



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์และผลกระทบต่อ  
ความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

Benefits and Effects on Human Health Safety of  
Electromagnetic Waves from Base Station

นางสาวปราศรัย ปรีดีประสงค์

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์และผลกระทบต่อ  
ความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวปรางค์มณี ปรีดิประสงค์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศงาน ผศ.ดร.รังสรรค์ เมืองเหลือ

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายสุเมธา หัสกุลณี

สถานประกอบการ บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อนำเสนอสำหรับการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์และผลกระทบต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์ เนื่องด้วยผู้ทำวิจัยได้สังเกตเห็นถึงปัญหาความวิตกกังวลของประชาชนที่อยู่ในบริเวณรอบ ๆ พื้นที่อาคาร เมื่อทางทีมงานหรือผู้รับเหมาของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เข้าไปเจรจาเพื่อขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ในบริเวณอาคารนั้น ๆ

การทำวิจัยครั้งนี้เริ่มจากการศึกษาปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุที่มา แล้วทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงและสนับสนุนในการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ โดยเฉพาะงานวิจัยขององค์การอนามัยโลก ซึ่งเป็นองค์กรที่มีความน่าเชื่อถือสูง จากนั้นทำการออกแบบสร้างสื่อนำเสนอ โดยสื่อนำเสนอที่สร้างขึ้นนี้แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ตามความเหมาะสมกับบุคคลที่ได้รับข้อมูล ได้แก่ (1) แอนิเมชันสำหรับประชาชนทั่วไป (2) สไลด์พรีเซนเทชันสำหรับผู้บริหารอาคาร (3) โบรชัวร์สำหรับนักวิชาการ เมื่อสร้างสื่อนำเสนอแล้วเสร็จจึงนำมาแสดงแก่ผู้รับเหมาที่มีหน้าที่เข้าไปติดต่อขอดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับทางอาคาร รวมทั้งสิ้นจำนวน 11 บริษัท เพื่อสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และประเมินความพึงพอใจ

จากผลการนำเสนอ พบว่า รูปแบบและเนื้อหาของสื่อนำเสนอมีความสัมพันธ์กับประเภทบุคคลที่ได้รับข้อมูล และสื่อนำเสนอที่สร้างขึ้นได้รับความความคิดเห็นและความพึงพอใจจากผู้รับเหมาทั้งหมดไปในทางที่ดี สามารถนำสื่อเสนอนี้ไปใช้ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการขออนุญาตดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ได้จริง

คำสำคัญ : โทรศัพท์มือถือ เสาสัญญาณโทรศัพท์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า องค์การอนามัยโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Cooperative Title:** Benefits and Effects on Human Health Safety of Electromagnetic Waves from Base Station

**Student intern name:** Miss Prangmanee Pritiprasong

**Faculty:** Engineering

**Department:** Electronics Engineering

**Advisor name:** Asst. Prof. Dr. Rangson Muanghlua

**Mentor name:** Mr. Sumeta Hassakunnee

**Company:** Huawei Technologies (Thailand) Co., Ltd.

## ABSTRACT

The objective of this research is to develop a presentation media. For providing information about the benefits of electromagnetic waves from base station and their effects on human health safety. Because the researcher saw the problems, the anxiety of people in the area around the building. When the personnel or subcontractor of Huawei Technologies (Thailand) Co., Ltd. has negotiated for install base station in that building area.

This research started with studying the problem and analyzing the cause. Then collecting information for reference and support in the installation of base station. Especially the research of the World Health Organization, which is an organization with high credibility. After that, design and develop presentation media. This is divided into 3 formats, as appropriate for the person receiving the information, including (1) The animation for the general public (2) The presentation slide for executives (3) The brochure for academics. When the presentation media has been finished, it is presented to the subcontractor who is responsible for contacting the base station installation. A total of 11 companies. To ask for feedback, suggestions, and satisfaction.

The results show that the format and content of the presentation media were associated with the types of people, who are receiving the information. All of this research received good feedback and satisfaction from all subcontractors. It can be used actually.

**Keywords :** Cell Phone, Base Station, Electromagnetic Waves, World Health Organization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาชี้แนะและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก นายสุเมธา หัสกุลณี พนักงานที่ปรึกษาโครงการ รวมถึงพี่ ๆ ที่ร่วมงานในแผนก In-Building Coverage ของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ในการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการดำเนินงาน ผู้ทำวิจัย ขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.เกรียงไกร สุขสุด อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา ที่กรุณาให้คำชี้แจง รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการ และให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนและให้โอกาสในการเข้าร่วม โครงการสหกิจศึกษา ก่อให้เกิดการทำวิจัยครั้งนี้ขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะอบรมเลี้ยงดู ส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจ เป็นอย่างดี อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ผู้ทำวิจัยมิได้กล่าวนามมาในที่นี้ ในการ สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือ จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำวิจัยรู้สึกซาบซึ้งใน ความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ปราgrimณี ปรีติประสงค์

# สารบัญ

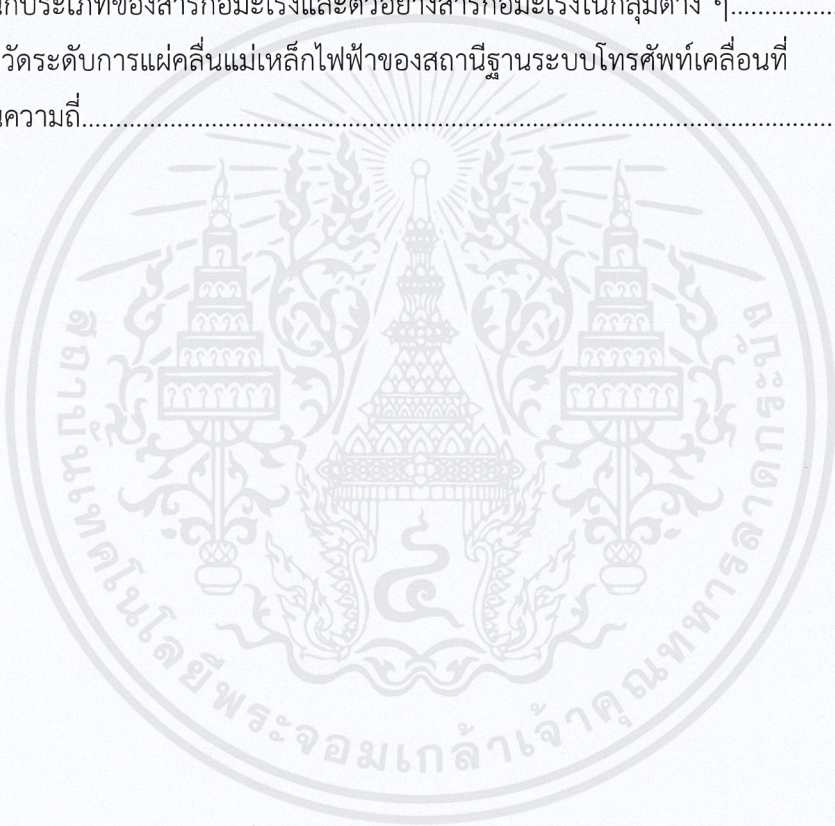
หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	15
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	15
3.2 Software ที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	19
4.1 แอนิเมชัน.....	19
4.2 สไลด์พรีเซนเทชัน.....	20
4.3 โบรชัวร์.....	23
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	25
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	25
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	25
เอกสารอ้างอิง.....	26
ภาคผนวก.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขีดจำกัดพื้นฐานสำหรับค่าความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับความถี่ 10 Hz ถึง 300 GHz.....	10
2.2 ขีดจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคมซึ่งมีส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ และเครื่องวิทยุ คมนาคมชนิดติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง.....	10
2.3 การจัดจำแนกประเภทของสารก่อมะเร็งและตัวอย่างสารก่อมะเร็งในกลุ่มต่าง ๆ.....	12
2.4 ผลการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในแต่ละย่านความถี่.....	14



## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่.....	4
2.2 องค์ประกอบของสถานีฐาน.....	6
2.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	7
2.4 ระดับความแรงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้เทียบกับระยะห่างจากเสา.....	13
3.1 แอปพลิเคชัน VLL0 - Video Editor & Maker.....	17
3.2 แอปพลิเคชัน Procreate.....	17
3.3 โปรแกรม Microsoft PowerPoint.....	17
3.4 โปรแกรม Adobe InDesign CS6.....	18
4.1 ตัวอย่างแอนิเมชันที่สร้างขึ้น.....	19
4.2 ตัวอย่างแอนิเมชันที่สร้างขึ้น.....	20
4.3 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 1 และหน้าที 2.....	21
4.4 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 3 และหน้าที 4.....	21
4.5 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 5 และหน้าที 6.....	21
4.6 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 7 และหน้าที 8.....	22
4.7 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 9 และหน้าที 10.....	22
4.8 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 11 และหน้าที 12.....	22
4.9 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 13 และหน้าที 14.....	23
4.10 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 15 และหน้าที 16.....	23
4.11 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 17 และหน้าที 18.....	23
4.12 โบรชัวร์หน้าที 4 และหน้าที 1 ตามลำดับ.....	24
4.13 โบรชัวร์หน้าที 2 และหน้าที 3 ตามลำดับ.....	24

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือเป็นสิ่งจำเป็นในการติดต่อสื่อสาร มีอัตราผู้ครอบครองและใช้งานโทรศัพท์มือถือที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และการสื่อสารดังกล่าวต้องพึ่งพาโครงข่ายสถานีฐาน (หรือเสาสัญญาณโทรศัพท์) ในการรับ-ส่งสัญญาณ ทำให้ผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์มือถือมีความจำเป็นต้องดำเนินการขยายโครงข่าย เพิ่มจำนวนการติดตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์มือถือ เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้บริการในเครือข่ายนั้น ๆ

เนื่องจากแผนก In-Building Coverage ของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบเกี่ยวกับการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ทั้งหมดในบริเวณอาคารต่าง ๆ ของผู้ให้บริการเครือข่ายโทรคมนาคม รวมถึงการขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับทางอาคารด้วย ซึ่งส่วนใหญ่มักจะพบปัญหาในการขออนุญาตติดตั้ง กล่าวคือ ประชาชนมักจะมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ใกล้ที่อยู่อาศัยและชุมชน อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในลักษณะต่าง ๆ เช่น เวียนศีรษะ คลื่นไส้ ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ การเกิดโรคมะเร็ง เป็นต้น สืบเนื่องมาจากประชาชนได้รับข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ การสื่อสารบนสังคมออนไลน์ ตลอดจนข่าวลือและคำพูดปากต่อปาก ซึ่งบางครั้งข้อมูลเหล่านี้ยังไม่ได้ผ่านการกลั่นกรองหรือได้รับการยืนยันที่ชัดเจน

ดังนั้น ผู้ทำวิจัยจึงได้มีการสร้างสื่อแนะนำเสนอสำหรับการให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์และผลกระทบต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์ขึ้น เพื่อให้ผู้ที่รับชมสื่อแนะนำเสนอนี้ได้รับทราบข้อมูล มีความเข้าใจที่ถูกต้อง และคลายความวิตกกังวล ส่งผลให้การขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์เป็นไปอย่างราบรื่น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ มีความเข้าใจถึงเหตุผล ความจำเป็นและประโยชน์ที่จะได้รับในการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 เพื่อให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง และคลายความวิตกกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากเสาสัญญาณโทรศัพท์ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

1.2.3 เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับอาคารต่าง ๆ ให้แก่พนักงานหรือผู้รับเหมาของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

### 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ผู้ที่ได้รับชมสื่อแนะนำเสนอที่สร้างขึ้นจะมีความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเหตุผลความจำเป็น ประโยชน์ที่จะได้รับ อีกทั้งคลายความวิตกกังวลเมื่อมีการดำเนินการขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ ทำให้การติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับอาคารต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่น

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

#### 1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

1.4.1.1 ประชาชนทั่วไป เช่น พ่อค้า แม่ค้า แม่บ้าน พนักงานบริษัท นักเรียน ฯลฯ

1.4.1.2 ผู้บริหารองค์กรของอาคารที่ต้องการจะติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

1.4.1.3 นักวิชาการหรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐาน เช่น วิศวกร แพทย์ นักวิจัย

#### 1.4.2 ขอบเขตเนื้อหา

1.4.2.1 ความจำเป็นและประโยชน์ที่จะได้รับเมื่อมีการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

1.4.2.2 ผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากเสาสัญญาณโทรศัพท์ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

#### 1.4.3 สถานที่ในการทำวิจัย

แผนก In-Building Coverage บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

#### 1.4.4 ระยะเวลาในการทำวิจัย

ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สื่อนำเสนอที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้อำนวยความสะดวกในการดำเนินการขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับอาคารต่าง ๆ ได้

1.5.2 ทำให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย ระบบโทรศัพท์มือถือ และการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

1.5.3 ทำให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากเสาสัญญาณโทรศัพท์ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

1.5.4 ทำให้พัฒนาศักยภาพของตนเองในการสร้างสื่อนำเสนอ เพื่อนำเสนองานครั้งต่อไปให้ดูน่าสนใจมากขึ้น



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

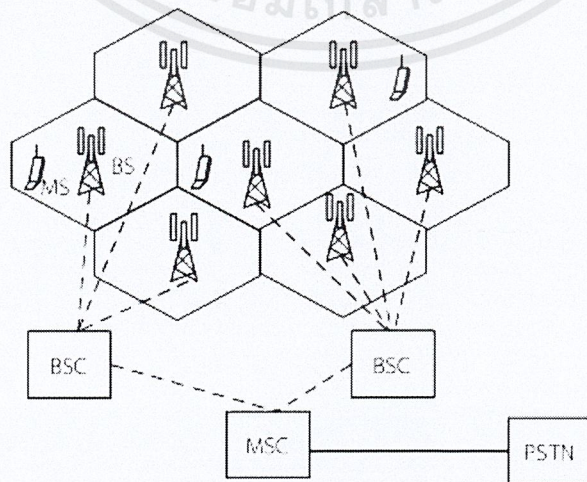
#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้หลักการติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุ (Transceiver) ที่มีกำลังส่งต่ำ ๆ จำนวนมากกระจายเป็นจุด ๆ ทั่วพื้นที่ให้บริการ จุดที่ติดตั้งเครื่องรับส่งวิทยุเหล่านี้เรียกว่า สถานีฐาน (Base Station) หรืออาจเรียกว่าที่ตั้งเซลล์ (Cell Site) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางเซลล์

หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะต้องประกอบด้วยตัวเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station; MS) สถานีฐาน (Base Station; BS) และชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Public Switched Telephone Network; PSTN) ซึ่งทั้งหมดนี้จะต่อกันเป็นเครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

การเคลื่อนที่เปลี่ยนเซลล์ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะสามารถทราบระดับความแรงของสัญญาณวิทยุที่ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ระดับความแรงของสัญญาณที่ลดลงหมายถึงเครื่องโทรศัพท์นั้นได้เคลื่อนที่ออกห่างจากสถานีฐานของเซลล์ที่ให้บริการอยู่ และถ้าสัญญาณต่ำลงมาก ระบบจะเปลี่ยนให้โทรศัพท์เคลื่อนที่นี้ย้ายไปติดต่อกับสถานีฐานในเซลล์อื่นซึ่งโทรศัพท์กำลังเคลื่อนที่เข้าใกล้และมีการรับสัญญาณแรงที่สุด เรียกวิธีการนี้ว่า แชนด์ออฟ (Handoff) หรือแฮนด์โอเวอร์ (Handover)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.2 ระบบสถานีฐาน (Base Station System; BSS)

เป็นส่วนซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับลูกข่ายหรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านคลื่นวิทยุ แบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนสถานีฐาน และส่วนอุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน

### 2.1.2.1 สถานีฐาน (Base Transceiver Station; BTS)

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารโดยตรงระหว่างเครื่องโทรศัพท์ลูกข่าย (MS) กับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อสื่อสารต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ BSC และชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่วนประกอบของสถานีฐานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ด้วยกัน ส่วนแรกได้แก่ส่วนของระบบควบคุมการทำงานและการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ BSC ส่วนที่เหลือเป็นภาคการจัดการสื่อสารทางคลื่นความถี่วิทยุสำหรับการติดต่อสื่อสารกับเครื่องลูกข่าย หน้าที่โดยทั่วไปของ BTS มีดังนี้

- 1) รายงานเกี่ยวกับคุณภาพช่องสัญญาณที่ไม่มีการใช้งานให้ BSC ทราบ
- 2) ทำการเข้ารหัสช่องสัญญาณ (Channel Code) และถอดรหัส (Decode)
- 3) เอ็นคริปชัน (Encryption)
- 4) ทำการซิงโครไนซ์ (Synchronize) กับ MS

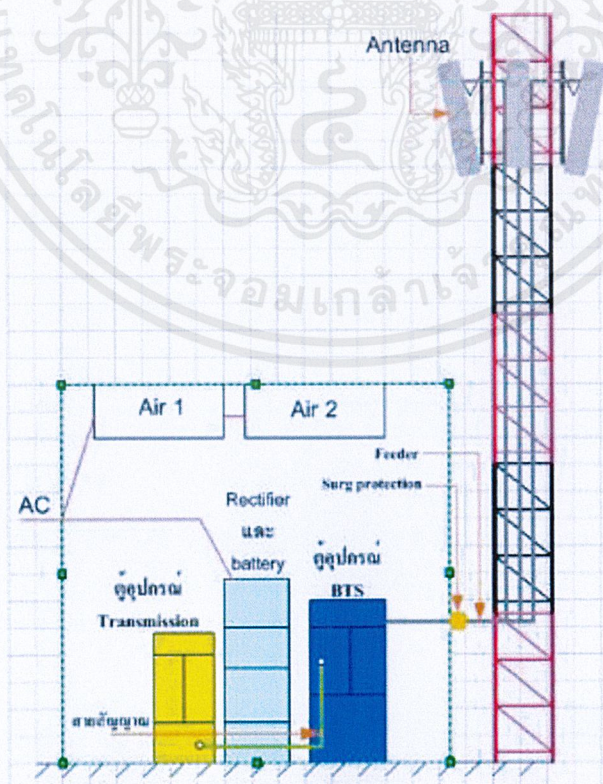
### 2.1.2.2 อุปกรณ์ควบคุมสถานีฐาน (Base Station Controller; BSC)

ทำหน้าที่ควบคุมการจัดสรรทรัพยากรหลัก นั่นก็คือช่องสัญญาณความถี่ในกลุ่มสถานีฐาน ควบคุมการสร้างเส้นทางเชื่อมต่อเพื่อใช้ในการสนทนาต่อผ่านสถานีฐานไปยังเครื่องโทรศัพท์ลูกข่าย โดยติดต่อสื่อสารกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อุปกรณ์ BSC โดยจะทำหน้าที่ในการบริหารการทำงานของอุปกรณ์ BTS ทั้งหมดทำให้ชุมสายสามารถรองรับจำนวนผู้ใช้งานมากขึ้น จำนวนของอุปกรณ์ BSC ในเครือข่ายหนึ่งจะมีอยู่เท่าใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับรูปแบบของผู้วางระบบแต่ละราย โดยทั่วไปแล้ว BSC แต่ละตัวจะมีความสามารถรองรับจำนวนสถานีฐานที่ถูกควบคุมอยู่ จำนวนอุปกรณ์รับส่งสัญญาณความถี่ของสถานีฐานทั้งหมดยังขึ้นอยู่กับรูปแบบการเชื่อมต่อของสถานีฐาน สรุปหน้าที่ของ BSC มีดังนี้

- 1) จัดการเกี่ยวกับช่องสัญญาณวิทยุ
- 2) จัดการเกี่ยวกับ RF Link
- 3) จัดการเกี่ยวกับ Frequency Hopping
- 4) ควบคุมกำลังส่งของ MS และ BTS
- 5) ควบคุมคุณภาพ และระดับกำลังงานของสัญญาณในช่องสัญญาณที่ใช้งาน
- 6) จัดการเกี่ยวกับการทำ Handover

### 2.1.3 องค์ประกอบของสถานีฐาน มีดังนี้

- 1) เสาสัญญาณ
- 2) สายอากาศ (Antenna) เอาไว้รับ/ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุตามทิศทางที่หันไป
- 3) สาย feeder เป็นสายนำสัญญาณที่มาจากสายอากาศเข้ามาที่อุปกรณ์ BTS
- 4) Surg protection ไว้กันภัยที่เกิดจากฟ้าผ่า
- 5) อุปกรณ์ BTS เป็นตัวกลางในการรับ/ส่งสัญญาณระหว่างเครือข่ายกับผู้ใช้งานเพื่อควบคุมการทำงานระหว่างสถานีฐานกับเครื่องโทรศัพท์ที่อยู่ในพื้นที่รับผิดชอบของสถานี
- 6) Rectifier สำหรับแปลงไฟให้กับตัวอุปกรณ์ภายในสถานีฐาน เพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ได้ใช้ไฟกระแสสลับ (AC) โดยตรง
- 7) Battery สำรอง สำหรับป้องกันในกรณีที่ไฟฟ้าดับ ซึ่งโดยปกติจะสามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ในสถานีฐานได้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ทันต่อการแก้ไขปัญหา
- 8) อุปกรณ์ส่งสัญญาณ (Transmission) เป็นอุปกรณ์ที่นำสัญญาณจากภายนอกสถานีฐาน ซึ่งเป็นสัญญาณที่วิ่งในเครือข่ายของระบบเข้ามาที่สถานีฐานโดยจะนำไปต่อเข้ากับอุปกรณ์สถานีฐาน
- 9) แอร์ เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งหลายในสถานีฐาน เมื่อทำงานอยู่จะมีความร้อนมาก อาจทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เสียหายได้
- 10) ชุดอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า เช่น เบรกเกอร์ เพื่อจ่ายไฟฟ้า AC เข้ามายังอุปกรณ์สถานี

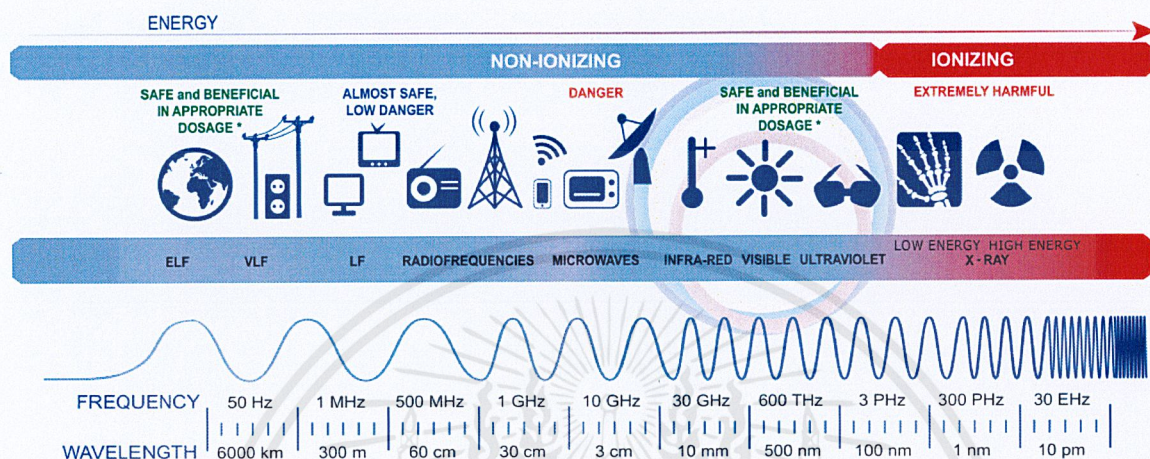


ภาพที่ 2.2 องค์ประกอบของสถานีฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.4 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าเคลื่อนที่ท่ามมตั้งฉากกัน ระยะทางระหว่างยอดคลื่นหนึ่งถึงยอดคลื่นถัดไปเรียกว่า ความยาวคลื่น (Wavelength)



ภาพที่ 2.3 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.4.1 การแบ่งประเภทคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามลักษณะแหล่งกำเนิดและวิธีตรวจวัดคลื่น โดยเรียงลำดับตามความยาวคลื่นได้ดังนี้

- 1) รังสีแกมมา (Gamma ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.01 นาโนเมตร โฟตอนของรังสีแกมมามีพลังงานสูงมาก กำเนิดจากแหล่งพลังงานนิวเคลียร์ เช่น ดาวระเบิด หรือระเบิดปรมาณู เป็นอันตรายมากต่อสิ่งมีชีวิต
- 2) รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มีความยาวคลื่น 0.01 – 1 นาโนเมตร มีแหล่งกำเนิดในธรรมชาติมาจากดวงอาทิตย์ รังสีเอ็กซ์ใช้ในทางการแพทย์ เพื่อส่องผ่านเซลล์เนื้อเยื่อ ถ้าได้ร่างกายได้รับรังสีนี้มาก ๆ ก็จะเป็นอันตราย
- 3) รังสีอุลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet radiation) มีความยาวคลื่น 1 – 400 นาโนเมตร รังสีอุลตราไวโอเล็ตมีอยู่ในแสงอาทิตย์ เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย แต่หากได้รับมากเกินไปจะทำให้ผิวไหม้ และอาจทำให้เกิดมะเร็งผิวหนัง

4) แสงที่ตามองเห็น (Visible light) มีความยาวคลื่น 400 – 700 นาโนเมตร พลังงานที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ ส่วนมากเป็นรังสีในช่วงนี้ แสงแดดเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก และยังช่วยในการสังเคราะห์แสงของพืช

5) รังสีอินฟราเรด (Infrared radiation) มีความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร – 1 มิลลิเมตร โลกและสิ่งมีชีวิตแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา ก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ ในบรรยากาศดูดซับรังสีนี้ไว้ ทำให้โลกมีความอบอุ่น เหมาะกับการดำรงชีวิต

6) คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) มีความยาวคลื่น 1 มิลลิเมตร – 10 เซนติเมตร ใช้ประโยชน์ในด้านโทรคมนาคมระยะไกล นอกจากนั้นยังนำมาประยุกต์สร้างพลังงานในเตาอบอาหาร

7) คลื่นวิทยุ (Radio wave) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด คลื่นวิทยุสามารถเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศได้ จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อสารโทรคมนาคม

#### 2.1.4.2 การแบ่งประเภทคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตามลักษณะของการแผ่รังสี

1) คลื่นชนิดไม่ก่อไอออน (Non-ionizing radiation) คือ รังสีที่ไม่สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนในอะตอมของตัวกลางที่รังสีนั้นวิ่งผ่านเพียงแต่จะทำให้อิเล็กตรอนเขยิบตัวสูงขึ้นจากวงโคจรนั้นแล้วตกลงสู่วงโคจรเดิมอีก ปรากฏการณ์แบบนี้เรียกว่า อะตอมอยู่ในสถานะถูกกระตุ้น (excited state) คลื่นพวกนี้เป็นรังสีที่มีพลังงานไม่สูงมากนัก เช่น รังสีความร้อน ไมโครเวฟ เลเซอร์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต คลื่นวิทยุ รังสีชนิดนี้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

2) คลื่นชนิดก่อไอออน (Ionizing radiation) คือ รังสีที่มีพลังงานสูง สามารถทำให้อะตอมของตัวกลางที่รังสีนั้นวิ่งผ่านเกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้ทั้งโดยทางตรงหรือทางอ้อม เช่น รังสีแอลฟา รังสีบีตา รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา รังสีนิวตรอน รังสีชนิดนี้อาจทำให้สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเกิดความเสียหายได้

สำหรับช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีประโยชน์ต่อการติดต่อสื่อสาร เรียกว่า คลื่นวิทยุ อยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 3 kHz ถึง 300 GHz โดยคลื่นความถี่วิทยุของโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามมาตรฐานของประเทศไทยนั้นจะอยู่ในช่วง UHF (Ultra High Frequency) ซึ่งมีความถี่ที่ใช้งานอยู่ที่ 850/900/1900/2100 MHz

## 2.1.5 การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุที่แพร่กระจายออกจากสายอากาศนั้น จะมีการแพร่กระจายออกไปในทุกทิศทาง คลื่นวิทยุเป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเดินทางไปได้ด้วยความเร็วแสง อย่างไรก็ตาม คลื่นวิทยุที่มีความถี่ไม่เท่ากันก็มีคุณสมบัติการแพร่กระจายคลื่นไม่เท่ากัน ในพื้นที่ที่ไกลออกไปจากสถานีส่ง คลื่นวิทยุที่มีความแรงลดลง สัญญาณจึงอ่อนลง ฉะนั้นเครื่องรับที่อยู่ใกล้เครื่องส่งมากกว่าย่อมรับสัญญาณได้แรงและคุณภาพของสัญญาณดีกว่าเครื่องรับที่อยู่ห่างออกไปจากเครื่องส่ง

## 2.1.6 กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ตามมาตรฐานจากการศึกษาในประเทศต่าง ๆ และประเทศไทย ดังนี้

### 2.1.6.1 กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน (Occupational Exposure)

กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคม อันเป็นผลมาจากหน้าที่การทำงาน หรือผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นประจำ ทั้งนี้ บุคคลกลุ่มนี้เป็นผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายใต้สภาวะที่ทราบค่าและได้รับการฝึกอบรมให้ตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งมีการระมัดระวังตนเองอย่างเหมาะสมในระหว่างการทำงานหรือการใช้เครื่องวิทยุคมนาคม

### 2.1.6.2 กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (General Public Exposure)

กลุ่มประชาชนทั่วไปที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคม โดยไม่รวมถึงบุคคลในข้อ 2.1.6.1 ทั้งนี้ บุคคลกลุ่มนี้จะไม่ตระหนักถึงอันตรายจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากนัก รวมทั้งไม่มีการระมัดระวังตนเองเพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลให้ขีดจำกัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของกลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไปนี้เข้มงวดกว่ากลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน

## 2.1.7 เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยที่ใช้ในประเทศไทย

2.1.7.1 Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz) โดย International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)

2.1.7.2 มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุโทรคมนาคม: ชีตจำกัด และวิธีการวัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของมนุษย์ในย่านความถี่ 9 kHz-300 GHz (กทช. มท. 5001-2550) โดย สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ซึ่งอ้างอิงมาจากมาตรฐาน ICNIRP

ตารางที่ 2.1 ชีตจำกัดพื้นฐานสำหรับค่าความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับความถี่ 10 Hz ถึง 300 GHz

กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ค่าความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (W/m <sup>2</sup> )
กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน	50
กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป	10

ตารางที่ 2.2 ชีตจำกัดการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องวิทยุคมนาคมซึ่งมีส่วนประกอบที่สามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ห่างจากร่างกายไม่น้อยกว่า 20 เซนติเมตรในตำแหน่งใช้งานปกติ และเครื่องวิทยุคมนาคมชนิดติดตั้งอยู่กับที่ถาวร และมีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าครอบคลุมบริเวณกว้าง

ความถี่	กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการทำงาน			กลุ่มผู้ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป		
	E-field strength (V/m)	H-field strength (A/m)	Equivalent plane wave power density Seq (W/m <sup>2</sup> )	E-field strength (V/m)	H-field strength (A/m)	Equivalent plane wave power density Seq (W/m <sup>2</sup> )
9 kHz – 65 kHz	610	24.4	-	87	5	-
65 kHz – 1 MHz	610	1.6/f	-	87	0.73/f	-
1 MHz – 10 MHz	610/f	1.6/f	-	87/f <sup>1/2</sup>	0.73/f	-
10 MHz – 400 MHz	61	0.16	10	28	0.073	2
400 MHz – 2 GHz	3f <sup>1/2</sup>	0.008f <sup>1/2</sup>	f/40	1.375f <sup>1/2</sup>	0.0037f <sup>1/2</sup>	f/200
2 GHz – 300 GHz	137	0.36	50	61	0.16	10

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 Electromagnetic Fields and Public Health: Electromagnetic Hypersensitivity

จากผลการวิจัยขององค์การอนามัยโลก สรุปว่า อาการไวเกินระดับปกติต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Hypersensitivity, EHS) หรืออาการป่วยโดยไม่ทราบสาเหตุเมื่อสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อาการที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ อาการทางด้านผิวหนัง (อาการแดงและแสบร้อน) รวมถึงอาการทางประสาทและกล้ามเนื้อ (ความเมื่อยล้า, อ่อนเพลีย, ไม่มีสมาธิ, เวียนศีรษะ, คลื่นไส้, ใจสั่น และการรบกวนระบบทางเดินอาหาร) ลักษณะอาการดังกล่าวไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มอาการของโรคที่ได้รับการยอมรับ

ผลการศึกษากลุ่มตัวอย่างภายใต้สภาวะควบคุม (มีการเปิด-ปิดแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยที่ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ทราบ) ระบุว่า บุคคลที่มีอาการ EHS ไม่สามารถรับรู้การสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้แม่นยำกว่าบุคคลที่ไม่มีอาการ EHS แสดงให้เห็นว่าอาการที่เกิดขึ้นไม่สัมพันธ์กับการสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อาการดังกล่าวอาจเกิดจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงอาจเกิดจากความเครียดซึ่งเป็นผลมาจากความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อสุขภาพ

### 2.2.2 Electromagnetic Fields and Public Health: Base Stations and Wireless Technologies

จากผลการวิจัยขององค์การอนามัยโลก สรุปว่า เมื่อพิจารณาระดับการสัมผัสกับคลื่นที่ต่ำมาก และการรวบรวมผลการวิจัยต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน ยังไม่พบหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถยืนยันได้ว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุระดับอ่อนจากสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่และโครงข่ายไร้สาย จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

### 2.2.3 IARC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans

จากเอกสารสรุปการประชุมเรื่องการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งของมนุษย์จากการสัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ โดยหน่วยงานระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยโรคมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer, IARC) ซึ่งเป็นหน่วยงานพิเศษขององค์การอนามัย-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลก สรุปว่า มีการจัดจำแนกให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งในกลุ่ม 2B (อาจเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดโรคมะเร็ง) ซึ่งการจัดจำแนกให้อยู่ในกลุ่มนี้มีพื้นฐานมาจากความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งในสมองและประสาทหูที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นอวัยวะที่สัมผัสกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการใช้โทรศัพท์มือถือโดยตรง แต่สำหรับกรณีการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์นั้น ยังไม่มีหลักฐานที่บ่งชี้อย่างแน่ชัดว่าเชื่อมโยงกับการเกิดโรคมะเร็ง

ตารางที่ 2.3 การจัดจำแนกประเภทของสารก่อมะเร็งและตัวอย่างสารก่อมะเร็งในกลุ่มต่าง ๆ

กลุ่ม	ความหมาย	ตัวอย่างสารก่อมะเร็ง
1	สิ่งที่ทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์	เครื่องดื่มแอลกอฮอล์, แร่ใยหิน, พอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้ทำฟอร์มาลิน, การสูบบุหรี่, รังสีอัลตราไวโอเล็ต, รังสีแกมมา
2A	สิ่งที่เป็นไปได้ว่าจะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์	ควันจากการเผาฟืน, ยาคลอลแรมเฟนิคอล, อาซิฟข้างทำผม, อาซิฟที่ต้องอยู่เวร, สารตะกั่ว
2B	สิ่งที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์	น้ำมันเบนซิน, กาแฟ, ผักดอง, สนามแม่เหล็กความถี่ต่ำมาก, สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุ
3	สิ่งที่ไม่สามารถจำแนกได้ว่าจะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์	คาเฟอีน (ไม่ใช่กาแฟ), ฝุ่นถ่านหิน, น้ำมันดิบ, หมึกพิมพ์, ยาระงับประสาทพวกไดอะซีแพม
4	สิ่งที่เป็นไปได้อาจไม่ก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์	คาร์โพรแลคแตม (Caprolactam) ซึ่งเป็นวัตถุพิษที่ใช้ในการผลิตเม็ดไนลอน

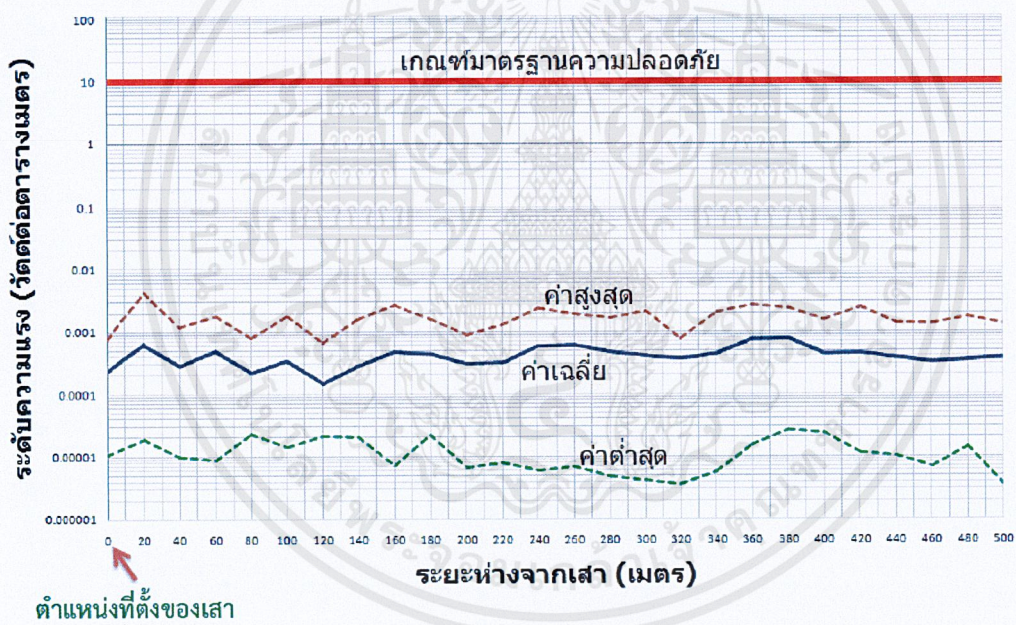
2.2.4 โครงการจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษาผลกระทบของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้จ้างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นที่ปรึกษาเพื่อศึกษาผลกระทบของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์ เพื่อที่จะทำการสำรวจและเก็บข้อมูลผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่อสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างประชากรในประเทศไทย

2.2.4.1 ผลการรวบรวมข้อมูลการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานในพื้นที่จริง 5 ภูมิภาคของประเทศไทย

จากการสำรวจและวัดค่าระดับความแรงของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ จำนวน 40 สถานีฐาน ขณะที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบค่าความเข้มสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่แพร่กระจายออกมา (Electric and Magnetic Fields Emission : EMF Emission) จากตัวเครื่องส่งและสายอากาศของสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีช่วงการทดสอบทั้งหมด 6 จุด ได้แก่ 50, 100, 200, 300, 400 และ 500 เมตร ตามลำดับ

ผลการวัดระดับความแรงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่า ผลการทดสอบค่าระดับความแรงของสัญญาณที่ส่งออกมาจากสถานีฐานที่วัดค่าได้มีค่าอยู่ภายใต้มาตรฐานสากลที่ใช้อ้างอิง (ICNIRP กำหนดไว้ที่ 58 V/m ที่ความถี่ 1800 MHz) โดยค่าสูงสุดที่วัดได้คือ 1.5 V/m ซึ่งอยู่ในพื้นที่ ต.ปากเพรียว อ.เมือง จ.สระบุรี



รูปที่ 2.4 ระดับความแรงของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้เทียบกับระยะห่างจากเสา

2.2.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นประชาชนที่พักอาศัยหรือทำงานใกล้บริเวณที่ตั้งเสาส่งสัญญาณของสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่

ขณะที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจข้อมูลของประชาชนที่พักอาศัยใกล้บริเวณที่ตั้งเสาส่งสัญญาณของสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 1,369 คน เป็นชาย 630 คน เป็นหญิง 739 คน ผลการสำรวจพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ (99.2%) มีสุขภาพแข็งแรง และไม่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคประจำตัว (96.2%) ไม่มีปัญหาด้านสุขภาพหลังจากมีการติดตั้งเสาส่งสัญญาณ ส่วนผู้ที่มีโรคประจำตัว มักพบในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 51 ปีขึ้นไป ด้วยโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง ประชาชน บางส่วน (3.4%) มีอาการปวดหัว ปวดหู ร้อนบริเวณใบหู หลังจากใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องนาน ๆ ประชาชนที่มีปัญหาสุขภาพทั่วไป มักเกิดในผู้สูงอายุ ซึ่งจะมีลักษณะอาการตามวัยดังกล่าวอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังพบว่า มีผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่ตั้งเสาส่งสัญญาณของสถานีฐานของระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่มาเป็นเวลานาน มีปัญหาสุขภาพเพียงด้านสายตาตามอายุที่มากขึ้น

#### 2.2.5 ผลการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ภาคกลาง

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม แห่งชาติ (กสทช.) ร่วมมือกับบริษัท มายคอม อินเทอร์เน็ตเซ็นแนล (ประเทศไทย) จำกัด ดำเนินการตรวจวัด ระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 232 สถานี ในเขตพื้นที่ภาค กลาง เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ เปรียบเทียบกับ มาตรฐาน กทช. มท. 5001-2550 โดยใช้ขีดจำกัดความหนาแน่นกำลังของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับกลุ่ม ผู้ที่ได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั่วไป (General Public Exposure) พบว่า ผลที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าขีดจำกัดของ มาตรฐานที่ กทช. ประกาศกำหนดอยู่มาก ซึ่งแสดงว่าผู้ที่ปฏิบัติงานและผู้อาศัยอยู่ในบริเวณติดตั้งสถานี ฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

ตารางที่ 2.4 ผลการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละ ย่านความถี่

ย่าน ความถี่ (MHz)	เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย ในเชิงความหนาแน่นกำลังของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (W/m <sup>2</sup> )	ค่าความหนาแน่นกำลังของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (W/m <sup>2</sup> )	ค่าที่วัดได้ต่ำกว่า เกณฑ์มาตรฐาน ความปลอดภัย (จำนวนเท่า)
850	4.25	$9.38 \times 10^{-4}$	4,531
900	4.5	$2.97 \times 10^{-3}$	1,515
1800	9	$3.60 \times 10^{-3}$	2,500
2100	10	$9.62 \times 10^{-4}$	10,395

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาประเด็นปัญหา เพื่อวิเคราะห์และหาสาเหตุที่มาเรื่องความวิตกกังวลของประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นที่แผ่ออกมาจากเสาสัญญาณโทรศัพท์

3.1.2 ศึกษาหาข้อมูล หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ เกี่ยวกับเสาสัญญาณโทรศัพท์

3.1.3 ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่มีต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์

3.1.4 กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการจะใช้สื่อนำเสนอเพื่อให้ข้อมูล โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

3.1.4.1 ประชาชนทั่วไป เช่น พ่อค้า แม่ค้า แม่บ้าน พนักงานบริษัท นักเรียน ฯลฯ

3.1.4.2 ผู้บริหารองค์กรของอาคารที่ต้องการจะติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

3.1.4.3 นักวิชาการหรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐาน เช่น วิศวกร แพทย์ นักวิจัย

3.1.5 กำหนดรูปแบบของสื่อนำเสนอที่จะสร้างขึ้นให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่

3.1.5.1 แอนิเมชัน สำหรับให้ข้อมูลแก่ประชาชนทั่วไป

3.1.5.2 สไลด์พรีเซนเทชัน สำหรับให้ข้อมูลแก่ผู้บริหารองค์กรของอาคาร

3.1.5.3 โบรชัวร์ สำหรับให้ข้อมูลแก่นักวิชาการ

3.1.6 คัดเลือกข้อมูลและงานวิจัยที่จะนำมาใช้ภายในสื่อนำเสนอ

3.1.7 ทำการออกแบบและสร้างแอนิเมชัน

3.1.7.1 กำหนดประเด็นหัวข้อเนื้อหาที่ต้องการแสดงภายในสื่อนำเสนอ

3.1.7.2 เขียนสตอรี่บอร์ด (Storyboard)

3.1.7.3 จัดเตรียมภาพกราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว ซาวด์เอฟเฟกต์ (sound effect) และข้อความที่ต้องใช้ในการนำเสนอเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7.4 อัดเสียงพูดบรรยายประกอบแอนิเมชัน

3.1.7.5 ทำการตัดต่อสิ่งที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมดเป็นวิดีโอ

3.1.8 ทำการออกแบบและสร้างสไลด์พรีเซนเทชัน

3.1.8.1 กำหนดประเด็นหัวข้อเนื้อหาที่ต้องการแสดงภายในสื่อนำเสนอ

3.1.8.2 ออกแบบหน้าสไลด์พรีเซนเทชัน

3.1.8.3 จัดเตรียมรูปภาพและข้อความที่ต้องใช้ในการนำเสนอเนื้อหา

3.1.8.4 ทำการสร้างสไลด์พรีเซนเทชันตามที่ได้ออกแบบไว้

3.1.9 ทำการออกแบบและสร้างโบรชัวร์

3.1.9.1 กำหนดประเด็นหัวข้อเนื้อหาที่ต้องการแสดงภายในสื่อนำเสนอ

3.1.9.2 ออกแบบ Layout

3.1.9.3 จัดเตรียมรูปภาพและข้อความที่ต้องใช้ในการนำเสนอเนื้อหา

3.1.9.4 ทำการจัดวางรูปภาพและข้อความตาม Layout ที่ได้ออกแบบไว้

3.1.10 นำสื่อนำเสนอที่สร้างขึ้นทั้งหมดแสดงให้ผู้รับเหมาของบริษัทได้รับชม เพื่อสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และประเมินความพึงพอใจ

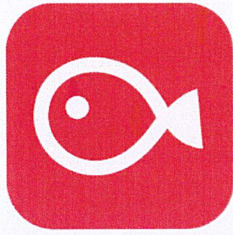
3.1.11 ทำการปรับปรุงแก้ไขสื่อนำเสนอ ในกรณีที่มีข้อเสนอแนะจากผู้รับเหมา

3.1.12 นำสื่อนำเสนอที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้งานจริง

## 3.2 Software ที่ใช้ในการดำเนินงาน

3.2.1 VLLO - Video Editor & Maker

แอปพลิเคชันใช้ตัดต่อวิดีโอ ใส่ซาวด์เอฟเฟกต์ (sound effect) เสียงบรรยายวิดีโอ และคำบรรยายใต้วิดีโอ เพื่อสร้างเป็นสื่อนำเสนอประเภทแอนิเมชัน สำหรับกรณีการให้ข้อมูลแก่ประชาชนทั่วไป



ภาพที่ 3.1 แอปพลิเคชัน VLLO - Video Editor & Maker

### 3.2.2 Procreate

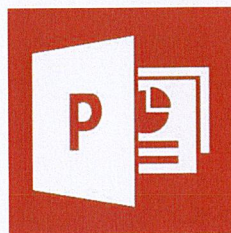
แอปพลิเคชันใช้วาดภาพ สร้างวัตถุเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่ต้องการ สร้างภาพพื้นหลัง เพื่อนำไปใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน VLLO - Video Editor & Maker พัฒนาเป็นสื่อนำเสนอประเภทแอนิเมชัน สำหรับกรณีการให้ข้อมูลแก่ประชาชนทั่วไป



ภาพที่ 3.2 แอปพลิเคชัน Procreate

### 3.2.3 Microsoft PowerPoint

โปรแกรมใช้ออกแบบสร้างสื่อนำเสนอประเภทสไลด์พรีเซนเทชัน สำหรับกรณีการให้ข้อมูลแก่ผู้บริหารองค์กรของอาคาร

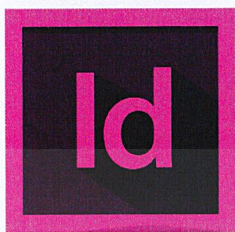


ภาพที่ 3.3 โปรแกรม Microsoft PowerPoint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 Adobe InDesign CS6

โปรแกรมใช้ออกแบบกราฟิก การจัดวางรูปภาพและข้อความในสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อสร้างเป็นสื่อนำเสนอประเภทโบรชัวร์ สำหรับกรณีการให้ข้อมูลแก่นักวิชาการ



ภาพที่ 3.4 โปรแกรม Adobe InDesign CS6



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบพัฒนาสื่อนำเสนอสำหรับการให้ข้อมูลออกเป็น 3 รูปแบบ ตามความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการจะนำเสนอข้อมูล ดังนี้

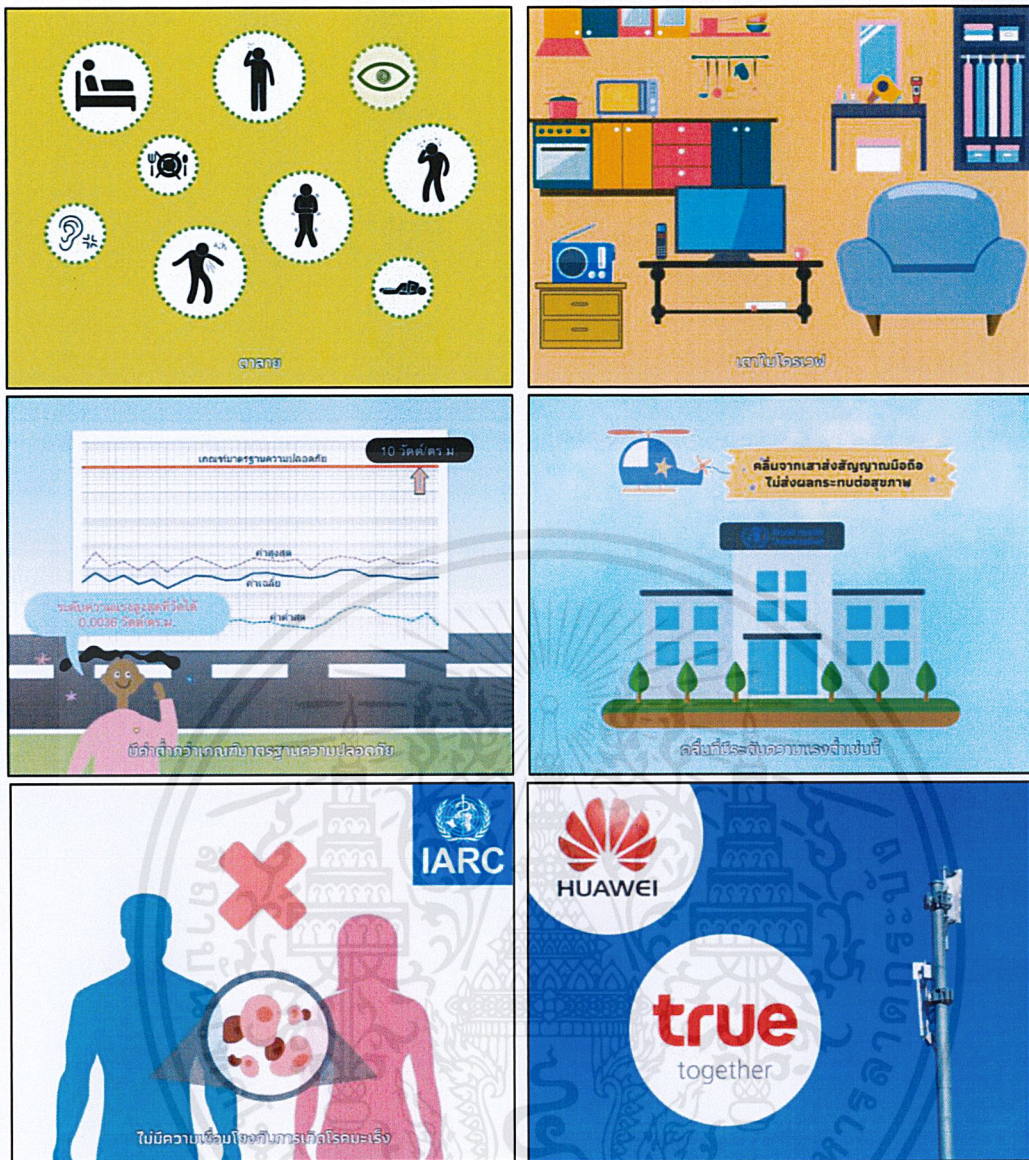
#### 4.1 แอนิเมชัน

สื่อนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันนี้ เหมาะสำหรับการให้ข้อมูลแก่ประชาชนทั่วไป เช่น พ่อค้า แม่ค้า แม่บ้าน พนักงานบริษัท นักเรียน ฯลฯ เนื่องจากสื่อนำเสนอชนิดนี้สามารถสื่อความหมาย อธิบายเรื่องราวที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่าย และดึงดูดความสนใจจากผู้รับชมได้ทุกเพศทุกวัย เพราะมนุษย์เรามักเลือกที่จะมองรูปภาพหรืออะไรที่มีสีสันก่อนมองเนื้อหาเสมอ



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแอนิเมชันที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างแอนิเมชันที่สร้างขึ้น

#### 4.2 สไลด์พรีเซนเทชัน

สื่อนำเสนอในรูปแบบสไลด์พรีเซนเทชันนี้ เหมาะสำหรับการให้ข้อมูลแก่ผู้บริหารองค์กรของอาคารที่ต้องการจะติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ เนื่องจากสื่อเสนอชนิดนี้มักจะนิยมใช้ในการนำเสนองานภายในระยะเวลาสั้น ๆ มีเนื้อหาที่กระชับ ชัดเจน มุ่งเน้นประเด็นสำคัญเท่านั้น และสามารถนำเสนอข้อมูลเป็นรูปภาพ ตาราง หรือแผนภูมิได้ง่าย



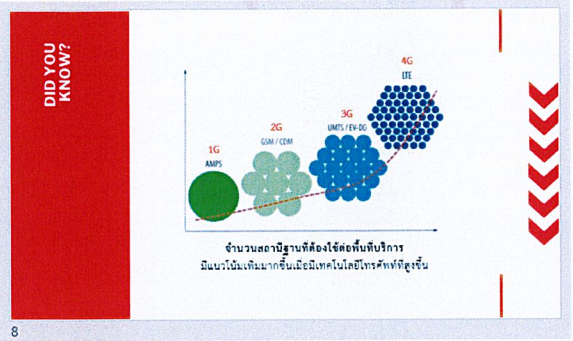
ภาพที่ 4.3 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 1 และหน้าที 2



ภาพที่ 4.4 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 3 และหน้าที 4



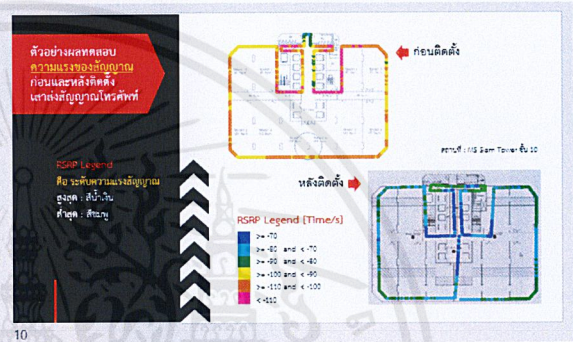
ภาพที่ 4.5 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 5 และหน้าที 6



ภาพที่ 4.6 สไลด์พรีเซนเทชันหน้า 7 และหน้า 8

**ทำไมต้องเพิ่มเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์?**

1. ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบทมากขึ้น
2. พื้นที่ชนบทของสัญญาณ ในพื้นที่ที่มีผู้ใช้บริการโทรศัพท์หนาแน่น
3. ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างหนักและยังคงมีการเพิ่มขึ้น
4. พื้นที่ชนบทที่มีประชากรที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็ว



ภาพที่ 4.7 สไลด์พรีเซนเทชันหน้า 9 และหน้า 10

**คลื่นจากเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์**

**PART 02**



ภาพที่ 4.8 สไลด์พรีเซนเทชันหน้า 11 และหน้า 12

**เกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย**

**ICNIRP**  
(International Commission on Non-ionizing Radiation Protection)

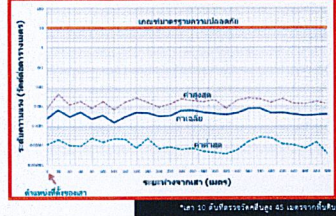
กำหนด มาตรฐานการรังสีคลื่นวิทยุ (วิทยุ และ ไมโครเวฟ) ของมนุษย์ และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (ความถี่สูง 300 GHz) ไว้ดังนี้

- ไม่เกิน 50 มิลลิวัตต์การแผ่รังสีสำหรับปริมาณโดยเฉลี่ย
- ไม่เกิน 10 มิลลิวัตต์การแผ่รังสี สำหรับพื้นที่การแผ่รังสี



**ระดับความแรงของคลื่นวิทยุ เทียบกับระยะห่างจาก เสาส่งสัญญาณโทรศัพท์**

จากการสำรวจโดยสำนักงาน คณะกรรมการคุ้มครองสุขภาพสิ่งแวดล้อม จังหวัดเชียงใหม่ กรมวิทยาศาสตร์ และ สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ (ICTAP) กำหนดค่า ICNIRP กำหนด ซึ่งใช้กับใบอนุญาต ครอบคลุม รวมถึง ประเทศในทวีป



ภาพที่ 4.9 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 13 และหน้าที 14

**ผลกระทบต่อความปลอดภัย ด้านสุขภาพของมนุษย์**

**PART 03**



**World Health Organization**

**Electromagnetic fields and public health**

- องค์การอนามัยโลก ได้มีการประเมินผลกระทบของคลื่นวิทยุ พบว่า ไม่พบหลักฐานการก่อมะเร็งที่ชัดเจนว่า คลื่นวิทยุมีระดับความแรงต่ำ จาก สถานีฐานหรือโรงรับส่งสัญญาณจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่ว่าอย่างใด
- หน่วยงานระหว่างประเทศเพื่อการวิจัยโรคมะเร็ง (IARC) ได้จัดอันดับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่วิทยุเป็นกลุ่มของสารก่อมะเร็ง 2B ซึ่งอาจก่อให้เกิดมะเร็งชนิดนี้ได้ในอนาคต การศึกษาวิจัยระดับเซลล์และสัตว์ทดลองในสัตว์ฟันแทะส่วนใหญ่ ได้มีความเชื่อมโยงกับการเกิดโรคมะเร็ง



ภาพที่ 4.10 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 15 และหน้าที 16

**บทสรุป**


- เราจำเป็นต้องมีการศึกษาระดับสูงสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานได้แก่ ผู้ให้บริการ และรองรับเทคโนโลยีในอนาคต
- ผลการตรวจวัดระดับความแรงของคลื่นวิทยุจากเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากลที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าปลอดภัยสำหรับผู้ที่อยู่ในบริเวณรอบๆ เสาส่งสัญญาณ
- ได้รับการสำรวจและรับรองว่า คลื่นวิทยุจากเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ไม่เชื่อมโยงกับการก่อโรคใด ๆ ไม่ทราบสาเหตุต่างๆ รวมถึงการเกิดโรคหัวใจ





**HUAWEI**

**true**



ภาพที่ 4.11 สไลด์พรีเซนเทชันหน้าที 17 และหน้าที 18

**4.3 โบรชัวร์**

สื่อนำเสนอในรูปแบบโบรชัวร์นี้ เหมาะสำหรับการให้ข้อมูลแก่นักวิชาการหรือผู้ที่มีความรู้พื้นฐาน เช่น วิศวกร แพทย์ นักวิจัย เนื่องจากสื่อนำเสนอชนิดนี้เป็นสื่อที่จับต้องได้ สามารถใส่ข้อมูลได้จำนวนมาก และสามารถระบุแหล่งอ้างอิงของข้อมูลอย่างละเอียดสำหรับการสืบค้นเพิ่มเติมได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเสาสัญญาณโทรศัพท์และผลกระทบต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์ มีจุดมุ่งหมายคือการสร้างสื่อแนะนำเสนอสำหรับการให้ข้อมูล เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ ทำให้ผู้ที่ได้รับชมสื่อแนะนำเสนอมีความเข้าใจถึงความจำเป็นและประโยชน์ที่จะได้รับในการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ ได้รับข้อมูลที่ถูกต้อง และคลายความวิตกกังวลเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาจากเสาสัญญาณโทรศัพท์ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพ

จากผลการศึกษาวิจัย พบว่า รูปแบบและเนื้อหาของสื่อแนะนำเสนอมีความสัมพันธ์กับประเภทบุคคลที่ได้รับข้อมูลตามกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ และจากการสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และประเมินความพึงพอใจจากผู้รับเหมาของบริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด รวมจำนวนทั้งสิ้น 11 บริษัท พบว่า สื่อแนะนำเสนอที่สร้างขึ้นได้รับความคิดเห็นและความพึงพอใจจากผู้รับเหมาทั้งหมดไปในทางที่ดี สามารถนำสื่อแนะนำเสนอนี้ไปใช้ให้ข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการขออนุญาตดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ได้จริง

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สื่อแนะนำเสนอที่ผู้ทำวิจัยสร้างขึ้นควรจะมีการนำไปทดลองใช้ขออนุญาตดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ในสถานการณ์จริง แต่เนื่องจากในระยะเวลาที่ดำเนินการศึกษาวิจัยอยู่นั้น ทางบริษัทอยู่ในช่วงดำเนินการติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ภายในอาคารที่ได้รับการอนุญาตแล้ว และยังไม่มีการริเริ่มโครงการเฟสใหม่ สื่อแนะนำเสนอนี้จึงยังมิได้นำไปทดลองใช้งานจริง ผู้ทำวิจัยจึงใช้วิธีสอบถามความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และประเมินความพึงพอใจจากผู้รับเหมาของบริษัทแทน เพราะเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการเจรจาขออนุญาตติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์กับทางอาคาร

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และระบบสถานีฐาน. [ออนไลน์]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<http://www.mut.ac.th/research-detail-37?fbclid=IwAR06NnMZcY6lcdoTDh2o6XBwwFeMcXMFoTAEiyC-N7PkchQttbhTlSeaF88>
- [2] องค์ประกอบของสถานีฐาน. [ออนไลน์]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<http://www.geocities.ws/suntelecom/base.html>
- [3] สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า. [ออนไลน์]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<https://sites.google.com/site/khlunmaehelkfifa502/spektram-khxng-khlunmaehelkfifa>
- [4] Types of Ionizing Radiation. [ออนไลน์]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<https://en.polimaster.com/resources/radiation-basics/types-of-ionizing-radiation>
- [5] ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). Health Physics, 74(4), 494-522, 1998
- [6] มาตรฐานความปลอดภัยต่อสุขภาพมนุษย์จากการใช้เครื่องวิทยุโทรคมนาคม: ชีตจำกัดและวิธีการวัดสำหรับการได้รับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของมนุษย์ในย่านความถี่ 9 kHz-300 GHz (กทข. มท. 5001-2550) หน้าที่ 1-12
- [7] World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health: Electromagnetic Hypersensitivity. [Internet]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/en/?fbclid=IwAR1eOlorfJTqW0jZPtQccQp0JDl6Zt34dSCSw6CbR2prAYjEUG1yVrjmmsc>
- [8] World Health Organization. Electromagnetic Fields and Public Health: Base Stations and Wireless Technologies. [Internet]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่:  
<https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs304/en/>
- [9] International Agency for Research on Cancer. Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 102 (2013). Lyon, France.

- [10] โครงการให้ความรู้เกี่ยวกับผลการศึกษาลักษณะของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์ และผลกระทบของการตั้งฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใกล้ที่อยู่อาศัยและชุมชนใน 5 ภูมิภาค. [ออนไลน์]. สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ที่: <http://xn--72c4a6a8aaub8aycc4gte.nbtc.go.th/Home.aspx>
- [11] รายงานผลการศึกษาระดับสมบูรณั โครงการจ้างที่ปรึกษาเพื่อศึกษาผลกระทบของการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถานีฐานของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของมนุษย์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2557
- [12] รายงานผลการตรวจวัดระดับการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ภาคกลาง, 2554





ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

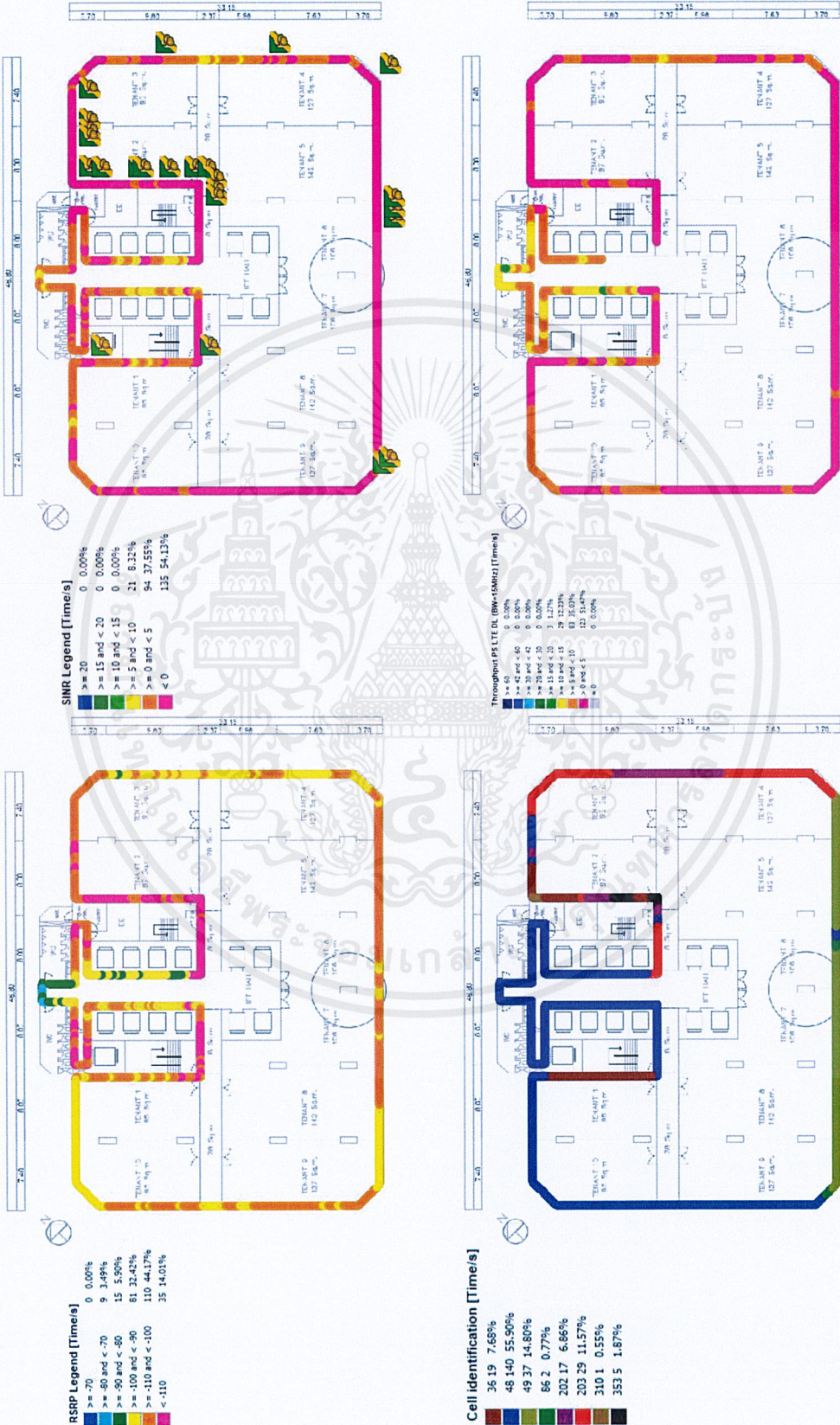
# ตัวอย่างผลทดสอบความแรงของสัญญาณก่อนและหลังติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

Site Name: MS Siam Tower

Level: 10

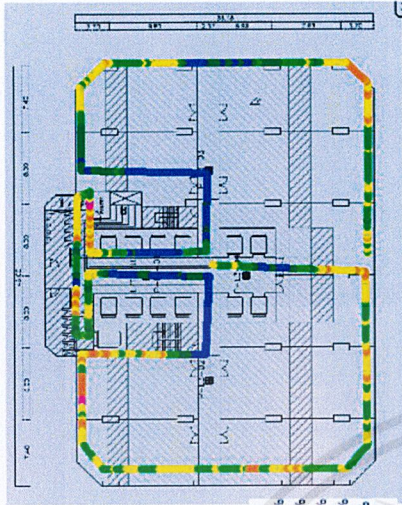
Presurvey walk test  
Site Name : MS Siam Tower  
Level 10 : LTE 2100 Walk test result.

true



หลังติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์

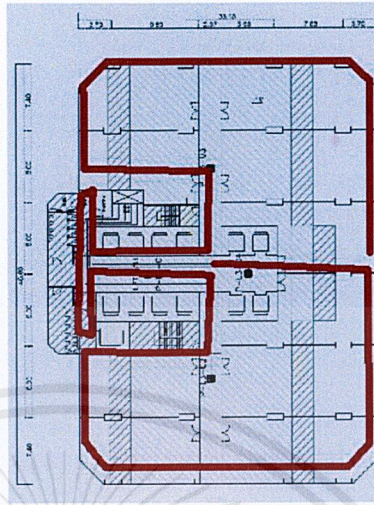
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



SNR

SNR Legend [Times/s]

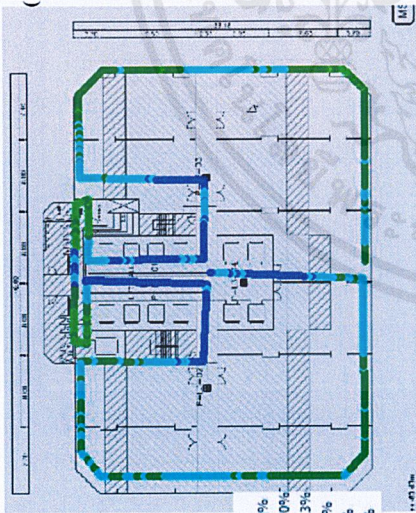
>= 20	64	20.40%
>= 15 and < 20	45	14.31%
>= 10 and < 15	66	27.57%
>= 5 and < 10	87	27.75%
>= 0 and < 5	29	9.32%
< 0	2	0.65%



Channel

Channel number [Times/s]

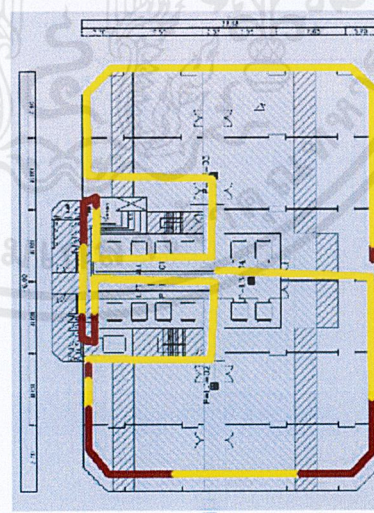
250 313	100.00%
---------	---------



RSRP

RSRP Legend [Times/s]

>= -70	80	35.48%
>= -80 and < -70	102	32.70%
>= -90 and < -80	107	34.13%
>= -100 and < -90	24	7.69%
>= -110 and < -100	0	0.00%
< -110	0	0.00%



PCI

Cell identification [Times/s]

209 62	19.68%
483 351	80.12%

Macro Cell Name	PCI	PSC
BKC6023T_2NB01_S01	48	241
BKC6023T_2NB01_S02	49	240
BKC8597T_2NB01_T01	68	68
BKC8597T_2NB01_S03	202	332
BKC8597T_2NB01_S02	203	324
BKC6023T_2NB01_T01	209	405
BKC718T_2NB01_S02	302	302

TECHNOLOGIES Co., Ltd.

Confidential



หลังติดตั้งเสาสัญญาณโทรศัพท์ (Upload)

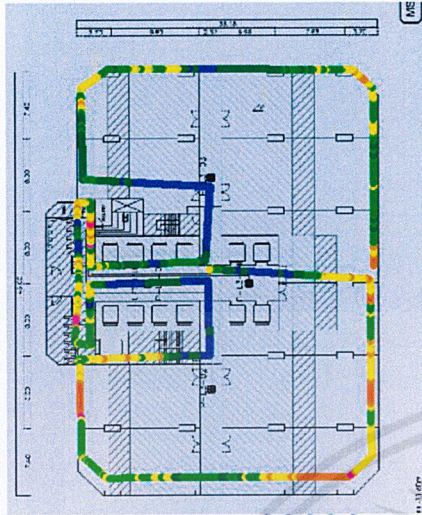
(LTE 2100 PCI : 483) (MIMO)



**RSRP**

**RSRP Legend [Time/s]**

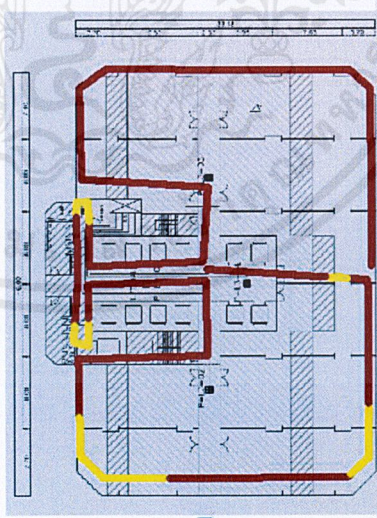
>= -70	91 25.12%
>= -80 and < -70	134 37.0%
>= -90 and < -80	112 31.0%
>= -100 and < -90	24 6.78%
>= -110 and < -100	0 0.00%
< -110	0 0.00%



**SINR**

**SINR Legend [Time/s]**

>= 20	61 16.89%
>= 15 and < 20	75 20.67%
>= 10 and < 15	99 27.36%
>= 5 and < 10	86 23.71%
>= 0 and < 5	38 10.52%
< 0	3 0.85%

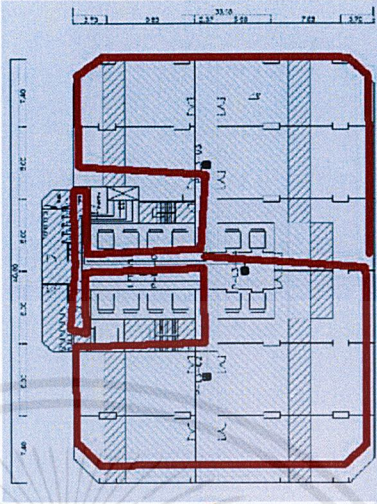


**PCI**

**Cell identification [Time/s]**

209 63	17.44%
483 298	82.56%

Macro Cell Name	PCI	PSC
BKCG023T_2NB01_S01	48	241
BKCG023T_2NB01_S02	49	249
BKCS597T_2NB01_T01	68	68
BKCS597T_2NB01_S03	202	332
BKCS597T_2NB01_S02	203	334
BKCG023T_2NB01_T01	209	405
BKCG178T_2NB01_S02	302	302



**Channel**

**Channel number [Time/s]**

250 361	100.00%
---------	---------

TECHNOLOGIES Co., Ltd.

Confidential



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวปรางค์มณี ปรีดิประสงค์  
วัน เดือน ปีเกิด 23 ธันวาคม 2540  
ที่อยู่ 75/188 ซอยวุฒากาศ53 ถนนวุฒากาศ แขวงบางค้อ เขตจอมทอง กทม. 10150  
อีเมล 59010811@kmitl.ac.th  
เบอร์โทรศัพท์ 0633133723

### ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์

ระดับมหาวิทยาลัย วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ประสบการณ์

นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา

แผนก In-Building Coverage บริษัท หัวเว่ย เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด