ หรือโดยไฟฟ้าสถิตอันเป็นผลมาจากวัตถุที่เป็นกลางสองชนิดเสียดสีกัน

(ค) สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากฟ้าผ่า

ตัวอย่างของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากมนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่

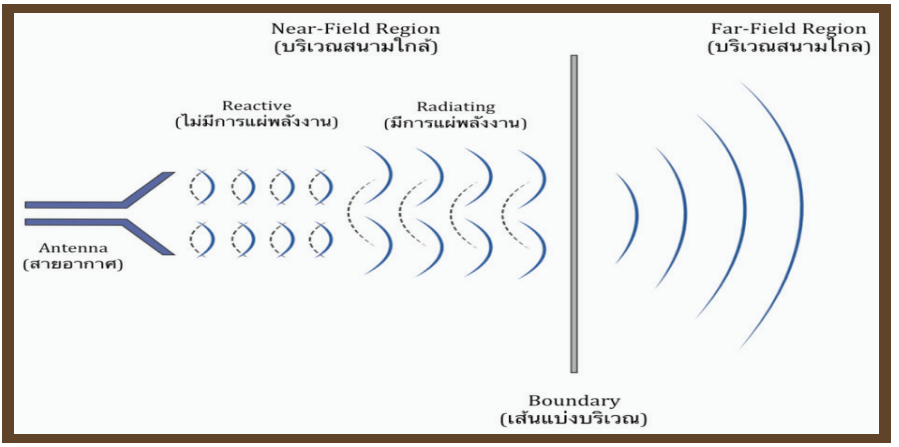
(ก) สนามที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดความถี่ต่ำมาก (Electromagnetic fields from extremely-low-frequency sources) เช่น สายส่งไฟฟ้าแรงสูง สายไฟฟ้าในอาคาร และเครื่องใช้ไฟฟ้า

(ข) สนามที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดความถี่สูง (Electromagnetic fields from high-frequency sources) เช่น เครื่องส่งวิทยุ โทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานีวิทยุกระจายเสียง สถานีวิทยุโทรทัศน์ และเรดาร์

อย่างไรก็ตาม เอกสารฉบับนี้มุ่งเน้นการนำเสนอเรื่องผลกระทบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความถี่สูงเป็นหลัก ส่วนผลกระทบของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เกิดจากระบบไฟฟ้าซึ่งถือว่าเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดความถี่ต่ำมากนั้น อยู่นอกเหนือขอบเขตของเอกสารฉบับนี้

1.2 สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความถี่สูงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

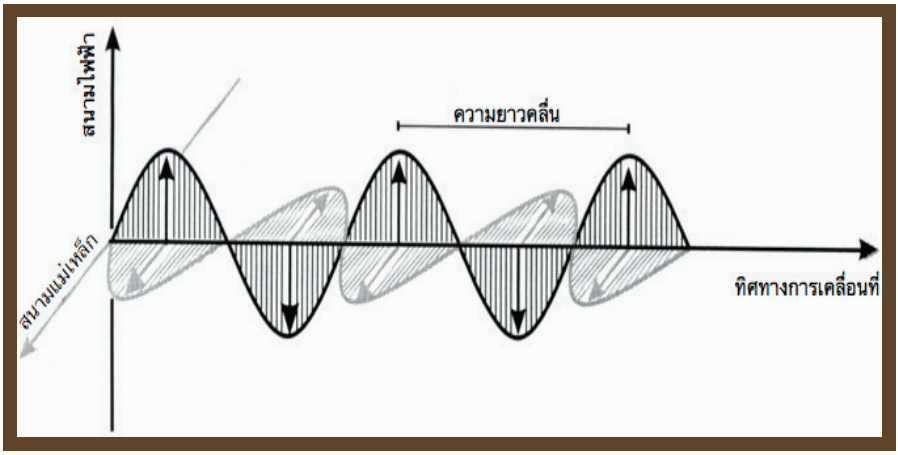
การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่บริเวณใกล้แหล่งกำเนิดความถี่สูงหรือที่เรียกกันว่า “บริเวณสนามใกล้” (Near-field region) และการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่บริเวณไกลจากแหล่งกำเนิดความถี่สูงหรือที่เรียกกันว่า “บริเวณสนามไกล” (Far-field region) มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 1) เส้นแบ่งระหว่างบริเวณทั้งสองนี้ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและขนาดของสายอากาศของแหล่งกำเนิดความถี่สูง



รูปที่ 1 พฤติกรรมของการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณใกล้และไกลจากแหล่งกำเนิดความถี่สูง

สำหรับบริเวณใกล้ ๆ แหล่งกำเนิดความถี่สูง ส่วนประกอบที่เป็นสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะเก็บสะสมพลังงานโดยที่ไม่นำไปสู่การแผ่พลังงาน (Radiation) พลังงานที่ถูกสะสมนี้จะถูกถ่ายโอนกลับไปกลับมาระหว่างแหล่งกำเนิดและขอบเขตบริเวณดังกล่าว [1] ห่างออกไปจากบริเวณนี้ความเข้มของ

สนามจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่ไม่จำเป็นต้องลดลงกับระยะทาง แต่อาจจะมีลักษณะแกว่งตามระยะทาง พลังงานก็มีทั้งแบบที่สะสมและแผ่ออกจากแหล่งกำเนิด สำหรับบริเวณไกลจากแหล่งกำเนิดความถี่สูง พลังงานจะเคลื่อนที่ออกไปสู่ที่ว่างหรืออากาศในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [1],[2] สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณนี้จะมีคุณสมบัติเป็นคลื่นระนาบ กล่าวคือแนวทิศของสนามไฟฟ้ากับแนวทิศของสนามแม่เหล็ก ตั้งได้ฉากซึ่งกันและกัน และยังตั้งได้ฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในบริเวณไกลจากแหล่งกำเนิดความถี่สูง

บางครั้งเราพบว่า “สนามแม่เหล็กไฟฟ้า” “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” และ “พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า” ถูกใช้เรียกสิ่งเดียวกันสลับกันไป อย่างไรก็ดี “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า” ควรใช้เรียกสลับกับ “สนามแม่เหล็กไฟฟ้า” ในบริเวณไกลจากแหล่งกำเนิด ส่วนคำว่า “พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า” อาจใช้เรียกสลับกับ “สนามแม่เหล็กไฟฟ้า” ทั้งบริเวณที่อยู่ใกล้และไกลจากแหล่งกำเนิด

1.3 การแผ่พลังงานคืออะไร

ในด้านวิทยุคมนาคม การแผ่พลังงาน (Radiation) หมายถึงการปล่อยพลังงานจากแหล่งกำเนิดที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ (เช่น สายอากาศ) ไปสู่พื้นที่ว่างโดยไม่มีการนำทาง ที่บริเวณไกลจากแหล่งกำเนิด สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กซึ่งประกอบกันเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะแกว่งที่ความถี่เดียวกับความถี่ของแหล่งกำเนิด

คำว่า “ความถี่” หมายถึงอัตราที่ค่าประจุเปลี่ยนแปลงซ้ำค่าเดิมในช่วงเวลาเฉพาะช่วงหนึ่ง เช่น เปลี่ยนแปลงจากค่าศูนย์ไปถึงค่าประจุสูงสุด กลับลงมาผ่านศูนย์ไปยังค่าต่ำสุด และในที่สุดกลับมาเป็นศูนย์อีก ลักษณะนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงครบหนึ่งรอบ ความถี่มีหน่วยวัดเป็น เฮิรตซ์ (Hertz เขียนย่อว่า Hz) ความถี่ 1 Hz หมายถึง 1 รอบต่อวินาที หน่วยความถี่อื่น ๆ ที่ใช้กัน ได้แก่ กิโลเฮิรตซ์ (kilohertz เขียนย่อว่า kHz ใช้แทน 1,000 รอบต่อวินาที) เมกะเฮิรตซ์ (megahertz เขียนย่อว่า MHz ใช้แทน 1 ล้านรอบต่อวินาที) และกิกะเฮิรตซ์ (gigahertz เขียนย่อว่า GHz ใช้แทน 1 พันล้านรอบต่อวินาที)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเคลื่อนที่ในอากาศด้วยความเร็วแสง คุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถอธิบายได้ด้วยความยาวคลื่นและความถี่ ความยาวคลื่นคือระยะทางจากจุดสูงสุดจุดหนึ่งของส่วนประกอบสนามไฟฟ้าของคลื่นไปยังจุดสูงสุดถัดไป (รูปที่ 2) ความถี่และความยาวคลื่นเป็นสัดส่วนผกผันกันและสัมพันธ์กันด้วยความเร็วแสง

เมื่อตกกระทบบนผิวของวัตถุ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอาจมีการสะท้อน หักเห หรือเบี่ยงเบน พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าบางส่วนอาจถูกส่งผ่านไปได้ (Transmission) บางส่วนอาจถูกสะท้อนกลับ (Reflection) และบางส่วนอาจถูกดูดกลืนในวัตถุ (Absorption) ในขณะที่เดินทางผ่านวัตถุ คลื่นจะเคลื่อนที่ช้าลงอันเป็นผลเนื่องมาจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุที่แตกต่างจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าของอากาศ [2]

คำว่า “การแผ่พลังงาน” บางครั้งถูกใช้สลับกับคำว่า “การแผ่รังสี” สำหรับในเรื่องของแม่เหล็กไฟฟ้า คำหลังมักจะใช้กับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่สูงกว่าความถี่วิทยุ

1.4 คลื่นความถี่คืออะไร

“คลื่นความถี่” เป็นคำที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นเมื่อไม่นานมานี้และถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในสื่อมวลชนและบทความออนไลน์ อีกทั้งยังเป็นคำศัพท์ที่ใช้ในทางกฎหมาย อย่างไรก็ตามคำนี้ไม่มีความหมายในทางวิชาการ

มาตรา 4 ในพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 [3] ได้ให้คำนิยามคลื่นความถี่ไว้ดังนี้

“คลื่นความถี่” หมายความว่า คลื่นวิทยุหรือคลื่นแฮรตเซียน ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ต่ำกว่าสามล้านเมกะเฮิรตซ์ลงมาที่ถูกแพร่กระจายในที่ว่าง โดยปราศจากสื่อนำที่ประดิษฐ์ขึ้น

โดยนัยของคำนิยามข้างต้น คลื่นความถี่หมายถึงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายชัดเจนในทางวิชาการ ดังนั้นถ้าจะให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและสอดคล้องกับคำศัพท์ทางเทคนิคในภาษาอังกฤษ เราควรใช้คำว่า “คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ” (Radiofrequency electromagnetic wave) หรือ “คลื่นวิทยุ” (Radio wave) แทน “คลื่นความถี่”

อย่างไรก็ตามหากนำไปใช้ร่วมกับคำอื่น ความหมายของคลื่นความถี่ก็อาจจะเปลี่ยนไป ยกตัวอย่างเช่น “ตารางกำหนดคลื่นความถี่” และ “จัดสรรคลื่นความถี่” ซึ่งมีคำนิยามตามที่ระบุไว้ในมาตรา 4 ของพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรร

คลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 [3] ดังนี้

"ตารางกำหนดคลื่นความถี่" หมายความว่า การกำหนดย่านความถี่วิทยุของวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ วิทยุคมนาคม โทรคมนาคม และการอื่นเพื่อใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่ กสทช. กำหนด

"จัดสรรคลื่นความถี่" หมายความว่า การอนุญาตให้สถานีวิทยุกระจายเสียง สถานีวิทยุโทรทัศน์ หรือสถานีวิทยุคมนาคม ใช้ความถี่วิทยุหรือช่องความถี่วิทยุตามตารางกำหนดคลื่นความถี่หรือแผนความถี่วิทยุเพื่อใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่ กสทช. กำหนด

โดยนัยของคำนิยามทั้งสอง คลื่นความถี่ในที่นี้หมายถึง ความถี่ (Frequency) หรือความถี่วิทยุ (Radiofrequency) ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายในทางวิชาการ ดังนั้นถ้าจะให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและสอดคล้องกับคำศัพท์ทางเทคนิคในภาษาอังกฤษ เราควรใช้คำว่า "ตารางกำหนดความถี่" (Table of frequency allocations) และ "จัดสรรความถี่" (Frequency assignment) แทน "ตารางกำหนดคลื่นความถี่" และ "จัดสรรคลื่นความถี่" ตามลำดับ

สรุปความก็คือ คำว่า "คลื่นความถี่" ไม่ปรากฏอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ทางเทคนิค ดังนั้นเราควรหลีกเลี่ยงการใช้คำนี้ในทุกโอกาสและทุกกรณีเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน ในบริบทที่เกี่ยวกับวิทยุคมนาคม คำว่า "คลื่น" หมายถึง "คลื่นวิทยุ" และคำว่า "ความถี่" หมายถึง "ความถี่วิทยุ"

1.5 รังสีก่อไอออน (Ionizing Radiation) และรังสีไม่ก่อไอออน (Non-Ionizing Radiation) ต่างกันอย่างไร

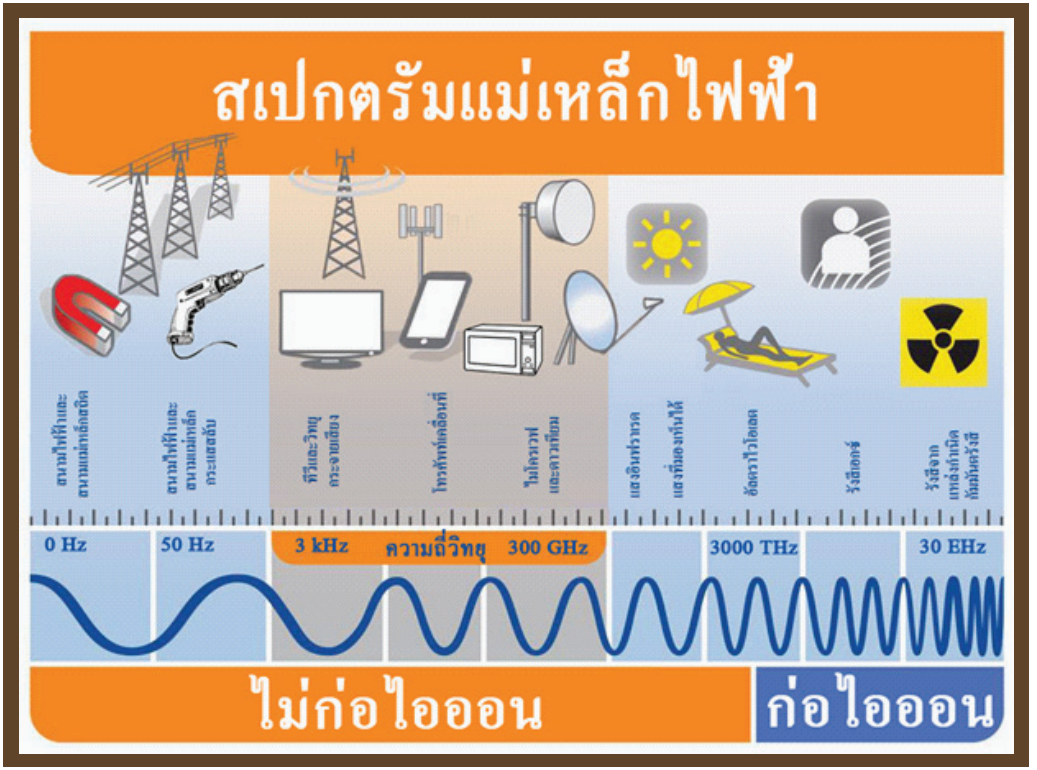
คำว่า “รังสี” (ภาษาอังกฤษใช้คำว่า Radiation เช่นเดียวกับในหัวข้อ 1.3) หมายถึงพลังงานที่มาจากแหล่งกำเนิดและเดินทางผ่านที่ว่าง และอาจจะสามารถทะลุทะลวงผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้ [4]

ในฟิสิกส์ยุคใหม่ การแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้านั้น เราสามารถพิจารณาให้เป็นกระแสของอนุภาคมูลฐาน (Elementary particle) ที่มีชื่อเรียกว่าโฟตอน (Photon) ซึ่งเคลื่อนที่ในสูญญากาศด้วยความเร็วแสง [5] ระดับของพลังงานโฟตอนเพิ่มขึ้นตามความถี่ของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าและมีหน่วยวัดเป็นอิเล็กตรอนโวลต์ (Electron volts เขียนย่อว่า eV)

ที่ความถี่ประมาณ 2420 ล้านเมกะเฮิรตซ์ ระดับของพลังงานโฟตอนจะมีค่าประมาณ 12.4 eV [6] ซึ่งเท่ากับ พลังงานที่ยึดเหนี่ยวอิเล็กตรอน (Electron) ไว้กับอะตอม ที่ระดับพลังงานนี้โมเลกุลของน้ำและเนื้อเยื่อชีวภาพสามารถก่อไอออน (แตกตัว) ได้ การก่อไอออนก็คือกระบวนการที่อะตอมหรือโมเลกุลได้รับประจุลบหรือบวก โดยได้รับอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น หรือสูญเสียอิเล็กตรอน อะตอมที่สูญเสียอิเล็กตรอนจะกลายเป็นไอออนประจุบวก ในขณะที่อะตอมที่รับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามา จะกลายเป็นไอออนประจุลบ ดังนั้นที่ความถี่ 2420 ล้านเมกะเฮิรตซ์หรือสูงกว่า พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (หรือรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า) จึงถูกจัดให้อยู่ในจำพวก“ก่อไอออน” (Ionizing) ตัวอย่างของรังสีก่อไอออนได้แก่ รังสีเอ็กซ์และรังสีที่แผ่ออกจากวัสดุกัมมันตรังสี ซึ่งสามารถทะลุผ่านร่างกายได้ (รูปที่ 3)

ในทางตรงกันข้าม ระดับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุไม่มีอานุภาพเพียงพอที่จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมหรือโมเลกุลได้ [6] นั่นก็คือไม่มีอานุภาพเพียงพอที่จะทำลายดีเอ็นเอ (DNA)

ในเนื้อเยื่อชีวภาพได้ ดังนั้น พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุจึงถูกจัดให้อยู่ในจำพวกรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนหรือเรียกสั้น ๆ ว่า “รังสีไม่ก่อไอออน” (Non-ionizing radiation) นอกจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุแล้ว ยังมีสนามแม่เหล็กสถิต (เช่น สนามแม่เหล็กในเครื่อง MRI) สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าความถี่ 50 เฮิรตซ์ (ความถี่ของระบบไฟฟ้า) คลื่นไมโครเวฟ แสงที่มองเห็นได้และแสงอินฟราเรด ที่ถูกจัดให้อยู่ในรังสีจำพวกนี้ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ช่วงความถี่ที่ครอบคลุมการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทุกประเภท ทั้งจำพวกที่ก่อไอออนและไม่ก่อไอออน

1.6 พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมีความสำคัญอย่างไร

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุถูกนำไปใช้ในการให้บริการทางด้านโทรคมนาคมแก่ประชาชน ภาคอุตสาหกรรม และภาครัฐ ตัวอย่างการใช้งานที่สำคัญได้แก่ การสื่อสารด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ไร้สายในอาคาร วิทยุคมนาคมสำหรับให้บริการยามฉุกเฉิน วิทยุคมนาคมสำหรับตำรวจและเจ้าหน้าที่ดับเพลิง วิทยุการบิน การสื่อสารผ่านดาวเทียม วิทยุสมัครเล่น และการเชื่อมโยงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ตัวอย่างของการใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุนอกเหนือจากด้านโทรคมนาคมได้แก่ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ เตาไมโครเวฟ เรดาร์ และเครื่องกำเนิดความร้อนสำหรับอุตสาหกรรมไม้อัด พลาสติก และอาหาร [7] นอกจากนั้นยังมีเครื่องมือแพทย์บางชนิด เช่น เครื่อง MRI [8] และอุปกรณ์บำบัดโรคด้วยความร้อน (Diathermy devices) [9] ที่ทำงานโดยใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ

2. ผลกระทบทางชีวภาพ

2.1 ผลกระทบทางชีวภาพแตกต่างจากผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร

ผลกระทบทางชีวภาพเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่สามารถวัดได้ในระบบชีวภาพหลังจากได้รับสิ่งกระตุ้นบางประเภทจากภายนอกร่างกาย (เช่น พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า) การสังเกตเห็นผลกระทบทางชีววิทยาไม่จำเป็นต้องชี้แนะว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพเกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น แสงซึ่งเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งมากระทบกับจอประสาทตา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมองเห็นภาพที่ปรากฏ อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นผลกระทบทางชีวภาพไม่ใช่ผลกระทบต่อสุขภาพ

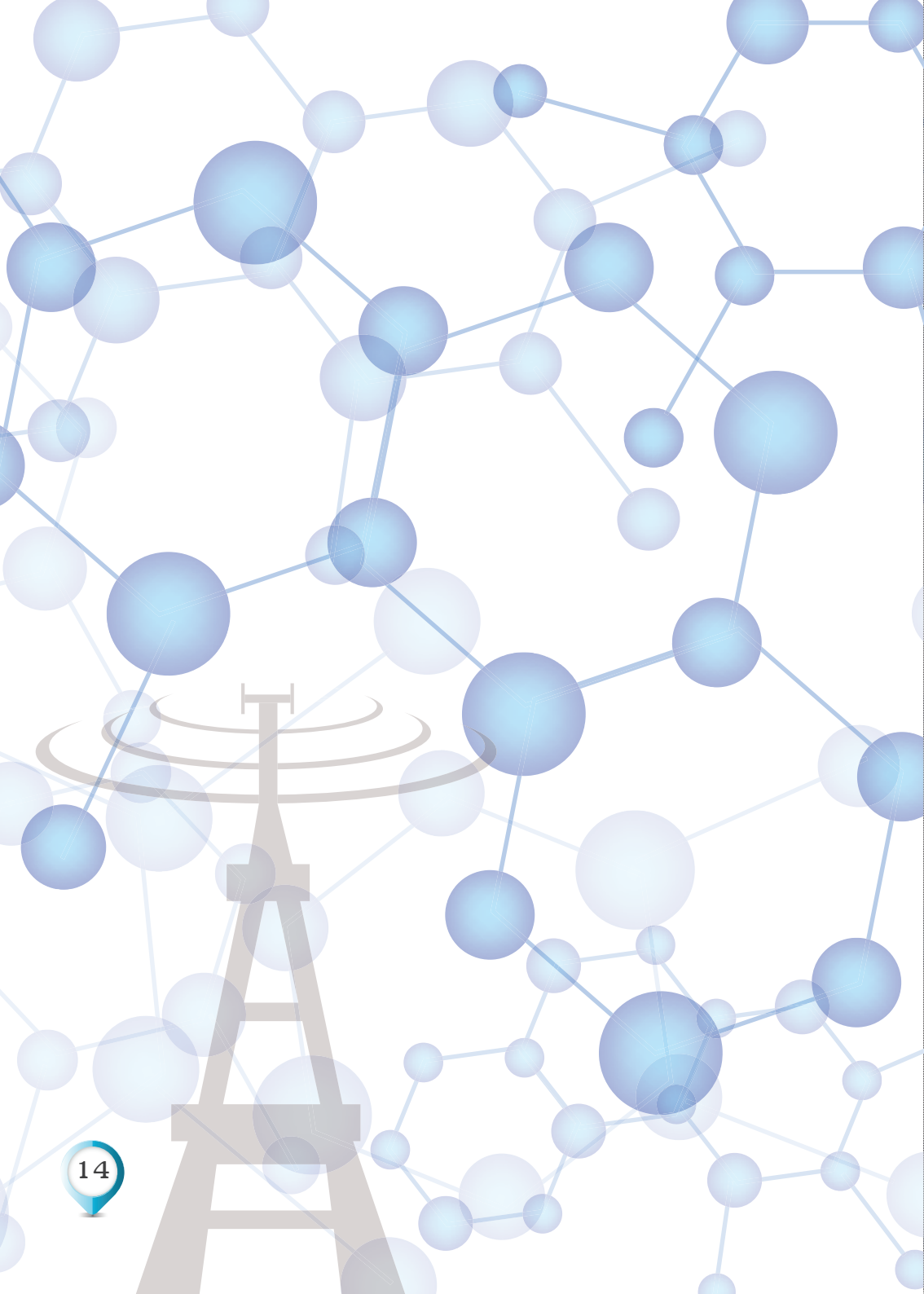
ผลกระทบทางชีวภาพจะกลายเป็นผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อผลกระทบนั้นทำให้สุขภาพเสื่อมถอย [10] คำว่า “สุขภาพ” ตามคำนิยามขององค์การอนามัยโลกหมายถึงสภาวะความเป็นอยู่ที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ และการปรับตัวเข้ากับสังคม ไม่เพียงแต่การปราศจากโรคภัยไข้เจ็บหรือความอ่อนแอเท่านั้น [11]

2.2 มีผลกระทบทางชีววิทยาอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ

ผลกระทบทางชีววิทยาจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการตามที่รายงานอยู่ในวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ผลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ทำนบระหว่างเลือด-สมอง (Blood-brain barrier) เมลาโทนิน (Melatonin) การไหลของแคลเซียมไอออน (Calcium ion efflux) ความเสียหายของดีเอ็นเอ (DNA damage) และการแสดงออกของยีน (Gene expression) [10], [12], [13] อย่างไรก็ตามผลกระทบทางชีววิทยาทุกอย่างที่กล่าวถึงมิได้เป็นผลกระทบต่อสุขภาพหรือได้รับการยอมรับเป็นการถาวรทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น การวิจัยเกี่ยวกับทำนบระหว่างเลือด-สมอง และผลกระทบเมลาโทนิน ให้ผลไม่คงเส้นคงวาเมื่อมีการทำซ้ำ การศึกษาเรื่องการแตกของเส้นใยดีเอ็นเอ (DNA strand breaks) ก็ไม่ได้รับการยืนยันเมื่อมีการทำซ้ำในห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ส่วนการเปลี่ยนแปลง

ของการไหลของแคลเซียมไอออนได้รับการพิจารณาว่าเป็นการตอบสนองทางชีววิทยามากกว่าผลกระทบทางสุขภาพที่ร้ายแรง

การวิจัยโดยใช้สัตว์ทดลองในห้องปฏิบัติการหลาย ๆ แห่งได้ศึกษาดูว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุสามารถก่อให้เกิดมะเร็งหรือส่งเสริมมะเร็งให้เติบโตได้หรือไม่ มีงานวิจัยเพียงบางเรื่องที่ได้รายงานว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมีผลต่อการเริ่มต้นและการพัฒนาของมะเร็ง อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่ให้ผลการศึกษาออกมาในทางตรงกันข้าม กล่าวคือพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุไม่มีผลต่อการเริ่มต้นและการพัฒนาของมะเร็ง [10], [12]-[16]



3. คุณภาพของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และมาตรฐานการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

3.1 งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์แบบไหนที่น่าเชื่อถือและใช้ในการพัฒนามาตรฐานความปลอดภัย

การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการหาข้อมูลเพื่อตอบคำถามที่สะท้อนความกังวลของประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ การวิจัยดังกล่าวยังนำไปสู่การพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยอีกด้วย การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสุขภาพมีมานานกว่าครึ่งศตวรรษ และมีรายงานการวิจัยเป็นจำนวนมาก (หลายพันเรื่อง) ที่ตีพิมพ์ในวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ (Scientific literature) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยบางเรื่องมีคุณภาพดี บางเรื่องมีคุณภาพไม่ดี งานวิจัยที่มีคุณภาพไม่ดีจะมีข้อบกพร่องบางอย่าง เช่น การประเมินหาระดับการสัมผัสกับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สมบูรณ์ จำนวนตัวอย่างในกลุ่มควบคุมมีไม่เพียงพอ และปัจจัยแทรกซ้อนซึ่งอาจมีผลต่อผลการวิจัย ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนามาตรฐานความปลอดภัย องค์กรหรือสถาบันที่จัดทำมาตรฐานดังกล่าวได้ศึกษาทบทวนวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างเข้มข้นโดยพิจารณาคุณภาพของงานวิจัยเป็นหลัก [10],[13] จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยจำนวนมากมีคุณภาพต่ำ (ผลการวิจัยไม่น่าเชื่อถือ) หรือไม่มีประโยชน์ต่อการพัฒนามาตรฐาน [17] ส่วนงานวิจัยเรื่องใดที่มีคุณภาพดีจะถูกรวบรวมไว้ในฐานข้อมูล

งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้หลายประเภทดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 องค์กรหรือสถาบันที่จัดทำมาตรฐานให้ความสำคัญแต่เฉพาะประเภท A คือ วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยืนยันหรือพิสูจน์แล้ว (Confirmed or established science) ไม่ว่าบทความหรือรายงานการวิจัยที่ตีพิมพ์จะเก่าแค่ไหนก็ตาม [10],[13] ทั้งนี้ก็เพราะว่างานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ดีไม่เคยล้าสมัย สำหรับการศึกษาทางด้านชีววิทยา ผลทางชีววิทยาที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว (Established effect) ก็คือผลที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้เช่นเดิมในห้องปฏิบัติการเดิมหรือห้องปฏิบัติการอื่น ๆ

ตารางที่ 1. ประเภทของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์แยกตามระดับคุณภาพ ข้อมูลดัดแปลงมาจาก [17]

A	**วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยืนยันหรือพิสูจน์แล้ว** (Confirmed or established science, hard science)	
B	**วิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ได้รับการยืนยัน (อาจจะมีประโยชน์)** (Unconfirmed science that could be useful)	?
C	**วิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้รับการยืนยันและแย้งกับประเภท** A (Unconfirmed science that contradicts science in category A)	?
D	**วิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้รับการยืนยันแถมมีข้อบกพร่องและสิ่งแปลกปนที่ชัดเจน** (Unconfirmed science with clear flaws and artifacts)	?
E	**วิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลและการวิเคราะห์ไม่น่าเชื่อถือและปรากฏอยู่ในวรรณกรรมที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว** (Junk science in peer-reviewed literature)	?
F	**วิทยาศาสตร์ที่มีข้อมูลและการวิเคราะห์ไม่น่าเชื่อถือและปรากฏอยู่ในวรรณกรรมที่ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบ** (Junk science in non-peer-reviewed literature)	?

และเป็นผลที่เกี่ยวโยงกับสาเหตุซึ่งในที่นี้หมายถึงการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ในส่วนของการศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น ผลการศึกษาจนถึงทุกวันนี้ไม่ได้แสดงหลักฐานที่สม่ำเสมอหรือในบางกรณีไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้น จึงไม่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนามาตรฐานความปลอดภัย กล่าวโดยสรุป วิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือได้คือวิทยาศาสตร์ที่ผลการวิจัยได้รับการยืนยันหรือพิสูจน์แล้ว [17]

3.2 ประชาชนได้รับการป้องกันจากผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ความถี่วิทยุได้อย่างไร

เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคม คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จัดทำ “มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม” (กทช. มท. 5001-2550) [18] และได้ประกาศบังคับใช้ มีผลตั้งแต่วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 มาตรฐานนี้เป็นหนึ่งในข้อกำหนดที่ผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติตามเมื่อมีการจำหน่ายเครื่องวิทยุคมนาคมหรือติดตั้งสถานีวิทยุคมนาคม

คณะกรรมการ กทช. ได้นำขีดจำกัดการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งกำหนดไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 มาจากข้อแนะนำสำหรับจำกัดการสัมผัสกับสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)) ซึ่งจัดทำขึ้นโดย International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) เมื่อ พ.ศ. 2541 [10] ข้อแนะนำของ ICNIRP ได้รับการยอมรับและนำไปใช้เป็นมาตรฐานในประเทศต่าง ๆ มากกว่า 40 ประเทศ ICNIRP ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นระยะ ๆ และได้ยืนยัน

เมื่อ พ.ศ. 2552 ว่าข้อแนะนำที่จัดทำขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2541 ยังคงใช้ได้ [19]

3.3 ทำไมบางประเทศมีมาตรฐานการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้มงวดมาก ประชาชนในประเทศเหล่านั้นได้รับการป้องกันมากกว่าพลเมืองในประเทศอื่น ๆ หรือไม่

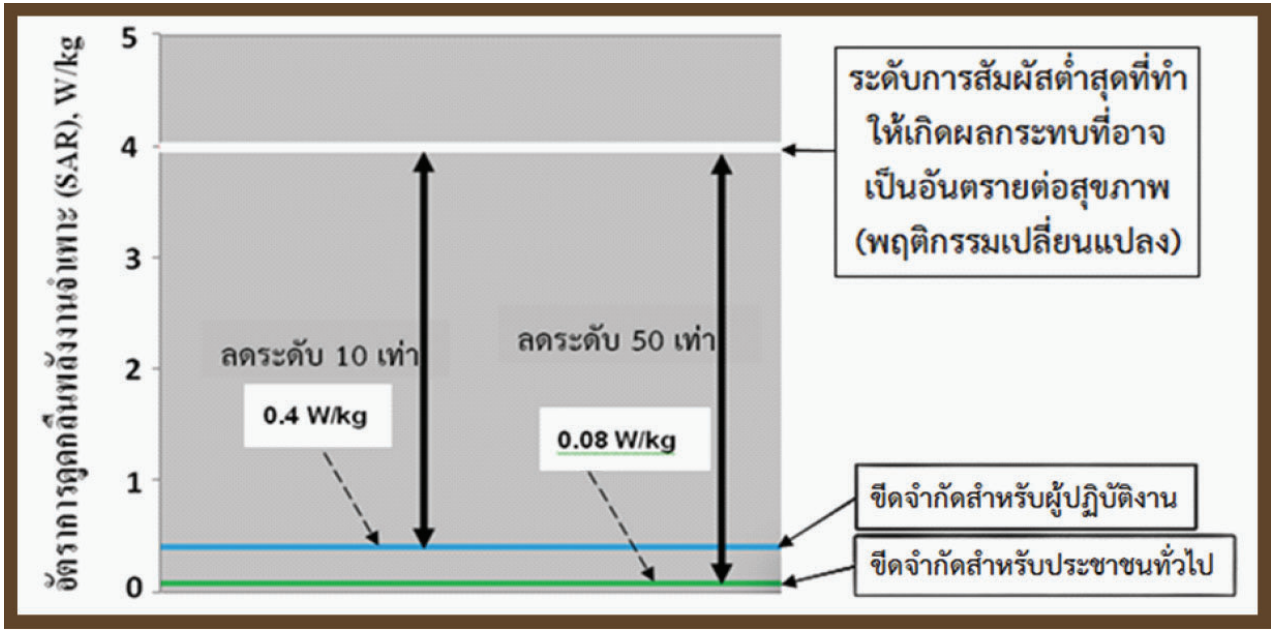
มาตรฐานการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในประเทศตะวันตก เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และประเทศส่วนใหญ่ในทวีปยุโรป มีพื้นฐานมาจากระดับการสัมผัสต่ำสุดที่ทำให้เกิดผลกระทบที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ จากนั้นก็นำปัจจัยความปลอดภัย (Safety factor) รวมเข้าไปเพื่อออกแบบขีดจำกัดการสัมผัส (Exposure limit) สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมควบคุมและสำหรับประชาชนทั่วไป ขีดจำกัดการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมีอยู่ 2 ประเภท คือ (ก) ขีดจำกัดพื้นฐาน (Basic restrictions) ซึ่งถูกแสดงอยู่ในแง่ของอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate หรือ SAR) ดังตัวอย่างในรูปที่ 4 และ (ข) ระดับอ้างอิง (Reference level) ซึ่งที่ความถี่โทรศัพท์มือถือมักจะถูกแสดงอยู่ในแง่ของความหนาแน่นกำลัง (Power density) [10],[13] ขีดจำกัดพื้นฐานมีกำเนิดมาจากระดับการสัมผัสที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ได้รับการยืนยันและพิสูจน์แล้ว ส่วนระดับอ้างอิงนั้นมีกำเนิดมาจากขีดจำกัดพื้นฐานและถูกออกแบบไว้เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบว่าค่าความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการวัดหรือการคำนวณเกินขีดจำกัดหรือไม่

มาตรฐานในประเทศต่าง ๆ มีค่าขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเหมือนกันบ้าง แตกต่างกันบ้าง มาตรฐานบางมาตรฐานเข้มงวดกว่ามาตรฐานอื่น ๆ ความแตกต่างของค่าขีดจำกัดอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของปรัชญา ระเบียบวิธี และการแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับการพัฒนามาตรฐาน อย่างไรก็ตามมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับใน

วงกว้างอย่างเช่นข้อแนะนำของ ICNIRP ซึ่งยึดเอาผลกระทบที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว (Established effect) เป็นหลัก ไม่ควรนำไปปนกับมาตรฐานที่เข้มงวด ซึ่งออกโดยเทศบาลหรือรัฐที่ยึดเอาข้อพิจารณาทางด้านสังคมและการเมืองเป็นหลัก มาตรฐานประเภทหลังส่วนใหญ่แล้วเป็นมาตรฐานแบบป้องกันไว้ก่อน เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จนถึงปัจจุบัน บุคคลที่อาศัยอยู่ในประเทศที่ใช้มาตรฐานสากล (เช่นข้อแนะนำของ ICNIRP) และบุคคลที่อาศัยอยู่ในเทศบาลหรือรัฐที่ใช้มาตรฐานแบบเข้มงวดไม่มีความแตกต่างกันในด้านความปลอดภัยจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ทั่วทั้งโลก มีหน่วยงานกำกับดูแล (ของเมือง มลรัฐ หรือประเทศ) ไม่กี่แห่งที่ใช้ขีดจำกัดที่เข้มงวดมากกว่ามาตรฐาน ICNIRP หรือมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 สำหรับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ อย่างไรก็ตามไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์สนับสนุนความจำเป็นที่จะใช้ขีดจำกัดที่เข้มงวดดังกล่าว นอกจากนั้น ในหลายกรณีขีดจำกัดที่เข้มงวดดังกล่าวไม่ได้ใช้กับอุปกรณ์ไร้สายอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานเดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จนถึงปัจจุบัน การสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในระดับที่ไม่สูงกว่าขีดจำกัดที่ระบุไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์



รูปที่ 4 ขีดจำกัดพื้นฐานสำหรับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุทั่วร่างกาย ซึ่งอธิบายอยู่ในแง่ของอัตราการดูด กลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate หรือ SAR) ขีดจำกัดนี้มีปัจจัยความปลอดภัยรวมอยู่ในตัวเพื่อจำกัดการสัมผัสสำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมควบคุม และสำหรับประชาชนทั่วไป

3.4 มาตรฐานของสำนักงาน กสทช. ใช้สำหรับป้องกันการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแต่เฉพาะ ผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดีใช่หรือไม่ สำนักงาน กสทช. ได้คำนึงถึงประชากรที่อ่อนแอ เช่น เด็ก ๆ ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีความผิดปกติ (มีอาการไวต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกินระดับปกติ) หรือเปล่า

สำนักงาน กสทช. ได้นำขีดจำกัดการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมาจากข้อแนะนำ (Guidelines) ของคณะกรรมการ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ซึ่งได้รับการยอมรับและนำไปใช้เป็นมาตรฐานในประเทศต่าง ๆ มากกว่า 40 ประเทศ ขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุในข้อแนะนำของ ICNIRP ได้ถูกออกแบบไว้เพื่อป้องกันผู้คนทุกกลุ่มอายุ รวมทั้งเด็ก ๆ และผู้สูงอายุที่อาจจะสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 24 ชม. ต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ นั่นก็หมายความว่าบุคคลใดก็ตาม (รวมทั้งเด็กเล็ก) หากสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากหลายแหล่งกำเนิดเป็นเวลา 24 ชม. ต่อวัน 365 วันต่อปี และถ้าระดับการสัมผัสไม่เกินขีดจำกัดที่ระบุไว้ในข้อแนะนำของ ICNIRP หรือมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 ก็จะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพเกิดขึ้น

ผู้คนจำนวนหนึ่งได้อธิบายถึงอาการทางสุขภาพหลายอย่าง (วิงเวียน ศีรษะ อ่อนเพลีย หูอื้อ ฯลฯ) และมีความเชื่อว่าอาการดังกล่าวซึ่งถูกเรียกรวม ๆ ว่า “อาการไวต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกินระดับปกติ” เป็นผลมาจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ถึงแม้ว่าอาการเหล่านี้เกิดขึ้นจริง แต่ผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จนถึงทุกวันนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีความเชื่อมโยงกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า [15],[16],[20]

3.5 มาตรฐานของสำนักงาน กสทช. เป็นเกณฑ์ที่กำหนดอยู่บนพื้นฐานของการป้องกันผลกระทบ เชิงอุณหภูมิ (Thermal/heating effects) และไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิ (Non-thermal effects) ใช่หรือไม่

สำนักงาน กสทช. ได้นำขีดจำกัดการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุมาจากข้อแนะนำ (Guidelines) ของคณะกรรมการ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) ซึ่งได้รับการยอมรับและนำไปใช้เป็นมาตรฐานในประเทศต่าง ๆ มากกว่า 40 ประเทศ

ในการออกแบบขีดจำกัดการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้น คณะกรรมการ ICNIRP ได้พิจารณาข้อมูลจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการกลั่นกรองและตีพิมพ์ในวารสารอันเป็นที่ยอมรับในสังคมวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาที่วิจัยผลกระทบเชิงอุณหภูมิและผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิ และได้ใช้วิธีพิจารณาน้ำหนักของหลักฐานว่าผลกระทบที่รายงานในวารสารนั้นเป็นผลกระทบต่อสุขภาพหรือไม่ [10]

ที่ความถี่ต่ำกว่า 100 กิโลเฮิรตซ์ ผลกระทบอันแรกที่ผู้สัมผัสจะได้รับก็คือการกระตุ้นประสาทและกล้ามเนื้อ (Nerve and muscle stimulation) ดังนั้น ขีดจำกัดจึงได้ถูกออกแบบเพื่อป้องกันผลกระทบนี้ซึ่งเป็นผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิ

ที่ความถี่สูงกว่า 10 เมกะเฮิรตซ์ ผลกระทบที่ได้รับการพิสูจน์อันแรก (First scientifically established effect) ที่เกิดขึ้นก็คือความร้อน บททบทวนวรรณกรรม (Literature reviews) โดยคณะผู้เชี่ยวชาญสากลหลายคณะ [13],[15],[21],[22] ที่พิจารณาประเด็นนี้ได้มีข้อสรุปเหมือนกับ ICNIRP ดังนั้น ขีดจำกัดที่ระบุไว้ในข้อแนะนำของ ICNIRP ที่ความถี่สูงกว่า 10 เมกะเฮิรตซ์ จึงได้ถูกออกแบบเพื่อให้อยู่ต่ำกว่าระดับที่ความร้อน (ผลกระทบเชิงความร้อน) จะเกิดขึ้น ส่วนผลกระทบ

ที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิและผลกระทบทางชีววิทยาที่ระดับต่ำกว่าขีดจำกัดที่ระบุไว้ในข้อแนะนำของ ICNIRP นั้น ยังไม่ได้รับการยืนยันทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งผลกระทบดังกล่าวต่อสุขภาพของมนุษย์ยังไม่เป็นที่เข้าใจดีพอ ดังนั้น จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการทำข้อเสนอแนะเพื่อจำกัดการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความแรงต่ำ

ที่ช่วงความถี่ระหว่าง 100 กิโลเฮิรตซ์ และ 10 เมกะเฮิรตซ์ ขีดจำกัดที่ระบุไว้ในข้อแนะนำ ICNIRP ได้ถูกออกแบบเพื่อป้องกันทั้งผลกระทบเชิงอุณหภูมิและผลกระทบต่อประสาทและกล้ามเนื้อ

4. โทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐาน ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1 สถานีวิทยุคมนาคมคืออะไร และประกอบด้วยอะไรบ้าง

สถานีวิทยุคมนาคมเป็นสถานที่สำหรับส่งหรือรับวิทยุคมนาคม หรือทั้งส่งทั้งรับวิทยุคมนาคม คำว่า “วิทยุคมนาคม” หมายถึงการส่งหรือการรับข้อมูล (ภาพ ตัวหนังสือ และเสียง) ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [23]

สถานีวิทยุคมนาคมประกอบด้วย เครื่องส่งวิทยุ เครื่องรับวิทยุ สายส่ง สายอากาศ และอาคารหรือหอคอยสำหรับรองรับการติดตั้งสายอากาศ (เช่น เสาของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปที่ 5)

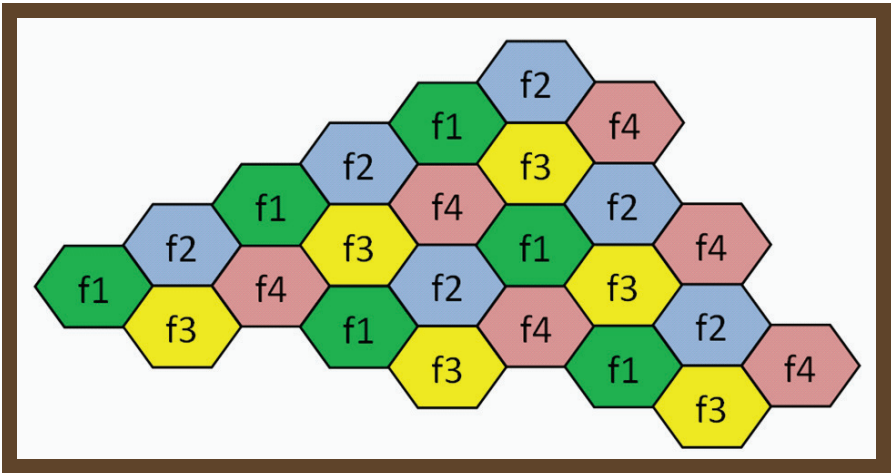
เครื่องส่งวิทยุคมนาคมเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้กำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุซึ่งถูกส่งผ่านสายอากาศไปยังเครื่องรับวิทยุ สัญญาณความถี่วิทยุนี้จะถูกสกัดที่ปลายทางเพื่อนำเอาข้อมูลออกมา ข้อมูลดังกล่าวอาจเป็นเสียงพูด ภาพ หรือตัวหนังสือจากเครื่องส่งวิทยุคมนาคมต้นทาง (เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่)

รูปที่ 5 หอคอยสำหรับรองรับการติดตั้งสายอากาศของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

โดยทั่วไปสายอากาศของสถานีวิทยุคมนาคมจะถูกติดตั้งอยู่บนยอดหอคอย หรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ เช่น อาคาร เสาไฟฟ้า หอถังประปา ฯลฯ ขณะที่พลังงานความถี่วิทยุเคลื่อนที่ออกจากสายอากาศส่งคลื่น ความหนาแน่นกำลัง (ความแรงของคลื่น) จะลดลงอย่างรวดเร็วตามระยะทาง

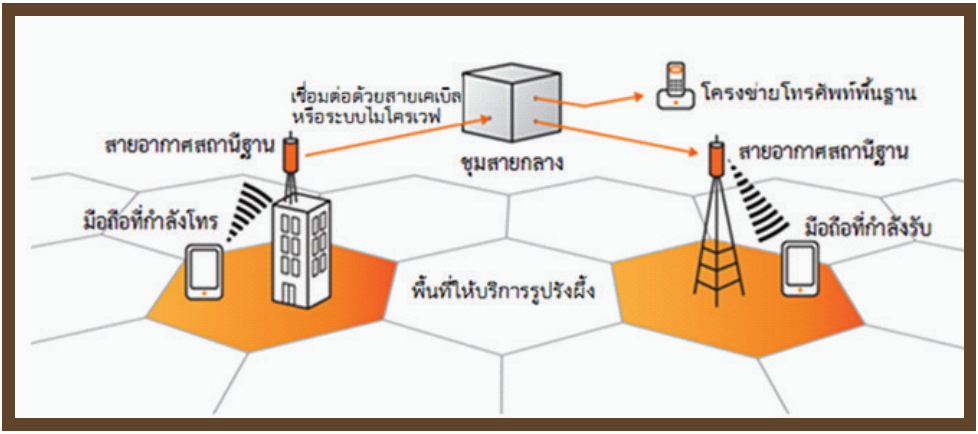
4.2 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำงานอย่างไร

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายโดยอาศัยสถานีฐาน (Base stations) เป็นตัวเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างโทรศัพท์มือถือด้วยกัน หรือระหว่างโทรศัพท์มือถือกับโทรศัพท์บ้านหรือโทรศัพท์ที่ทำงาน [24] โครงข่ายของระบบถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเราเรียกว่าเซลล์ (Cell) ตามมโนทัศน์แบบรังผึ้ง (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 พื้นที่ทางภูมิศาสตร์หรือเซลล์ในโครงข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สัญลักษณ์ f1 , f2 , f3 และ f4 เป็นชุดความถี่ที่ใช้ในกลุ่มเซลล์ที่อยู่ติดกัน รูปดัดแปลงมาจาก [24]

ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่จะได้รับการจัดสรรช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับการทำงานของระบบ ความถี่ต่าง ๆ สำหรับช่วงความถี่ที่ได้รับการจัดสรรจะถูกนำมาใช้ใหม่ [25] เซลล์ที่อยู่ติดกันจะใช้คนละชุดความถี่สำหรับการเชื่อมต่อ (อัปลิงค์ - ดาวน์ลิงค์) ระหว่างตัวเครื่องกับสถานีฐาน เซลล์ที่ใช้ชุดความถี่เดียวกันจะต้องอยู่ห่างจากกันพอสมควรเพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนซึ่งกันและกันของผู้ใช้โทรศัพท์ สถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งอยู่ที่ตรงกลางของแต่ละเซลล์หรือตรงมุมของกลุ่มเซลล์ (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 รูปแบบโครงข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

สถานีฐานแต่ละแห่งจะถูกเชื่อมต่อกับโครงข่ายโทรศัพท์หลักผ่านไมโครเวฟลิงค์ซึ่งใช้จานสายอากาศขนาดเล็กหรือผ่านสายเคเบิลเส้นใยแก้วนำแสง ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับการออกแบบเพื่อให้ตัวเครื่องผดุงความเชื่อมโยงกับโครงข่ายได้แม้ว่าผู้ใช้เคลื่อนย้ายจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง เมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวเครื่องจะรับสัญญาณควบคุมเฉพาะจากสถานีฐานที่อยู่ใกล้เคียงทั้งหมด เมื่อตัวเครื่องหาสถานีฐานที่อยู่ใกล้สุดเจอแล้ว การเชื่อมต่อก็จะเริ่มต้นขึ้น หลังจากนั้นตัวเครื่องก็จะอยู่เฉย ๆ แต่จะส่งสัญญาณออกมาเป็น

ระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อแจ้งให้โครงข่ายทราบตำแหน่งที่ตั้งจนกระทั่งผู้ใช้ประสงค์ที่จะโทรออกหรือมีผู้โทรเข้ามา

สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถแยกประเภทตามขนาดของพื้นที่ครอบคลุมการให้บริการ ดังนี้ [26]

(ก) แมโครเซลล์ (Macrocell) สถานีฐานประเภทนี้มีขนาดพื้นที่การให้บริการกว้างที่สุด (1 ถึง 20 กิโลเมตร) ส่วนมากจะพบในพื้นที่ชนบทหรือตามทางหลวง สายอากาศของสถานีฐานประเภทนี้มักติดตั้งอยู่บนหอคอยโครงเหล็กหรือเสาบนดาดฟ้าของอาคาร หรือบนสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้ว เช่น หอถังประปา สถานีฐานประเภทนี้มีกำลังส่งไม่เกิน 100 วัตต์

(ข) ไมโครเซลล์ (Microcell) สถานีฐานประเภทนี้มีขนาดพื้นที่การให้บริการประมาณ 400 เมตร ถึง 2 กิโลเมตร ใช้กำลังส่งไม่เกิน 10 วัตต์ และโดยทั่วไปติดตั้งอยู่ในเขตเมืองที่มีประชากรหนาแน่น

(ค) ปิโกเซลล์ (Picocell) สถานีฐานประเภทนี้มีขนาดพื้นที่การให้บริการ 4 - 200 เมตร ใช้กำลังส่งไม่เกิน 20 มิลลิวัตต์ ส่วนมากมักจะใช้กับพื้นที่ภายในอาคาร เช่น สถานที่ทำงานขนาดใหญ่ ศูนย์การค้า สนามกีฬา และสถานีรถไฟ ซึ่งสัญญาณจากภายนอกเข้าไม่ถึง หรือเข้าถึงแต่มีระดับความแรงไม่เพียงพอ

(ง) เฟมโตเซลล์ (Femtocell) เป็นสถานีฐานที่มีพื้นที่ครอบคลุมขนาดเล็กที่สุด (ประมาณ 10 เมตร) เช่น บ้าน หรือสำนักงานขนาดเล็ก โดยทั่วไปมีกำลังแผ่ประสิทธิผลแบบไอโซทรอปิก (Effective isotropically radiated power หรือ EIRP) ประมาณ 20 มิลลิวัตต์

4.3 การตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีกระบวนการอย่างไรและใครเป็นผู้ออกใบอนุญาต

กระบวนการตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องเป็นไปตามขั้นตอนการปฏิบัติภายใต้มาตรการกำกับดูแลความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิทยุคมนาคมของสำนักงาน กสทช. [27] ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมที่ประสงค์จะตั้งสถานีดังกล่าวต้องทำความเข้าใจกับประชาชนและแสดงหลักฐานอย่างใดอย่างหนึ่งที่พิสูจน์ว่าบริเวณที่เสนอตั้งสถานีฐานนั้นได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่แล้ว ทั้งนี้รวมไปถึงพื้นที่ที่ประชาชนมีความกังวลและอ่อนไหวง่าย เช่น สถานพยาบาล โรงเรียน และสถานรับเลี้ยงเด็ก นอกจากนั้นผู้ประกอบการต้องประเมินความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แน่ใจว่ามีระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 ข้อมูลและหลักฐานเหล่านี้เป็นส่วนประกอบของเอกสารที่ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมยื่นเสนอให้สำนักงาน กสทช. พิจารณาให้ความเห็นชอบและออกใบอนุญาตสำหรับการตั้งสถานี

4.4 พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่มีระดับความ แรงเกินมาตรฐานความปลอดภัยหรือไม่

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่ปล่อยออกมาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นรังสีชนิดที่ไม่ก่อไอออน และไม่มีอานุภาพเพียงพอที่จะทำลายดีเอ็นเอ (DNA) ในเนื้อเยื่อชีวภาพ โดยทั่วไปโทรศัพท์เคลื่อนที่จะถูกใช้งานใกล้กับตัวของผู้ใช้ ดังนั้น พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะถูกดูดกลืนอยู่ในร่างกาย ปริมาณของพลังงานที่ถูกดูดกลืนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเข้มของสัญญาณที่ตัวเครื่องปล่อยออกมา และระยะห่างระหว่างตัวเครื่องกับร่างกาย การดูดกลืนพลังงานความถี่วิทยุมีการอธิบายอยู่ในแง่ของอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate หรือ SAR) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คืออัตราของการดูดกลืนพลังงานความถี่วิทยุต่อหนึ่งหน่วยมวลในร่างกาย ค่า SAR มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ต่อกิโลกรัม (W/kg) [10],[13]

โทรศัพท์เคลื่อนที่จะส่งและรับคลื่นวิทยุจากเครือข่ายของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานีฐานดังกล่าวประกอบด้วยเครื่องรับสัญญาณวิทยุ เครื่องส่งสัญญาณวิทยุ และสายอากาศซึ่งโดยทั่วไปตั้งอยู่บนดาดฟ้าของอาคาร บนหอถังประปา บนเสาไฟฟ้า หรือบนหอคอยโครงเหล็ก ในบางกรณีเสารองรับการติดตั้งสายอากาศถูกดัดแปลงให้เป็นต้นไม้ปลอมเพื่อให้กลมกลืนกับภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อม โทรศัพท์เคลื่อนที่มีตัวควบคุมกำลังโดยอัตโนมัติเพื่อปรับลดกำลังส่งให้ต่ำที่สุดเท่าที่จำเป็นสำหรับเชื่อมต่อและผดุงคุณภาพที่ดีของการสนทนา คุณลักษณะอันนี้ถูกออกแบบไว้เพื่อที่จะประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่และยืดเวลาการสนทนาให้นานขึ้น ระดับของกำลังส่งขึ้นอยู่กับประเภทของเครือข่ายสถานีฐานและระยะห่างจากสถานีฐาน ดังนั้นโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงไม่ค่อยทำงานที่กำลังส่งสูงสุด

ในประเทศไทย คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กทช.) ซึ่งต่อมาได้เปลี่ยนเป็นคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้ออกมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม (มาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550) ขีดจำกัด SAR ที่กำหนดอยู่ในมาตรฐานสำหรับกลุ่มผู้สัมผัสกับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (ประชาชนทั่วไป) คือ 2 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม ข้อกำหนดนี้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมต้องปฏิบัติตาม มิฉะนั้นจะไม่ได้รับอนุญาตให้จำหน่ายเครื่องวิทยุคมนาคม (รวมทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่) ตามขั้นตอนการขอใบอนุญาต ผู้ประกอบการต้องส่งเอกสารแสดงการปฏิบัติตามมาตรฐานและส่งรายงานผลการวัดค่า SAR จากหน่วยตรวจสอบที่ได้รับการรับรองระบบงานให้สำนักงาน กสทช. พิจารณา [27] กล่าวโดยสรุปโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกเครื่องที่วางจำหน่ายและใช้อยู่ในประเทศไทยให้ค่า SAR ไม่เกินขีดจำกัด 2 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม ผู้บริโภคสามารถค้นหาค่า SAR สำหรับรุ่นและตราอักษรเฉพาะได้จากเว็บไซต์ของบริษัทผู้ผลิต

ความแรงของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถอธิบายให้อยู่ในแง่ของความหนาแน่นกำลังซึ่งมีหน่วยวัดเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) สำหรับความถี่ระหว่าง 800 เมกะเฮิตรซ์ (MHz) และ 2100 เมกะเฮิตรซ์ (MHz) ขีดจำกัดความหนาแน่นกำลังสำหรับกลุ่มผู้ที่สัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (ประชาชนทั่วไป) ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานของ กสทช. อยู่ในช่วง 4 - 10 W/m^2 [18] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กระทรวงสาธารณสุข) และสำนักงาน กสทช. ได้ทำการสำรวจสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ระหว่าง พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2556 และพบว่าความหนาแน่นกำลังของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดอย่างน้อย 1,000 เท่า ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงอยู่ในบทความทางวิชาการ [28] และตารางที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดหรือสำรวจความหนาแน่นกำลังของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้านั้นต้องเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้และต้องได้รับการสอบเทียบ (Calibration) เป็นระยะ ๆ เช่น ทุก ๆ 2 หรือ 3 ปี นอกจากนั้นการเลือกใช้เครื่องมือวัดต้องให้เหมาะสมกับแหล่งกำเนิดพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่) และสภาวะของการสัมผัส เช่น ความถี่ ระดับความหนาแน่นกำลัง และบริเวณสนามใกล้หรือบริเวณสนามไกล ผู้ที่ทำการวัดควรปฏิบัติตามข้อแนะนำที่ระบุไว้ในมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐานของสถาบัน Institute of Electrical and Electronics Engineers หรือ IEEE [29]

ตารางที่ 2. ผลการสำรวจสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยสำนักงาน กสทช. ในพื้นที่ภาคกลาง 22 จังหวัด จำนวน 232 สถานี

ย่านความถี่วิทยุ (MHz)	ขีดจำกัดความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (W/m^2)	ค่าความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้* (W/m^2)	ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าขีดจำกัด (จำนวนเท่า)
850	4.25	0.000938	4,531
900	4.5	0.00297	1,515
1800	9	0.00360	2,500
2100	10	0.000962	10,395

*ระดับความแรงสูงสุดของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ในแต่ละย่านความถี่

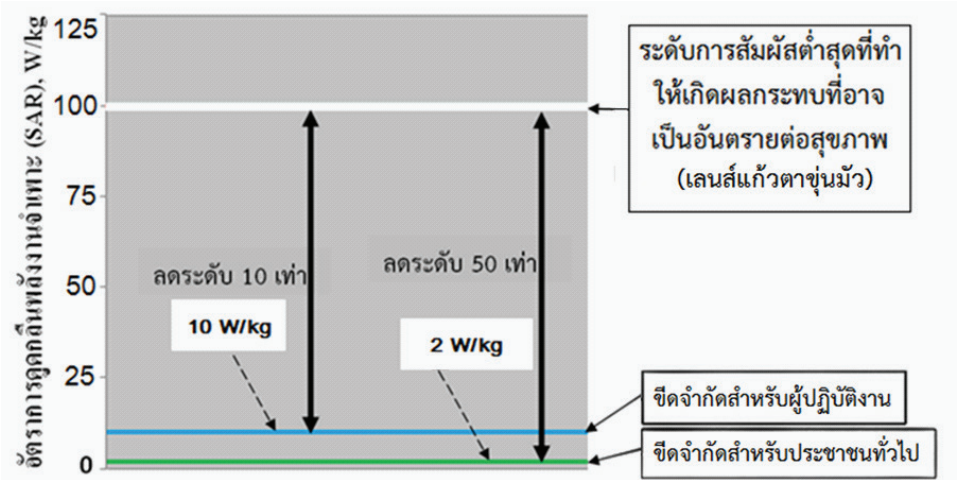
4.5 ขีดจำกัด 2 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่มีที่มาอย่างไร บางประเทศได้นำขีดจำกัด 1.6 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 1 กรัม มาใช้จริงหรือไม่

ขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสเฉพาะส่วนของร่างกาย (Localized RF exposure) ที่แนะนำโดยคณะกรรมการ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) มีพื้นฐานมาจากค่า SAR ระดับความทนทาน (Threshold SAR) ที่ 138 W/kg ซึ่งจากการศึกษากับสัตว์ทดลอง (กระต่าย) พบว่าค่า SAR ที่ระดับนี้สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดต้อกระจกในดวงตาได้ถ้าสัมผัสนานถึง 100 นาที [12] อย่างไรก็ตามคณะกรรมการ ICNIRP ได้ใช้ค่า SAR ที่ 100 W/kg เป็นระดับความทนทานสำหรับจัดทำมาตรฐานความปลอดภัย และได้ใช้ค่ามวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม (มวลลูกตา) เป็นมวลสำหรับการหาค่า SAR เฉลี่ยสูงสุด เมื่อนำค่า SAR ระดับความทนทาน 100 W/kg หารด้วยปัจจัยความปลอดภัย (Safety factor) 10 เท่า และ 50 เท่า ก็จะได้ค่าขีดจำกัดพื้นฐานสำหรับการสัมผัสเฉพาะส่วนศีรษะและลำตัว เป็น 10 W/kg สำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมควบคุม และ 2 W/kg สำหรับประชาชนทั่วไป ตามลำดับ (ดูรูปที่ 8)

บางประเทศ เช่น โบลิเวีย แคนาดา เกาหลีใต้และสหรัฐอเมริกา ได้ใช้ขีดจำกัด SAR สำหรับการสัมผัสเฉพาะส่วนที่แตกต่างจากข้อแนะนำของคณะกรรมการ ICNIRP ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีของการสัมผัสเฉพาะส่วนศีรษะและลำตัว มาตรฐานของประเทศเหล่านี้ได้กำหนดขีดจำกัด SAR เป็น 8 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 1 กรัม สำหรับกลุ่มผู้ที่ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมควบคุม และ 1.6 W/kg เฉลี่ยต่อมวลเนื้อเยื่อ 1 กรัม สำหรับประชาชนทั่วไป (ตารางที่ 3) ค่าขีดจำกัดเหล่านี้ได้ถูกนำมาจากมาตรฐานของสถาบัน Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ที่ตีพิมพ์ก่อนปี พ.ศ. 2548 ขีดจำกัด SAR ดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากอัตราส่วน 20:1 ของค่า SAR เฉลี่ยสูงสุดต่อค่า SAR เฉลี่ยทั่วร่างกาย (0.08 W/kg) ค่าอัตราส่วนนี้ได้มาจากข้อมูลการประเมินค่าพลังงาน

ดูดกลืนในศพกระต่ายและในหุ่นจำลองของหนูและคนประมาณเกือบ 40 ปีมาแล้ว ส่วนมวลเฉลี่ย 1 กรัมนั้นสอดคล้องกับความละเอียดของการวัดโดยใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermographic camera) ในเวลานั้น นั่นก็คือมวลเฉลี่ย 1 กรัม มีรากฐานมาจากการพิจารณาในทางวิศวกรรมสำหรับวัดปริมาณพลังงานดูดกลืนในร่างกาย ไม่ใช่มาจากเกณฑ์ทางชีวภาพหรือสุขภาพ

อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2548 สถาบัน IEEE ได้ตีพิมพ์มาตรฐานฉบับปรับปรุงใหม่ [13] ซึ่งกำหนดขีดจำกัด SAR เป็นค่าเดียวกันกับข้อแนะนำของคณะกรรมการ ICNIRP ตารางที่ 3 ได้สรุปขีดจำกัด SAR สำหรับประชาชนทั่วไปที่กำหนดอยู่ในข้อแนะนำของคณะกรรมการ ICNIRP ในมาตรฐานของสถาบัน IEEE และในมาตรฐานของบางประเทศ



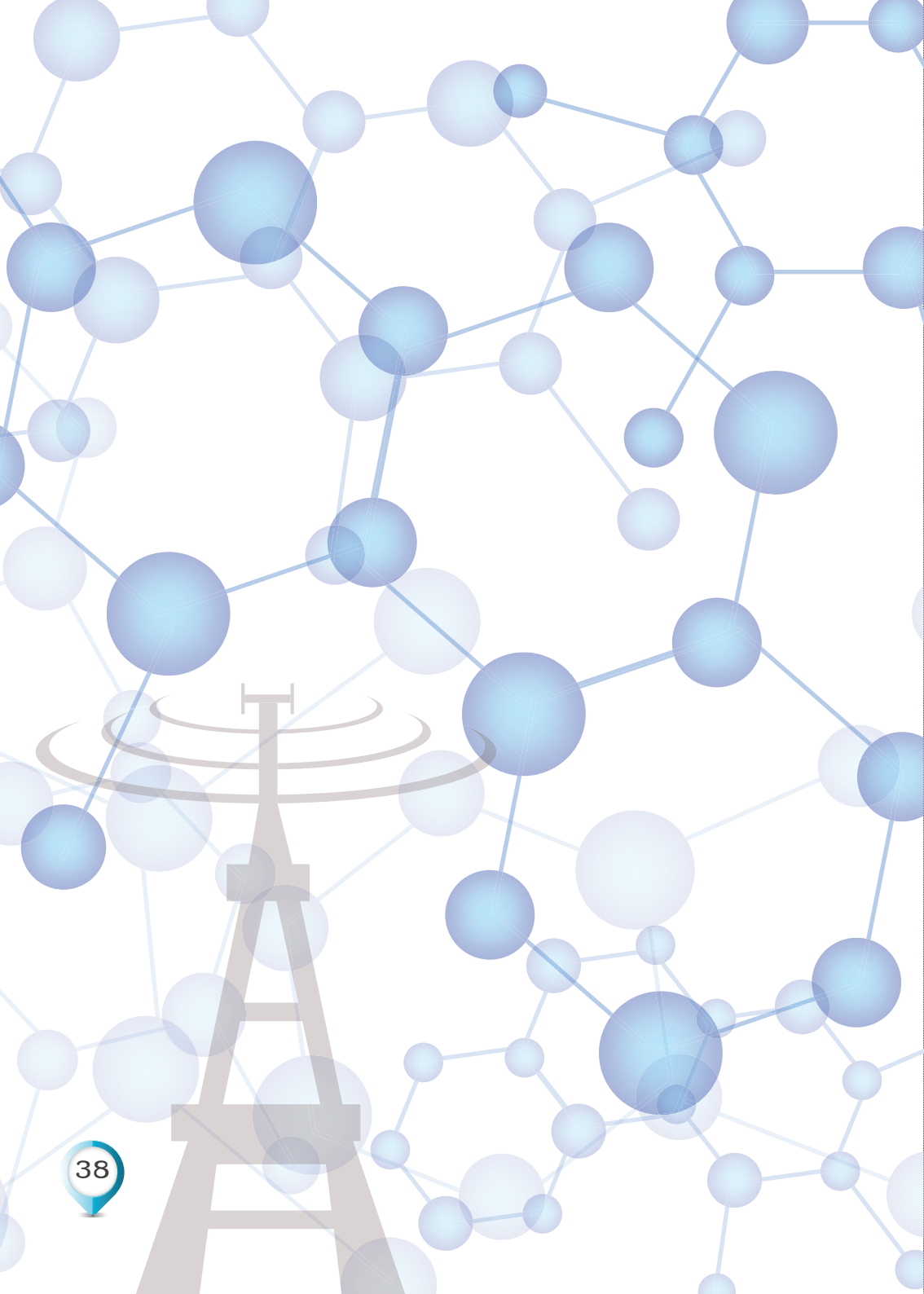
รูปที่ 8 ที่มาของขีดจำกัดพื้นฐานสำหรับการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเฉพาะส่วนศีรษะและลำตัว ซึ่งอธิบายอยู่ในแง่ของอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate หรือ SAR) ขีดจำกัดนี้มีปัจจัยความปลอดภัยรวมอยู่ในตัวเพื่อจำกัดการสัมผัสสำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมควบคุม และสำหรับประชาชนทั่วไป

ตารางที่ 3. ขีดจำกัด SAR สำหรับประชาชนทั่วไปที่กำหนดโดยองค์กรต่าง ๆ

องค์กร/ประเทศ	ขีดจำกัด SAR เฉลี่ยทั่วร่างกาย	ขีดจำกัด SAR สำหรับศีรษะและลำตัว	ขีดจำกัด SAR สำหรับแขน ขา
ICNIRP กสทช. IEEE (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548) Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency Ministry of Health, New Zealand ประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป	0.08 W/kg	2 W/kg เฉลี่ยในมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม	4 W/kg เฉลี่ยในมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม
Federal Communications Commission, U.S.A. Health Canada Ministry of Information & Communication, South Korea IEEE (ก่อนปี พ.ศ. 2548)	0.08 W/kg	1.6 W/kg เฉลี่ยในมวลเนื้อเยื่อ 1 กรัม	4 W/kg เฉลี่ยในมวลเนื้อเยื่อ 10 กรัม

4.6 ทำไมไม่ใช้ดาวเทียมแทนเสาสถานีฐาน

มีระบบดาวเทียมที่ใช้สำหรับการสื่อสารไร้สายในพื้นที่ห่างไกล แต่ระบบเหล่านี้ไม่เหมาะสำหรับการใช้งานของผู้บริโภค เพราะว่ามีความจุ (จำนวนช่องสัญญาณ) จำกัดและไม่ได้ให้การบริการที่น่าเชื่อถือได้ภายในอาคาร



5. ประเด็นที่เกี่ยวกับสุขภาพและความปลอดภัย

5.1 อาการไวต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าคืออะไร

เมื่อไม่นานมานี้มีรายงานจากผู้มีอาการป่วยทั้งทางร่างกายและทางจิตใจว่าสภาวะสุขภาพของเขาเหล่านั้นอาจจะเกี่ยวข้องกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้ารถยนต์ สนามแม่เหล็กจากรถไฟฟ้า เครื่องส่งวิทยุ โทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน หลอดไฟและสายไฟฟ้าในอาคาร และสายส่งไฟฟ้าแรงสูง อาการป่วยที่ระบุในรายงานได้แก่ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ หูอื้อ ระบบย่อยอาหารผิดปกติ ผิวหนังขึ้นผื่นแดง และรู้สึกร้อนผิดปกติ อาการเหล่านี้มักเกิดขึ้นที่ระดับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประชาชนทั่วไปไม่มีปฏิกิริยาและถูกเรียกรวม ๆ ว่า “อาการไวเกินระดับปกติเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า” (Electromagnetic hypersensitivity เขียนย่อว่า EHS) [30]

ในความเป็นจริงนั้น เราไม่สามารถรับรู้ (Perceive) สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ระดับปกติซึ่งเราเจอในชีวิตประจำวันได้ ถึงแม้ว่าสภาวะ EHS เกิดขึ้นจริง แต่ผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จนถึงทุกวันนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าอาการดังกล่าวมีความเชื่อมโยงกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า [16],[30]-[32] ผู้ที่เข้าร่วมทดสอบในการศึกษาดังกล่าวมีทั้งผู้มีอาการไวและไม่มีอาการไว และได้สัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยเจตนาภายใต้สภาวะควบคุม ทั้งนี้เพื่อพิสูจน์ว่าพวกเขาเหล่านั้นสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อมีการปิด-เปิดเครื่องส่งสัญญาณได้หรือไม่ ผลปรากฏว่าผู้เข้าร่วมทดสอบส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจจับ (Detect) ได้ว่า สนามแม่เหล็กไฟฟ้าปรากฏขึ้นจริงหรือไม่ และอาการที่แสดงออกมาไม่ได้เกี่ยวข้องกับสภาวะการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอย่างแท้จริง

สาเหตุของการเกิดอาการ EHS นั้นยังไม่มีความชัดเจน อย่างไรก็ตามในรายงานการศึกษาของคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ด้านความเสี่ยงเชิงสุขภาพที่ระบุใหม่ (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health

Risks เขียนย่อว่า SCENIHR) ของคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission) ได้สรุปว่า ปัจจัยทางจิตวิทยาหรือจิตใจ (เช่น มีความเชื่อว่าบางสิ่งบางอย่างก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ) อาจมีส่วนที่ทำให้เกิดอาการ EHS [33]

5.2 ระบาดวิทยาคืออะไร มีการศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบ้างหรือไม่

ระบาดวิทยา (Epidemiology) เป็นศาสตร์หรือวิทยาการที่ว่าด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อประชากร ศาสตร์นี้เป็นพื้นฐานของการสาธารณสุขและเวชศาสตร์ป้องกัน การศึกษาเชิงระบาดวิทยาเป็นการศึกษาถึงลักษณะการเกิดการกระจายของโรคภัยไข้เจ็บในกลุ่มชน ตลอดจนสาเหตุและปัจจัยหรือตัวกำหนดที่ทำให้เกิดและแพร่กระจายของโรคนั้น

การศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเพื่อสอบสวนหาผลกระทบต่อสุขภาพนั้นมีมานานหลายสิบปีแล้ว ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาจนถึงทุกวันนี้ไม่ได้แสดงหลักฐานที่สม่ำเสมอหรือน่าเชื่อถือได้ว่าการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุนั้นเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสุขภาพ (การศึกษาส่วนใหญ่ไม่พบความเชื่อมโยง) แม้การศึกษาเหล่านี้มีข้อบกพร่องมากแต่นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่อาจที่จะปฏิเสธความเป็นไปได้ถึงความเชื่อมโยงดังกล่าว [15],[20],[21]

5.3 เคยอ่านเจอในสื่อพบว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งสมอง เป็นเรื่องจริงหรือไม่

ทุกวันนี้สาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งสมองยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด เมื่อเร็ว ๆ นี้ ความสนใจในการทำวิจัยได้เน้นที่ความเป็นไปได้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่อาจเพิ่มความเสี่ยง ความสนใจนี้ส่วนหนึ่งมาจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งชี้แนะว่าการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งอื่น ๆ อาจเพิ่มความเสี่ยงของโรคมะเร็งบางชนิด

มีการศึกษาทางระบาดวิทยาจำนวนน้อยที่แสดงให้เห็นว่าอัตราการเป็นมะเร็งสมองอาจเพิ่มขึ้นสำหรับผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มากหรือติดต่อกันเป็นเวลานาน แต่การศึกษาส่วนใหญ่ทางระบาดวิทยาและการศึกษากับเซลล์ชีวภาพและสัตว์ทดลองในห้องปฏิบัติการไม่สนับสนุนความเชื่อมโยงดังกล่าว [15],[16],[20],[34]

5.4 สารก่อมะเร็งมีกี่กลุ่ม องค์การอนามัยโลกใช้หลักเกณฑ์อะไรในการจำแนกประเภทของสาร เหล่านี้

ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 องค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer เขียนย่อว่า IARC) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization เขียนย่อว่า WHO) ได้ประเมินข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี สารผสมเชิงซ้อน (Complex mixtures) สภาพการสัมผัสจากการประกอบอาชีพ (Occupational exposures) ตัวกระทำทางกายภาพและชีวภาพ (Physical and biological agents) และ ปัจจัยการดำเนินชีวิต (Lifestyle factor) กว่า 970 ชนิด เพื่อตรวจสอบดูว่ามีศักยภาพที่จะทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้หรือไม่ [35] สิ่งที่ได้รับการตรวจสอบเหล่านี้ถูกเรียกชื่ออย่างรวม ๆ ว่า ตัวกระทำ (Agent) หรือสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic substances) องค์การ IARC ได้อธิบายหลักการ ขั้นตอน และเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินข้อมูลไว้ในเอกสารการศึกษาวิจัย (Monograph) ขององค์การ ฯ ทุกฉบับ ตารางที่ 4. สรุปกลุ่มตัวกระทำพร้อมทั้งคำจำกัดความของแต่ละกลุ่มตามที่องค์การระบุไว้ในเอกสารการศึกษาวิจัย

ตารางที่ 4. การจัดกลุ่มตัวกระทำหรือสารก่อมะเร็งที่จำแนกโดยองค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยมะเร็ง

กลุ่ม 1	ตัวกระทำที่ทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ (The agent is carcinogenic to humans)	ตัวกระทำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้เมื่อ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์เพียงพอ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองเพียงพอและมีหลักฐานหนักแน่นในมนุษย์ว่าตัวกระทำนั้นได้กระทำผ่านกลไกของการเป็นสารก่อมะเร็ง
กลุ่ม 2A	ตัวกระทำที่มีความเป็นไปได้ในการก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (The agent is probably carcinogenic to humans)	ตัวกระทำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้เมื่อ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์จำกัด แต่มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองเพียงพอ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ แต่มีหลักฐานของการ เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองเพียงพอและมีหลักฐานหนักแน่นสนับสนุนว่าการก่อให้เป็นมะเร็งได้ถูกดำเนินการผ่านกลไกที่มีอยู่ในมนุษย์ด้วย ตัวกระทำอาจถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้โดยพิจารณาจากหลักฐานที่จำกัดของการเป็น สารก่อมะเร็งในมนุษย์เพียงอย่างเดียว (กรณีนี้มีน้อย)

กลุ่ม 2B	ตัวกระทำที่อาจเป็นไปได้ ในการก่อให้เกิดมะเร็งใน มนุษย์ (The agent is possibly carcinogenic to humans)	ตัวกระทำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้เมื่อ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์จำกัด และมีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองไม่เพียงพอ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ แต่มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองเพียงพอ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ และมีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองไม่เพียงพอ พร้อมกับหลักฐานสนับสนุนจากข้อมูลกลไกและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตัวกระทำอาจถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้โดยพิจารณาจากหลักฐานที่หนักแน่นจากข้อมูล กลไกและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพียงอย่างเดียว
กลุ่ม 3	ตัวกระทำที่ไม่สามารถจำแนกในเรื่องของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (The agent is not classifiable as to its carcinogenicity to humans)	ตัวกระทำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้เมื่อ • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ และมีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองไม่เพียงพอหรือจำกัด • มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ แต่มีหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองเพียงพอ พร้อมกับมีหลักฐานหนักแน่นว่ากลไกของการเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลองไม่มีอยู่ในมนุษย์ ตัวกระทำที่ไม่ตกอยู่ในกลุ่มอื่น ๆ ก็ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้

กลุ่ม 4	ตัวกระทำที่เป็นไปได้ว่าไม่ใช่สารก่อมะเร็งในมนุษย์ (The agent is probably not carcinogenic to humans)	ตัวกระทำถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้เมื่อ • มีหลักฐานชี้แนะว่าขาดศักยภาพของการเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์และในสัตว์ทดลอง • มีหลักฐานการก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ไม่เพียงพอ แต่หลักฐานชี้แนะว่าขาด ศักยภาพของการก่อให้เกิดมะเร็งในสัตว์ทดลอง (สนับสนุนโดยข้อมูลกลไกและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง)

องค์การ IARC ได้จำแนกประเภทตัวกระทำที่ได้ศึกษาแล้วและจัดลงในแต่ละกลุ่มโดยเรียงชื่อของตัวกระทำตามตัวอักษร A-Z ตัวอย่างของสารในแต่ละกลุ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 ผู้สนใจสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้บนเว็บไซต์ของ IARC (http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php)

ตารางที่ 5. ตัวอย่างของตัวกระทำหรือสารก่อมะเร็งในกลุ่มต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่างของตัวกระทำ

1 ตัวกระทำที่ทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ (จำนวน 114 ตัว)	เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (Alcoholic beverages) แร่ใยหิน (Asbestos) ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ที่ใช้ทำฟอร์มาลิน การสูบบุหรี่ (Tobacco smoking) ฝุ่นไม้ (Wood dust) รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet radiation) รังสีเอ็กซ์และแกมมา (X - and Gamma Radiation)

2A ตัวกระทำที่มีความเป็นไปได้ในการก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (จำนวน 69 ตัว)	สารตะกั่ว (Lead compounds, inorganic) ยาฮอร์โมนที่ใช้เสริมสร้างกล้ามเนื้อ (Androgenic/ anabolic steroids)
2B ตัวกระทำที่อาจเป็นไปได้ในการก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ (จำนวน 283 ตัว)	น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Diesel fuel, marine) น้ำมันเบนซิน (Gasoline) กาแฟ (Coffee) ผักดอง (Pickled vegetables) ไอเสียเครื่องยนต์เบนซิน (Engine exhaust, gasoline) สนามแม่เหล็กความถี่ต่ำมาก (Magnetic fields, extremely low-frequency) สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ (Radiofrequency electromagnetic fields)
3 ตัวกระทำที่ไม่สามารถจำแนกในเรื่องของการเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (จำนวน 504 ตัว)	ชา (Tea) ฝุ่นถ่านหิน (Coal dust) น้ำมันดิบ (Crude oil) หมึกพิมพ์ (Printing inks) สนามแม่เหล็กสถิต (Static magnetic fields) แสงไฟนีออน (Fluorescent lighting) น้ำยาย้อมผม (Hair coloring products, personal use of)
4 ตัวกระทำที่เป็นไปได้ว่าไม่ใช่สารก่อมะเร็งในมนุษย์ (จำนวน 1 ตัว)	คาร์โปรแลคแตม (Caprolactam) ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเม็ดไนลอน

5.5 ทราบมาว่าองค์การอนามัยโลกได้จัดให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุอยู่ในกลุ่มปัจจัยเสี่ยงต่อ มะเร็ง ข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร

เมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2554 องค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยมะเร็ง (IARC) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ประกาศว่าหลังจากประเมินผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แล้ว องค์การ ฯ ได้ตัดสินใจจัดให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็งอยู่ในกลุ่ม 2B (อาจเป็นไปได้ที่จะก่อมะเร็ง) [36]

องค์การ IARC ทำงานภายใต้กฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้มงวด โดยยึดเอาข้อมูลทางระบาดวิทยาเป็นหลักในการพิจารณา ในประเด็นของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุและสุขภาพนั้น ได้มีการศึกษาทางระบาดวิทยาหลายเรื่อง รวมทั้งการศึกษาที่อยู่ภายใต้โครงการวิจัยนานาชาติซึ่งมีชื่อเรียกว่า Interphone study โครงการนี้เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีกลุ่มนักวิจัยใน 13 ประเทศร่วมดำเนินการเพื่อศึกษาความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่อาจก่อให้เกิดเนื้องอกหรือมะเร็ง ผลการศึกษาภายใต้โครงการวิจัยดังกล่าวพบว่า การสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดมะเร็งสมอง ยกเว้นแต่สภาวะการสัมผัสบางกรณี คือกรณีของผู้ที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า 10 ปี ซึ่งดูเหมือนจะชี้แนะว่ามีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทำให้เกิดเนื้องอก 2 ชนิดคือ glioma (เนื้องอกชนิดร้ายแรง) และ acoustic neuroma (เนื้องอกชนิดไม่ร้ายแรง) การตัดสินใจขององค์การ IARC ในการจัดให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็งในกลุ่ม 2B มีพื้นฐานมาจากผลการศึกษานี้ การจัดลงกลุ่มดังกล่าว สะท้อนความจริงที่ว่าหลักฐานที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุกับมะเร็งสมองนั้นมีจำกัด

สรุปข้อเท็จจริงก็คือ องค์การ IARC ไม่ได้กล่าวว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุทำให้เกิดมะเร็ง องค์การ ฯ กล่าวว่าระบาดวิทยาชี้แนะว่ามีความเป็นไปได้ แต่หลักฐานยังไปไม่ถึงขั้นที่จะชี้ชัดถึงความสัมพันธ์ดังกล่าว เรื่องนี้แตกต่างจากกรณีของการสูบบุหรี่และมะเร็งปอด ซึ่งการศึกษาทางระบาดวิทยาให้หลักฐานที่มีน้ำหนักและการศึกษากับสัตว์ทดลองก็ให้หลักฐานที่มีน้ำหนัก เป็นที่น่าสังเกตว่าองค์การ IARC ได้จัดให้กาแฟ ผักดอง ควันรถยนต์ น้ำมันรถ (Gasoline) และสนามแม่เหล็กความถี่ไฟฟ้าบ้าน เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็งในกลุ่ม 2B เช่นเดียวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ

5.6 หลักการป้องกันไว้ก่อนคืออะไร และควรนำไปใช้อย่างไร

หลักการป้องกันไว้ก่อน (Precautionary principle) เป็นวิธีการกำหนดนโยบายสาธารณะสำหรับบริหารความเสี่ยงของผลกระทบต่อสุขภาพที่เป็นไปได้ แต่ยังไม่ได้รับการยืนยัน ขอบเขตของหลักการป้องกันไว้ก่อนเริ่มตั้งแต่การติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ การทำวิจัย และการให้ข้อมูล ไปจนถึงมาตรการที่เข้มข้นขึ้น เช่น ลดระดับการสัมผัส

ความกังวลของประชาชนเรื่องสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุและสุขภาพ ซึ่งนับวันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ได้นำไปสู่การเรียกร้องให้ภาคอุตสาหกรรม (ผู้ประกอบการ) และหน่วยงานกำกับดูแล (สำนักงาน กสทช.) นำเอาหลักการป้องกันไว้ก่อนมาใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

อย่างไรก็ตาม การใช้หลักการป้องกันไว้ก่อนควรเป็นสัดส่วนกับ (ก) ระดับของความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้อง (ข) ความรุนแรงของผลที่ออกมาภายหลัง และ (ค) ระดับผลประโยชน์ทางสังคม [37] ในบริบทของพลังงานความถี่วิทยุจากเครื่องวิทยุคมนาคม ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสในระดับที่ต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 ยังไม่ได้

รับการพิสูจน์หรือยืนยัน ดังนั้น ถ้ามีการนำเอามาตรการป้องกันไว้ก่อนมาใช้เพื่อที่จะลดระดับการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้า รูปแบบของการใช้ควรจะเป็นการทำด้วยความสมัครใจ (Voluntary) และเป็นการทำที่มีค่าใช้จ่ายน้อย หรือไม่มีค่าใช้จ่ายเลย [38]

ยกตัวอย่าง เช่น แม้ผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้ยืนยันว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัยต่อสุขภาพ ผู้ใช้ที่มีความกังวลก็สามารถใช้มาตรการป้องกันไว้ก่อนเพื่อลดระดับการสัมผัสกับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าได้โดย (ก) ลดระยะเวลาการสนทนาทางโทรศัพท์ (ข) ใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงหรือที่เรียกกันว่า Hands-free devices (ค) ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความแทนการสนทนา

การใช้มาตรการป้องกันไว้ก่อนเพื่อลดระดับการสัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นไม่มีความจำเป็น [39] เพราะว่าระดับการสัมผัสพลังงานต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน กทช.มท. 5001-2550 หลายร้อยหลายพันเท่า อย่างไรก็ตาม ตามมาตรการกำกับดูแลของ กสทช. ผู้ประกอบการต้องทำความเข้าใจกับประชาชนและแสดงหลักฐานอย่างใดอย่างหนึ่งที่พิสูจน์ว่าบริเวณที่เสนอตั้งสถานีนั้นได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่แล้ว [27]

5.7 ควรมีการห้ามใช้โทรศัพท์มือถือในโรงพยาบาลหรือไม่

ในบางกรณีสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือสามารถรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ได้ ตัวอย่างของอุปกรณ์ดังกล่าว ได้แก่ เครื่องให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ (Infusion pump) เครื่องกระตุกหัวใจ (Defibrillator) เครื่องคุมจังหวะหัวใจ (Pacemaker) และตู้อบเด็ก (Infant incubator) [40]-[42] อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยพบว่ามีอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้รับผลกระทบ หากใช้งานโทรศัพท์มือถือที่ระยะห่างจากอุปกรณ์เหล่านี้เกิน 1 เมตร โอกาสที่เกิดการรบกวนจะลดลงอย่างมาก

ดังนั้น หากมีการประกาศห้ามใช้ โทรศัพท์มือถือทั่วโรงพยาบาล ประกาศนั้นน่าจะเป็นสิ่งที่ไม่สมเหตุสมผล ในทางกลับกันโรงพยาบาลควรพัฒนาข้อแนะนำการใช้โทรศัพท์มือถือและอุปกรณ์ไร้สายอื่น ๆ เพื่อลดความเสี่ยงของการรบกวนเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าโดยนำเอาสถานการณ์ภายในทั้งหมดมาพิจารณา รวมไปถึงบริเวณที่มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีความอ่อนไหว โรงพยาบาลควรกำหนดพื้นที่ที่อนุญาตให้ใช้โทรศัพท์มือถือ เพราะว่าโทรศัพท์มือถือ เช่น สมาร์ทโฟน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตประจำวัน นอกจากผู้ป่วยและญาติผู้ป่วยจะมีความยินดีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้แล้ว แพทย์และเภสัชกรก็จะได้รับประโยชน์จากการใช้โทรศัพท์มือถือด้วย อันที่จริงโรงพยาบาลบางแห่งได้ใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อปรับปรุงการวินิจฉัยและการรักษาผู้ป่วย อย่างไรก็ดีผู้ใช้โทรศัพท์มือถือควรมีความระมัดระวังเพราะการใช้โทรศัพท์มือถืออาจจะรบกวนผู้อื่นในโรงพยาบาล ข้อแนะนำคือควรใช้ในพื้นที่ที่กำหนด ควรปิดเครื่องเมื่อพูดคุยกับบุคลากรทางการแพทย์ และควรปรับเสียงโทนและเสียงการสนทนาให้ต่ำลง

5.8 ทำไมโรงพยาบาลบางแห่งจึงอนุญาตให้ติดตั้งสายอากาศของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ บนอาคารของโรงพยาบาล ไม่กลัวสัญญาณไปรบกวนการทำงานของเครื่องมือแพทย์หรืออย่างไร

เป็นคำถามเกี่ยวกับความแรงของสัญญาณ การรบกวนจะเกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์อยู่ใกล้ ๆ สายอากาศส่งคลื่น ซึ่งเป็นบริเวณที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความแรง มีรายงานว่าการรบกวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์บางอย่างเกิดขึ้นเนื่องมาจากโทรศัพท์มือถือ [40]-[42] อย่างไรก็ตามสายอากาศของสถานีฐานที่ตั้งอยู่บนชั้นดาดฟ้าของอาคารโรงพยาบาลนั้น อยู่ห่าง

จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อ่อนไหว ทิศทางของสายอากาศก็เป็นเรื่องสำคัญ โดยทั่วไปสายอากาศเหล่านี้มีอัตราขยายสูงและแผ่คลื่นแรงในแนวนอน สนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแนวดิ่งจึงมีความแรงต่ำ นอกจากนั้นชั้นต่างๆของวัสดุก่อสร้างอาคารยังทำหน้าที่เป็นโล่กำบังให้บริเวณด้านในเพื่อปกป้องสัญญาณจากสายอากาศบนชั้นดาดฟ้า กล่าวโดยสรุป ระยะห่าง ทิศทางของการแผ่คลื่น และโล่กำบังสัญญาณล้วนมีผลต่อการลดความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายในอาคารอันเนื่องจากสายอากาศที่อยู่บนชั้นดาดฟ้า ดังนั้น การรบกวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์จึงไม่เป็นประเด็น อันนี้ไม่ได้หมายความว่าผู้ใช้โทรศัพท์มือถือในอาคารไม่สามารถรับสัญญาณจากสายอากาศบนชั้นดาดฟ้าได้ แต่หมายถึงว่าสัญญาณที่รับได้ไม่มีความแรงพอที่จะก่อให้เกิดการรบกวน

5.9 ควรอนุญาตให้ติดตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใกล้โรงเรียน สถานรับเลี้ยงเด็ก โรงพยาบาล และบ้านพักคนชรา หรือไม่

สังคมทุกวันนี้ต้องพึ่งพาโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ทโฟน ที่สามารถทำงานได้ทุกหนทุกแห่ง รวมทั้งที่บ้าน สถานที่ทำงาน ร้านอาหาร โรงพยาบาล สถานรับเลี้ยงเด็ก และบ้านพักคนชรา เมื่อสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งอยู่ใกล้กับผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ กำลังส่งที่ต้องใช้เพื่อให้ตัวเครื่องและสถานีฐานสื่อสารกันได้ก็จะมีระดับต่ำ แต่ถ้าสถานีฐานตั้งอยู่ห่างไกลออกไป กำลังส่งที่ต้องใช้ก็จะสูงขึ้น และนั่นก็หมายถึงว่าระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าก็จะสูงขึ้นด้วย ดังนั้น เพื่อที่จะให้ตัวเครื่องรับสัญญาณได้ดีและเพื่อที่จะลดความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สถานีฐานต้องตั้งอยู่ใกล้กับผู้ใช้ โทรศัพท์เคลื่อนที่

สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้กำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าอ่อน ๆ ในย่านที่อยู่อาศัย และบริเวณอื่น ๆ ของชุมชน รวมทั้งโรงเรียน สถานรับเลี้ยงเด็ก โรงพยาบาล และบ้านพักคนชรา ความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าวต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานความปลอดภัยของ กสทช. จากการ

สำรวจสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานที่ทำโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (กระทรวงสาธารณสุข) และสำนักงาน กสทช. พบว่าระดับความแรงต่ำกว่าขีดจำกัดหลายร้อยหลายพันเท่า ความเห็นทางวิทยาศาสตร์ในระดับสากลส่วนใหญ่ (เสียงท่วมท้น) ระบุว่าไม่มีหลักฐานยืนยันหรือพิสูจน์ได้ว่า สนามแม่เหล็กไฟฟ้าอ่อน ๆ จากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงทางสุขภาพแก่ผู้ที่อยู่ใกล้สถานี เมื่อพิจารณาถึงเหตุผลที่กล่าวถึงข้างต้น การห้ามไม่ให้ตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ใกล้โรงเรียน สถานรับเลี้ยงเด็ก โรงพยาบาล และบ้านพักคนชรา จึงเป็นสิ่งที่ไม่สมเหตุสมผล

อย่างไรก็ตาม สำนักงาน กสทช. ตระหนักถึงความกังวลของประชาชนจึงได้บังคับให้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมที่ประสงค์จะตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำความเข้าใจกับประชาชน เพื่อว่าบริเวณที่เสนอตั้งสถานีฐานนั้นได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่ [27] การบังคับนี้เป็นขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการขอความเห็นชอบและออกใบอนุญาตสำหรับการตั้งสถานีฐาน

5.10 การอาศัยหรือการทำงานอยู่ชั้นบนสุดของอาคารที่มีสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ตั้งอยู่ปลอดภัยหรือไม่

สายอากาศของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ตั้งอยู่บนดาดฟ้าของอาคารเป็นสายอากาศแบบมีทิศทางและแผ่พลังงานความถี่วิทยุส่วนใหญ่ออกไปในแนวนอน (เอียงลงสู่พื้นดินเล็กน้อย) ส่วนพลังงานที่ถูกแผ่ออกในแนวดิ่ง (ด้านบนและด้านล่างของสายอากาศ) รวมทั้งพลังงานบางส่วนที่เคลื่อนที่ลงสู่ดาดฟ้าจะมีระดับต่ำกว่า โดยทั่วไปแล้วหลังคาของอาคารจะดูดกลืนพลังงานได้ระดับหนึ่ง ดังนั้นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานที่ทะลุผ่านลงไปสู่ชั้นบนสุดของอาคารจึงมีความแรงต่ำ ในบางกรณีความแรงต่ำมากจนไม่สามารถวัดค่าได้ [43]

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม สำนักงาน กสทช. ได้บังคับให้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมประเมินความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องส่งหรือสายอากาศที่ตั้งอยู่บนดาดฟ้าของอาคารเพื่อให้แน่ใจว่าระดับความแรงของสัญญาณภายในอาคารมีค่าไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 [27] ดังนั้นการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าวจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์

5.11 ทราบมาว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาส่งสัญญาณของสถานีฐานทำให้ผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้ ๆ มีอาการป่วยโดยไม่ทราบสาเหตุ เรื่องนี้เป็นความจริงหรือไม่ อยากให้สำนักงาน กสทช. ปรับลด ระดับขีดจำกัดการสัมผัสคลื่นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ชุมชนมากยิ่งขึ้น

สถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำงานโดยใช้กำลังส่งต่ำเมื่อเทียบกับกำลังส่งของสถานีวิทยุกระจายเสียงและสถานีวิทยุโทรทัศน์ การสำรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานโดยหน่วยงานต่าง ๆ ในหลายประเทศแสดงให้เห็นว่า ระดับความแรงของคลื่นในย่านที่อยู่อาศัยและพื้นที่อื่น ๆ ที่สาธารณชนเข้าถึงมีค่าต่ำมาก (โดยทั่วไปต่ำกว่ามาตรฐานสากลหลายพันเท่า) [44] เฉกเช่นระดับความแรงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีวิทยุกระจายเสียงและสถานีวิทยุโทรทัศน์ องค์การอนามัยโลกได้ติดตามงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและสรุปว่า

"Considering the very low exposure levels and research results collected to date, there is no convincing scientific evidence that the weak RF signals from base stations and wireless networks cause adverse health effects." [45]
เมื่อพิจารณาระดับการสัมผัสที่ต่ำมากและผลการวิจัยที่รวบรวมจนถึงตอนนี้ ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อได้ว่าสัญญาณความถี่วิทยุอ่อน ๆ จากสถานีฐานและโครงข่ายไร้สายก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์

อาการป่วยโดยไม่ทราบสาเหตุ เช่น ปวดหัว นอนไม่หลับ คลื่นไส้ อาเจียน หลงลืมบ่อย ๆ ฯลฯ เป็นส่วนหนึ่งของ “อาการไวเกินระดับปรกติเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า” ผู้คนจำนวนหนึ่งรวมทั้งบุคคลที่มีอาการป่วยดังกล่าวเชื่อว่าสภาวะสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์นี้เป็นผลมาจากการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนั้น จึงได้รวมตัวกันต่อต้านการติดตั้งสถานีฐานในย่านที่อยู่อาศัย หรือเรียกร้องให้ย้ายสถานีฐานรวมทั้งเสาส่งสัญญาณออกไปให้ห่างจากชุมชน นอกจากนั้น ยังได้เรียกร้องให้สำนักงาน กสทช. แก้ไขมาตรฐานความปลอดภัยโดยปรับลดขีดจำกัดให้ต่ำลงเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ชุมชนมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าอาการไวเกินระดับปรกติเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริง แต่ผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จนถึงทุกวันนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นว่าอาการดังกล่าวมีความเชื่อมโยงกับการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [16],[30]-[32]

ขีดจำกัดการสัมผัสคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม (กทช. มท. 5001-2550) ซึ่งประกาศบังคับใช้โดย กสทช. ได้ถูกนำมาจากข้อแนะนำสำหรับจำกัดการสัมผัสกับสนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการ International Commission on Non–Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) เมื่อ พ.ศ. 2552 คณะกรรมการ ICNIRP ได้ยืนยันความถูกต้องของข้อแนะนำเหล่านี้หลังจากที่ได้ศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ตีพิมพ์ในวารสารต่าง ๆ [19] คำยืนยันของ ICNIRP และผลจากการทบทวนวรรณกรรมโดยคณะผู้เชี่ยวชาญสากลหลายคณะ [13],[15],[21],[22] ซึ่งให้ข้อสรุปคล้ายกับ ICNIRP ได้สร้างความมั่นใจว่าจนถึงตอนนี้ยังไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือได้ว่าการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่ระดับต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานของ กสทช. ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแก่ประชากรกลุ่มหนึ่งกลุ่มใด ไม่ว่าเด็ก ผู้ใหญ่ สตรี บุคคลที่ตั้งครรภ์

หรือผู้สูงอายุ ดังนั้นการลดระดับขีดจำกัดให้ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในมาตรฐานจึงไม่มีความจำเป็น

5.12 เคยได้ยินมาว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ ดังเช่นที่แผ่ออกมาจากโทรศัพท์มือถือ มีผลต่อภาวะเจริญพันธุ์และการสืบพันธุ์ เรื่องนี้เป็นความจริงหรือไม่

ในหลายทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการทำวิจัยทั่วโลกเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ รวมทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่ หนึ่งในหัวข้อการวิจัยก็คือผลกระทบต่อภาวะเจริญพันธุ์และการสืบพันธุ์ เพื่อตอบคำถามที่ว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุสามารถทำให้เกิดการแท้งบุตรหรือเกิดความผิดปรกติของเด็กทารก และทำให้เป็นหมันหรืออสุจิไม่แข็งแรงได้หรือไม่

ผลการวิจัยกับสัตว์ทดลองพบว่า ความเป็นหมันชั่วคราวซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในจำนวนอสุจิและการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิมีความเป็นไปได้หากลูกอัณฑะสัมผัสกับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่มีระดับความแรงสูงเพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในอวัยวะดังกล่าวเพิ่มขึ้นประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส [13] นอกจากนั้นการสัมผัสพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุที่มีระดับความแรงสูงเพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้น 2-2.5 องศาเซลเซียสสามารถทำให้เกิดการแท้งทารกหรือเกิดความผิดปรกติของทารกได้ อย่างไรก็ตาม พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มีระดับต่ำเกินไปที่จะทำให้เกิดความร้อนระดับนี้ในร่างกาย จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิตอสุจิหรือมีผลต่อทารกในครรภ์ หลักฐานใหม่ ๆ ที่ได้จากการวิจัยก็สนับสนุนข้อสรุปนี้ [14], [16]

5.13 สนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีความแรงสูงที่บริเวณใกล้เสาส่งสัญญาณของสถานีฐานจริงหรือไม่ ควรอยู่ห่างจากเสาส่งสัญญาณเท่าไรจึงจะปลอดภัย

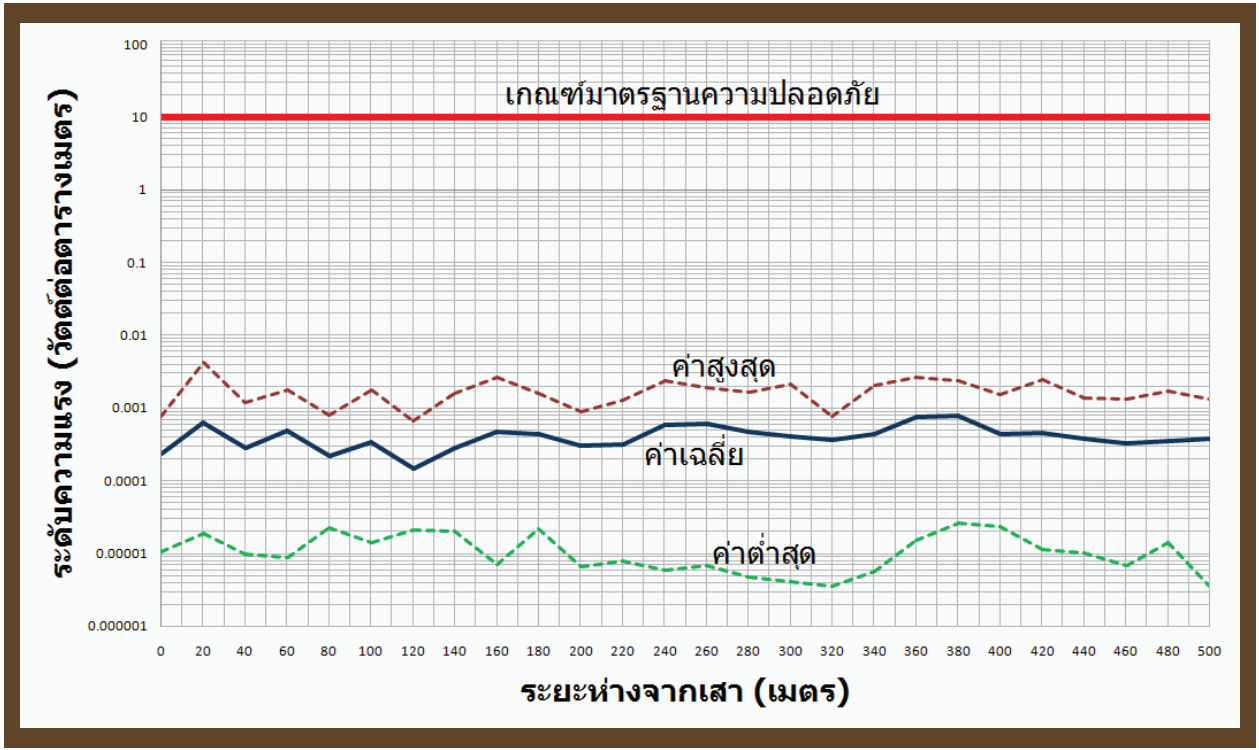
โดยทั่วไปสายอากาศที่ติดตั้งอยู่บนเสาของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นสายอากาศแบบมีทิศทางเพื่อให้กำลังที่แผ่ออกมีความเข้มข้นในบางทิศทางและเบาบางในทิศทางอื่น ๆ สำหรับสถานีฐานแบบแมโครเซลล์ กำลังที่แผ่ออกจากสายอากาศจะเข้มข้นอยู่ในลำคลื่นรูปกรวยลักษณะคล้ายพัดลม ซึ่งพุ่งไปในแนวนอน ลาดเอียงลงสู่พื้นดินเล็กน้อย (รูปที่ 9)

ลำคลื่นจากสายอากาศจะกระจายออกไปตามระยะทาง และมีแนวโน้มที่จะไปถึงพื้นดินที่ระยะห่างออกไปประมาณ 50 – 500 เมตร จากเสาสถานี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของเสา ระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตรงบริเวณที่ปลายลำคลื่นแตะพื้นดินมีค่าน้อยกว่าระดับความแรงตรงด้านหน้าใกล้สายอากาศ และสามารถประเมินหาค่าได้โดยการคำนวณ

ที่บริเวณใกล้ ๆ เสาสถานีจนถึงบริเวณที่ปลายลำคลื่นหลักแตะพื้นดิน สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากลำคลื่นย่อย (กลีบด้านข้างของลำคลื่นหลัก) ที่มีกำลังอ่อน ระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในบริเวณนี้จึงมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับตรงบริเวณปลายลำคลื่นหลัก กล่าวโดยสรุป สนามแม่เหล็กไฟฟ้าใกล้เสาส่งสัญญาณของสถานีฐานเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง โดยมีระดับความแรงต่ำ ๆ ตรงบริเวณใต้เสา และจะแกว่งขึ้น ๆ ลง ๆ จนถึงบริเวณที่ปลายลำคลื่นหลักแตะพื้นดิน (อาจจะเป็นระยะทางหลายร้อยเมตรจากเสา) จากนั้นระดับความแรงจะลดลงตามระยะทาง (รูปที่ 10)

ข้อแนะนำของ ICNIRP หรือมาตรฐานความปลอดภัยของ กสทช. ไม่ได้ระบุขีดจำกัดในเชิงระยะทางรอบ ๆ สถานที่ตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ เนื่องจากว่าระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต่ำกว่าขีดจำกัดสำหรับการ

ภาพแสดงการส่งสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ 6 หน้า



รูปที่ 10 ระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (วัดที่ระดับพื้นดิน) จากสายอากาศบนเสาของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (ย่านความถี่ 2100 เมกะเฮิรตซ์) ที่ได้จากการสำรวจสถานีฐานจำนวน 10 แห่งโดยสำนักงาน กสทช. เสาทุกต้นที่ตรวจวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสูง 45 เมตรจากพื้นดิน เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยคือขีดจำกัดความหนาแน่นกำลัง 10 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) สำหรับประชาชนทั่วไปตามที่ระบุไว้ในมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550

สัมผัสคลื่นหลายร้อยหลายพันเท่า ไม่มีบริเวณใดรอบ ๆ สถานีฐานที่ระดับการสัมผัสของประชาชนทั่วไปจะเข้าใกล้ขีดจำกัดที่ระบุไว้ในมาตรฐานความปลอดภัย ดังนั้น แนวคิดเรื่อง “ระยะห่างที่ปลอดภัย” จึงเป็นสิ่งที่ไม่มีนัยสำหรับบริบทนี้

5.14 เคยอ่านเจอว่าประชาชนที่อยู่ใกล้เสาส่งสัญญาณสถานีฐานในรัศมี 400 เมตร มีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการผิดปรกติ ขอทราบความเห็นในเรื่องนี้ว่าเป็นอย่างไร

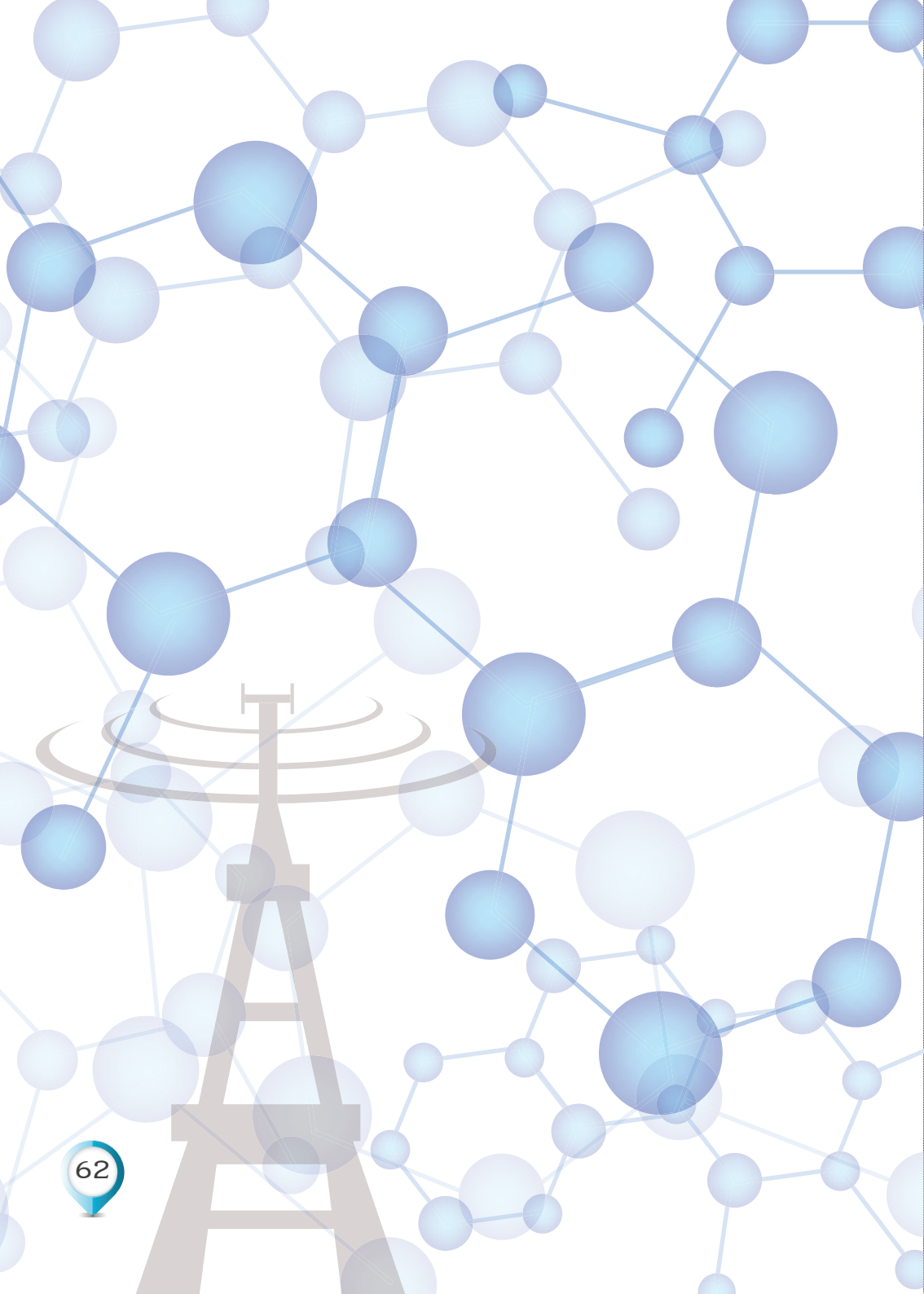
ผู้คนจำนวนหนึ่งมีความกังวลว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำให้เกิดอาการป่วยโดยไม่ทราบสาเหตุ จึงได้เรียกร้องให้ตั้งหรือย้ายสถานีฐานให้ห่างออกไปจากชุมชนอย่างน้อย 400 เมตร ความกังวลนี้อาจจะมาจากข้อมูลที่อ้างถึงผลการศึกษาเชิงระบาดวิทยาบางเรื่อง ซึ่งรายงานว่ากลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เสาของสถานีฐานภายในรัศมี 300-400 เมตร มีอาการป่วยเป็นโรคมะเร็ง อย่างไรก็ตาม การศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับสถานีฐานมีข้อบกพร่องในเรื่องของวิธีการซึ่งอาจจะเห็นไม่ชัดถ้าอ่านผ่าน ๆ ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาโดย Wolf and Wolf [46] ซึ่งรายงานกลุ่มผู้ป่วยโรคมะเร็ง 8 ราย ที่เจอในกลุ่มประชาชนจำนวน 622 คน ที่อาศัยอยู่ในรัศมี 350 เมตร ของสถานีฐานแห่งหนึ่ง การศึกษานี้ทำในช่วงเวลาสั้น ๆ (1-2 ปี) นับจากตอนที่กลุ่มประชาชนเริ่มสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าไปจนถึงตอนที่วินิจฉัยโรคมะเร็ง (การศึกษาเริ่มต้น 1 ปีหลังจากเปิดใช้สถานีฐาน) ซึ่งทำให้ผู้อ่านบทความเกิดความสงสัยถึงความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย เมื่อพิจารณาดูแล้วการศึกษาเรื่องนี้ไม่ได้ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์หรือน่าสนใจด้วยเหตุผลหลายอย่าง เช่น จำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งมีน้อย วิธีการที่ใช้ในการระบุผู้ป่วยไม่ชัดเจน และมีการวิเคราะห์แบบหยาบ ๆ [36] ดังนั้น ผลการวิจัยในเรื่องนี้จึงไม่ควรถูกนำไปเป็นข้อสรุปว่าการอยู่ใกล้สถานีฐานมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคมะเร็ง

ส่วนหนึ่งของความกังวลของผู้คนที่อาศัยอยู่ใกล้สถานีฐานอาจจะมาจากข้อมูลของการศึกษาโดย Santini และคณะ [47] ที่ใช้แบบสอบถามในการสำรวจอาการที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับการขอร้องให้กรอกข้อมูลอัตราความถี่ของการร้องเรียนในเรื่องอาการที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ข้อมูลที่ได้ถูกรวบรวมพร้อมกับข้อมูลระยะทางโดยประมาณจากที่อยู่อาศัยของผู้กรอกแบบสอบถามไปยังสถานีฐาน ผู้วิจัยได้ใช้ระยะทางเป็นตัวชี้วัดการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การศึกษาในลักษณะนี้อาจจะมีประโยชน์ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลกระทบได้รับการพิสูจน์แล้ว อย่างไรก็ตามการศึกษาของ Santini และคณะไม่ได้ทำเป็นแบบตาบอด (Blinded fashion) การใช้วิธีแบบตาบอดก็คือไม่ให้ผู้เข้าร่วมการศึกษา (ผู้เข้ารับการทดสอบ) หรือผู้วิจัยหรือทั้งสองฝ่ายรับรู้ว่าพวกเขาเหล่านั้นอยู่ในส่วนของการทดลองหรือในส่วนของการควบคุม นั่นก็คือผู้เข้าร่วมการศึกษาจะต้องอยู่ภายใต้สภาวะควบคุมซึ่งจะมีการปิด-เปิดแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยที่ไม่มีใครทราบ ยกเว้นผู้ที่จัดเกณฑ์วิธี (Protocol) อย่างไรก็ตามผู้ที่เข้าร่วมการศึกษาที่ทำโดย Santini และคณะนั้นทราบดีว่ามีสถานีฐานตั้งอยู่และมักจะตระหนักถึงข้อโต้แย้งเกี่ยวกับความปลอดภัยของเทคโนโลยี ดังนั้น การศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม ดังเช่นที่ทำโดย Santini และคณะ ไม่สามารถแยกแยะสาเหตุของอาการที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพออกจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ นั่นก็คือผลการศึกษาไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดอาการดังกล่าว

เป็นที่น่าสังเกตว่าระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่บริเวณใกล้กับเสาสถานีฐานไม่ได้ลดลงตามระยะทาง แต่อาจจะแกว่งขึ้นลงตามระยะทางจนถึงบริเวณที่ลำคลื่นหลักของสายอากาศแตะพื้นดิน จากนั้นความแรงจะลดลงตามระยะทาง (ข้อ 5.13) ดังนั้นผู้ที่อยู่ใกล้เสาสถานีฐานอาจจะสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความแรงต่ำกว่าความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ณ บริเวณที่ห่างออกไป 400 เมตรหรือมากกว่าก็ได้ เมื่อพิจารณาถึงข้อสังเกตนี้ การใช้ระยะ

ทางเป็นตัวชี้วัดระดับการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจึงเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง

ไม่ว่าระยะใกล้หรือไกลจากเสาสถานีฐาน ระดับความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ในข้อแนะนำของ ICNIRP หรือมาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 หลายร้อยหลายพันเท่า ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อถือได้ว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าระดับต่ำมาก ๆ จากสถานีฐานระบบโทรศัพท์มือถือก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ [45]



6. ประเด็นอื่นที่เกี่ยวข้อง

6.1 โทรศัพท์มือถือสามารถล่อฟ้าผ่าได้หรือไม่

โทรศัพท์มือถือมีปริมาณโลหะน้อยและในการใช้งานโดยทั่วไปตัวเครื่องโทรศัพท์จะอยู่ต่ำกว่าจุดสูงสุดของร่างกาย ดังนั้น จึงมีโอกาสน้อยมากที่จะเป็นตัวล่อฟ้าผ่า อย่างไรก็ตามการล่อฟ้าผ่าอาจมีความเป็นไปได้อยู่บ้างเมื่อโทรศัพท์มือถือถูกใช้งานเหนือศีรษะและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบในระหว่างพายุฝนฟ้าคะนอง เช่น กรณีที่ยกตัวเครื่องขึ้นสูงเพื่อถ่ายภาพในที่โล่ง

อนึ่งมีเรื่องเล่าต่อ ๆ กันมาว่าสายฟ้า (Thunderbolt) ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่มีปริมาณสูงมาก ๆ สามารถเดินทางผ่านคลื่นวิทยุที่ปล่อยออกมาจากโทรศัพท์มือถือและเข้าสู่ตัวเครื่องจนทำให้ผู้ใช้มือถือเกิดอาการกระตุกเหมือนโดนไฟฟ้าช็อต ข้อเท็จจริงก็คือคลื่นวิทยุไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นสายฟ้าจึงไม่สามารถเข้ามาถึงผู้ใช้โทรศัพท์มือถือได้ตราบใดที่ตัวเครื่องไม่ได้เชื่อมต่อเข้ากับเต้าเสียบผ่านเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่

6.2 โทรศัพท์มือถือสามารถก่อให้เกิดอันตรายที่สถานีบริการน้ำมันได้หรือไม่

มีเรื่องเล่าต่อ ๆ กันมาว่าสัญญาณจากโทรศัพท์มือถือสามารถจุดควันก๊าซและทำให้เกิดไฟไหม้หรือเกิดการระเบิดที่สถานีบริการน้ำมันได้ ข่าวลือและรายงานในเรื่องนี้อาจจะได้รับการเติมเชื้อโหมกระพือจากคำเตือนที่ติดอยู่ตามสถานีบริการน้ำมันหรือระบุไว้ในคู่มือสำหรับผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ ซึ่งบอกเป็นนัย ๆ ว่าไม่ควรใช้โทรศัพท์มือถือในบริเวณที่มีไอน้ำมันเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามรายงานเหล่านี้เป็นเรื่องของการคาดเดาและไม่ได้รับการยืนยันว่าเหตุการณ์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นจริง [48]

ประเด็นเกี่ยวกับโทรศัพท์มือถือและสถานีบริการน้ำมันนั้น มีการกล่าวอ้างอยู่ 2 อย่างคือ (ก) แบตเตอรี่ของเครื่องสามารถจุดประกายและจุดระเบิดควันก๊าซได้ และ (ข) พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาจากตัวเครื่องอาจจะจุด

ชนวนให้เกิดเพลิงหรือเกิดการระเบิดของควันก๊าซขึ้นได้ ความเป็นไปได้สำหรับข้อ (ข) นั้นสามารถตัดทิ้งได้ เพราะว่าโทรศัพท์มือถือทุกวันนี้ใช้กำลังส่งต่ำ ดังนั้นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาจึงไม่มีระดับความแรงเพียงพอที่จะเหนี่ยวนำให้เกิดการระเบิดควันก๊าซได้ ส่วนประเด็นที่ว่าประกายไฟฟ้าจากโทรศัพท์มือถือสามารถจุดระเบิดควันก๊าซได้หรือไม่นั้น ได้มีการทดสอบในห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา ในการทดสอบนั้นได้มีการเปิดปิดโทรศัพท์มือถือ ถอดแบตเตอรี่ออกและใส่คืนขณะที่ตัวเครื่องกำลังทำงาน และถอดแบตเตอรี่ออกและใส่คืนขณะที่ตัวเครื่องไม่ทำงาน ผลปรากฏว่าไม่มีการจุดระเบิดควันก๊าซในทุกกรณี กล่าวโดยสรุปคือไม่มีความเชื่อมโยงระหว่างโทรศัพท์มือถือกับไอน้ำมันเชื้อเพลิง

แม้ว่าภัยคุกคามจากโทรศัพท์มือถือในบริบทนี้เป็นเรื่องห่างไกลจากความเป็นจริง แต่ก็ยังมีแหล่งจุดระเบิดอื่น ๆ ที่สถานีบริการน้ำมัน เช่น รถยนต์และไฟฟ้าสถิต ดังนั้น ผู้ใช้โทรศัพท์มือถือจึงควรศึกษาคู่มือการใช้งานเพื่อดูข้อมูลด้านความปลอดภัยและควรปฏิบัติตามคำแนะนำหรือคำเตือนของสถานีบริการน้ำมัน

6.3 ทำไมสายการบินจึงห้ามผู้โดยสารใช้โทรศัพท์มือถือบนเครื่องบิน

ผู้ที่เดินทางโดยเครื่องบินจะไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด รวมทั้งคอมพิวเตอร์แล็ปท็อปและโทรศัพท์มือถือ ขณะที่เครื่องบินทะยานขึ้นหรือร่อนลงจอดที่สนามบิน เมื่อเครื่องบินบินที่ระดับสูงประมาณ 3 กม. จากพื้นดินหรือมากกว่า ผู้โดยสารจึงจะได้รับอนุญาตให้ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ ยกเว้นโทรศัพท์มือถือซึ่งถูกห้ามใช้งานตลอดเวลาที่เครื่องบินอยู่ในอากาศ สายการบินทุกสายในประเทศไทยและสายการบินต่างชาติส่วนใหญ่ก็ยังใช้กฎนี้อยู่

เหตุผลที่ห้ามใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดพกพาและโทรศัพท์มือถือก็เพราะว่าสัญญาณ/คลื่นวิทยุที่ปล่อยออกมาอาจรบกวนระบบอิเล็กทรอนิกส์

ที่ใช้บนเครื่องบินสำหรับการนำร่องและควบคุมการบิน [49] นอกจากนั้น การห้ามใช้โทรศัพท์มือถือบนเครื่องบินก็เพื่อป้องกันไม่ให้คลื่นวิทยุรบกวนเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่บนพื้นดิน [50]

เมื่อเร็ว ๆ นี้ องค์การบริหารการบินของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้คลายกฎการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดพกพาบนเครื่องบิน ขณะนี้สายการบินบางสายอนุญาตให้ใช้แท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนระหว่างที่เครื่องบินขึ้นและลงจอดที่สนามบินตราบเท่าที่อุปกรณ์ดังกล่าวตั้งอยู่ใน “โหมดเครื่องบิน” (Airplane mode) ซึ่งปิดการเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์ [49] นอกจากนั้น องค์การบริหารการบินและคณะกรรมการการสื่อสารของสหรัฐอเมริกากำลังพิจารณาอนุญาตให้ใช้โทรศัพท์มือถือติดต่อสื่อสารขณะที่เครื่องบินอยู่ในอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของสายการบินว่าหลังจากหารือกับผู้ใช้บริการแล้วจะอนุญาตให้มีบริการรับส่งข้อมูลข่าวสารและโทรศัพท์ขณะที่เครื่องบินอยู่ในอากาศหรือไม่ [50],[51]

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีรายงานผลการศึกษาบางเรื่องที่ระบุว่าสัญญาณโทรศัพท์มือถือไม่มีผลต่อระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้บนเครื่องบิน ผู้โดยสารทุกคนควรปฏิบัติตามกฎของสายการบินและให้ความร่วมมือโดยการปิดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดพกพาและโทรศัพท์มือถือขณะที่เครื่องบินทะยานขึ้นหรือลงจอด เพราะถือว่าเป็นช่วงที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

6.4 เคยเห็นคลิปวีดีโอสาธิตการใช้โทรศัพท์มือถือทำให้ไข่ไก่สุกและทำให้เมล็ดข้าวโพดกลายเป็น ข้าวโพดคั่วหรือป๊อปคอร์น เป็นเรื่องน่าเชื่อถือหรือไม่

เป็นไปไม่ได้ที่จะใช้โทรศัพท์มือถือทำให้ไข่ไก่สุกหรือทำให้เมล็ดข้าวโพดกลายเป็นป๊อปคอร์น เพราะว่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่โทรศัพท์มือถือปล่อยออกมานั้นมีระดับความแรงไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความร้อนมากมายในวัสดุชีวภาพ อย่างเช่นไข่ไก่และเมล็ดข้าวโพด แม้คลิปวิดีโอเหล่านี้จะแสดงให้เห็นถึง

ความน่าอัศจรรย์ แต่ก็มีการพิจารณาในเวลาต่อมาว่าเป็นเรื่องของการหลอกลวง

6.5 ควรเลี่ยงใช้โทรศัพท์มือถือในรถยนต์ ตู้รถไฟ และลิฟท์ หรือไม่

เมื่อไม่นานมานี้ มีการแชร์ข้อความผ่านสื่อสังคมออนไลน์เป็นคำเตือนว่า ควรเลี่ยงใช้โทรศัพท์มือถือในรถยนต์ ตู้รถไฟ และลิฟท์ เพราะโลหะรอบด้านทำหน้าที่เป็นกรงฟาราเดย์ (Faraday cage) ทำให้สัญญาณหรือพลังงานความถี่วิทยุที่แผ่ออกมาจากโทรศัพท์มือถือสะท้อนผิวโลหะกระเด็นกระดอนอยู่ในกรงหรือพื้นที่ปิดล้อม (Enclosed area) และมาเข้าตัวผู้ใช้โทรศัพท์มือถือมากขึ้น

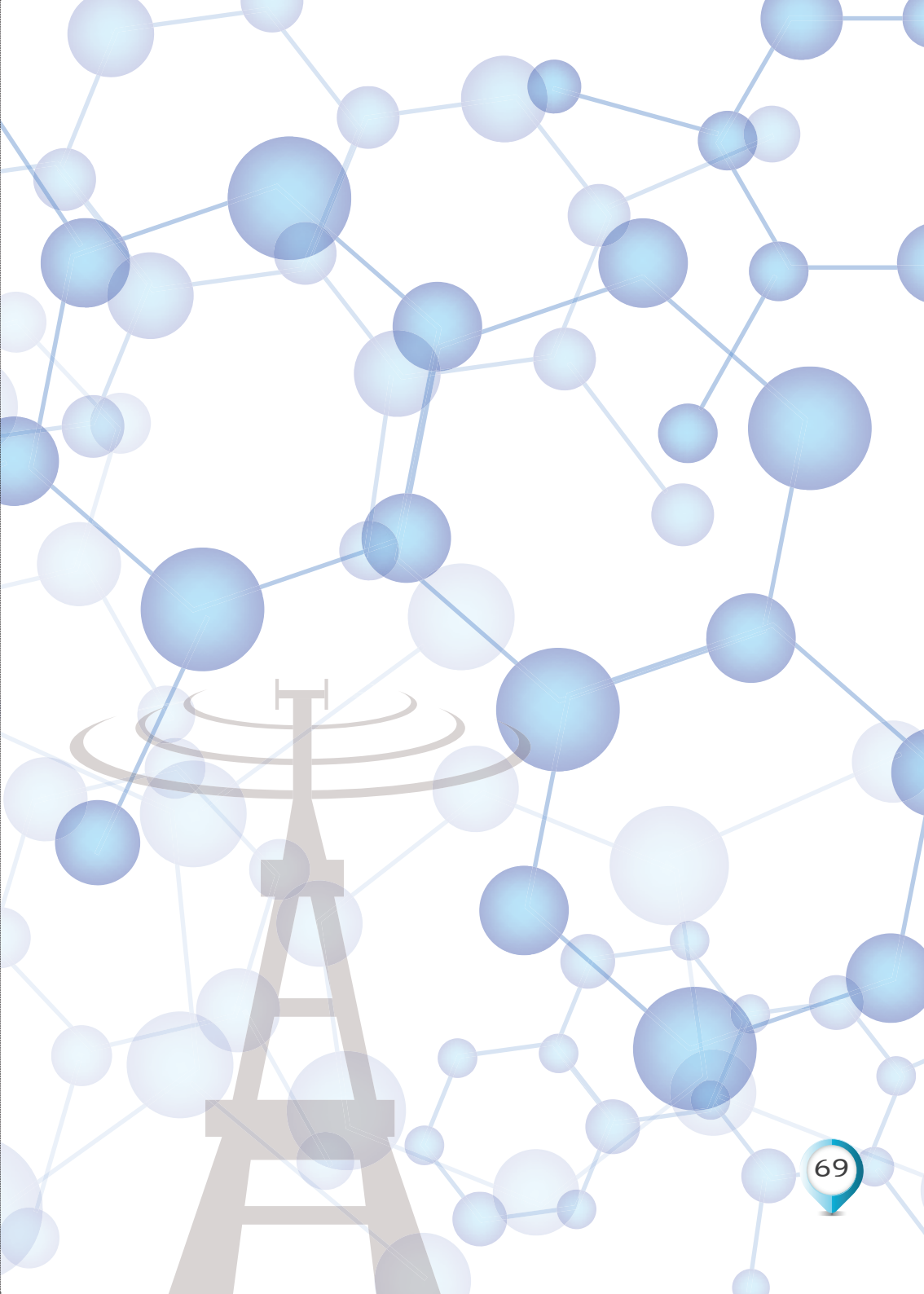
ในความเป็นจริง พลังงานที่ปล่อยออกมาจากโทรศัพท์มือถือไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ในพื้นที่ปิดล้อมหรือกระดอนออกจากพื้นผิวสะท้อนเท่านั้น พลังงานบางส่วนเดินทางออกไปสู่ภายนอกเพื่อการสื่อสารกับสถานีฐานระบบโทรศัพท์มือถือ และบางส่วนถูกดูดกลืนภายในพื้นที่ปิดล้อมโดยที่นั่งและน้ำยาเคลือบผนัง ฯลฯ นอกจากนั้นพลังงานที่สะท้อนจากผิวของพื้นที่ปิดล้อมจะมีความแรงลดลงอย่างรวดเร็วตามระยะทาง คำถามก็คือระดับการสัมผัสกับสัญญาณหรือพลังงานความถี่วิทยุในพื้นที่ปิดล้อมดังกล่าวจะเกินขีดจำกัดที่ระบุไว้ในข้อแนะนำของ ICNIRP หรือมาตรฐานความปลอดภัย กทช. มท. 5001-2550 หรือไม่

ขีดจำกัดการสัมผัสกับพลังงานความถี่วิทยุมีอยู่ 2 ประเภท คือ (ก) ขีดจำกัดพื้นฐาน (Basic restrictions) ซึ่งถูกแสดงอยู่ในแง่ของอัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific Absorption Rate หรือ SAR) และ (ข) ระดับอ้างอิง (Reference level) ซึ่งที่ความถี่โทรศัพท์มือถือมักจะถูกแสดงอยู่ในแง่ของความหนาแน่นกำลัง (Power density) [10],[13] ขีดจำกัดพื้นฐานมีกำเนิดมาจากระดับการสัมผัสที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ได้รับการยืนยันและพิสูจน์แล้ว ขีดจำกัดนี้มีปัจจัยความปลอดภัยรวมอยู่ในตัว ส่วนระดับอ้างอิงซึ่งมีกำเนิดมาจากขีดจำกัดพื้นฐานมีไว้สำหรับเปรียบเทียบกับค่าความแรงของสนาม

แม่เหล็กไฟฟ้าหรือความหนาแน่นกำลังที่วัดได้ ถ้าค่าที่วัดได้เกินระดับอ้างอิง ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องหมายถึงว่าระดับการสัมผัสเกินขีดจำกัดพื้นฐาน สำหรับการศึกษาเพื่อประเมินหาระดับการสัมผัสกับพลังงานความถี่วิทยุในพื้นที่ปิดล้อมนั้น การหาค่า SAR ทั่วร่างกายของบุคคลที่รับสัมผัสจะมีความเหมาะสมกว่าการหาค่าความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในพื้นที่ปิดล้อม

มีการศึกษาทางทฤษฎีเรื่องหนึ่งซึ่งได้ประเมินหาระดับการสัมผัสกับพลังงานความถี่วิทยุจากโทรศัพท์มือถือในพื้นที่ปิดล้อม [52] ในการประเมินระดับการสัมผัสดังกล่าว ผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด คือให้โทรศัพท์มือถือทุกเครื่องแผ่พลังงานสูงสุดออกจากเครื่องพร้อม ๆ กันในตู้รถไฟ (ขนาด 3 ม. x 5 ม. x 20 ม.) ในลิฟท์ (ขนาด 2.5 ม. x 2.5 ม. x 2.5 ม.) และ ในรถยนต์ (ขนาด 1.5 ม x 1.5ม x 2.0ม.) ผลการศึกษาพบว่าต้องใช้โทรศัพท์มือถือทำงานพร้อม ๆ กันอย่างน้อย 670 เครื่องในตู้รถไฟ 130 เครื่องในลิฟท์ และ 30 เครื่องในรถยนต์ จึงจะทำให้ระดับการสัมผัสเกินขีดจำกัดพื้นฐาน สถานการณ์แบบนี้ไม่น่าจะเป็นไปได้และไม่น่าจะเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวัน เพราะโดยทั่วไปตู้รถไฟ ลิฟท์ และรถยนต์ไม่มีความจุสำหรับจำนวนผู้โดยสาร (ผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ) มากขนาดนั้น และมีโอกาสน้อยที่ผู้โดยสารจะใช้โทรศัพท์มือถือพร้อม ๆ กัน

เมื่อพิจารณาถึงข้อเท็จจริงที่กล่าวถึงข้างต้น ไม่มีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนคำเตือนให้เลี่ยงใช้โทรศัพท์ มือถือในรถยนต์ ในตู้รถไฟ และในลิฟท์



• อภิธานศัพท์ •

สนามไฟฟ้า (Electric field)	องค์ประกอบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างแรงดันไฟฟ้า ระหว่างจุดสองจุดในที่ว่าง คำศัพท์นี้ยังหมายถึงปริมาณเวกเตอร์ ณ จุดใด ๆ ในบริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า ที่ซึ่งขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าทดสอบถูกกำหนดขึ้น
ความแรงของสนามไฟฟ้า (Electric field strength)	ขนาดของเวกเตอร์สนามไฟฟ้า มีหน่วยวัดเป็นโวลต์ต่อเมตร (V/m)
สนามแม่เหล็ก (Magnetic field)	องค์ประกอบของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ (กระแสไฟฟ้า) คำศัพท์นี้ยังหมายถึงปริมาณเวกเตอร์ ณ จุดใด ๆ ในบริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ ที่ซึ่งขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ทดสอบถูกกำหนดขึ้น
ความแรงของสนามแม่เหล็ก (Magnetic field strength)	ขนาดของเวกเตอร์สนามแม่เหล็กมีหน่วยวัดเป็นแอมแปร์ต่อเมตร (A/m)
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field)	สนามทางกายภาพที่ถูกสร้างให้เกิดขึ้นโดยวัตถุที่มีประจุไฟฟ้า

พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy)	พลังงานที่ถูกเก็บไว้ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic wave)	คลื่นที่อธิบายลักษณะโดยการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก
การแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic radiation)	รูปแบบของพลังงาน (ที่ปล่อยออกมาจากวัตถุที่มีประจุไฟฟ้ากระแสสลับ) ที่แสดงพฤติกรรมเหมือนคลื่นขณะเดินทางผ่านพื้นที่ว่าง
กำลังแผ่ประสิทธิผลแบบไอโซทรอปิก (Effective isotropically radiated power)	ปริมาณของกำลังที่สายอากาศแบบรอบทิศทางเชิงทฤษฎี (ซึ่งกระจายกำลังเท่า ๆ กันในทุกทิศทาง) จะปล่อยออกมาเพื่อให้เกิดความหนาแน่นกำลังยอด (Peak power density) ในทิศทางของอัตราขยายสูงสุดของสายอากาศ ในเชิงการคำนวณ คำศัพท์นี้หมายถึงผลคูณระหว่างอัตราขยายของสายอากาศส่งคลื่นกับกำลังสุทธิที่สายอากาศได้รับจากเครื่องส่งสัญญาณ
ความหนาแน่นกำลัง (Power density)	อัตราการไหลของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ โดยทั่วไปมีหน่วยวัดเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

สายอากาศ (Antenna)	ส่วนหนึ่งของระบบการส่งหรือระบบการรับสัญญาณวิทยุ ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อแผ่หรือรับพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า
ความถี่ (Frequency)	จำนวนรอบในการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด (ความสูง) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในหนึ่งวินาที มีหน่วยวัดเป็นเฮิรตซ์ (Hz)
ความถี่วิทยุ (Radiofrequency)	ความถี่ในส่วนของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีประโยชน์สำหรับการส่งคลื่นวิทยุ กล่าวคือย่านความถี่จาก 3 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) ถึง 300 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)
บริเวณสนามใกล้ (Near-field region)	ปริมาตรของพื้นที่ใกล้กับสายอากาศหรือโครงสร้างแผ่คลื่นชนิดอื่น ๆ ในที่ซึ่งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กไม่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นคลื่นระนาบมากนัก แต่จะเปลี่ยนแปลงอย่างมากจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
บริเวณสนามไกล (Far-field region)	พื้นที่เกินขอบเขตจินตนาการรอบสายอากาศ ขอบเขตจินตนาการบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้นที่การกระจายสนามเชิงมุม (Angular field distribution) ไม่ขึ้นอยู่กับระยะทางจากสายอากาศ ในบริเวณนี้สนามมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นคลื่นระนาบ

คลื่นระนาบ (Plane wave)	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อธิบายลักษณะโดยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่มีแนวทิศเป็นมุมฉากร่วมกัน นอกจากนั้นสนามทั้งสองยังสัมพันธ์กันด้วยค่าคงตัวและตั้งฉากกับทิศทางของการแพร่กระจายคลื่น
รังสี (Radiation)	พลังงานที่มาจากแหล่งกำเนิดและเดินทางผ่านที่ว่าง และอาจจะสามารถทะลุทะลวงผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้
ขีดจำกัดพื้นฐาน (Basic restrictions)	ปริมาณไฟฟ้าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ภายในร่างกายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์จากการสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกร่างกาย ผลกระทบต่อสุขภาพนั้นต้องได้รับการยืนยันหรือพิสูจน์แล้วในทางวิทยาศาสตร์
ระดับอ้างอิง (Reference level)	ระดับความแรงของสนามไฟฟ้า ระดับความแรงของสนามแม่เหล็ก และระดับความหนาแน่นกำลัง ที่หาค่ามาจากขีดจำกัดพื้นฐานสำหรับสภาวะการสัมผัสที่เลวร้ายที่สุด ระดับอ้างอิงนี้สามารถวัดค่าได้ง่ายและสามารถใช้ในการตรวจสอบว่าระดับการสัมผัส (Exposure level) เกินขีดจำกัดพื้นฐานหรือไม่

อัตราการดูดกลืนพลังงานจำเพาะ (Specific absorption rate หรือ SAR)	ตัวชี้วัดอัตราที่พลังงานถูกดูดกลืนโดยร่างกาย (หรือปริมาตรเนื้อเยื่อ) เมื่อสัมผัสกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ ค่า SAR มีหน่วยวัดเป็นวัตต์ต่อกิโลกรัม (W/kg) และสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างความนำไฟฟ้าของเนื้อเยื่อ (หน่วยวัด S/m) กับความแรงของสนามไฟฟ้าที่ถูกเหนี่ยวนำในเนื้อเยื่อยกกำลังสอง (หน่วยวัด V^2/m^2) หารด้วยความหนาแน่นมวลของเนื้อเยื่อ (หน่วยวัด kg/m^3)
ความปลอดภัย (Safety)	สภาวะที่ปราศจากผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์จากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ ผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ต้องได้รับการยืนยันหรือพิสูจน์แล้วในทางวิทยาศาสตร์
ผลกระทบเชิงอุณหภูมิ (Thermal effect)	ผลกระทบทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจากความร้อนในร่างกายทั้งตัวหรือบางส่วนอันเนื่องมาจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ ทั้งนี้อุณหภูมิ (ความร้อน) ที่เพิ่มขึ้นมีระดับเพียงพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสรีรวิทยา

ผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงอุณหภูมิ (Non-thermal effect)

ผลกระทบทางชีววิทยาที่เกิดจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ แต่ไม่ได้เป็นผลมาจากความร้อนในเนื้อเยื่อ

ผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์ (Adverse health effect)

ผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของบุคคลเนื่องจากการสัมผัสสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ

หมายเหตุ ผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ไม่รวมถึง (1) ผลกระทบทางชีวภาพที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือ (2) การเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกส่วนตัวเกี่ยวกับความเป็นอยู่ อันเนื่องมาจากความวิตกกังวลเกี่ยวกับผลกระทบที่เป็นไปได้หรือผลกระทบต่อสุขภาพที่นึกเอาเอง หรือผลกระทบของโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปล่อยคลื่นวิทยุ หรือ (3) ผลกระทบทางอ้อมที่เกิดจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้ากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

การไหลของแคลเซียมไอออน (Calcium ion efflux)

การปล่อยแคลเซียมไอออนจากสารตัวอย่างทางชีววิทยา (เช่นเนื้อเยื่อหรือเซลล์) ไปสู่สารละลายแวดล้อม

ทำนบระหว่างเลือด–สมอง (Blood–brain barrier)	ทำนบที่อยู่ระหว่างเลือดและน้ำหล่อสมองไขสันหลัง (Cerebrospinal fluid) ซึ่งป้องกันไม่ให้สารต่าง ๆ จากกระแสเลือดซึมผ่านไปยังสมอง
เมลาโทนิน (Melatonin)	ฮอร์โมนที่สังเคราะห์โดยต่อมไพเนียล (Pineal gland) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสมองส่วนกลาง ฮอร์โมนนี้ช่วยกระตุ้นการปรับเปลี่ยนระบบนาฬิกาของร่างกาย และเกี่ยวข้องเกี่ยวกับการควบคุมการนอนหลับ อารมณ์ การเข้าสู่วัยแรกรุ่น และรอบรังไข่
ดีเอ็นเอ (DNA: Deoxyribonucleic acid) สารพันธุกรรม ซึ่งเป็นกรดนิวคลีอิก (Nucleic acid)	ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สารพันธุกรรมนี้ส่วนใหญ่อยู่ในนิวเคลียสภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
ยีน (Gene)	หน่วยพันธุกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของดีเอ็นเอที่ทำหน้าที่เป็นหน่วยพื้นฐานของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม
การแสดงออกของยีน (Gene expression)	กระบวนการโดยที่ข้อมูลจากยีนถูกใช้ในการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ยีนซึ่งโดยทั่วไปเป็นโปรตีน

• สถานที่ติดต่อสอบถามและช่องทางร้องเรียน •

(ก) ด้านการร้องเรียนและคุ้มครองผู้บริโภค ติดต่อสอบถามและยื่นเรื่องร้องเรียนได้ที่

สำนักรับเรื่องร้องเรียนและคุ้มครองผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม
สำนักงาน กสทช.
เลขที่ 404 อาคาร พหลโยธินเซ็นเตอร์ ชั้น 2 ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2634 6000 โทรสาร 0 2279 0251 (Call center) 1200
อีเมล์: tcp.service@nbtc.go.th
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th

(ข) ด้านการกำกับดูแลความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม (รวมทั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่) สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักการอนุญาตและกำกับวิทยุคมนาคม
สำนักงาน กสทช.
เลขที่ 87 อาคาร 2 ชั้น 1 ถ.พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม)
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151 - 60 ต่อ 563 และ 564
โทรสาร 0 2272 6889
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th

(ค) ด้านมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
สำนักงาน กสทช.

เลขที่ 87 อาคาร 3 ชั้น 1 ถ.พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม)
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151 – 60 ต่อ 654
โทรสาร 0 2271 3518
อีเมล์: standard@nbtc.go.th
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th

(ง) ด้านการตรวจสอบและติดตามการใช้ความถี่ สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักแผนและวิศวกรรมการตรวจสอบ
สำนักงาน กสทช.
เลขที่ 87 อาคาร 3 ชั้น 1 ถ.พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม)
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2279 0721, 0 2271 0151 – 60 ต่อ 666
โทรสาร 0 2272 6981
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th

(จ) ด้านสุขภาพและความปลอดภัย สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
เลขที่ 88/21 อาคาร 5 ชั้น 6 ถนนติวานนท์ ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง
จ.นนทบุรี 11000
โทรศัพท์ 0 2590 3000 และ 0 2591 8172 – 3
ศูนย์รับเรื่องร้องเรียน กรมควบคุมโรค (Call center) 1422
เว็บไซต์: www.ddc.moph.go.th

• ใครเป็นผู้เขียนคำถามและคำตอบในเอกสารฉบับนี้ •

ดร.อาจณรงค์ ฐานสันโดษ ที่ปรึกษาทางวิชาการ สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม สำนักงาน กสทช. และ Scientist Emeritus, Health Canada (นักวิทยาศาสตร์กิตติคุณ กระทรวงสาธารณสุขแคนาดา), Former Research Scientist and Chief, Electromagnetics Division, Consumer and Clinical Radiation Protection Bureau, Health Canada (อดีตนักวิทยาศาสตร์วิจัยและหัวหน้าแผนกอิเล็คโตรแมคเนติกส์ สำนักป้องกันรังสีในส่วนของผู้บริโภคและคลินิก กระทรวงสาธารณสุขแคนาดา) และอดีตรองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้เขียนต้นฉบับของเอกสารเล่มนี้ คณะผู้จัดทำเอกสารดังรายนามในหน้าที่ 80 ได้ช่วยกันปรับปรุงต้นฉบับและรูปภาพประกอบคำอธิบาย โดยมีคณะผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบด้วยแพทย์ นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร ดังรายนามในหน้าที่ 81 เป็นผู้อ่านตรวจทานและให้ความเห็นในเบื้องต้น นอกจากนั้นสำนักงาน กสทช. ยังได้เชิญองค์กรทางวิศวกรรมพร้อมด้วยหน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุข ดังรายชื่อในหน้าที่ 82 ร่วมให้ความเห็นด้านสุขภาพและความปลอดภัย เพื่อให้เนื้อหาในเอกสารถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

• คณะผู้จัดทำเอกสาร •

1. นางนุสรา หนาแน่น / ผู้อำนวยการ / ประธานคณะผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
2. นายอดิเรก ลักษณะ / พนักงานปฏิบัติการระดับสูง / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
3. นายดุษฎี ปราชญานุพร / พนักงานปฏิบัติการระดับกลาง / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
4. นายณัฐจักร์ ปทุมลักษณ์ / พนักงานปฏิบัติการระดับต้น / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
5. นายธีระ จงสมชัย / พนักงานปฏิบัติการระดับต้น / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
6. นายภัณณิพงศ์ ติณณธรางค์กูล / พนักงานปฏิบัติการระดับต้น / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
7. นายภาคย์ เมืองงาม / พนักงานจ้างเหมาบริการ / ผู้จัดทำ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.
8. นายบวร มากนาคา / พนักงานปฏิบัติการระดับสูง / ผู้จัดทำและเลขานุการ
   สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
   สำนักงาน กสทช.

• คณะผู้เชี่ยวชาญ •

1. นายองอาจ เรืองรุ่งโสม
   ผู้เชี่ยวชาญพิเศษ
   สำนักงาน กสทช.
2. นายแพทย์พิบูล อิสสระพันธุ์
   รองผู้อำนวยการ
   สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
   กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
3. นางสาวลัดดา ธรรมการัณย์
   นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
   สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
   กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
4. นายวงศกร อังคะคำมูล
   นักวิชาการสาธารณสุข
   สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
   กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
5. นายพรเทพ จันทร์คุณาภาส
   นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
   สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์
   กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
6. นางสาวอริณญา พงศธรพิศุทธิ์
   นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
   สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์
   กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

• หน่วยงานที่ให้ความเห็นเพิ่มเติม •

1. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. สภาวิศวกร
3. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กระทรวงสาธารณสุข
4. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
5. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
6. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
7. แพทยสภา

• กิตติกรรมประกาศ •

คณะผู้จัดทำเอกสารขอขอบคุณผู้ที่มีรายนามตามข้างล่างนี้ที่ช่วยพิมพ์และปรับปรุงเอกสารต้นฉบับระหว่างฝึกงานที่สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม สำนักงาน กสทช.

1. น.ส.พิมพิชญา ทัพอินพรหม
   นิสิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
   จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นายศุภจุฑา กิตติภูริวงศ์
   นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
3. นายศาตนนท์ จันทร์สว่าง
   นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
4. นายธนภณ มานะสกุล
   นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
5. นายปิยะพงษ์ เกษมสุขเจริญชัย
   นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
6. นายศราวุธ จันดำ
   นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

• เอกสารอ้างอิง •

[1] Stutzman, W.L., and Thiele, G.A., Antenna Theory and Design, 3rd edition, New York, John Wiley & Sons, 2013.

[2] Jordan, E.C., and Balmain, K.G., Electromagnetic Waves and Radiating Systems, 2nd edition, New York, Prentice-Hall, 1985.

[3] สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553
Website: http://www.nbtc.go.th/wps/portal/NTC/Law/TelecomBroadcastLaw/AnAct

[4] Health Physics Society, What Is Radiation?
Website: http://hps.org/publicinformation/ate/faqs/whatisradiation.html

[5] World Health Organization, Ionizing Radiation.
Website: www.who.int/ionizing_radiation/about/what_is_ir/en/

[6] Repacholi, M.H., “Non-Ionizing radiation.” In Proceedings of 2nd International Non-Ionizing Radiation Workshop, Ed. M.W. Greene, UBC Press, Vancouver, pp. 3-13, 1992.

[7] International Labour Organization. Safety in the Use of Radiofrequency Dielectric Heaters and Sealers. Geneva, International Labour Office, 1998.
Website: www.ilo.org/safework/info/publications/WCMS_107796/lang--en/index.htm

[8] The U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency. Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use.
Website: www.mhra.gov.uk/home/groups/dts-iac/documents/publication/con2033065.pdf

[9] The U.S. Food and Drug Administration (FDA). FDA Public Health Notification: Diathermy Interactions with Implanted Leads and Implanted Systems with Leads.
Website: www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/PublicHealthNotifications/ucm062167.htm

[10] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)," Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522, 1998.
Website: www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf

[11] World Health Organization, Definition of Health.
Website: www.who.int/about/definition/en/print.html

[12] World Health Organization. Electromagnetic Fields (300 Hz to 300 GHz). Environmental Health Criteria 137, Geneva, Switzerland, World Health Organization, 1993.
Website: www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc137.htm

[13] Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). IEEE C95. 1-2005 Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. New York, USA, IEEE, 2006.

Website: http://standards.ieee.org/getieee/C95/download/C95.1-2005.pdf

[14] Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR). Health effects from radiofrequency electromagnetic fields. Report of an Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation. Docs NRPB 14(2), Chilton, National Radiological Protection Board, UK, 2003.
Website: www.gencat.cat/mediamb/sosten/telf/pdf/steward.pdf

[15] Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR). Health effects from radiofrequency electromagnetic fields. Report of an Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation. Doc HPA, RCE-20, Chilton, Health Protection Agency, UK, 2012.
Website: www.ices-emfsafety.org/documents/publications/AGNIR_report_2012.pdf

[16] The Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), the Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER) and the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). European Commission, DG Health and Food Safety, Directorate C: Public Health, 2015.
Website: http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf

[17] Osepchuk, JM., "Environmental Standards: the new concept and key to international harmonization of safety standards for the safe use of electromagnetic energy." International Symposium on Technology and Society, Worcester, MA, USA, pp. 165–173, 2004.

Website: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=9191

[18] สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม กทช. มท. 5001 – 2550 “ขีดจำกัดและวิธีการวัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของมนุษย์ ในย่านความถี่วิทยุ 9 kHz – 300 GHz”
Website: http://standard.nbtc.go.th/images/file/a.pdf

[19] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), ICNIRP Statement on the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz),” Health Physics, Vol. 97, No. 3, pp. 257-258, 2009.
Website: www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPStatementEMF.pdf

[20] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). Review of the Scientific Evidence and Health Consequences. Munich, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 2009.
Website: www.icnirp.org/en/publications/article/hf-review-2009.html

[21] The Royal Society of Canada. A Review of Safety Code 6 (2013): Health Canada’s Safety Limits for Exposure to Radiofrequency Fields. An Expert Panel Report prepared at the request of the Royal Society of Canada for Health Canada. Ottawa, the Royal Society of Canada, 2014.
Website: https://rsc-src.ca/sites/default/files/pdf/SC6_Report_Formatted_1.pdf

[22] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). Review of Radiofrequency Health Effects Research – Scientific Literature 2000 – 2012. Report by the ARPANSA Radiofrequency Expert Panel, ARPANSA Technical Report No. 164, ISSN 0157-1400. Yallambie, Australia, 2014.
Website: www.arpansa.gov.au/pubs/technicalreports/tr164.pdf

[23] พระราชบัญญัติ วิทยุคมนาคม พ.ศ. 2498
Website: www.nbtc.go.th/wps/portal/NTC/Law/TelecomBroadcastLaw/AnAct

[24] Cellular network - Wikipedia, the free encyclopedia.
Website: http://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_network

[25] JPL's Wireless Communication Reference Website. Principles of cellular frequency reuse.
Website: www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr04/cellplan/reuse.htm

[26] Macrocell - Wikipedia, the free encyclopedia
Website: http://en.wikipedia.org/wiki/Macrocell

[27] ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2550 เรื่องหลักเกณฑ์และมาตรการกำกับ ดูแลความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม
Website: http://standard.nbtc.go.th/images/file/b.pdf

[28] Manatrakul, N., Thansandote, A., Chancunapas, P., Gajda, G., Lemay, E., and McNamee, J.P., "Measurements of ground-level emissions from mobile phone base stations in Bangkok using a low-cost RF field measurement system." Asian Journal of Radiology, Vol. 11, pp. 181-188, 2005.

[29] Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE). IEEE Std C95.3 - 2002 (R2008) Recommended Practice for Measurements and Computations of Radio Frequency Electromagnetic Fields With Respect to Human Exposure to Such Fields,100 kHz-300 GHz. New York, USA, IEEE, 2003.
Website: http://standards.ieee.org/about/get/index.html

[30] World Health Organization, Electromagnetic fields and Public Health: Electromagnetic Hypersensitivity. Backgrounder (December 2005).
Website: www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/

[31] Rubin, G.J., Hahn, G., Everitt, B.S., Cleare, A.J., and Wessely, S., "Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study." British Medical Journal, vol. 332, pp. 886–891, 2006.
Website: www.bmj.com/content/332/7546/886.full.pdf+html

[32] Hietanen, M., Hämäläinen, A.M., and Husman, T., "Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: no causal link." Bioelectromagnetics,vol. 23, pp. 264-270,2002.

[33] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Health Effects of Exposure to EMF. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General, 2009.
Website: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_022.pdf

[34] World Health Organization, Electromagnetic fields and Public Health: Mobile Phones. Fact sheet N°193, Reviewed October 2014.
Website: www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/

[35] International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: List of Classifications.
Website: http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/

[36] International Agency for Research on Cancer (IARC). Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102. Lyon, France, 2011.
Website: http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf

[37] Government of Canada. A Framework for the Application of Precaution in Science-Based Decision Making about Risk. ISBN 0-662-67486-3, Cat. no. CP22-70/2003. Website:
www.pco-bcp.gc.ca/docs/information/publications/precaution/Precaution-eng.pdf

[38] Dolan, M., and Rowley, J., "The precautionary principle in the context of mobile phone and base station radiofrequency exposures." Environmental Health Perspectives, vol. 117, pp. 1329-1332, 2009.
Website: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2737005/

[39] Health Canada. It's Your Health: Safety of Cell Phones and Cell Phone Towers. Updated in October 2011.
Website: www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgapcr/pdf/iyh-vsv/prod/cell-eng.pdf

[40] Bassen, H.I., "RF interference (RFI) of medical devices by mobile communications transmitters." In Mobile Communications Safety, Eds. Kuster, N., Balzano, Q., and Lin, J.C., Chapman & Hall, London, pp. 65-94, 1997.

[41] Federal Communications Commission, Questions and Answers about Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields. OET Bulletin 56, 4th edition, August 1999. Website: http://transition.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet56/oet56e4.pdf

[42] The U.S. Food and Drug Administration (FDA). Interference with Pacemakers and Other Medical Devices. Website: www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/HomeBusinessandEntertainment/CellPhones/ucm116311.htm

[43] The Mobile Carriers Forum (MCF), Australian Mobile Telecommunications Association. Antennas on Roof Tops. MCF Fact Sheets. Website: www.mcf.amta.org.au/pages/Fact.Sheets

[44] Rowley, J.T., and Joyner, K.H., "Comparative international analysis of radiofrequency exposure surveys of mobile communication radio base stations." J Expo Sci Environ Epidemiol, pp. 1 – 12, 2012.

[45] World Health Organization, Electromagnetic fields and Public Health: Base Stations and Wireless Technologies. Backgrounder, May 2006. Website: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/

[46] Wolf, R., and Wolf, D., "Increased Incidence of Cancer near a Cell-Phone Transmitter Station." International Journal of Cancer Prevention, vol. 1, pp. 1-19, 2004.

[47] Santini, R., Santini, P., Danze, J. M., Le Ruz, P., and Seigne, M., "Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: I. Influences of distance and sex." Pathol Biol, vol. 50, pp.369-73, 2002.

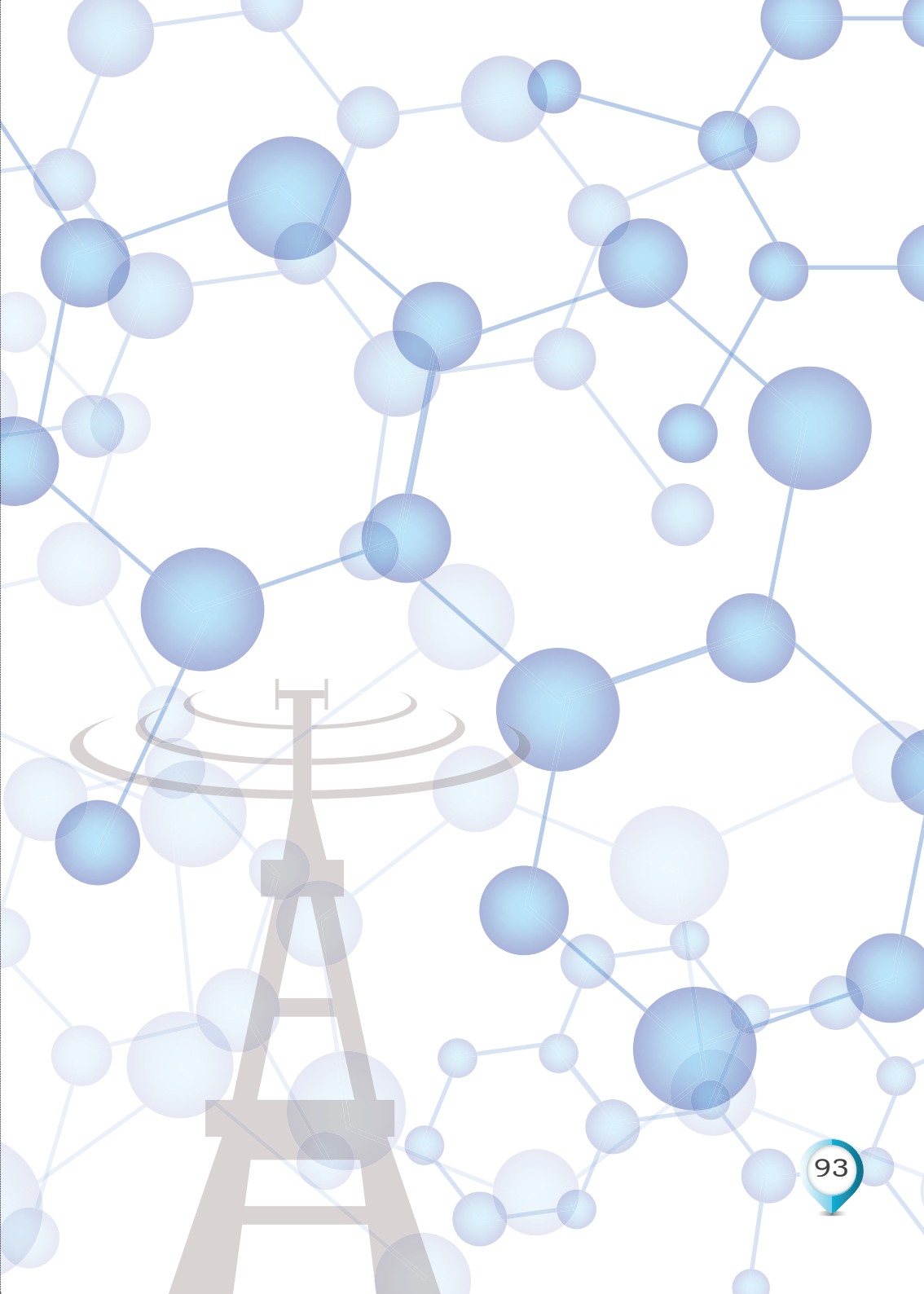
[48] Forum. Cellphones Pose No Gas Station Hazard. IEEE Spectrum, p. 6, April 2004.
Website: http://spectrum.ieee.org/telecom/wireless/cellphones-pose-no-gas-station-hazard

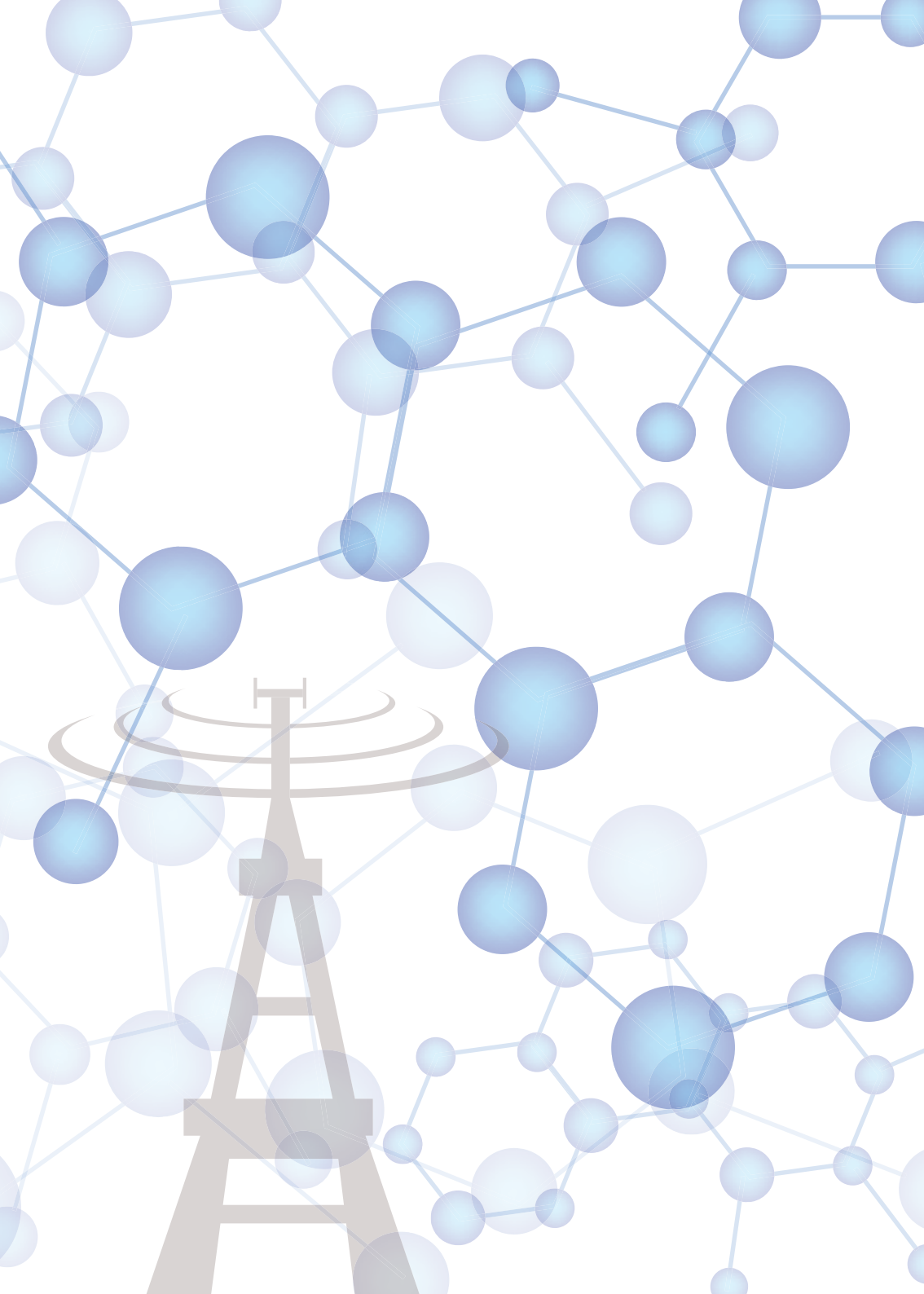
[49] The U.S. Federal Aviation Administration (FAA). Fact Sheet – Portable Electronics on Airplanes, June 21, 2013.
Website: www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?newsid=14774

[50] The U.S. Federal Communications Commission (FCC). FAQ on Proposals to Expand Consumer Access to Inflight Mobile Services, January 23, 2014.
Website: www.fcc.gov/guides/wireless-devices-airplanes

[51] The U.S. Federal Aviation Administration (FAA). Press Release – FAA to Allow Airlines to Expand Use of Personal Electronics, October 31, 2013.
Website: www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?newsId=15254

[52] Toropainen, A., "Human Exposure by Mobile Phones in Enclosed Areas." Bioelectromagnetics, vol. 24, pp. 63-65, 2003.
Website: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.10087/abstract





สำนักมาตรฐานและเทคโนโลยีโทรคมนาคม
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เลขที่ 87 ถ.พหลโยธิน 8 (ซอยสายลม) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400
โทรศัพท์ 0 2271 0151-60 ต่อ 654 โทรสาร 0 2271 3518
อีเมล์: standard@nbtc.go.th
เว็บไซต์: www.nbtc.go.th