วารสารวิชาการ กสทช.

ประจำปี 2565

NBTC JOURNAL 2022

วารสารวิชาการ กสทช.

ประจำปี 2565

NBTC JOURNAL 2022

วารสารวิชาการ กสทช.
ประจำปี 2565

NBTC JOURNAL 2022

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission

วารสารวิชาการ กสทช. ประจำปี 2565
NBTC JOURNAL 2022

ปีที่ 6 ฉบับที่ 6 เดือนธันวาคม 2565
Vol. 6 Issue 6 December 2022

กองบรรณาธิการ (EDITORIAL BOARD)

พากเพียร สุนทรสิต	สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.
วิชัย โชควิวัฒน	สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี ประเทศไทย Health Systems Research Institute, Ministry of Health, Nonthaburi, Thailand.
ทิพย์พาพร มหาสินไพศาล	คณะศึกษาศาสตร์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ นนทบุรี ประเทศไทย Faculty of Education, Panyapiwat Institute of Management, Nonthaburi, Thailand.
กมลรัฐ อินทรทัศน์	คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี ประเทศไทย School of Communication Arts, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, Thailand.
พิสิฐ บุญศรีเมือง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ประเทศไทย School of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
ศีฆพันธุ์ เจริญพงษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก ประเทศไทย Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, Thailand.

ชลิตา ศรีนวล
คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ประเทศไทย
King Mongkut's Institue of Technology Ladkrabang Business School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

ณัฐวุฒิ อาจปรุ
สำนักกิจการดาวเทียมสื่อสาร สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Satellite and Orbit Management Bureau, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

บรรณาธิการ (EDITOR)

อรดา เทพยายน
สำนักประธานกรรมการและการประชุม สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Secretariat Office of the Chairman and Proceedings Bureau, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

ผู้ช่วยบรรณาธิการ (ASSISTANT EDITOR)

สโรธร ปุษปาคม
สถาบันวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
NBTC Academy, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

ฝ่ายจัดการและผลิต (MANAGING STAFF)

ฉัตรหทัย มีประดิษฐ์
สถาบันวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
NBTC Academy, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

อำพล ลือวงศ์โอภาส
สถาบันวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
NBTC Academy, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

สุรัชดา ลิขิตประคอง
สถาบันวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
NBTC Academy, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

ดวงกมล เกษมสวัสดิ์
สถาบันวิทยาการ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
NBTC Academy, Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission, Bangkok, Thailand.

เลขมาตรฐานสากลประจำวารสาร 2586-9272

เลขมาตรฐานสากลประจำวารสารอิเล็กทรอนิกส์ 2651-0634

ผลิตและจัดพิมพ์
สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
เลขที่ 87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2670 8888
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ nbtcjournal@nbtc.go.th
www.nbtc.go.th

ลิขสิทธิ์
เนื้อหาหรือบทความที่ปรากฏในวารสารวิชาการ กสทช. เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) ซึ่งสำนักงาน กสทช. ขอสงวนสิทธิ์มิให้นำเนื้อหา ข้อความ หรือบทความไม่ว่าทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดไปเผยแพร่ คัดลอก หรือตีพิมพ์ซ้ำโดยเด็ดขาด เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร ทั้งนี้ ข้อความ หรือความคิดเห็นที่ปรากฏในบทความแต่ละเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้นิพนธ์ ไม่ผูกพันต่อคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และสำนักงาน กสทช. รวมทั้งกรณีหากมีการละเมิดสิทธิ์ ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้นิพนธ์โดยตรง ไม่เกี่ยวข้องกับสำนักงาน กสทช. แต่ประการใด

สารจากประธาน กสทช.

ปี 2565 เป็นปีแรกของการเข้ามารับตำแหน่งของ กสทช. ชุดปัจจุบัน ซึ่งทุกท่านล้วนมีความมุ่งมั่นตั้งใจที่จะปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังความสามารถด้วยความซื่อสัตย์สุจริต เพื่อพัฒนาและยกระดับกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม และกิจการดาวเทียมของประเทศให้เจริญรุดหน้า โดยมีผลประโยชน์ของประเทศชาติและประชาชนเป็นที่ตั้ง อีกทั้งยังมีความมุ่งหมายสำคัญในการลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลและเพิ่มความเสมอภาคต่อผู้พิการและผู้ด้อยโอกาสในสังคม ตลอดจนเพิ่มขีดความสามารถทางวิชาการเพื่อขับเคลื่อนนโยบายต่าง ๆ บนฐานความรู้ ข้อมูล และงานวิจัย

สำหรับวารสารวิชาการ กสทช. นั้น เดิมจัดทำขึ้นตามเจตนารมณ์ของ กสทช. ชุดแรกที่ต้องการให้ประเทศไทยมีศูนย์กลางในการรวบรวมและเผยแพร่องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับภารกิจของ กสทช. อย่างเป็นระบบตามหลักวิชาการ โดยเริ่มตีพิมพ์ฉบับแรกในปี 2559 และพัฒนาเรื่อยมาจนในปี 2563 ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานและได้รับคัดเลือกให้เข้าสู่ฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index: TCI) และกลายมาเป็นวารสารที่ได้รับการยอมรับในแวดวงวิชาการของประเทศอย่างเต็มภาคภูมิ โดย กสทช. ยังคงไว้ซึ่งเจตนารมณ์ในการสนับสนุนและส่งเสริมให้วารสารวิชาการ กสทช. เป็นวารสารที่ได้มาตรฐานทางวิชาการในระดับนานาชาติ เพื่อส่งมอบองค์ความรู้ที่ทรงคุณค่าทางวิชาการให้กับผู้ที่สนใจและประชาชนในวงกว้างต่อไป

(ศาสตราจารย์คลินิก นพ.สรณ บุญใบชัยพฤกษ์)
ประธานกรรมการกิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

สารจากเลขาธิการ กสทช.

ปี 2565 เป็นปีที่มีความสำคัญต่อสำนักงาน กสทช. เป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นปีแรกของการเข้ามาปฏิบัติหน้าที่ของ กสทช. ชุดปัจจุบันแล้ว ยังเป็นปีที่สำนักงาน กสทช. ในฐานะหน่วยงานอำนวยการของประเทศไทย ได้รับเลือกตั้งให้เป็นสมาชิกสภาบริหารของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (ITU Council) โดยได้รับคะแนนเสียงเป็นลำดับที่ 16 จากจำนวนที่นั่งใน ITU Council 48 ที่นั่ง โดยมีประเทศสมาชิกทั้งหมด 193 ประเทศ สำนักงาน กสทช. ในฐานะสมาชิกสภาบริหาร มีความมุ่งมั่นที่จะบริหารจัดการและปกป้องผลประโยชน์ของประเทศสมาชิกอย่างเต็มกำลังความสามารถให้สมกับความไว้วางใจที่ประเทศสมาชิกมีให้

เช่นเดียวกับวารสารวิชาการ กสทช. ที่มีจุดเริ่มต้นในปี 2559 จากความตั้งใจที่จะให้ประเทศไทยมีศูนย์กลางในการรวบรวมและเผยแพร่องค์ความรู้ งานวิจัย ตลอดจนวิทยาการสมัยใหม่ที่เกี่ยวข้องกับกิจการสื่อสาร จวบจนปัจจุบันได้เดินทางเข้าสู่ปีที่ 7 และกลายมาเป็นวารสารที่ได้รับความไว้วางใจจากนิสิต นักศึกษา คณาจารย์ ตลอดจนนักวิจัยในแวดวงวิชาการของประเทศ

สำนักงาน กสทช. ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความสนใจส่งบทความเข้ารับการคัดเลือกเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ กสทช. ประจำปี 2565 และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการจัดทำและผลักดันให้วารสารวิชาการ กสทช. ประสบความสำเร็จทางวิชาการในระดับประเทศ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือเช่นนี้ตลอดไป

(นายไตรรัตน์ วิริยะศิริกุล)
รองเลขาธิการ รักษาการแทน
เลขาธิการ กสทช.

สารบัญ
CONTENTS

วารสารวิชาการ กสทช. ประจำปี 2565
NBTC Journal 2022
ปีที่ 6 ฉบับที่ 6 เดือนธันวาคม 2565
Vol. 6 Issue 6 December 2022

สารจากประธาน กสทช.

สารจากเลขาธิการ กสทช.

บทความพิเศษ

1. **การศึกษาด้านเทคโนโลยี กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)** 15
(กสทช. พลอากาศโท ดร.ธนพันธุ์ หร่ายเจริญ)

2. **ยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่** 47
(ผศ.ดร.ภูมิศิษฐ์ มหาเวสน์ศิริ)

บทความวิจัย

1. Adoption of Mobile Applications in Agriculture among Farmers in Nan, Thailand 69
Rungroge Kamondetdacha

2. **การพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเพื่อเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล: การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ** 99
อุษา บิ้กกิ้นส์ ชวพร ธรรมนิตยกุล กันยารัตน์ ศรีวิสทิยกุล และอุษณีย์ มะลิสุวรรณ

3. **การศึกษาการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำเชียงดาว** 123
รังสรรค์ วงศ์สรรค์ พีรสัณฑ์ คำสาลี อัฆพรรค์ วรรณโกมล
ประโยชน์ คำสวัสดิ์ อาทิตย์ ศรีแก้ว และอรรถวิท จันทอุปลี

4. **ปัจจัยด้านตัวเลขต่อผลการประมูลเลขหมายโทรศัพท์สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย: กรณีศึกษาของประเทศไทย** 149
ปรเมธ บุญมี

5. **ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19** 177
ธันวา แผนสท้าน และชลิตา ศรีนวล

6. **ระบบนิเวศบล็อกเชนเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมประเทศไทยให้ก้าวไปสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0** 199
บุญประเสริฐ สุรักษ์รัตนสกุล วรพจน์ กรีสุระเดช อารยา อริยา พิรภพ จันทร์แสนตอ และบัณฑิต บุษบา

บทความวิชาการ

1. **การใช้แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่: กรณีศึกษาแอปพลิเคชัน “อยู่ไหน”** 233
รัชดาภรณ์ มรม่วง

2. **ความนิยมรายการเด็กในยุคโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล** 257
เบญญาทิพย์ ลออโรจน์วงศ์ ณิชาปวีณ์ กกกำแหง และดามิยา พงศ์ตานี

3. **ปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิล** 279
ประถมพงศ์ ศรีนวล

4. **มัลแวร์เรียกค่าไถ่: ภัยคุกคามองค์กรที่ไม่อาจมองข้าม** 301
พนา อังกาบ และเทอดพงษ์ แดงสี

5. **สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G** 327
พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ และพิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช

บทความปริทัศน์

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้สู่พลเมืองดิจิทัล 353
ญาศินี เกิดผลเสริฐ

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์ 381

บทความพิเศษ

dtac
true

การศึกษาด้านเทคโนโลยี กรณีการรวมธุรกิจระหว่าง บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)

MERGER OF TRUE CORPORATION AND TOTAL ACCESS COMMUNICATION (DTAC): TECHNOLOGICAL PERSPECTIVE

กสทช. พลอากาศโท ดร.ธนพันธุ์ หร่ายเจริญ

AM Thanapant Raicharoen, Ph.D.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400

Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand

Corresponding E-mail: thanapant.r@nbtc.go.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการสรุปผลการศึกษาของคณะอนุกรรมการและวิเคราะห์กรณีการรวมธุรกิจระหว่าง บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อคิดเห็นต่อหลักการวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยีของการควบรวมกิจการ โดยศึกษาการควบรวมกิจการของสหรัฐอเมริกา แคนาดา และมาเลเซีย โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดสมมติฐานของรูปแบบแนวทางการรวมธุรกิจและการครอบครองคลื่นความถี่ของแต่ละบริษัทในระยะเวลาประมาณ 5 ปีข้างหน้า โดยคำนึงถึงคลื่นความถี่ที่จะหมดอายุ 2) คำนวณและวิเคราะห์เปรียบเทียบขีดความสามารถของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละราย ทั้งในด้านอุปสงค์และอุปทาน โดยกำหนดสูตรคำนวณ ตัวแปรต่าง ๆ และใช้สมมติฐานที่กำหนด 3) วิเคราะห์เปรียบเทียบในด้านของบริการ กรณีให้รวมธุรกิจและไม่ให้รวมธุรกิจ 4) วิเคราะห์เกี่ยวกับเลขหมายโทรคมนาคม และการพิจารณาแนวทางการรวมธุรกิจภายใต้เงื่อนไขการครอบครองคลื่นความถี่ที่อาจเป็นไปได้ในรูปแบบต่าง ๆ ระหว่าง พ.ศ. 2565-2568 โดยแยกกรณีคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรใหม่ออกจากขอบเขตการพิจารณา เนื่องจากไม่อาจทราบผลการจัดสรรคลื่นความถี่ในอนาคต ผลการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งรูปแบบแนวทางธุรกิจได้ทั้งกรณีที่ไม่อนุญาตให้รวมธุรกิจและให้รวมธุรกิจได้ 3 กรณี โดยมีเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ดังนี้ 1) ให้รวมคลื่นความถี่ทั้งหมด 2) ให้รวมคลื่นความถี่ได้บางส่วน 3) ไม่อนุญาตให้รวมคลื่นความถี่

คำสำคัญ: การรวมธุรกิจ การควบรวมกิจการ การศึกษาด้านเทคโนโลยี

Abstract

This article summarized the study result of the subcommittee for analyzing business combination case between True Corporation Public Company Limited and Total Access Communication Public Company Limited (DTAC). The objective was to gather opinions on technological analysis of business merger cases through case studies from the USA, Canada, and Malaysia. Procedures of the study were as follows: 1) set hypothesis of merger scheme and spectrum ownership of each company during the next five years, taking into account the expiring spectrum; 2) calculate and analyze each company's spectrum capacity, both on supply and demand by setting calculation formula and variables in line with the hypothesis; 3) compare the services between approved and denied merger cases; and 4) analyze mobile numbers and consider the merger scheme under various possible conditions of spectrum ownership, during 2022 and 2025. Impending allocated spectrum was excluded because of unknowable future allocation. The study found three business formats with different conditions as follows: 1) allow merging of all spectrum; 2) allow merging of some spectrum; and 3) deny merging.

Keywords: Business combination, Business merger, Technological analysis

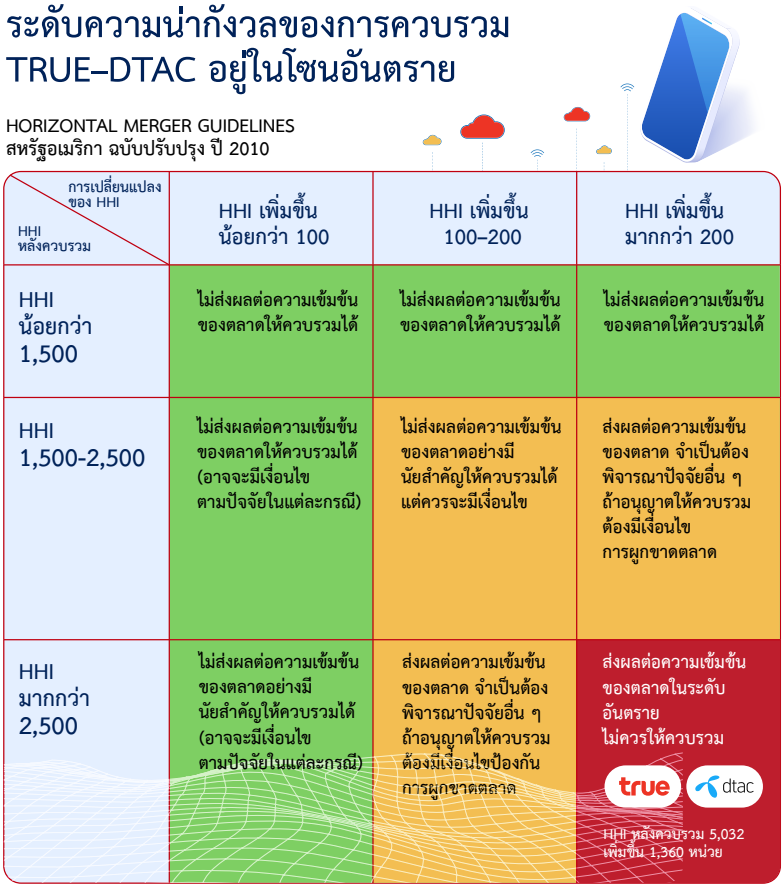
1. บทนำ

การควบรวมระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (TRUE) กับบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) (DTAC) ถือเป็นเรื่องใหญ่ที่สุดเรื่องหนึ่งในอุตสาหกรรมด้านโทรคมนาคมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2565 เพราะนอกจากจะมีผลกระทบด้านการเงินการลงทุนแล้ว ยังมีผลกระทบมหาศาลต่อผู้บริโภคและธุรกิจต่าง ๆ ที่ใช้บริการโทรคมนาคม ตลอดจนบริการต่าง ๆ ที่ใช้เครือข่ายของโครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อคลื่นความถี่เป็นสมบัติของประเทศ จึงยิ่งมีความจำเป็นต้องมีกฎหมายกำกับควบคุมเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุดสำหรับประชาชน มีกฎเกณฑ์ในการพิจารณาโดยชั่งน้ำหนักระหว่างผลดีและผลเสียที่เกิดขึ้นทั้งต่อผู้ประกอบการและประชาชนในอนาคต ภายใต้การบังคับของกฎหมายหลายฉบับที่สำคัญ คือ พ.ร.บ. องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุและกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 และฉบับแก้ไข รวมทั้ง พ.ร.บ. การประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 และฉบับแก้ไข

ทั้งนี้ บทความนี้จะอธิบายผลกระทบเฉพาะด้านเทคโนโลยีเป็นหลัก เนื่องจาก กสทช. ได้มีคำสั่งที่ 14/2565 ลงวันที่ 29 เมษายน 2565 แต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและวิเคราะห์กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ด้านเทคโนโลยี (คณะอนุกรรมการฯ ด้านเทคโนโลยี) ประกอบด้วย กรรมการ กสทช. ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ และพนักงานสำนักงาน กสทช. มีหน้าที่รับผิดชอบในการพิจารณาผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการรวมธุรกิจระหว่างทั้งสองบริษัทอย่างรอบด้าน พิจารณาผลการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะในวงจำกัดและรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง และเสนอความเห็นในประเด็นด้านเทคโนโลยีต่อ กสทช. (คณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและวิเคราะห์กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ด้านเทคโนโลยี, 2565)

สภาพปัญหาและสาเหตุ

ปัจจุบันธุรกิจโทรคมนาคมอยู่ภายใต้การบังคับของกฎหมายหลายฉบับ ที่สำคัญคือ พ.ร.บ. องค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุและกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2543 และฉบับแก้ไข รวมทั้ง พ.ร.บ. การประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2544 และฉบับแก้ไข นอกจากนี้การกำกับดูแลกิจการด้านโทรคมนาคมยังอยู่ภายใต้การบังคับของกฎหมายแข่งขันทางการค้าอีกด้วย โดยในปี พ.ศ. 2561 มีประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง มาตรการกำกับดูแลการรวมธุรกิจในกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ ได้ระบุการพิจารณาจากผลกระทบของการรวมธุรกิจที่มีต่อระดับการแข่งขันในตลาด และการเกิดผู้มีอำนาจเหนือตลาด ให้ใช้วิธีการวัดประเมินแบบ Herfindahl-Hirschman Index (HHI) เป็นหลัก โดยหลังจากการรวมธุรกิจ หากค่า HHI เกินกว่า 2,500 และค่า HHI เพิ่มขึ้นเกินกว่า 100 อาจชี้ให้เห็นได้ว่าการรวมธุรกิจนั้นเข้าข่ายการครอบงำตลาด แต่ทั้งนี้ กสทช. อาจพิจารณากำหนดเงื่อนไขหรือนำมาตรการเฉพาะสำหรับผู้มีอำนาจเหนือตลาดอย่างมีนัยสำคัญในตลาดโทรคมนาคมที่เกี่ยวข้องมาบังคับใช้เพื่อป้องกันความเสียหายต่อประโยชน์สาธารณะได้



ภาพที่ 1 เกณฑ์ Horizontal merger guidelines

ที่มา: รุ่งนภา พิมมะศรี (2565)

โดยมีการคำนวณว่าหลังการควบรวม TRUE กับ DTAC ส่วนแบ่งตลาดจะเปลี่ยนเป็น TRUE-DTAC มีร้อยละ 54 AIS มีร้อยละ 46 ซึ่งจะทำให้ค่าดัชนีกระจุกตัวเปลี่ยนเป็น 5,032 (Thai PBS, 2564) โดยคำนวณจาก (54 x 54) + (46 x 46) เท่ากับว่า ดัชนี HHI หลังการควบรวมเพิ่มขึ้นจากก่อนควบรวมมากถึง 1,360 หน่วย ซึ่งถ้าเอาตัวเลขไปเทียบกับเกณฑ์ Horizontal merger guidelines จะเห็นภาพว่า ดัชนีการกระจุกตัวหลังการควบรวมสูงมากอยู่ในโซนสีแดง เป็นระดับที่อันตรายมาก แต่ประกาศฯ ข้อ 9 กำหนดข้อยกเว้นไว้ 4 ข้อ กล่าวคือ “แต่ในกรณีที่คณะกรรมการเห็นว่าการควบรวมกิจการอาจทำให้เกิดการครอบงำตลาดที่เกี่ยวข้อง ให้คณะกรรมการสั่งห้ามการควบรวมกิจการ เว้นแต่เพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจหรือความมั่นคงของประเทศ หรือเพื่อส่งเสริมให้มีการลงทุนและสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมในอุตสาหกรรมโทรคมนาคมหรือเพื่อประโยชน์สาธารณะ คณะกรรมการอาจสั่งอนุญาตให้ควบรวมกิจการได้ โดยคำสั่งของคณะกรรมการให้ถือเป็นที่สุด” เท่ากับว่าต้องมีการพิจารณาผลกระทบทางด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการรวมธุรกิจระหว่างทั้งสองบริษัทอย่างรอบด้าน พิจารณาผลการรับฟังความคิดเห็นสาธารณะในวงจำกัดและรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องและเสนอความเห็นในประเด็นด้านเทคโนโลยีต่อ กสทช. เพื่อให้ได้ผลที่ครอบคลุมและรอบด้านที่สุด

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อรวบรวมและนำเสนอข้อคิดเห็นที่มีต่อหลักการวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยีของการควบรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน)

3. วิธีการศึกษา

ศึกษาเอกสาร (Documentary research) จากกรณีศึกษาการควบรวมของต่างประเทศด้านเทคโนโลยี ดังนี้

1) การรวมธุรกิจระหว่าง T-Mobile และ Sprint ในสหรัฐอเมริกา

2) การรวมธุรกิจระหว่าง Rogers และ Shaw ในแคนาดา

3) การรวมธุรกิจระหว่าง Celcom และ Digi ในมาเลเซีย

3.1 การวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยี

คณะอนุกรรมการฯ ด้านเทคโนโลยี พิจารณากรณีศึกษาของต่างประเทศและในประเทศและเปรียบเทียบบริการโทรคมนาคมของบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) (TRUE) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) (DTAC) แล้วพบว่า บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นบริการโทรคมนาคมที่มีผู้ประกอบการเพียง 4 ราย มีการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ซึ่งมีมูลค่าสูงและเลขหมายโทรคมนาคม ดังนั้น คณะอนุกรรมการฯ ด้านเทคโนโลยี จึงเห็นควรวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการโทรคมนาคม 4 รายของไทย คือ บริษัท ทรู มูฟ เอช ยูนิเวอร์แซล คอมมูนิเคชั่น จำกัด (TUC) บริษัท ดีแทค ไตรเน็ต จำกัด (DTN) บริษัท แอดวานซ์ ไวร์เลส เน็ทเวอร์ค จำกัด (AWN) และบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) (NT) รวมถึงวิเคราะห์ในด้านของบริการ (Service) และเลขหมายโทรคมนาคมเพื่อจัดทำความเห็นเสนอ กสทช. ต่อไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยี มีดังนี้

1) ตั้งสมมติฐานของรูปแบบแนวทางการรวมธุรกิจและการครอบครองคลื่นความถี่ของแต่ละบริษัท ในระยะเวลาประมาณ 5 ปีข้างหน้า โดยคำนึงถึงคลื่นความถี่ที่หมดอายุ

2) คำนวณและวิเคราะห์เปรียบเทียบความจุข้อมูล (Capacity) ของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ประกอบการแต่ละราย ทั้งในด้านของอุปทาน (Supply) และอุปสงค์ (Demand) โดยกำหนดสูตรคำนวณ ตัวแปรต่าง ๆ และใช้สมมติฐานจากข้อ 1)

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบในด้านของบริการ กรณีให้รวมธุรกิจและไม่ให้รวมธุรกิจ

4) วิเคราะห์เกี่ยวกับเลขหมายโทรคมนาคม

3.2 รูปแบบแนวทางการรวมธุรกิจและการครอบครองคลื่นความถี่ของแต่ละบริษัท

คณะอนุกรรมการฯ ด้านเทคโนโลยี พิจารณาแนวทางการรวมธุรกิจระหว่าง TRUE และ DTAC ภายใต้เงื่อนไขการครอบครองคลื่นความถี่ที่อาจเป็นไปได้ในรูปแบบต่าง ๆ ระหว่าง พ.ศ. 2565-2568 โดยแยกกรณีคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรใหม่ในอนาคตออกจากขอบเขตการพิจารณานี้ เนื่องจากไม่สามารถทราบได้อย่างแน่ชัดถึงผลการจัดสรรคลื่นความถี่ใหม่ในอนาคต ทั้งนี้สามารถแบ่งรูปแบบแนวทางการรวมธุรกิจที่อาจเป็นไปได้ ดังนี้

กรณี A: ไม่อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ

กรณี B1: อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

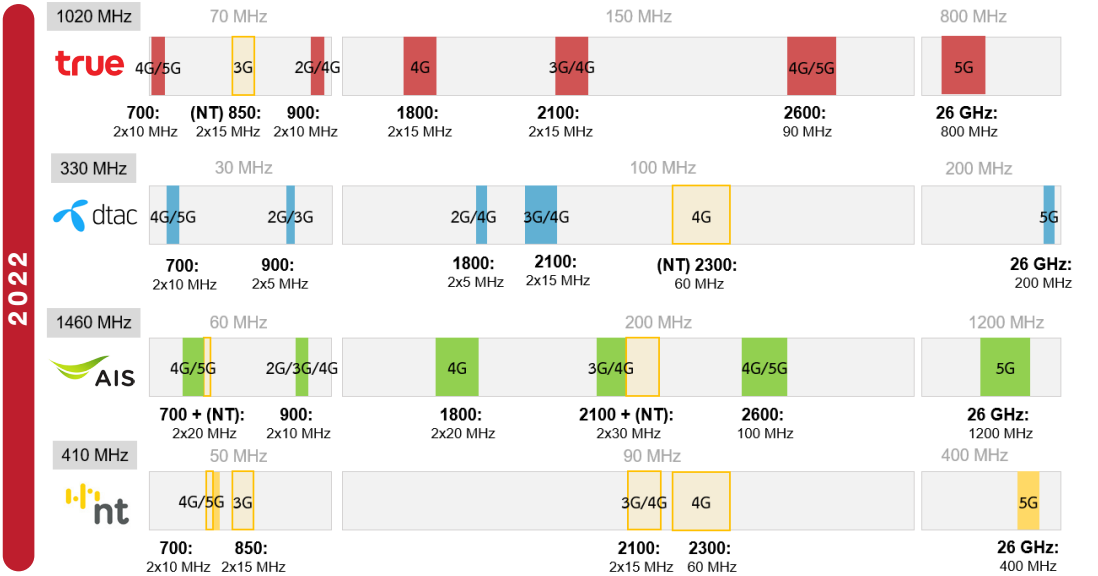
- ให้บริษัทในเครือ คือ TUC และ DTN รวมคลื่นความถี่ทั้งหมดได้
- สามารถย้ายคลื่นความถี่ที่อยู่ห่างกัน คือ คลื่นความถี่ย่าน 900 MHz และ 1800 MHz มาอยู่ติดกันได้ (Reshuffle)

กรณี B2: อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ โดยมีเงื่อนไข ดังนี้

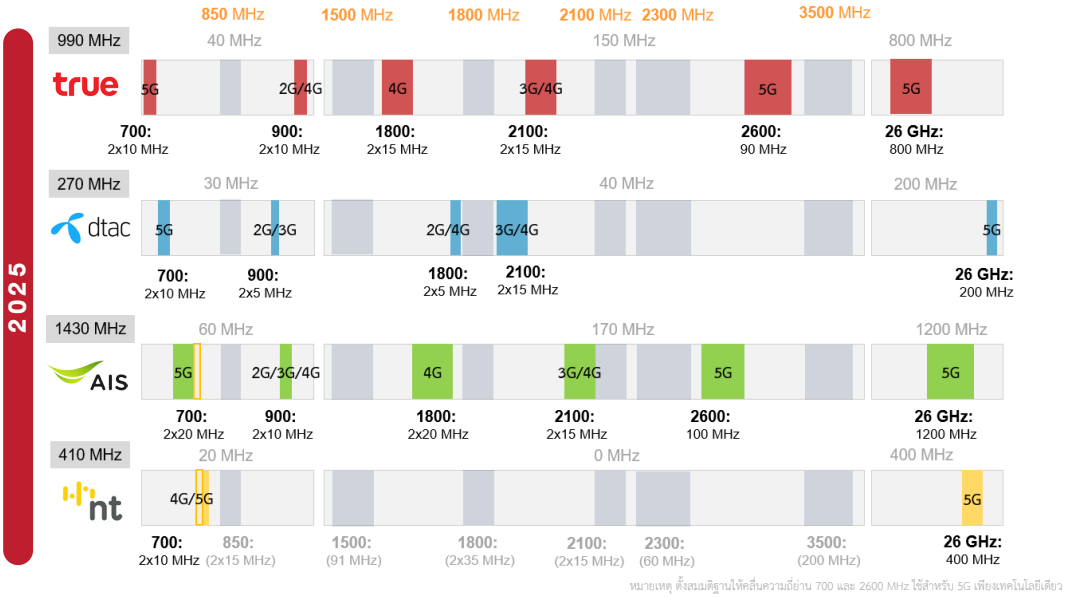
- ให้บริษัทในเครือ คือ TUC และ DTN รวมคลื่นความถี่ได้บางส่วน
- ให้คืนคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz และ 2100 MHz ในส่วนที่เกินจากเพดานคลื่นความถี่ (Spectrum cap) ที่กำหนดไว้ในหลักเกณฑ์และวิธีการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ของแต่ละย่าน
- สามารถย้ายคลื่นความถี่ที่อยู่ห่างกัน คือ คลื่นความถี่ย่าน 900 MHz และ 1800 MHz มาอยู่ติดกันได้ (Reshuffle)

กรณี B3: อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ โดยมีเงื่อนไขว่า บริษัทในเครือ คือ TUC และ DTN ยังคงประกอบกิจการภายใต้ใบอนุญาตที่ได้รับแต่เดิม ไม่อนุญาตให้รวมคลื่นความถี่

สำหรับการครอบครองคลื่นความถี่ของผู้ประกอบการ 4 ราย ในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) และปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) มีรายละเอียดปรากฏดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2 การครอบครองคลื่นความถี่ของผู้ประกอบการ 4 ราย ในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)



ภาพที่ 3 การครอบครองคลื่นความถี่ของผู้ประกอบการ 4 ราย ในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)

ทั้งนี้ ในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) มีสถานการณ์ที่สำคัญ คือ ใบอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz, 2100 MHz และ 2300 MHz ของ NT หมดอายุ และอาจจะมีการประมูลคลื่นความถี่ใหม่ในย่าน 1500 MHz, 1800 MHz และ 3500 MHz อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ความจุข้อมูลในส่วนถัดไปจะไม่นำคลื่นความถี่ใหม่ดังกล่าว รวมถึงประเด็นการย้ายคลื่นความถี่ที่อยู่ห่างกัน คือ คลื่นความถี่ย่าน 900 MHz และ 1800 MHz มาอยู่ติดกันได้ (Reshuffle) มาใช้ในการวิเคราะห์

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 การรวมธุรกิจระหว่าง T-Mobile และ Sprint ในสหรัฐอเมริกา (ผู้จัดการออนไลน์, 2561)

เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2557 และ พ.ศ. 2563 โดยเป็นการรวมธุรกิจระหว่างผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ลำดับที่ 3 และ 4 ของสหรัฐอเมริกา ซึ่งในปี พ.ศ. 2557 หน่วยงานตุลาการสหรัฐอเมริกาแย้งว่าเป็นการรวมธุรกิจไม่ชอบธรรม เพราะจะทำให้เกิดการลดการแข่งขันในอุตสาหกรรมและทำให้ราคาค่าบริการเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การรวมธุรกิจไม่ได้ทำให้เกิดบริการใหม่ ๆ ขึ้นมาแก่ผู้บริโภค ทำให้การรวมธุรกิจในปีดังกล่าวไม่ประสบความสำเร็จ ต่อมาการรวมธุรกิจประสบความสำเร็จในปี พ.ศ. 2563 ทำให้เหลือเพียงบริษัท T-Mobile

เงื่อนไขของความสำเร็จนี้ คือ มีการกำหนดให้ผู้ประกอบการดาวเทียม Dish เข้ามาซื้อกิจการ Prepaid ของ Sprint ชื่อ “Boost Mobile” เป็นเงิน 1,400 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และซื้อคลื่นความถี่ย่าน 800 MHz จาก Sprint เป็นเงิน 3,600 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ให้เสร็จสิ้นก่อน ทั้งนี้ Dish มีคลื่นความถี่ย่าน 600 MHz, 700 MHz และคลื่นความถี่ย่านความถี่กลางระหว่าง 1 GHz-6 GHz (Mid-band) บางส่วนอยู่แล้ว ทำให้ Dish สามารถก้าวเข้ามาเป็นผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ลำดับที่ 4 ได้

นอกจากนั้น ยังมีการกำหนดเงื่อนไขทางเทคนิคให้กับบริษัทที่รวมธุรกิจ 2 เรื่อง คือ

1) จะต้องเพิ่มพื้นที่ให้บริการของโครงข่าย 5G โดยครอบคลุมพื้นที่ตามที่คณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสาร (Federal Communications Commission: FCC) กำหนด

   - พื้นที่ครอบคลุม 5G ทั่วประเทศ ต้องครอบคลุมร้อยละ 97 ของจำนวนประชากรภายใน 3 ปี และร้อยละ 99 ของจำนวนประชากรภายใน 6 ปี

   - พื้นที่ครอบคลุม 5G ในต่างจังหวัด ต้องครอบคลุมร้อยละ 85 ของจำนวนประชากรภายใน 3 ปี และร้อยละ 90 ของจำนวนประชากรภายใน 6 ปี

2) ต้องให้บริการ 5G Wireless home broadband ที่สามารถให้บริการเทียบเท่าอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ (Fixed broadband) โดยรับประกันว่าร้อยละ 90 ของชาวอเมริกันต้องได้รับบริการ Wireless home broadband ด้วยความเร็วขั้นต่ำ 100 Mbps

4.2 การรวมธุรกิจระหว่าง Rogers และ Shaw ในแคนาดา (สำนักข่าวอิศรา, 2565)

วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2564 Rogers ประกาศเสนอซื้อกิจการ Shaw ทำให้หน่วยงานกำกับดูแลของแคนาดาจำเป็นต้องตรวจสอบว่า การรวมธุรกิจในกรณีนี้จะเป็นการลดการแข่งขันในการให้บริการต่าง ๆ ในตลาดโทรคมนาคมหรือไม่ ซึ่งหากมีการรวมธุรกิจระหว่าง Rogers และ Shaw จะเป็นการรวมธุรกิจกิจการโทรคมนาคมในลำดับที่ 1 และ 4 ของแคนาดา

หน่วยงานกำกับดูแลได้พิจารณาการให้บริการของทั้งสองบริษัท ดังต่อไปนี้

- บริการสื่อสารไร้สาย เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่

- บริการสื่อสารทางสาย เช่น โทรศัพท์บ้าน และอินเทอร์เน็ตตามบ้านแบบ Fixed line

- บริการกระจายเสียงและโทรทัศน์ เช่น โทรทัศน์บ้าน และพบว่าการรวมธุรกิจดังกล่าวจะทำให้การแข่งขันในการให้บริการลดลงอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มบริการแบบไร้สาย โดยหน่วยงานกำกับดูแลมีบทวิเคราะห์ ดังนี้

1) การมีอยู่ของ Shaw ในการให้บริการสื่อสารไร้สายจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนแคนาดา

หากมีการรวมธุรกิจระหว่าง Rogers และ Shaw จะทำให้การแข่งขันในตลาดโทรคมนาคมถูกชี้นำภายใต้บริษัทลำดับที่ 1-3 เท่านั้น ได้แก่ Rogers Bell และ Telus ตามลำดับ โดยที่ผ่านมา Rogers ได้เพิ่มแรงกดดันในการแข่งขันกับบริษัทลำดับ 1-3 ผ่านการลงทุนระยะยาวในการพัฒนาคุณภาพของโครงข่ายตั้งแต่เทคโนโลยี 3G, 4G และ 5G อีกทั้ง ยังมีนโยบายดึงดูดลูกค้าผ่านการกำหนดราคาการให้บริการและนวัตกรรมต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม หน่วยงานกำกับดูแลได้เล็งเห็นว่า การเติบโตของ Shaw ที่มีนโยบาย Disruptive ในปัจจุบันนั้นเป็นผลประโยชน์โดยตรงต่อผู้บริโภคที่จะผลักดันให้เกิดการแข่งขันและส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงบริการสื่อสารไร้สายได้ในราคาที่ลดลง และการมีอยู่ของ Shaw ยังทำให้บริษัทลำดับที่ 1-3 จำเป็นต้องลดค่าบริการลงหลังจากที่มีการเพิ่มค่าบริการขึ้นในทุก ๆ ปีที่ผ่านมา

2) การรวมธุรกิจของ Rogers และ Shaw จะเป็นอันตรายในการแข่งขัน

หากการแข่งขันระหว่าง Rogers และ Shaw ได้ลดลงเรียบร้อยแล้ว การรวมธุรกิจระหว่างสองบริษัทจะยิ่งทำให้การแข่งขันที่มีน้อยอยู่แล้วแย่ลงไปอีก ด้วยเหตุนี้ หน่วยงานกำกับดูแลจึงได้ยื่นคำร้องเพื่อคัดค้านการรวมธุรกิจดังกล่าว โดยให้เหตุผลว่า การรวมธุรกิจดังกล่าวจะเป็นการกีดกันและลดการแข่งขันในตลาดการให้บริการสื่อสารไร้สาย ดังนี้

- เป็นการกำจัดคู่แข่งขันในตลาดที่มีนโยบายราคาต่ำและเป็นอิสระ
- เป็นการกีดกันการแข่งขันในอนาคตสำหรับบริการสื่อสารไร้สาย ซึ่งหมายรวมถึงเทคโนโลยี 5G และเทคโนโลยีอื่น ๆ ภายในและภายนอกพื้นที่การให้บริการของ Shaw
- เป็นการกีดกันการแข่งขันสำหรับบริการสื่อสารไร้สายทั้งแบบ Business to Business (B2B) และ Business to Customer (B2C) ในพื้นที่ Ontario, Alberta และ British Columbia
- เป็นการเพิ่มโอกาสและความสะดวกในการประสานงานกันระหว่างบริษัทลำดับที่ 1-3 ซึ่งจะส่งผลให้ราคาการให้บริการสูงขึ้น

ปัจจุบันบริษัทลำดับที่ 1-3 มีส่วนแบ่งการตลาดสำหรับการให้บริการสื่อสารไร้สายมากถึงร้อยละ 87 ของประชากรแคนาดาทั้งหมด สิ่งนี้ยิ่งบ่งชี้ว่า หากมีการรวมธุรกิจจะยิ่งทำให้ Rogers แข็งแกร่งและมีอำนาจในการกำหนดตลาดมากขึ้นไปอีก ซึ่งอาจจะเหนือกว่าคู่แข่งในลำดับที่ 2 และ 3 อย่าง Bell และ Telus อย่างมีนัยสำคัญ และทำให้ Rogers มีอำนาจในการกำหนดตลาดมากเกินไป อีกทั้งการศึกษาในปี พ.ศ. 2562 พบว่าบริษัทลำดับที่ 1-3 สามารถคิดค่าบริการที่แพงขึ้นได้ หากพวกเขามีอำนาจในการกำหนดตลาด ทั้งที่ราคาการให้บริการสามารถถูกลงได้กว่าร้อยละ 35-40 ซึ่งการรวมธุรกิจของ Rogers และ Shaw จะยิ่งเป็นตัวเร่งผลักดันให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม กรณีการรวมธุรกิจของ Rogers และ Shaw อยู่ระหว่างการยื่นคำร้องคัดค้านต่อศาล ซึ่งศาลได้ทำการพิจารณาเป็นรายกรณีในเรื่องต่าง ๆ ทำให้เป็นเรื่องยากที่จะบอกว่าศาลจะสิ้นสุดการพิจารณาเมื่อใด

4.3 การรวมธุรกิจระหว่าง Celcom และ Digi ในมาเลเซีย

กลุ่มบริษัท Axiata และ Digi.Com ประกาศว่าจะเสนอให้มีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัทโทรคมนาคมเคลื่อนที่ Celcom Axiata และ Digi.Com เมื่อวันที่ 8 เมษายน พ.ศ. 2564 และต่อมาหน่วยงาน The Malaysian Communications and Multimedia Commission (MCMC) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลทางด้านกิจการโทรคมนาคมของมาเลเซียได้รับข้อเสนอในการรวมธุรกิจระหว่างบริษัทโทรคมนาคมเคลื่อนที่ Celcom Axiata Berhad และ Digi.Com อย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 โดยการรวมธุรกิจดังกล่าวมีความคาดหวังว่าจะเสร็จสิ้นในช่วงไตรมาสที่สองของปี พ.ศ. 2565 ทั้งนี้ Digi มีผู้ถือหุ้นรายใหญ่ คือ Telenor ASA จากราชอาณาจักรนอร์เวย์

MCMC ได้ดำเนินการทำการประเมินผลกระทบจากการรวมธุรกิจดังกล่าวตามแนวทางที่ MCMC ได้จัดทำและประกาศไว้ (MCMC's guidelines on mergers and acquisitions) โดยเมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2565 MCMC ได้มีการจัดส่ง Statement of Issues (SOI) ไปยัง Celcom และ Digi โดยมีเนื้อหาแสดงมุมมองในเบื้องต้นของ MCMC ในด้านผลกระทบด้านการแข่งขันในตลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการรวมธุรกิจดังกล่าว และแจ้งให้บริษัททั้งสองชี้แจง จัดส่งข้อมูล ความเห็น แนวทางการเยียวยาที่เป็นไปได้ในการหลีกเลี่ยงผลกระทบและจัดส่งกลับมาให้ MCMC พิจารณาอีกครั้ง

ประเด็นเนื้อหาใน SOI เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันใน 4 ตลาด ประกอบด้วย

1) ตลาดค้าปลีกของประเทศ (National retail market) ของบริการข้อมูล (Data services) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และโครงข่ายประจำที่ รวมถึงช่องทางกระจายบริการในตลาด

2) ตลาดค้าปลีกของประเทศ (National retail market) ของบริการเสียงและบริการ Person-to-Person (P2P) messaging บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมถึงช่องทางกระจายบริการในตลาด

3) ตลาดค้าส่งของประเทศ (National wholesale market) ของบริการเสียงและบริการ Person-to-Person (P2P) messaging บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมถึงการจัดการด้านการแบ่งปันโครงข่าย (Network sharing)

4) ตลาดค้าส่งของประเทศ (National wholesale market) ของบริการข้อมูล (Broadband services) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมถึงการจัดการด้าน Network sharing

ทั้งนี้ หากการรวมธุรกิจในครั้งนี้ได้รับการอนุมัติ บริษัทใหม่ที่ผ่านการรวมธุรกิจจะมีจำนวนลูกข่ายทั้งสิ้นประมาณ 19 ล้านลูกข่าย ซึ่งมีจำนวนมากกว่าผู้นำตลาดในปัจจุบันคือ Maxis ซึ่งมีลูกข่ายอยู่ประมาณ 12 ล้านลูกข่ายในปัจจุบัน

5. ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความจุข้อมูล

5.1 ความจุข้อมูลด้านอุปทาน (Capacity supply)

ความจุของโครงข่าย (Network capacity) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการรองรับความต้องการรับส่งข้อมูลของผู้ประกอบการแต่ละราย ตามปัจจัยที่สำคัญจำนวน 3 ปัจจัย โดยมีความสัมพันธ์ ดังนี้

Area capacity (Mbps/km^2) = $\sum$ (Bandwidth x Spectral efficiency x Cell density)

เมื่อ Bandwidth คือ ความกว้างแถบความถี่ (MHz)

Spectral efficiency คือ ประสิทธิภาพในการใช้คลื่นความถี่ต่อ Cell (bps/Hz/cell)

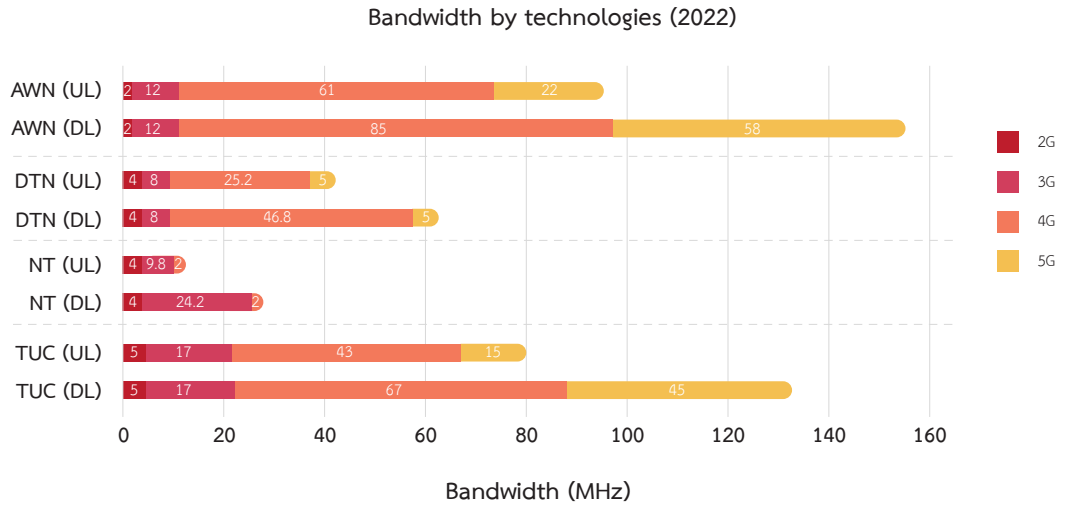
Cell density คือ ความหนาแน่นของ Cell ในพื้นที่ (cell/km^2)

โดยหลักการดังกล่าวสามารถพิจารณาได้ว่า ในปริมาณคลื่นความถี่ที่เท่ากัน การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยกว่าควรส่งผลให้ความจุของโครงข่ายซึ่งใช้รองรับความต้องการของผู้ใช้งาน มีค่าสูงกว่าการใช้เทคโนโลยีเก่า ซึ่งพบว่า ในปัจจุบันผู้ให้บริการได้แบ่งคลื่นความถี่บางส่วนให้รองรับเทคโนโลยีเก่า เช่น คลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz มีการแบ่งให้รองรับระบบ 4G และ 5G อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) อาจมีการรองรับเทคโนโลยี 5G มากขึ้น จึงตั้งสมมติฐานให้คลื่นความถี่ย่าน 700 MHz และ 2600 MHz ถูกนำไปให้บริการ 5G ทั้งหมด รวมถึงตั้งสมมติฐานเพิ่มเติม ดังนี้

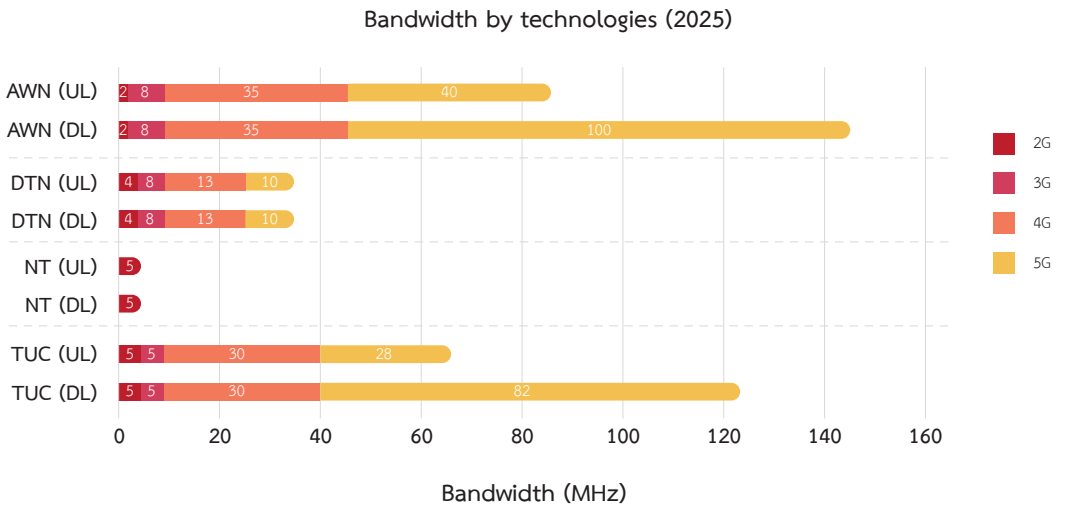
1) คลื่นความถี่แบบ Time Division Duplex (TDD) ให้ใช้สัดส่วน Downlink : Uplink เป็น 4:1

2) แบ่งคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz, 850 MHz, 2100 MHz และ 2300 MHz ตามสัดส่วนสัญญาระหว่าง NT และผู้ให้บริการรายอื่น ๆ

จากข้อมูลที่ได้รับจากผู้ประกอบการทั้ง 4 ราย ได้แก่ AWN, DTN, NT และ TUC ทั้งการใช้งานแบบ Uplink และ Downlink ในกรณีที่ไม่มีการประมูลหรือจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม สามารถแสดงปริมาณคลื่นความถี่ที่ผู้ประกอบการถือครอง และสัดส่วนคลื่นความถี่แบ่งแยกตามเทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) และปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) รายละเอียดดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4 ปริมาณคลื่นความถี่ที่ผู้ประกอบการถือครอง
และสัดส่วนคลื่นความถี่แบ่งแยกตามเทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)



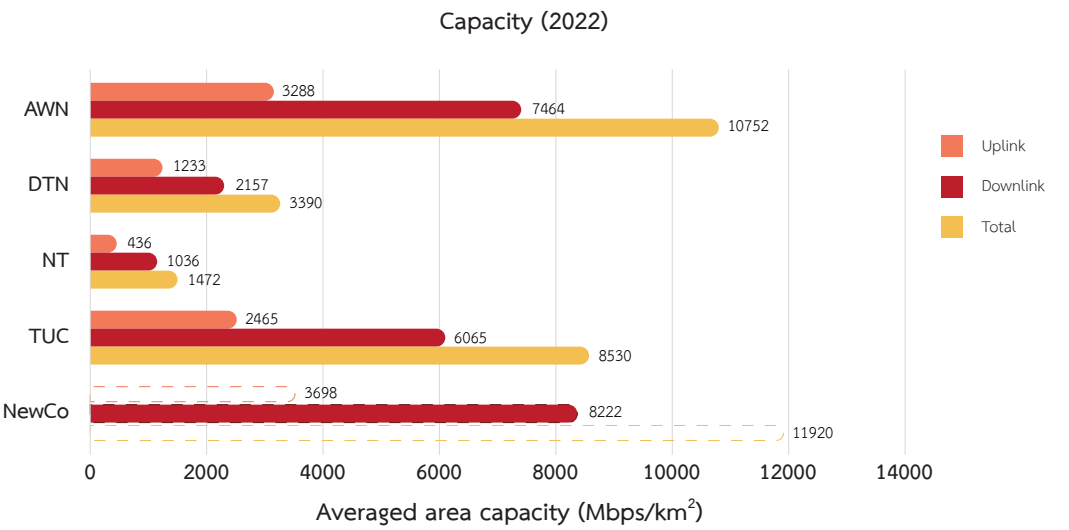
ภาพที่ 5 ปริมาณคลื่นความถี่ที่ผู้ประกอบการถือครอง
และสัดส่วนคลื่นความถี่แบ่งแยกตามเทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)

ซึ่งสามารถนำปริมาณคลื่นความถี่ดังกล่าวมาใช้คำนวณหาค่า Area capacity สำหรับปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) และปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) ต่อไปได้ โดยต้องกำหนดสมมติฐานสำหรับปัจจัยด้านประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล (Spectral efficiency) และความหนาแน่นของโครงข่าย (Cell density) รายละเอียดเพิ่มเติมดังตารางที่ 1

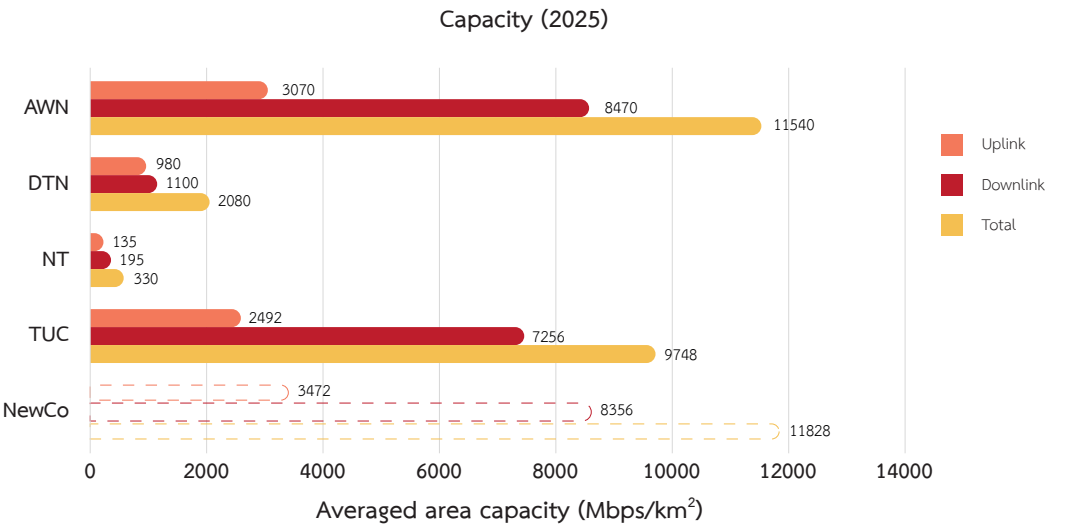
ตารางที่ 1 การกำหนดสมมติฐานสำหรับปัจจัยด้าน Spectral efficiency และความหนาแน่นของโครงข่ายเพิ่มเติม

ชื่อพารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์		อ้างอิง
Spectral efficiency 2G (DL/UL)	2 / 2	bit/s/Hz/cell	Report ITU-R M.2290-0
Spectral efficiency 3G (DL/UL)	2 / 2	bit/s/Hz/cell	Report ITU-R M.2290-0
Spectral efficiency 4G (DL/UL)	4 / 4	bit/s/Hz/cell	Report ITU-R M.2290-0
Spectral efficiency 5G (DL/UL)	7.8 / 5.4	bit/s/Hz/TRxP	Report ITU-R M.2410-0
Cell density (Low band)	5	cell/km^2	ข้อเสนอจากผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่
Cell density (Mid band)	10	cell/km^2	Report ITU-R M.2290-0

การกำหนดสมมติฐานสำหรับปัจจัยด้าน Spectral efficiency และความหนาแน่นของโครงข่าย ทำให้สามารถคำนวณค่า Area capacity ของผู้ประกอบการแต่ละรายได้ รายละเอียดดังภาพที่ 6-7



ภาพที่ 6 การคำนวณค่า Area capacity ของผู้ประกอบการแต่ละรายปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)



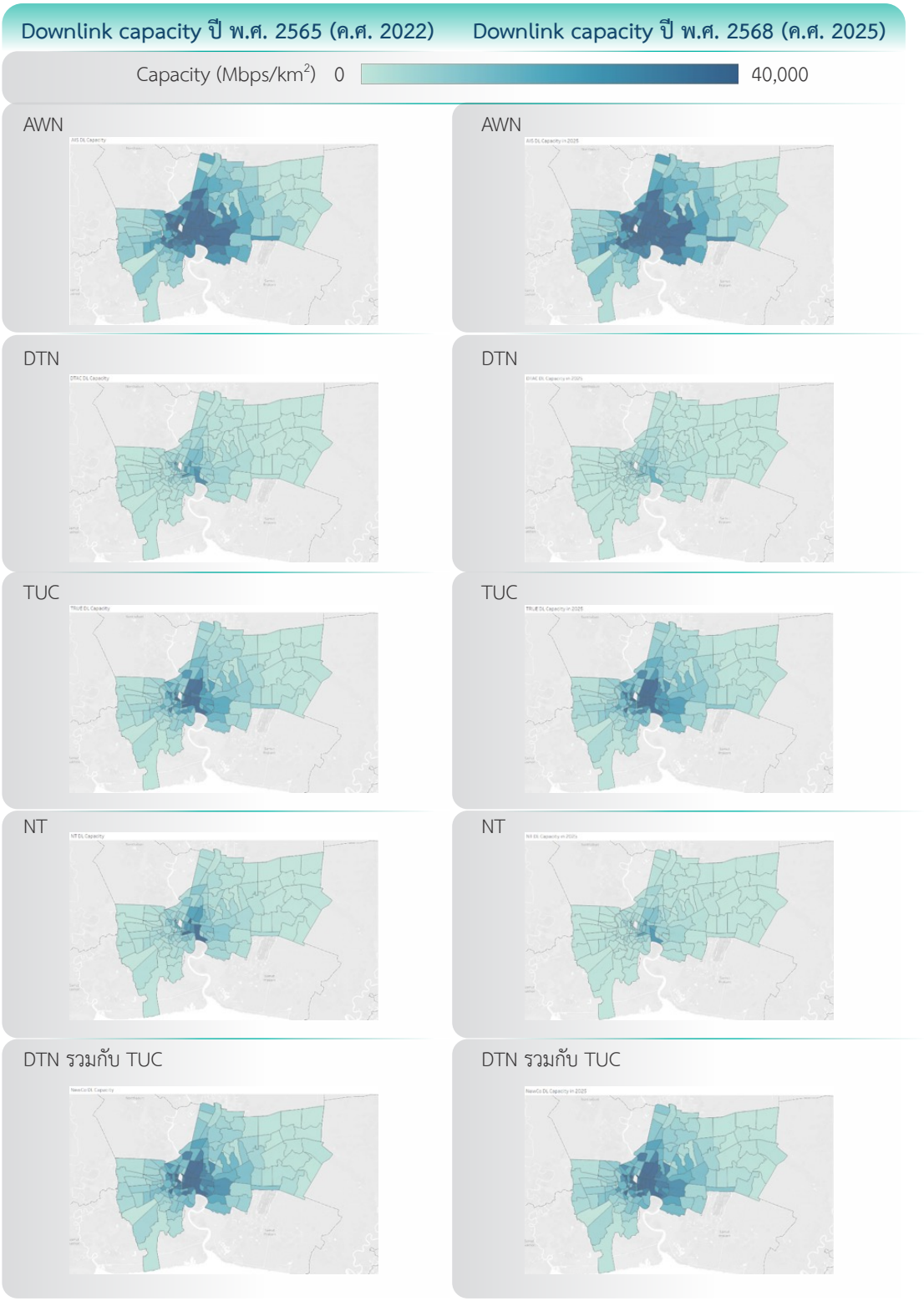
ภาพที่ 7 การคำนวณค่า Area capacity ของผู้ประกอบการแต่ละรายปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)

ซึ่งหากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจากปี พ.ศ. 2565-2568 (ค.ศ. 2022-2025) จากสมมติฐานที่ตั้งไว้พบว่า ผู้ประกอบการทุกรายมีปริมาณคลื่นความถี่ลดลง แต่บางรายมีความจุข้อมูลเพิ่มขึ้น โดยเป็นผลจากการใช้เทคโนโลยีที่มีความทันสมัยมากขึ้นและสามารถวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงได้ รายละเอียดดังตารางที่ 2

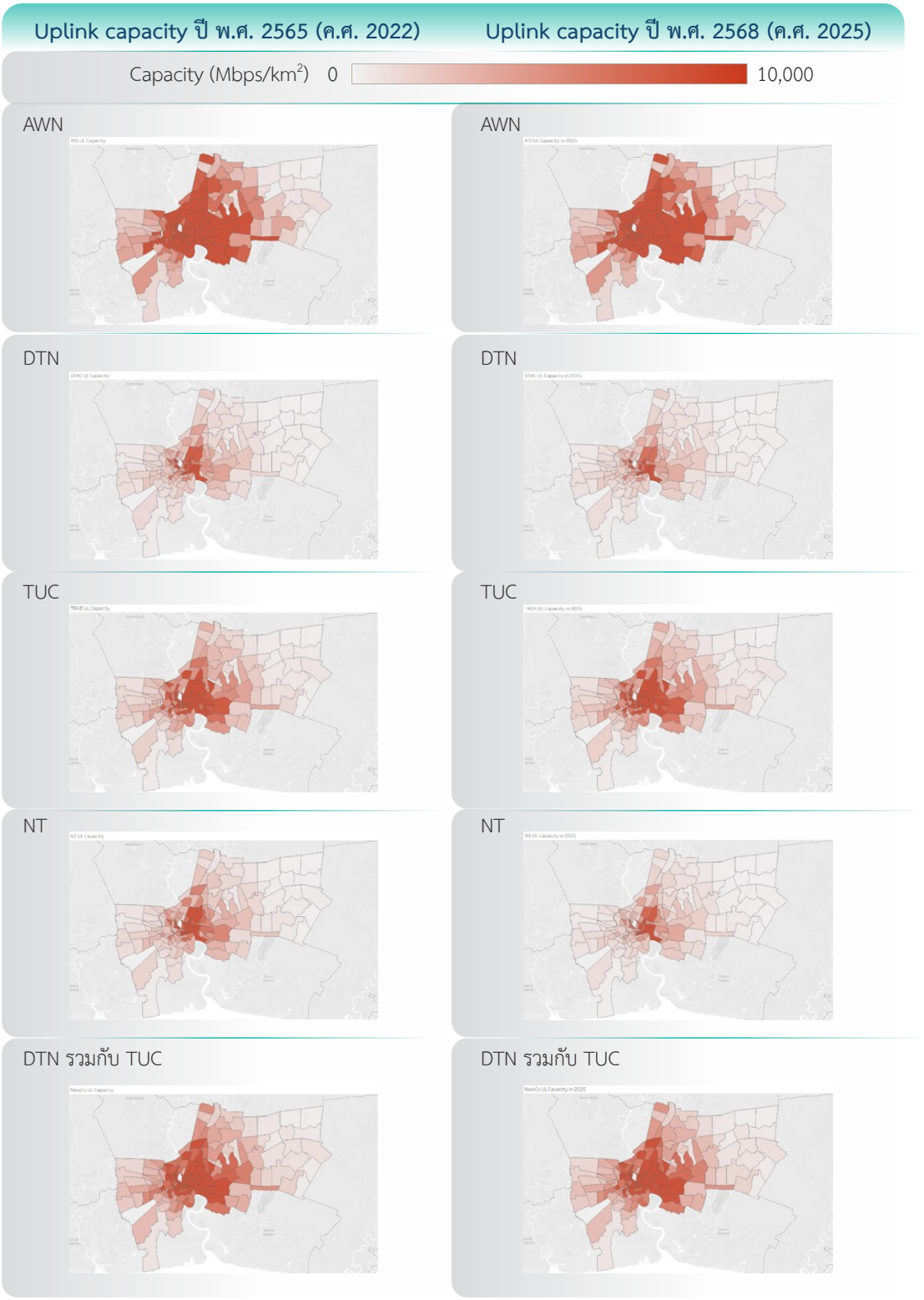
ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลื่นความถี่และความจุของโครงข่ายปี พ.ศ. 2565-2568 (ค.ศ. 2022-2025)

ผู้ให้บริการ	การเปลี่ยนแปลงคลื่นความถี่ (ค.ศ. 2022-2025)	การเปลี่ยนแปลงความจุของโครงข่าย (ค.ศ. 2022-2025)	ผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง
AWN	-24 MHz	+788 Mbps/km^2	การปรับให้คลื่นความถี่ย่าน 700 MHz และ 2600 MHz เป็น 5G ทั้งหมด ส่งผลให้ความจุของโครงข่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น แม้คลื่นความถี่ย่าน 2100 MHz ที่ทำสัญญากับ NT หมดอายุลง
DTN	-36 MHz	-1310 Mbps/km^2	คลื่นความถี่ย่าน 2300 MHz ที่ทำสัญญากับ NT หมดอายุลง ส่งผลให้ความจุของโครงข่ายลดลง
NT	-36 MHz	-1142 Mbps/km^2	คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz, 2100 MHz และ 2300 MHz หมดอายุลง ส่งผลให้ความจุของโครงข่ายลดลง
TUC	-24 MHz	+1218 Mbps/km^2	การปรับให้คลื่นความถี่ย่าน 700 MHz และ 2600 MHz เป็น 5G ทั้งหมด ส่งผลให้ความจุของโครงข่ายโดยรวมเพิ่มขึ้น แม้คลื่นความถี่ย่าน 850 MHz ที่ทำสัญญากับ NT หมดอายุลง

การคำนวณข้างต้นเป็นการวิเคราะห์ที่เน้นการพิจารณาจากปริมาณคลื่นความถี่เป็นหลัก จึงมีการกำหนดค่าสมมติฐานให้ผู้ประกอบการทุกรายมีการวางความหนาแน่นของโครงข่ายที่เท่ากัน ทั้งนี้ หากมีการนำข้อมูลความหนาแน่นของโครงข่ายจริงมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ด้วย จะสามารถแจกแจงความจุข้อมูลให้เห็นในเชิงพื้นที่ได้ โดยแสดงเป็นรายแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานครเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) และ ปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) รายละเอียดดังภาพที่ 8-9



ภาพที่ 8 การแจกแจงความจุข้อมูลให้เห็นในเชิงพื้นที่ โดยแสดงเป็นรายแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022)



ภาพที่ 9 การแจกแจงความจุข้อมูลให้เห็นในเชิงพื้นที่ โดยแสดงเป็นรายแขวงในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025)

5.2 ความจุข้อมูลด้านอุปสงค์ (Capacity demand)

นอกจากนี้ เพื่อให้การวิเคราะห์ความจุข้อมูลมีความครอบคลุมรอบด้าน ค่าที่คำนวณได้ข้างต้นต้องนำมาใช้เปรียบเทียบกับค่าความต้องการความจุข้อมูลจากผู้ใช้บริการในโครงข่ายด้วย ซึ่งจะมีสัดส่วนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนทางการตลาดในด้านจำนวนผู้ใช้บริการของผู้ประกอบการแต่ละราย โดยค่าความต้องการความจุข้อมูลมีความสัมพันธ์ตามปัจจัยที่สำคัญจำนวน 4 ปัจจัย ดังนี้

Capacity demand (Mbps/km^2) = Traffic per user x Mobile penetration x Population density x Activity factor

เมื่อ Traffic per user คือ อัตราการรับส่งข้อมูลต่อผู้ใช้งาน (Mbps/คน)

Mobile penetration คือ สัดส่วนจำนวนอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่อผู้ใช้งาน (%)

Population density คือ ความหนาแน่นของประชากร (คน/km^2)

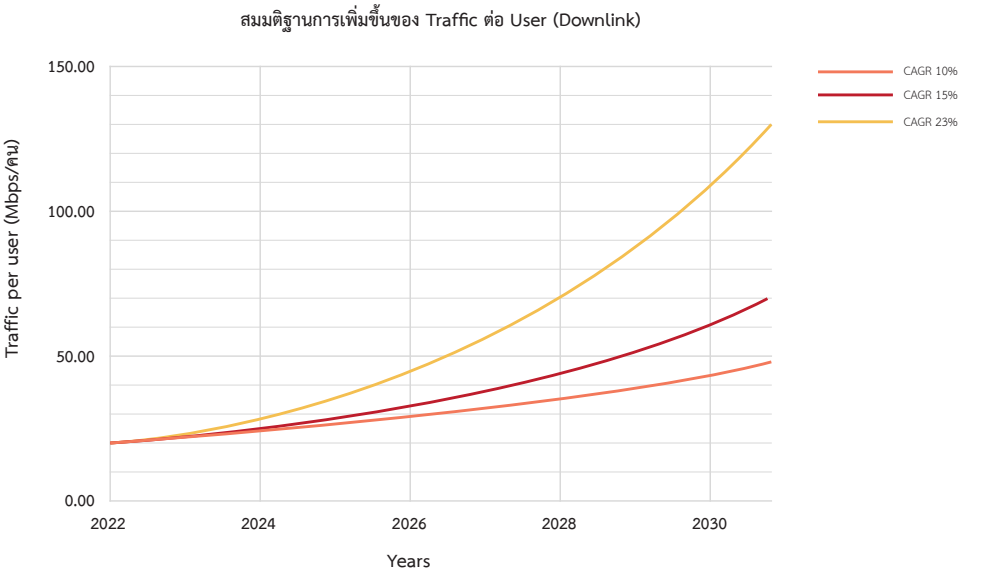
Activity factor คือ สัดส่วนของจำนวนประชากรที่ใช้งานพร้อมกัน (%)

ทั้งนี้ เพื่อพิจารณาความต้องการความจุข้อมูลสูงสุดของประเทศไทย จะพิจารณาใช้พื้นที่กรุงเทพมหานครในการอ้างอิงปัจจัยข้างต้น โดยสามารถกำหนดค่าสมมติฐานของปัจจัยดังกล่าว รวมถึงสมมติฐานของสัดส่วนทางการตลาดในด้านจำนวนผู้ใช้บริการได้ รายละเอียดดังตารางที่ 3

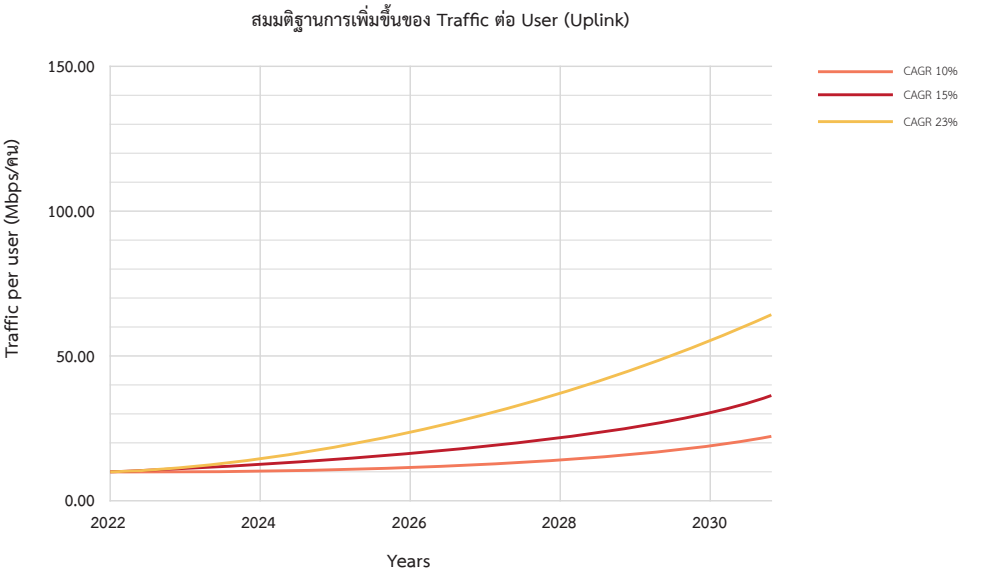
ตารางที่ 3 สมมติฐานของสัดส่วนทางการตลาดในด้านจำนวนผู้ใช้บริการ

ชื่อพารามิเตอร์	ค่าพารามิเตอร์	อ้างอิง
Traffic per user (DL/UL)	20/10 Mbps/คน	-
Mobile penetration	177.08%	http://ttid.nbtc.go.th/mobile_penetration
Population density	5,362 คน/km^2	สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (2563)
Activity factor	5/10%	GSMA (5 %) (2565)
สัดส่วนผู้ใช้บริการ AWN	44.38 %	จำนวน Mobile subscriber สิ้นสุดปี พ.ศ. 2564 (ค.ศ. 2021)
สัดส่วนผู้ใช้บริการ DTN	19.68%	
สัดส่วนผู้ใช้บริการ NT	3.45%	
สัดส่วนผู้ใช้บริการ TUC	32.44%	

หากคาดการณ์ให้มีการเติบโตของอัตราการรับส่งข้อมูลต่อผู้ใช้งานระหว่างปี พ.ศ. 2565-2568 (ค.ศ. 2022-2025) ตามประเภทของสื่อและระดับความต้องการรับส่งข้อมูลในอนาคต โดยกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ที่แตกต่างกันที่ขั้นต่ำร้อยละ 10 ต่อปี และขั้นสูงร้อยละ 23 ต่อปี จะสามารถประเมินค่า Traffic per user ในอนาคต แยกตาม Downlink และ Uplink รายละเอียดดังภาพที่ 10-11



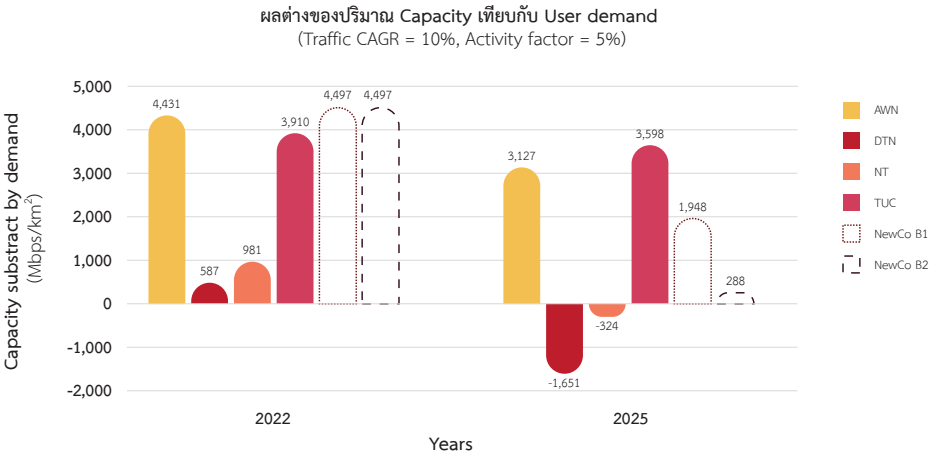
ภาพที่ 10 สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของ Traffic per user (Downlink) เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ที่แตกต่างกันที่ขั้นต่ำร้อยละ 10 ต่อปี และขั้นสูงร้อยละ 23 ต่อปี



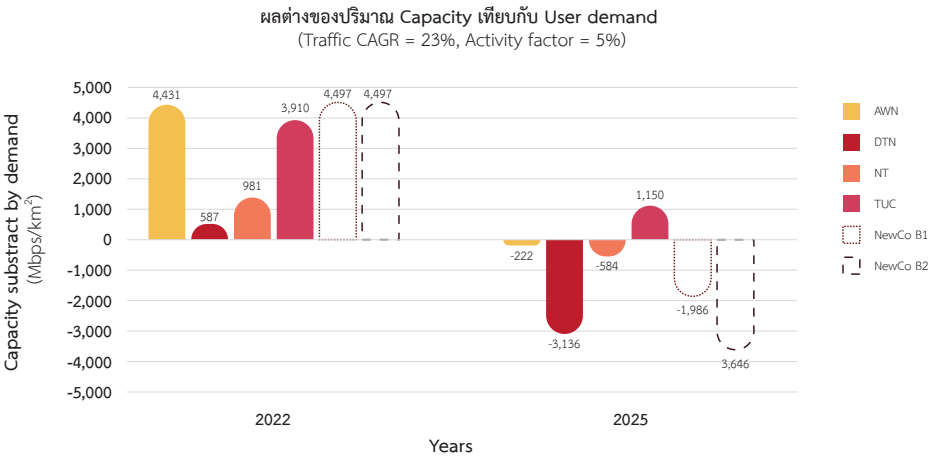
ภาพที่ 11 สมมติฐานการเพิ่มขึ้นของ Traffic per user (Uplink) เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ที่แตกต่างกันที่ขั้นต่ำร้อยละ 10 ต่อปี และขั้นสูงร้อยละ 23 ต่อปี

และสามารถเปรียบเทียบความจุข้อมูลของโครงข่ายกับความต้องการที่มาจากผู้ใช้งาน (User demand) ในสถานการณ์ที่มีสัดส่วนการใช้งานของประชากรที่ค่า Activity factor เท่ากับร้อยละ 5 โดยพิจารณาตามฉากทัศน์ (Scenario) รายละเอียดดังภาพที่ 12-13

- Scenario A ไม่มีการควบรวม
- Scenario B1 ควบรวมโดยให้ใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน
- Scenario B2 ควบรวมโดยให้ NewCo คืนคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz และ 2100 MHz เป็นจำนวนร้อยละ 50



ภาพที่ 12 ผลต่างของปริมาณความจุข้อมูลเทียบกับความต้องการที่มาจากผู้ใช้งาน เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ร้อยละ 10 ต่อปี และค่า Activity factor เท่ากับร้อยละ 5



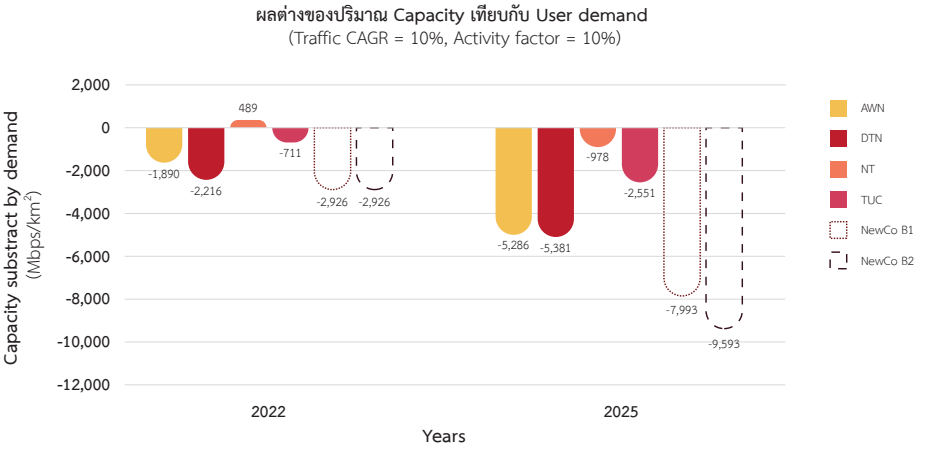
ภาพที่ 13 ผลต่างของปริมาณความจุข้อมูลเทียบกับความต้องการที่มาจากผู้ใช้งาน เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ร้อยละ 23 ต่อปี และค่า Activity factor เท่ากับร้อยละ 5

จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2565 (ค.ศ. 2022) ผู้ให้บริการแต่ละรายมีความจุของโครงข่ายเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งาน แต่เมื่อผ่านไป 3 ปี ในปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) อัตราการรับส่งข้อมูลต่อผู้ใช้งานเติบโตเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลดังนี้

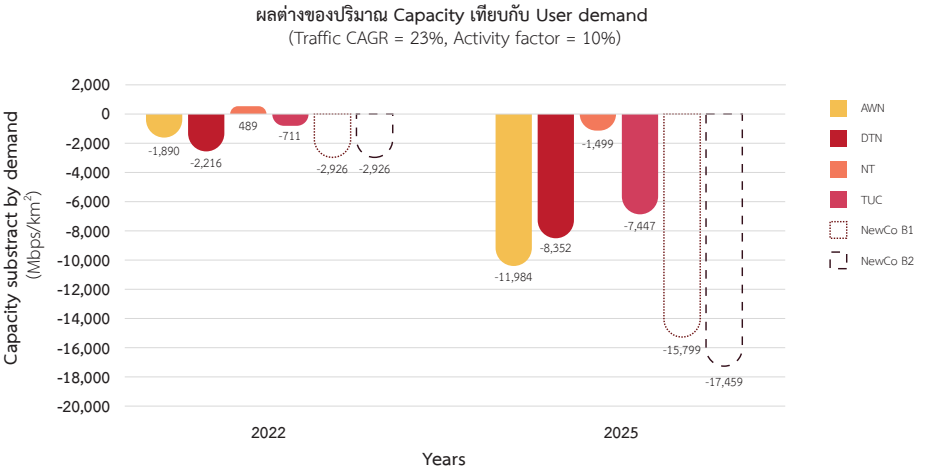
1) กรณีอัตราการรับส่งข้อมูลเติบโตร้อยละ 10: DTN และ NT จะมีความจุของโครงข่ายไม่เพียงพอ

2) กรณีอัตราการรับส่งข้อมูลเติบโตร้อยละ 23: มีเพียง TUC ที่มีความจุของโครงข่ายเพียงพอ

อย่างไรก็ตาม หากคำนวณในสถานการณ์ที่มีสัดส่วนการใช้งานของประชากรสูงขึ้น (Activity factor มีค่าร้อยละ 10) จะพบว่าความจุของโครงข่ายอาจมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะ AWN ที่มีจำนวนผู้ใช้งานมากกว่าบริษัทอื่น รายละเอียดดังภาพที่ 14-15



ภาพที่ 14 ผลต่างของปริมาณความจุข้อมูลเทียบกับความต้องการที่มาจากผู้ใช้งาน เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ร้อยละ 10 ต่อปี และค่า Activity factor เท่ากับร้อยละ 10



ภาพที่ 15 ผลต่างของปริมาณความจุข้อมูลเทียบกับความต้องการที่มาจากผู้ใช้งาน เมื่อกำหนดค่าอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ร้อยละ 23 ต่อปี และค่า Activity factor เท่ากับร้อยละ 10

จากขอบเขตการพิจารณาที่กำหนดไว้ โดยไม่มีการนำคลื่นความถี่ที่จะจัดสรรใหม่ในอนาคตเข้ามาร่วมพิจารณา สามารถนำการวิเคราะห์ด้านความจุข้อมูลมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ผลกระทบด้านเทคโนโลยีได้ ดังนี้

1) ผลการคำนวณชี้ว่าแม้ในปัจจุบันผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีความจุของโครงข่ายเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้งาน แต่ในอนาคตปี พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2025) หากไม่มีการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม อาจมีโอกาสที่ความจุของโครงข่ายจะไม่เพียงพอต่อความต้องการ และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพการให้บริการที่ผู้ใช้งานจะได้รับ โดยเฉพาะกรณี DTN จะได้รับผลกระทบมากที่สุดเนื่องจากมีความจุของโครงข่ายลดลงค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ใช้งานที่มีอยู่ จากการหมดอายุของสิทธิ์ในการใช้คลื่นความถี่ที่มีอยู่

2) ในกรณีที่อนุญาตให้มีการควบรวมบริษัท ซึ่งส่งผลให้บริษัทใหม่ NewCo สามารถใช้คลื่นความถี่ซึ่งเดิมถือครองโดย DTN และ TUC ได้ จะส่งผลให้ NewCo มีความจุโครงข่ายเพียงพอต่อการใช้งานในระยะสั้นในกรณีการเติบโตขั้นต่ำ และมีแนวโน้มไม่เพียงพอในกรณีที่มีการเติบโตของอัตราการรับส่งข้อมูลที่สูงขึ้น

5.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบในด้านของบริการ กรณีให้รวมธุรกิจและไม่ให้รวมธุรกิจ

TRUE และ DTAC เป็นบริษัทที่มีการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในลักษณะเช่นเดียวกัน โดย TRUE มีการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านการให้บริการของบริษัทในเครือ คือ TUC ส่วน DTAC มีการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านการให้บริการของบริษัทในเครือ คือ DTN

นอกเหนือจากการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ TRUE มีการลงทุนให้บริการในรูปแบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องอย่างหลากหลายรูปแบบในลักษณะ Multi-services รูปแบบการให้บริการอื่น ๆ ของ TRUE ประกอบไปด้วย บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ บริการโทรศัพท์ประจำที่ บริการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิก รวมถึงบริการสายเคเบิลใต้น้ำ ขณะที่ DTAC มีบริการหลักเพียงบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เท่านั้น และไม่ได้มีการลงทุนให้บริการในรูปแบบอื่น ๆ เพิ่มเติมอย่างชัดเจนแต่อย่างใด

สำหรับบริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส (จำกัด) มหาชน (AIS) มีการลงทุนให้บริการในรูปแบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องอย่างหลากหลายรูปแบบเช่นเดียวกัน โดยประกอบด้วย บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบประจำที่ บริการโทรศัพท์ประจำที่ และบริการสื่อผสม (Multi-media)

1) การวิเคราะห์ในด้านของบริการของผู้ใช้บริการประชาชนทั่วไป

ในกรณีที่ไม่มีการรวมธุรกิจระหว่าง TRUE และ DTAC สำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้การแข่งขันในตลาดไม่ลดลง เนื่องจากบริษัททั้ง 3 ไม่มีประโยชน์ร่วมกัน และจำเป็นต้องทำการแข่งขันในตลาดต่อไป โดยที่ DTAC ไม่ได้มีการให้บริการโทรคมนาคมประจำที่แต่อย่างใด ขณะที่ TRUE และ AIS มีการให้บริการโทรคมนาคมประจำที่ด้วย ทั้งนี้บริการโทรคมนาคมประจำที่จะเป็นการแข่งขันระหว่าง TRUE กับ AIS และผู้ให้บริการโทรคมนาคมประจำที่รายอื่น ๆ หากเปรียบเทียบในด้านของรูปแบบการให้บริการ TRUE และ AIS จะค่อนข้างได้เปรียบ DTAC เนื่องจาก TRUE และ AIS มีการลงทุนให้บริการในรูปแบบอื่น ๆ โดยที่ DTAC ไม่ได้มีการให้บริการรูปแบบอื่น ๆ ที่เทียบเท่า ทำให้ TRUE และ AIS สามารถนำเสนอรูปแบบการให้บริการที่มีลักษณะเป็น Bundle services ระหว่างบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริการโทรคมนาคมประจำที่ รวมถึงบริการโทรทัศน์ หรือบริการสื่อผสมเข้าด้วยกัน และเป็นทางเลือกจูงใจให้กับผู้ใช้บริการได้มากขึ้น ขณะที่ DTAC นำเสนอการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เพียงบริการเดียวเท่านั้น อย่างไรก็ตาม บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังถือเป็นบริการหลักที่มีสัดส่วนผู้ใช้งานและสัดส่วนรายได้สูงสุดในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม โดยบริการอื่น ๆ ทั้งของ AIS และ TRUE ยังมีสัดส่วนรายได้ที่น้อยกว่าบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มาก ในระยะยาวเนื่องจาก DTAC ไม่ได้มีการลงทุนให้บริการรูปแบบอื่น ๆ นอกจากบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ ขณะที่แนวโน้มรูปแบบการบริการเทคโนโลยีในอนาคต เช่น เทคโนโลยีการให้บริการจักรวาลนฤมิต หรือเมตาเวิร์ส (Metaverse) เทคโนโลยีการให้บริการรถยนต์ไร้คนขับ (Autonomous car) เป็นต้น จำเป็นต้องใช้โครงสร้างพื้นฐานของการให้บริการอย่างมากมายหลากหลายรูปแบบทั้งบริการโทรคมนาคมประจำที่ บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ รวมถึงจำเป็นต้องใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น Edge computing ซึ่งหาก DTAC มิได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการลงทุนพัฒนาการให้บริการรูปแบบอื่น ๆ ต่อยอด คงมีแต่เพียงบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นพื้นฐานเพียงบริการเดียวเท่านั้น DTAC อาจจะเกิดข้อเสียเปรียบในการแข่งขันมากขึ้นจนทำให้สูญเสียฐานผู้ใช้บริการและในที่สุดก็อาจไม่สามารถดำรงการแข่งขันอยู่ในตลาดได้

ในกรณีที่มีการรวมธุรกิจระหว่าง TRUE และ DTAC สำหรับการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเหลือผู้ให้บริการรายใหญ่เพียงสองราย คือ AIS และ NewCo โดยบริการโทรคมนาคมประจำที่ จะเป็นการแข่งขันระหว่าง AIS กับ NewCo และผู้ให้บริการโทรคมนาคมประจำที่รายอื่น ๆ ซึ่งภายหลังการรวมธุรกิจในเบื้องต้น จำนวนรูปแบบการให้บริการของ NewCo จะมีจำนวนเท่ากับรูปแบบการให้บริการของ TRUE ที่มีอยู่เดิม ในมุมมองของผู้ใช้บริการ การรวมธุรกิจเป็น NewCo จะทำให้ผู้ใช้บริการในส่วนของ DTAC เดิมสามารถเข้าถึงการให้บริการที่มีลักษณะเป็น Bundle services ระหว่างบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริการโทรคมนาคมประจำที่ รวมถึงบริการโทรทัศน์ หรือบริการสื่อผสมเข้าด้วยกันได้ เช่นเดียวกับ TRUE เดิม เป็นการส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันในแง่ของรูปแบบการให้บริการอื่นของ NewCo เนื่องจากมีทรัพยากรพื้นฐานแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่เพิ่มขึ้นและฐานลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจาก Bundle services ในส่วนของ DTAC เดิม แต่เป็นการลดทางเลือกของผู้บริโภคในตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ลง เพราะเหลือผู้เล่นเพียงแค่ 2 ราย

อย่างไรก็ตาม DTAC ก็มีการดำเนินธุรกิจชดเชยข้อเสียเปรียบจากการที่ไม่มีบริการรูปแบบอื่น ๆ ที่หลากหลายด้วยการใช้กลยุทธ์ด้านราคาในการแข่งขันกับ TRUE และ AIS มาโดยตลอด ส่งผลให้ตลาดการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้ใช้บริการประชาชนทั่วไปมีการแข่งขันอย่างรุนแรงมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นในการพิจารณาการควบรวมธุรกิจระหว่าง TRUE และ DTAC จึงควรพิจารณาถึงผลกระทบจากการที่เหลือผู้ให้บริการรายใหญ่เพียงสองรายคือ AIS และ NewCo โดยที่ไม่มี DTAC ทำหน้าที่ในการสร้างความรุนแรงในการแข่งขันอีกต่อไป

2) การวิเคราะห์ในด้านของบริการของผู้ใช้บริการในลักษณะองค์กร (Enterprise)

ในกรณีที่ไม่มีการรวมธุรกิจระหว่าง TRUE และ DTAC อาจส่งผลให้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนารูปแบบการให้บริการใหม่ ๆ ในอนาคต โดยเฉพาะรูปแบบการให้บริการในลักษณะองค์กร เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากบริการในลักษณะองค์กรมีความต้องการโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น โครงข่าย High reliability หรือ Extremely low latency ซึ่งหาก TRUE และ DTAC ยังคงแยกกัน DTAC อาจไม่มีทรัพยากรและศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาโครงข่ายและเนื่องจากสภาพตลาดไม่ได้ทำให้เกิดแรงจูงใจเพื่อพัฒนาและแข่งขันทางเทคโนโลยีหรือบริการใหม่ ๆ จึงอาจทำให้การให้บริการรูปแบบใหม่ ๆ ที่สามารถรองรับบริการในลักษณะองค์กรเกิดขึ้นได้ช้า

เนื่องจากมีทรัพยากรพื้นฐานแบนด์วิดท์และฐานลูกค้าที่เพิ่มขึ้น การรวมธุรกิจกันระหว่าง TRUE และ DTAC อาจเป็นการส่งเสริมศักยภาพในการพัฒนาโครงข่ายและรูปแบบการให้บริการให้กับ NewCo เมื่อเปรียบเทียบกับศักยภาพของ TRUE และ DTAC เดิมที่แยกกันอยู่ โดยอาจส่งผลให้ NewCo มีศักยภาพเพียงพอที่จะพัฒนาและแข่งขันทางเทคโนโลยีกับ AIS การรวมธุรกิจจึงอาจเป็นการส่งเสริมบรรยากาศการแข่งขันในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีในตลาด

นอกจากนี้กรณีการควบรวมธุรกิจกันระหว่าง TRUE และ DTAC อาจเป็นปัจจัยในการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาและแข่งขันทางเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ ได้ ทั้งนี้โดยการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการควบรวมว่า NewCo ต้องเร่งดำเนินการลงทุนพัฒนาโครงข่ายให้สามารถรองรับเทคโนโลยีและบริการรูปแบบใหม่ ๆ ให้สามารถรองรับรูปแบบการให้บริการในลักษณะองค์กร รวมถึงรูปแบบการให้บริการโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น การประมวลผลข้อมูลให้แสดงผลเร็วใกล้เคียงกับความเร็วของเครือข่ายมากที่สุดหรือ Edge computing ได้ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการแข่งขันทางเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นสำหรับกลุ่มผู้ใช้บริการในลักษณะองค์กรได้อีกทางหนึ่ง

5.4 ผลการวิเคราะห์ทรัพยากรเลขหมายโทรคมนาคม

เลขหมายโทรคมนาคมถือเป็นทรัพยากรสำคัญซึ่งผู้ให้บริการจำเป็นต้องจัดหาให้เพียงพอต่อจำนวนผู้รับบริการในตลาดโทรคมนาคม อย่างไรก็ตาม เลขหมายโทรคมนาคมไม่ใช่ทรัพยากรที่มีจำกัด หากจำนวนไม่เพียงพอ สามารถปรับเพิ่มจำนวนได้และไม่มีเงื่อนไขการใช้งานเหมือนคลื่นความถี่ เช่น กรณีผู้ใช้บริการต้องการย้ายค่าย ก็สามารถโอนเลขหมายโทรคมนาคมได้ เป็นต้น

ในสภาพตลาดที่อัตราการเข้าถึงและรับบริการต่อจำนวนประชากร (Subscription per population) มีความอิ่มตัว เช่น ในประเทศไทย จำนวนเลขหมายโทรคมนาคมจะส่งผลกระทบน้อยต่อความสามารถในการแข่งขันของผู้ให้บริการ เนื่องจากผู้บริโภคจะไม่พิจารณาเลือกรับบริการจากผู้ให้บริการที่มีจำนวนเลขหมายโทรคมนาคมสำรองมากกว่า แต่จะพิจารณาจากคุณภาพการให้บริการเป็นสำคัญ ดังนั้น จำนวนเลขหมายโทรคมนาคมที่ผู้ประกอบการถือครอง จึงส่งผลน้อยต่อการพิจารณาผลกระทบของการควบรวมธุรกิจระหว่างผู้ให้บริการ

อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการเลขหมายโทรคมนาคมในกรณีที่เกิดการรวมบริษัทเป็นประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญในการพิจารณาผลกระทบ ประเด็นการโยกย้ายเลขหมายของผู้ใช้บริการจากเดิมที่เชื่อมต่อกับรหัสเครือข่าย (Network code) จำนวนสองรายซึ่งเดิมแยกจากกัน ให้ผู้ใช้บริการเหล่านั้นมาเชื่อมต่ออยู่ในโครงข่ายและเครือข่ายหลัก (Core network) เดียวกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความซ้ำซ้อนและลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น โดยจะส่งผลให้เลขหมาย Network code ลดลงเหลือเพียงเลขหมายเดียว

ผลกระทบที่ต้องพิจารณาเพิ่มเติม คือ ซิมการ์ด (SIM card) ที่อยู่กับผู้ใช้งานนั้นได้ถูกตั้งค่าไว้ให้ติดต่อกับเลขหมาย Network code เดิมเท่านั้นและไม่สามารถตั้งค่าใหม่ได้ จึงมีความเป็นไปได้หลังจากการรวมบริษัท ดังนี้

1) ผู้ใช้งานที่ใช้ซิมการ์ดที่มี Network code เดิมตรงกับ Network code ใหม่จะไม่ได้ผลกระทบ

2) กรณีผู้ให้บริการลดระบบให้เหลือเพียง Core network เดียว ผู้ใช้งานที่ใช้ซิมการ์ดที่มี Network code เดิมไม่ตรงกับ Network code ใหม่ และยังไม่ทำการเปลี่ยนซิมการ์ด อาจได้รับผลกระทบให้อุปกรณ์ลูกข่ายมีสถานะเสมือนเป็นลูกข่ายโรมมิ่ง (Roamer) หรือเป็นลูกค้า MVNO ซึ่งอาจมีโอกาสทำให้ได้รับคุณภาพการให้บริการที่ต่ำกว่ากลุ่มผู้ใช้งานที่เปลี่ยนซิมการ์ดใหม่หลังการควบรวม หากผู้ให้บริการตั้งค่าทางเทคนิคโดยให้ความสำคัญกับลูกค้าหลักในโครงข่ายสูงกว่า เนื่องมาจากข้อจำกัดทางเทคนิคที่ทำให้ไม่สามารถแยกแยะระหว่างลูกค้าโรมมิ่ง (Roaming) จากต่างประเทศและลูกค้าที่ใช้ซิมการ์ดเก่าได้

6. บทสรุป

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แล้ว เสนอความเห็นได้ดังนี้

6.1 กรณีไม่อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ

6.1.1 หากไม่อนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจ และไม่มีการประมูลคลื่นความถี่เพิ่มเติม อาจส่งผลให้ DTN มีคลื่นความถี่และความจุโครงข่ายต่ำลง ซึ่งอาจส่งผลถึงความสามารถในการรองรับความต้องการของผู้บริโภคได้ ทำให้ DTN จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติม ทั้งในส่วนของคลื่นความถี่และโครงข่าย หากต้องการประกอบกิจการต่อไป

6.1.2 เพื่อเพิ่มความจุในการรับส่งข้อมูลให้สามารถรองรับความต้องการในอนาคตได้ ผู้ประกอบการอาจพิจารณาขยายโครงข่ายเพิ่มเติม ลงทุนเพิ่มเพื่อใช้เทคโนโลยีที่ใช้คลื่นความถี่ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น หรือเทคโนโลยีที่เปิดให้สามารถร่วมใช้คลื่นความถี่ข้ามผู้ประกอบการ เช่น เทคโนโลยี Multi-Operator Core Networks (MOCN) หรือ Multi-Operator Radio Access Network (MORAN) เป็นต้น

6.1.3 เพื่อให้อุตสาหกรรมโทรคมนาคมสามารถบริหารจัดการความจุในการรับส่งข้อมูลเพื่อรองรับการเติบโตในอนาคต กสทช. อาจเห็นสมควรให้มีการจัดสรรคลื่นความถี่เพิ่มเติม หรือปรับปรุงกฎหมายโดยเปิดให้ผู้ประกอบการต่าง ๆ สามารถร่วมใช้คลื่นความถี่เดียวกันประกอบกิจการโทรคมนาคมได้

6.1.4 หาก DTAC มิได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการลงทุนพัฒนาการให้บริการรูปแบบอื่น ๆ ต่อยอด โดยคงมีบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นบริการพื้นฐานเพียงบริการเดียว DTAC ก็อาจจะเกิดข้อเสียเปรียบในการแข่งขันมากขึ้น

6.1.5 การเกิดนวัตกรรมหรือบริการในรูปแบบใหม่ ๆ เป็นสิ่งที่ทุกบริษัทพึงควรจะดำเนินการเพื่อให้เกิดการแข่งขันในตลาดหรือเป็นมาตรการที่ กสทช. ควรส่งเสริม ซึ่งมิได้ขึ้นอยู่กับการรวมธุรกิจแต่อย่างใด

6.2 กรณีอนุญาตให้ TRUE และ DTAC รวมธุรกิจได้

6.2.1 การรวมธุรกิจในลักษณะที่เปิดให้ TUC และ DTN สามารถร่วมใช้คลื่นความถี่ได้ จะช่วยบรรเทาการขาดแคลนความจุของโครงข่ายของ DTN (เดิม) ได้ และอาจส่งผลให้ความต้องการคลื่นความถี่ระยะสั้นลดลง ทำให้ไม่เกิดการใช้คลื่นความถี่อย่างเต็มประสิทธิภาพ

6.2.2 หากมีรูปแบบการประยุกต์ใช้งานใหม่ซึ่งทำให้สัดส่วนการใช้งานของประชากร (Activity factor) สูงขึ้น จะส่งผลให้ความจุของโครงข่ายของทุกบริษัทไม่เพียงพอต่อการใช้งานในระยะยาว หากไม่มีการจัดสรรหรือประมูลคลื่นความถี่เพิ่มเติม รวมทั้งการขาดแคลนความจุคลื่นความถี่อาจบรรเทาได้โดยการดำเนินการของผู้ประกอบการในข้อ 6.1.2 และการกำกับดูแลของ กสทช. ในข้อ 6.1.3

6.2.3 การรวมธุรกิจกันระหว่าง TRUE และ DTAC โดยเปิดให้สามารถรวมทรัพยากรที่ถือครองเดิมได้ จะส่งผลให้เกิดการประหยัดเชิงขนาดและลดต้นทุนที่ซ้ำซ้อน แต่จากกรณีศึกษาในต่างประเทศจะไม่สามารถรับประกันได้ว่า ผู้ประกอบการใหม่หลังจากการรวมธุรกิจจะมีการลงทุนเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณภาพการให้บริการต่อผู้บริโภค จึงอาจมีความจำเป็นที่ กสทช. ต้องกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมในการกำกับดูแลให้มีการลงทุนเพิ่มเติมในการขยายโครงข่ายและยกระดับคุณภาพของการให้บริการ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้คู่แข่งในตลาดยกระดับการขยายโครงข่ายและคุณภาพของการให้บริการเพื่อให้สามารถแข่งขันกันได้

6.2.4 การรวมธุรกิจกันระหว่าง TRUE และ DTAC อาจเป็นการส่งเสริมศักยภาพการแข่งขันในแง่ของรูปแบบการให้บริการอื่นของ NewCo เนื่องจากมีทรัพยากรพื้นฐานแบนด์วิดท์เพิ่มขึ้นและฐานลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจากส่วนของ DTAC เดิม แต่ก็เป็นการลดทางเลือกของผู้บริโภคในตลาดโทรศัพท์เคลื่อนที่ลงเพราะเหลือผู้ให้บริการเพียง 2 ราย

6.2.5 การรวมธุรกิจกันระหว่าง TRUE และ DTAC อาจเป็นปัจจัยในการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาและแข่งขันทางเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ ได้ โดยการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการรวมธุรกิจว่า NewCo ต้องเร่งดำเนินการลงทุนพัฒนาโครงข่ายให้สามารถรองรับเทคโนโลยีและบริการรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อให้สามารถรองรับรูปแบบการให้บริการในลักษณะองค์กร รวมถึงรูปแบบการให้บริการโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น Edge computing ได้ แต่มิใช่ปัจจัยหลักที่เกิดจากการรวมธุรกิจ

6.2.6 ในกรณีที่การรวมธุรกิจโดยดำเนินการรวม Core network ของทั้งสองบริษัทเข้าด้วยกัน ควรมีการกำหนดมาตรการส่งเสริม หรือสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนซิมการ์ดให้เครื่องลูกข่ายทั้งหมดเชื่อมต่ออยู่บนโครงข่ายที่ใช้ Network code เดียวกัน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกรณีที่เครื่องลูกข่ายที่เชื่อมต่อเข้ากับ Core network เดิมซึ่งถูกยกเลิกไปจะมีสถานะเสมือนเป็นลูกข่ายโรมมิ่ง และอาจได้รับคุณภาพการให้บริการที่ต่ำกว่าลูกข่ายปกติ โดย กสทช. อาจพิจารณากำหนดเป็นเงื่อนไขให้ผู้ประกอบการจัดทำแผนการเปลี่ยนผ่านดังกล่าวอย่างละเอียดและเป็นรูปธรรมเพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบต่อผู้ใช้บริการให้มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากคณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและวิเคราะห์กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ด้านเทคโนโลยี ขอขอบคุณคณะอนุกรรมการฯ ทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.พุธชาด แมนมนตรี ผู้อำนวยการสำนักบริหารคลื่นความถี่ ในฐานะเลขานุการคณะอนุกรรมการฯ และทีมงานเป็นอย่างสูง

รายการเอกสารอ้างอิง

คณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและวิเคราะห์กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน) ด้านเทคโนโลยี. (2565). *การศึกษาด้านเทคโนโลยี กรณีการรวมธุรกิจระหว่างบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทเทิ่ล แอ็คเซ็ส คอมมูนิเคชั่น จำกัด (มหาชน).* (ม.ป.ท.).

ผู้จัดการออนไลน์. (2561, 30 เมษายน). *ดีลยักษ์ T-Mobile ตกลงซื้อ Sprint.* https://mgronline.com/cyberbiz/detail/9610000042241

รุ่งนภา พิมมะศรี. (2565). *อธิบายกรณี TRUE-DTAC แบบเข้าใจง่าย การควบรวมส่งผลเสียต่อเราอย่างไร แล้วผลการตัดสินจะออกมาแบบไหนได้บ้าง.* Thairath Plus: ไทยรัฐพลัส. https://plus.thairath.co.th/topic/money/101769

สำนักข่าวอิศรา. (2565, 11 พฤษภาคม). *ถอดบทเรียน 'แคนาดา' ค้านควบรวม บ.โทรคมนาคม 6.9 แสน ล. ก่อนย้อนมองกรณี 'ทรู-ดีแทค'.* https://www.isranews.org/article/isranews-scoop/108720-Trusss.html

สำนักงานกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2552). *การควบรวมและการถือหุ้นไขว้ในกิจการโทรคมนาคม.* สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. https://www.nbtc.go.th/Business/commu/telecom/information/research/document/การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคม/การควบรวม-และการถือหุ้นไขว้-ในกิจการโทรคมนาคม.aspx?lang=th-TH

Thai PBS. (2564, 22 พฤศจิกายน). *จับตาบิ๊กดีล "ทรู - ดีแทค" ควบรวมกิจการ ? : ตอบโจทย์* [วิดีโอ]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=XGSvP0ekBUU

ยุทธศาสตร์การกำกับดูแล กิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่

REGULATION STRATEGY IN THE NEW TELECOMMUNICATION MARKET

ผศ.ดร.ภูมิศิษฐ์ มหาเวสน์ศิริ

Asst. Prof. Phoomsisth Mahavessiri

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand

Corresponding E-mail: phoomsisth.mahavessiri@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์ของกิจการโทรคมนาคมและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมอื่น ๆ และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขนโยบายหรือกำหนดยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่ โดยเป็นการศึกษาเชิงคุณภาพด้วยการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของตลาดโทรคมนาคมใหม่ ผลกระทบของอุตสาหกรรมอันเป็นผลมาจากพัฒนาการของกิจการโทรคมนาคม และยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการสื่อสารของ Federal Communications Commission และ Office of Communications ผลการศึกษาพบว่า ตลาดโทรคมนาคมเข้าสู่รูปแบบของการแข่งขันใหม่ ซึ่งผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมเผชิญปัญหาในมิติหลัก ได้แก่ วิกฤตด้านส่วนแบ่งทางการตลาดที่ลดลง และวิกฤตด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและโครงข่ายโทรคมนาคมจากผู้ให้บริการแพลตฟอร์มออนไลน์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สำหรับข้อเสนอแนะในการกำหนดยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่ ประกอบด้วย 1) การจัดการคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับการพัฒนาทางเทคโนโลยีและลดอุปสรรคในการประกอบธุรกิจ 2) การพิจารณากฎระเบียบการบริหารจัดการในรูปแบบ Net neutrality การเก็บภาษีหรือค่าธรรมเนียมจากผู้ให้บริการแพลตฟอร์มดิจิทัล 3) การวิจัยและพัฒนา 6G และการส่งเสริมนวัตกรรมในกิจการอวกาศของประเทศเพื่อสร้างโครงข่ายโทรคมนาคมแห่งอนาคต และ 4) การเข้าถึงบริการโทรคมนาคมที่หลากหลายอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม ลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล

คำสำคัญ: ตลาดโทรคมนาคมใหม่ บรอดแบนด์อินเทอร์เน็ต 5G 6G

Abstract

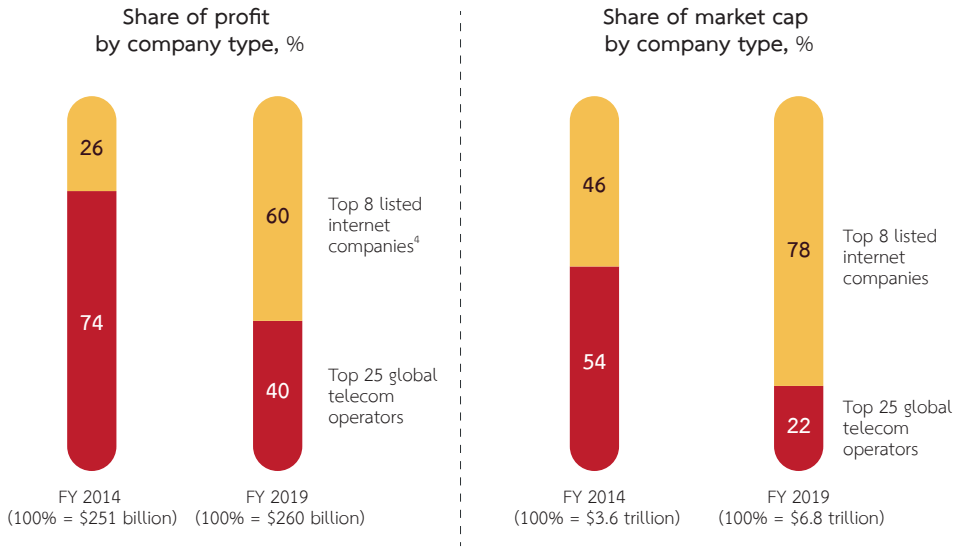
This article aims to study the situation of new telecommunication market and its impact on other industries so as to be guidelines for policy improvement and regulation strategy formulation in the new telecommunication market. This qualitative study reviewed the literature and researches on characteristics of the new telecommunication market, the impact of the development of telecommunications on the industry, as well as the communication regulation strategies of the Federal Communications Commission and the Office of Communications. The study found that telecommunication business faces problems in significant aspects including the crisis on declining market share and on the development of infrastructure and telecommunication networks by both domestic and overseas digital platform providers. Suggestions for regulation strategy formulating in the new telecommunication market encompassed 1) spectrum management in line with technological development, and reducing obstacles in doing business; 2) employing net neutrality principle and collection of taxes or fees from digital platform providers; 3) 6G research and development, and promoting innovation in the country's space affairs to build the next generation telecommunication networks; and 4) universal access to a wide range of telecommunication services and reducing digital divide.

Keywords: New telecommunication market, Broadband internet, 5G, 6G

1. บทนำ

ช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมโทรคมนาคมมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมที่เป็นการสื่อสารระหว่างกันเข้าสู่การเชื่อมโยงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทั้งการเชื่อมโยงผู้คนเข้ากับที่ทำงาน ดังเช่นกรณีการดูแลสุขภาพ อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมการบริการ เชื่อมโยงทั้งระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร เครื่องจักรกับเครื่องจักร และเชื่อมโยงทางธุรกิจ ซึ่งเป็นช่วงแห่งการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล โดยในมิติทางธุรกิจมีการปรับโครงสร้างองค์กรสู่องค์กรดิจิทัล (Digital transformation) เพิ่มมากขึ้น ในมิติของประชาชนหรือผู้บริโภคมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภค การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพิ่มมากขึ้นทั้งเพื่อสนองตอบต่อความต้องการพื้นฐาน เช่น เสื้อผ้า อาหาร ยารักษาโรค การศึกษา จนกระทั่งถึงความต้องการด้านความบันเทิงที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จากการรับชมโทรทัศน์ผ่านการแพร่ภาพกระจายเสียง (Broadcasting) มาสู่การรับชมผ่านอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า Over-the-Top (OTT) นอกจากนี้ยังมีมิติของการแพร่ระบาดของโควิด-19 ในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) เป็นต้นมา อันก่อให้เกิดการทำงานที่บ้าน (Work from Home) เชื่อมโยงระหว่างโรงเรียนกับครอบครัวด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ที่นับเป็นตัวเร่งและขยายการเปลี่ยนแปลง ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงตลาดโทรคมนาคมให้เปลี่ยนแปลงจากที่ให้บริการด้านการสื่อสารมาสู่การให้บริการด้านอินเทอร์เน็ตมากยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) มีคู่แข่งขันในตลาดโทรคมนาคมที่มีรูปแบบของธุรกิจที่แตกต่างจากเดิมเข้ามาแข่งขันโดยมีรูปแบบของห่วงโซ่คุณค่าที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อเข้ามาควบคุมการเชื่อมต่อและบริหารจัดการระหว่างศูนย์ข้อมูล (Data center) หรือการใช้งานคลาวด์ (Cloud) ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) ขององค์กรธุรกิจตลอดจนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการต่าง ๆ ผ่าน OTT เช่น Uber และ Netflix เป็นต้น ซึ่งมีรายงานผลการศึกษาส่วนแบ่งรายได้ตามประเภทธุรกิจพบว่า ในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคม 25 อันดับโลก มีสัดส่วนร้อยละ 74 เมื่อเทียบกับผู้ประกอบกิจการอินเทอร์เน็ต 8 อันดับโลกที่ร้อยละ 26 และในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) พบว่า สัดส่วนมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก โดยการประกอบกิจการโทรคมนาคม 25 อันดับโลกเหลือสัดส่วนเพียงร้อยละ 40 ในขณะที่ผู้ประกอบกิจการอินเทอร์เน็ต 8 อันดับโลกมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 60 (Gaibi et al., 2021) รายละเอียดดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงส่วนแบ่งตลาดระหว่างผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมและผู้ประกอบการอินเทอร์เน็ต
ที่มา: Gaibi et al. (2021)

อุตสาหกรรมโทรคมนาคมใหม่ (New telco market) คือ ตลาดโทรคมนาคมที่ประกอบด้วยผู้ให้บริการโทรคมนาคมรูปแบบดั้งเดิม ผู้ให้บริการดิจิทัลจากหลากหลายบริการที่มีความหลากหลายรูปแบบบริการ ความหลากหลายทางธุรกิจ และความหลากหลายตามแหล่งที่มาหรือประเทศ เช่น ผู้ให้บริการเสียงผ่านแอปพลิเคชัน ให้บริการส่งข้อความผ่านแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็น Line, WeChat, Facebook ให้บริการประชุมผ่านแอปพลิเคชัน และให้บริการเนื้อหาผ่านมือถือ เช่น Netflix, Disney+, VIU ที่เข้ามาแย่งชิงส่วนแบ่งตลาด เช่น การเข้ามาแย่งชิงรายได้จากบริการเดิมที่เคยอยู่ในแพลตฟอร์ม SMS และการโทรทางไกลต่างประเทศ ที่ปัจจุบันไปอยู่ในแพลตฟอร์ม Line, WeChat, Facebook Messenger หรือ Twitter ซึ่งไม่มีต้นทุนโครงสร้างพื้นฐานโครงข่ายและไม่มีต้นทุนด้านภาษี ต้นทุนด้านการอนุญาต และต้นทุนด้านการกำกับดูแลการประกอบกิจการเช่นเดียวกับกิจการโทรคมนาคมในประเทศ

2. วิธีการศึกษา

บทความนี้เป็นการวิจัยเอกสาร (Documentary research) โดยการทบทวนวรรณกรรมและการวิเคราะห์ลักษณะตลาดโทรคมนาคมในปัจจุบันและเทคโนโลยีในยุคหน้า การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยุทธศาสตร์หรือนโยบายการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคม โดยทำการศึกษาสถานการณ์ของกิจการโทรคมนาคมและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อกำหนดทิศทางหรือนโยบายสำหรับกำหนดยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่ ให้การกำกับดูแลและส่งเสริมกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศภายใต้สภาวะเศรษฐกิจดิจิทัล อย่างไรก็ตาม บทความนี้เป็นข้อค้นพบ ข้อวิเคราะห์ และการประเมินผลของผู้เขียนเป็นการวิจัยระยะสั้นในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 จึงอาจมีประเด็นหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่ยังไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ทั้งนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการกำหนดยุทธศาสตร์ขององค์กรให้สามารถรับมือกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ (Cyber threats) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การทบทวนวรรณกรรม

ประถมพงศ์ ศรีนวล (2564) ศึกษาเรื่องการกำกับดูแลกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมในยุคดิจิทัล พบว่า เทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมที่มีความก้าวหน้ามากขึ้นเป็นผลให้มีเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ เกิดขึ้น เช่น คลาวด์คอมพิวติง (Cloud computing) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เทคโนโลยี 5G และบริการ OTT (Over-the-Top) มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยผู้ให้บริการ OTT ที่เป็นผู้ให้บริการต่างประเทศและการใช้งานมีแนวโน้มมาทดแทนบริการโทรคมนาคมดั้งเดิม กฎหมายและกฎเกณฑ์การกำกับดูแลของประเทศไทยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่สามารถที่จะรองรับจึงทำให้เกิดความท้าทายในการกำกับดูแลทั้งการแข่งขัน การคุ้มครองผู้บริโภค และคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลจากการใช้บริการและแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ความต้องการคลื่นความถี่ที่จะเกิดขึ้นอย่างมากเพื่อให้บริการ 5G และความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตในมิติของกลุ่มผู้ใช้งานและทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) ซึ่งการสร้างสมดุลในการกำกับดูแลการแข่งขันของผู้ให้บริการโทรคมนาคมและผู้ให้บริการ OTT โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการกำหนดผู้มีอำนาจเหนือตลาดอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดจนวิธีการจัดสรรคลื่นความถี่ เช่น การใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน และการคุ้มครองข้อมูลเป็นประเด็นสำคัญที่หน่วยงานกำกับดูแลจะต้องนำมาพิจารณาในรายละเอียดเพื่อให้อุตสาหกรรมและผู้ใช้บริการได้รับประโยชน์จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีได้เต็มศักยภาพ

4. นิยามศัพท์

กิจการโทรคมนาคม[1] หมายความว่า กิจการซึ่งให้บริการการส่ง การแพร่ หรือการรับเครื่องหมาย สัญญาณ ตัวหนังสือ ตัวเลข ภาพ เสียง รหัส หรือสิ่งอื่นใด ซึ่งสามารถให้เข้าใจความหมายได้โดยระบบคลื่นความถี่ ระบบสาย ระบบแสง ระบบแม่เหล็กไฟฟ้า หรือระบบอื่น ระบบใดระบบหนึ่ง หรือหลายระบบรวมกัน และรวมถึงกิจการซึ่งให้บริการดาวเทียมสื่อสาร หรือกิจการอื่นที่ กสทช. กำหนดให้เป็นกิจการโทรคมนาคม แต่ไม่รวมถึงกิจการที่เป็นกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการวิทยุคมนาคม

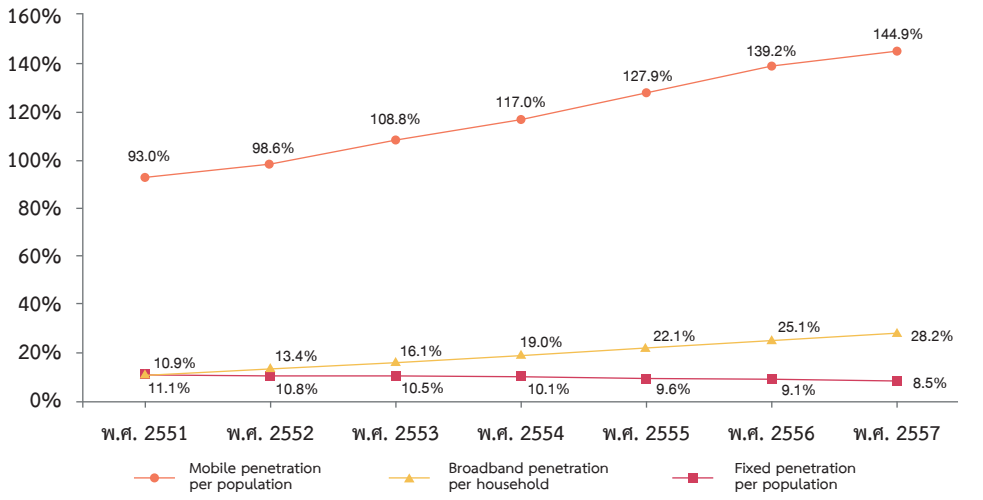
5. ผลการศึกษา

5.1 ตลาดโทรคมนาคมดั้งเดิม (Traditional telecommunication market)

กิจการโทรคมนาคม จำแนกได้ 2 ประเภท คือ โครงข่ายการติดต่อสื่อสารแบบใช้สาย และโครงข่ายการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย กิจการโทรคมนาคม คือ การติดต่อสื่อสารด้วยเสียง ข้อมูล ภาพ และอื่น ๆ โดยสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทคือ โครงข่ายการติดต่อสื่อสารแบบใช้สาย (Fixed-line communication networks) ได้แก่ โทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์ระหว่างประเทศ โทรศัพท์สาธารณะ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โครงข่ายการติดต่อสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless communication networks) ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ติดตามตัว และวิทยุคมนาคม เป็นต้น ซึ่งกิจการโทรคมนาคมมีลักษณะของตลาดกึ่งผูกขาดที่มีผู้ประกอบการน้อยราย (Oligopoly) เป็นธุรกิจที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงและมีลักษณะเป็นต้นทุนจม (Sunk cost) ทั้งการวางโครงข่ายและการลงทุนด้านเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว ผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีฐานะเงินทุนแข็งแกร่งจึงมีความได้เปรียบและมีอำนาจผูกขาดในตลาด

ในอดีตที่ผ่านมาบริการโทรคมนาคมที่มีการอนุญาตและกำกับดูแลจะเน้นไปที่บริการโทรศัพท์พื้นฐาน (Fixed line) บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile) บริการอินเทอร์เน็ต โดยเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา อัตราการเติบโตของหมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่และอัตราการเข้าถึงบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่บริการโทรศัพท์ประจำที่เริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้ใช้บริการมาใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แทน อย่างไรก็ดี การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในขณะนั้นเน้นบริการเสียง (Voice) และเริ่มมีบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่แต่ยังไม่แพร่หลาย สำหรับบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่อยู่ระหว่างการขยายพื้นที่ให้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 2

[1] นิยามตามพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553



ภาพที่ 2 อัตราการเข้าถึงบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ โทรศัพท์ประจำที่ และบรอดแบนด์ประจำที่ ปี พ.ศ. 2551-2557

ที่มา: สำนักงาน กสทช. (ม.ป.ป.)

5.2 ตลาดโทรคมนาคมใหม่

ตลาดโทรคมนาคมใหม่ถูกขับเคลื่อนจากการวิวัฒนาการของ OTT ซึ่งบริการ OTT มีลักษณะบริการ 3 รูปแบบ ได้แก่

5.2.1 บริการ OTT ประเภทรูปแบบการดำเนินชีวิตประจำวัน (Lifestyle applications) คือ บริการเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันที่ไม่เกี่ยวกับการสื่อสารระหว่างบุคคล หรือกิจการโทรทัศน์ผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น Lazada, Uber, Airbnb, Dropbox, Google maps เป็นต้น

5.2.2 บริการ OTT ประเภทการสื่อสารระหว่างบุคคล (Communications) คือ บริการเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันสำหรับสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการปลายทางกับผู้ใช้บริการปลายทางผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ตใดก็ได้ ทั้งในรูปแบบสื่อสังคม (Social media) เช่น Facebook, Instagram, Snapchat เป็นต้น และในรูปแบบระบบส่งข้อความทันที (Instant messaging) เช่น LINE, Facebook Messenger, WhatsApp เป็นต้น

5.2.3 บริการ OTT ประเภทส่งต่อรายการโทรทัศน์ (OTT TV) คือ บริการเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่ส่งเนื้อหารายการไปสู่ผู้ใช้บริการปลายทางผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น Netflix, Hulu, YouTube, LINE TV เป็นต้น

ผู้ให้บริการ OTT มีการใช้ข้อมูลปริมาณมหาศาลวิ่งผ่านโครงข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเป็นการใช้ทรัพยากรอินเทอร์เน็ตเพื่อให้บริการวิดีโอสตรีมมิ่ง (VDO streaming) ทั้งยังมีการเข้ามาของผู้ให้บริการรายใหญ่จากต่างประเทศ เช่น Netflix, VIU, Disney+ เป็นต้น ส่งผลให้ต้นทุนในส่วนนี้ตกเป็นภาระของผู้ให้บริการโครงข่ายเองทั้งหมด (Free riding) ที่เป็นต้นทุนเพิ่มของผู้ให้บริการโครงข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ผู้ให้บริการ

OTT ยังแบ่งส่วนแบ่งรายได้ในตลาดโทรคมนาคมอีกด้วย โดยโครงสร้างรายได้ของตลาดโทรคมนาคมเดิมคือรายได้จากการโทรศัพท์และการส่งข้อความสั้นหรือ SMS แต่ในปัจจุบันการโทรศัพท์และการส่งข้อความทั้งภายในประเทศและต่างประเทศต่างทำผ่านแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น Line, WeChat, WhatsApp, Facebook Messenger, Android Messages และ iMessage เป็นต้น ผู้ให้บริการ OTT ส่วนใหญ่เป็นผู้ให้บริการจากต่างประเทศจึงส่งผลกระทบต่อเงินตราที่ไหลออกนอกประเทศ ทั้งยังกระทบต่อการเก็บภาษีของประเทศอีกด้วย

นอกจากผู้ให้บริการ OTT ที่มีส่วนแบ่งรายได้และสร้างต้นทุนเพิ่มให้แก่ตลาดโทรคมนาคมแล้ว ยังมีผู้เล่นรายใหม่ในตลาดโทรคมนาคมใหม่อีกประเภทคือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านดาวเทียม โดยปัจจุบันมีการให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านดาวเทียมขนาดเล็กที่มีการนำขึ้นสู่วงโคจรครั้งละจำนวนมากหลายร้อยหลายพันดวงในลักษณะกลุ่มดาวเทียม (Constellation) ที่ตำแหน่งวงโคจรระดับต่ำ (LEO) ระดับความสูงไม่เกิน 2,000 กิโลเมตรจากพื้นโลก ดาวเทียมแต่ละดวงสามารถติดต่อสื่อสารปฏิบัติงานร่วมกันในลักษณะเครือข่าย สามารถออกแบบกลุ่มดาวเทียมสื่อสารและดาวเทียมถ่ายภาพ ปัจจุบันแผนพัฒนากลุ่มดาวเทียมลักษณะดังกล่าวจำกัดในกลุ่มประเทศมหาอำนาจและบริษัทด้านกิจการอวกาศชั้นนำระดับโลก เช่น บริษัท SpaceX บริษัท Boeing บริษัท Telesat Canada บริษัท Kepler Communications บริษัท Theia Holding SA เป็นต้น กรณีตัวอย่างของการส่งดาวเทียมขนาดเล็กขึ้นสู่วงโคจร ได้แก่ บริษัท SpaceX ที่มีแผนนำส่งกลุ่มดาวเทียมตามโครงการ Starlink มีเป้าหมายนำส่งดาวเทียมจำนวนทั้งสิ้น 12,000 ดวง ขึ้นสู่วงโคจรที่ระดับความสูง 550 กิโลเมตรจากพื้นโลก ซึ่งกลุ่มดาวเทียมจะมีขีดความสามารถในการให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกที่อุปกรณ์สื่อสารสามารถสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นได้โดยตรงผ่านดาวเทียม (Machine to Machine: M2M) (ภักดี มะนะเวศ, 2564)

5.3 การประยุกต์ใช้งานโทรคมนาคมในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ขณะนี้โลกกำลังเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจ 4.0 ที่เน้นดิจิทัลทำให้อุตสาหกรรมหลายประเภทมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีขึ้นมา ได้แก่ (ภูมิศิษฐ์ มหาเวสน์ศิริ, 2564)

5.3.1 อุตสาหกรรมการแพทย์และสาธารณสุข (Healthcare) ผ่านระบบการแพทย์ระยะไกล (Telemedicine) การผ่าตัดโดยแพทย์สามารถใช้หุ่นยนต์ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) และการจำลองสภาพแวดล้อมจริงเข้าไปให้เสมือนจริง (Augmented Reality: AR) จำลองสถานการณ์การผ่าตัดก่อนเริ่มกระบวนการผ่าตัดจริงได้จากทางไกล และสามารถประเมินอาการของผู้ป่วยจากระบบติดตามผลโดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในการคาดการณ์อาการของผู้ป่วยจากข้อมูลสุขภาพ โดยอุปกรณ์อัจฉริยะที่ใช้สวมใส่ (Wearable device) จะแสดงผล เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ ผลการนอนหลับ ความเครียด ซึ่งทำให้สามารถรักษาผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ลดโอกาสความผิดพลาดได้มาก อีกทั้งในกรณีที่ผู้ป่วยต้องการปรึกษาด้านสุขภาพก็สามารถทำได้ผ่านแอปพลิเคชันของโรงพยาบาล โดยมีระบบ AI คัดกรองอาการก่อนส่งต่อไปยังแผนกที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญประจำอยู่เพื่อตรวจรักษาเบื้องต้น และสั่งจ่ายยาพร้อมชำระค่าบริการ ผู้ป่วยรอรับยา ณ ที่พักอาศัย โดยไม่ต้องเดินทางมายังโรงพยาบาลด้วยตนเอง นอกจากนี้ ยังเป็นการแบ่งเบาภาระบุคลากรทางการแพทย์ ยกระดับคุณภาพการให้บริการ เพิ่มโอกาสให้ทุกคนเข้าถึงบริการทางการแพทย์อย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม ลดความเหลื่อมล้ำ

5.3.2 อุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing) ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) โดยเป็นการบริหารจัดการการผลิตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าที่สุด โดยการนำเทคโนโลยี 5G เข้ามาสนับสนุนด้วยระบบวิเคราะห์การผลิต (Data analytics) ประเมินยอดคำสั่งซื้อและประเมินผลการผลิตให้สอดคล้องกัน โดยระบบปัญญาประดิษฐ์วิเคราะห์ข้อมูลพร้อมคาดการณ์ผลผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยควบคุมการทำงานและการแจ้งเตือน บำรุงรักษาเครื่องจักรผ่านอุปกรณ์เซนเซอร์ (IoTs sensors) ก่อนส่งมอบไปยังภาคการขนส่ง อันจะรวมถึงระบบโลจิสติกส์ที่เหมาะสมเพื่อจัดส่งไปยังลูกค้า

5.3.3 อุตสาหกรรมการเกษตร (Agriculture) เทคโนโลยี 5G เข้าช่วยการเกษตรในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการผลิต เพื่อให้สามารถทราบถึงปัจจัยที่มีความเหมาะสมในการทำการเกษตรแต่ละพื้นที่ทันต่อฤดูกาลเพาะปลูกและเก็บเกี่ยว พร้อมรับกับการเปลี่ยนแปลง เกิดการคาดการณ์ผลผลิตทางการเกษตรมีความแม่นยำ (Precision agriculture) โดยสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตและเก็บข้อมูลตั้งแต่การผลิต การดูแลรักษา ตลอดจนการเก็บเกี่ยวผลผลิตและการเก็บรักษา โดยนำเทคโนโลยีเซนเซอร์ (Sensors) และการใช้อากาศยานไร้คนขับ (Drone) เพื่อการเก็บข้อมูล สร้างแผนที่ รวมไปถึงการฉีดพ่นน้ำ ปุ๋ย และตรวจตราความเรียบร้อยในพื้นที่ที่ทำการเกษตร ทั้งนี้ยังเป็นการสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์ เพิ่มรายได้ให้เกษตรกรมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

5.3.4 อุตสาหกรรมการขนส่งอัจฉริยะ (Smart logistic) เทคโนโลยีที่ช่วยในการขับขี่ยานพาหนะถูกพัฒนาขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ด้วยการประยุกต์ใช้ IoT กับการคมนาคมขนส่ง เช่น รถยนต์ไร้คนขับ การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างยานพาหนะด้วยกันเองและเชื่อมต่อระหว่างยานพาหนะและระบบควบคุมจราจร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจะพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์ได้นั้นจะต้องมีเทคโนโลยีเข้ามารองรับการเชื่อมต่อจำนวนมาก ซึ่งต้องอาศัย 5G เป็นสิ่งสำคัญที่จะรองรับการเชื่อมต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์จำนวนมากที่สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะในบริเวณชุมชนเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ระบบการสื่อสารจะต้องมีความน่าเชื่อถือสูง (Reliability) และมีความหน่วงเวลาต่ำ (Latency) เพื่อให้รถยนต์สามารถสนองตอบต่อสถานการณ์บนท้องถนนได้ทันท่วงที ปลอดภัยไร้อุบัติเหตุ และสามารถเชื่อมต่อได้ถึงการจราจรเพื่อแบ่งเบาปริมาณรถในช่วงเวลาที่มีการจราจรหนาแน่น นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับรถไฟฟ้าความเร็วสูง รถโดยสารสาธารณะ และรถแท็กซี่ เป็นต้น

5.3.5 อุตสาหกรรมด้านสาธารณูปโภคด้วยระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart grid) และมิเตอร์อัจฉริยะ (Smart meter) ถูกนำมาใช้ในการบริหารจัดการจ่ายไฟฟ้า โดยอาศัยเทคโนโลยี IoT ซึ่งเทคโนโลยี 5G จะช่วยให้การขยายระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะครอบคลุมบริเวณชุมชนเศรษฐกิจทั่วประเทศได้ นอกจากนี้รถยนต์ไฟฟ้าที่กำลังจะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายนั้น ยังมีความต้องการสถานีจ่ายไฟฟ้าสำหรับรถยนต์ที่ต้องมีความพร้อมในการให้บริการตลอดเส้นทางอีกด้วย

5.3.6 เมืองอัจฉริยะ (Smart city) การประยุกต์ใช้งาน 5G ในระบบการจัดการเมืองแห่งอนาคตร่วมกับ IoT เพื่อบริหารจัดการอย่างเป็นระบบอัตโนมัติ เช่น การจัดการเพื่อป้องกันน้ำท่วมและภัยธรรมชาติอื่น ๆ การจัดการขยะ การจัดการสาธารณูปโภค และการจัดการในบ้านและสำนักงาน (Smart home and smart office) การจัดการพื้นที่จอดรถ (Smart parking) ระบบการจัดการขนส่งสาธารณะที่สามารถประมวลผลเพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางรถโดยสารสาธารณะ โดยหลีกเลี่ยงการจราจรติดขัดได้อัตโนมัติ โดยระบบสามารถทราบได้ว่าป้ายรถใด

ที่ไม่มีผู้โดยสารรอขึ้นลงรถ ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางได้ รวมถึงสามารถจัดการให้มีรถแท็กซี่ในบริเวณต่าง ๆ เพื่อเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการแท็กซี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันการณ์ เหล่านี้จะสามารถช่วยลดมลภาวะและลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดจากการจราจรติดขัดได้

5.3.7 อุตสาหกรรมบันเทิง (Media and entertainment) เทคโนโลยี 5G สามารถรองรับความต้องการในการรับส่งข้อมูลปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว เช่น สามารถดาวน์โหลดภาพยนตร์และสื่อบันเทิงความคมชัดสูงระดับ 4K ได้ในระยะเวลาไม่กี่วินาที แม้ในช่วงที่มีผู้ใช้บริการพร้อมกันจำนวนมากก็ไม่มีปัญหา เนื่องจาก 5G จะสามารถรองรับการเชื่อมต่อที่หนาแน่นของอุปกรณ์จำนวนมากได้ นอกจากนี้ยังสามารถอัปโหลดโดยเฉพาะการแชร์ข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia) การวิดีโอสตรีมมิ่ง (Video streaming) ผ่านแอปพลิเคชันก็สามารถทำได้อย่างสะดวก นอกจากนี้เทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับสื่อบันเทิงยังมี VR และ AR ที่ถูกนำมาพัฒนาในการใช้เพื่อให้บริการความบันเทิงสำหรับการสร้างประสบการณ์แปลกใหม่ให้กับผู้ชมได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

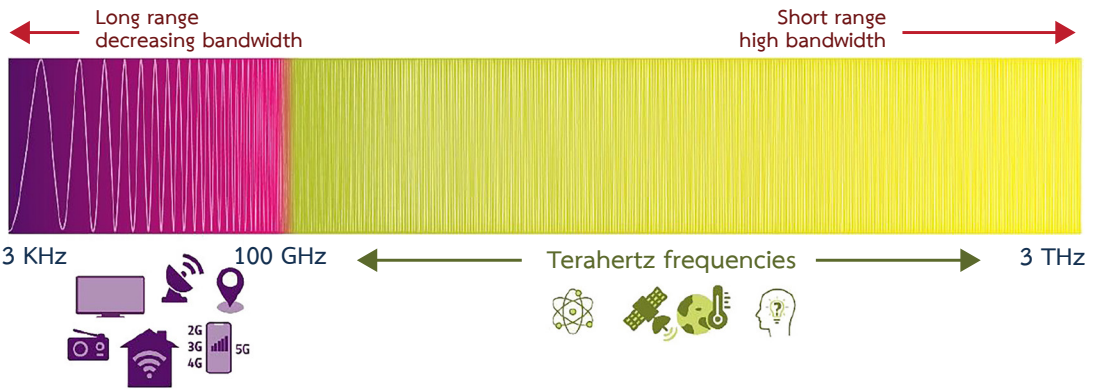
การพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการใช้งานอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ล้วนสามารถสื่อสารได้ระหว่างอุปกรณ์ต่ออุปกรณ์และอุปกรณ์กับมนุษย์โดยต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงเพื่อการตอบสนองได้ในทันท่วงที (Real time) โดยจากการคาดการณ์ของ GSMA อุปกรณ์ IoT จะมีการเชื่อมต่อมากถึง 25,000 ล้านการเชื่อมต่อภายในปี พ.ศ. 2568 เพิ่มขึ้นจากเดิม 10,300 ล้านการเชื่อมต่อในปี พ.ศ. 2561 (“IoT Connections Forecast: The Rise of Enterprise”, 2019)

5.4 กิจการโทรคมนาคมในยุคถัดไป

กิจการโทรคมนาคมในยุค 6G ที่เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อก้าวข้ามข้อจำกัดหลายประการทั้งด้านความเสถียรและความรวดเร็ว ซึ่งคาดการณ์ว่าความเร็วของ 6G นั้นอยู่ที่ประมาณ 1 เทราบิตต่อวินาที (TBps) หรือเร็วกว่า 5G ประมาณ 100 เท่า ทั้งยังเป็นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาผสมผสานกับระบบอินเทอร์เน็ตและโปรแกรมที่ใช้ในอุปกรณ์สื่อสารโดยคาดการณ์ว่าจะเป็นระบบที่วิเคราะห์และแก้ปัญหาผู้ใช้งานได้ทันที อย่างไรก็ตาม 6G นั้นยังอยู่ในระหว่างการพัฒนา ทั้งนี้หนังสือปกขาว (White paper) ของซัมซุง (Samsung) ระบุว่ามีความเป็นไปได้ที่ 6G จะเริ่มใช้งานได้ก่อนปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) โดยจะมีการพัฒนาคุณสมบัติพื้นฐานของ 5G (eMBB, URLLC, mMTC) ขึ้นไปอีก และยังพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำสูง เช่น Extended Reality (XR) โฮโลแกรมมือถือความแม่นยำสูง (High-fidelity mobile hologram) (“Samsung คาดใช้ 6G ก่อนปี 2030”, 2565)

ในด้านของทรัพยากรคลื่นความถี่นั้นคาดการณ์ว่า 6G มีความต้องการใช้งานคลื่นความถี่ในปริมาณที่สูงหลายสิบกิกะเฮิรตซ์ (Gigahertz: GHz) จึงจะสามารถใช้งานได้จริง โดยเป็นย่านความถี่ต่ำ กลาง และสูง และเมื่อ 6G มาถึง หน่วยงานกำกับดูแลคลื่นความถี่จำเป็นต้องบริหารจัดการคลื่นความถี่ให้เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งปัจจุบัน Office of Communications (Ofcom) เป็นหน่วยงานอิสระภายใต้การกำกับดูแลของรัฐบาลแห่งสหราชอาณาจักรได้มีการพิจารณาคลื่นความถี่ Terahertz (THz) ซึ่งเป็นความถี่สูงมาก

สามารถให้แบนด์วิดท์ขนาดใหญ่สำหรับ 6G โดย Terahertz เป็นย่านความถี่ที่อยู่ด้านบนสุดของช่วงคลื่นความถี่ระหว่าง 100 GHz ถึง 3 THz (ดังภาพที่ 3) ที่ปัจจุบันใช้สำหรับแอปพลิเคชันทางวิทยาศาสตร์ เช่น การพยากรณ์อากาศ โดย Ofcom เชื่อว่า Terahertz จะเปิดใช้งานเครือข่ายความเร็วเทราบิต ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเกี่ยวกับแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น หุ่นยนต์ ยานยนต์อัตโนมัติ โฮโลแกรม และบริการบรอดแบนด์เคลื่อนที่ และ Ofcom ยังอยู่ระหว่างศึกษาแนวทางการบริหารจัดการคลื่นความถี่ Terahertz ในภาพรวม และการศึกษา 6G ในเชิงพาณิชย์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดการคลื่นความถี่อีกด้วย (“Ofcom sets out vision for greater spectrum sharing”, 2022)



ภาพที่ 3 การใช้งานย่านความถี่สูงสำหรับ 6G

ที่มา: “Terabit internet: Terahertz spectrum for 6G future” (n.d.)

5.5 ยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในต่างประเทศ

5.5.1 Federal Communications Commission (FCC) หรือคณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสารของสหรัฐอเมริกา เป็นองค์กรอิสระในกำกับดูแลของรัฐ ทำหน้าที่กำกับดูแลการสื่อสารระหว่างรัฐหรือภายในประเทศและต่างประเทศ โดยกำกับดูแลกิจการวิทยุ กิจการโทรทัศน์ การสื่อสารผ่านสาย การสื่อสารผ่านดาวเทียม กิจการโทรคมนาคม และบริการด้านการสื่อสารที่ทันสมัยอื่น ๆ มีการกำหนดวิสัยทัศน์ “การพัฒนาสภาพแวดล้อมด้านกฎระเบียบเพื่อส่งเสริมให้ภาคเอกชนสร้าง บำรุงรักษา และอัปเกรดเครือข่ายยุคหน้า (Next generation network) เพื่อให้ประชาชนได้รับประโยชน์จากบริการการสื่อสารขั้นสูง การส่งเสริมการแข่งขันทางการตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นพลวัตและนวัตกรรมสำหรับบริการด้านการสื่อสารผ่านนโยบายที่ส่งเสริมการแนะนำเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ และส่งเสริมการลงทุน ตลอดจนมีความมุ่งมั่นพัฒนานโยบายที่ส่งเสริมประโยชน์สาธารณะ ปรับปรุงคุณภาพบริการการสื่อสารที่มีให้สำหรับผู้ทุพพลภาพ และปกป้องความปลอดภัยสาธารณะของประเทศ” โดยมียุทธศาสตร์สำคัญดังนี้ (Federal Communications Commission, 2018)

1) การพัฒนาสภาพแวดล้อมด้านกฎระเบียบเพื่อส่งเสริมให้ภาคเอกชนสร้าง บำรุงรักษา และอัปเกรดโครงข่ายยุคหน้า เพื่อให้ประชาชนได้รับประโยชน์จากบริการสื่อสารขั้นสูง มีการอำนวยความสะดวกในการปรับใช้และการเข้าถึงบรอดแบนด์ในราคาที่เหมาะสมในทุกพื้นที่ของประเทศ

2) การส่งเสริมนวัตกรรม ส่งเสริมตลาดที่มีการแข่งขันไม่หยุดนิ่ง และสร้างสรรค์สำหรับบริการด้านการสื่อสารผ่านนโยบายที่ส่งเสริมการแนะนำเทคโนโลยีและบริการใหม่ ๆ โดยมีการตรวจสอบให้แน่ใจว่าการดำเนินการและข้อบังคับของ FCC สะท้อนความเป็นจริงของตลาดในปัจจุบัน การส่งเสริมการเป็นผู้ประกอบการ การขยายโอกาสทางเศรษฐกิจ และการขจัดอุปสรรคในการเข้ามาและการลงทุน

3) การปกป้องผู้บริโภคและความปลอดภัยสาธารณะด้วยการพัฒนานโยบายที่ส่งเสริมผลประโยชน์สาธารณะ โดยให้ผู้บริโภคมีอิสระจากการสื่อสารที่ไม่ต้องการและล่วงล้ำความเป็นส่วนตัว ปรับปรุงคุณภาพของบริการการสื่อสารที่มีให้สำหรับผู้ทุพพลภาพและปกป้องความปลอดภัยสาธารณะ

5.5.2 Office of Communications (Ofcom) กำหนดวิสัยทัศน์ “การทำให้ประชาชนทุกคนเข้าถึงการสื่อสาร โดย Ofcom ทำหน้าที่ส่งเสริมผลประโยชน์ของประชาชนในเรื่องการสื่อสารและผู้บริโภคในตลาดที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสมโดยการส่งเสริมการแข่งขัน มีการกำหนดข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน้าที่ตามกฎหมาย ซึ่งมีกำหนดลำดับความสำคัญของนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารโทรคมนาคม การจัดการคลื่นความถี่วิทยุและบริการไปรษณีย์” โดยมียุทธศาสตร์สำคัญดังนี้ (Office of Communications Commission, 2022)

1) โครงข่ายอินเทอร์เน็ตคุณภาพสูงและมีความเร็วมากกว่าเดิม ส่งเสริมให้เกิดการลงทุนอย่างต่อเนื่องและเพิ่มสัดส่วนของครัวเรือนที่เข้าถึงบริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในระดับกิกะบิต จากร้อยละ 37 ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 เป็นร้อยละ 40 ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 นอกจากนี้ ยังกำกับดูแลด้านราคาของบริการอินเทอร์เน็ตคุณภาพสูงและบรอดแบนด์เพื่อให้ประชาชนสามารถเข้าถึงได้

2) ประชาชนทุกคนสามารถได้รับประโยชน์จากศักยภาพของเทคโนโลยีดิจิทัลโดยการปรับปรุงการเข้าถึงการสื่อสารที่มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือได้ทั่วประเทศ

3) ผู้บริโภคทุกคนได้รับการปกป้องจากภัยคุกคาม ได้รับการปฏิบัติอย่างเป็นธรรมและสามารถรับข้อเสนอที่ดีที่สุดที่ตรงกับความต้องการ

4) จัดการคลื่นความถี่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน โดยมีเป้าหมายในการขับเคลื่อนประสิทธิภาพและสนับสนุนนวัตกรรม สร้างความเชื่อมั่นว่ามีการใช้ทรัพยากรที่จำเป็นและจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ

6. การอภิปรายผล

ตลาดโทรคมนาคมเข้าสู่ยุคสมัยในการแข่งขันใหม่ ซึ่งไม่ใช่การแข่งขันเพียงในระหว่างผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมด้วยกัน หากแต่เป็นการแข่งขันข้ามแพลตฟอร์ม นอกจากนี้กิจการโทรคมนาคมยังเป็นช่องทาง (Channel) หรือท่อ (Pipe) ของบรอดแบนด์ให้บรรดาแพลตฟอร์มดิจิทัล (Digital platform) เข้ามาใช้งานแบบ Free riding และในขณะเดียวกันการเป็นช่องทางบรอดแบนด์นั้นก็กำลังถูกรุกด้วยบรอดแบนด์ผ่านดาวเทียมขนาดเล็กในวงโคจรต่ำที่มีบริษัทยักษ์ใหญ่ข้ามชาติเปิดให้บริการและบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ต ซึ่งหน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในต่างประเทศให้ความสำคัญกับการส่งเสริมและพัฒนาการเข้าสู่ตลาดเพื่อให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ในขณะที่หน่วยงานกำกับดูแลของสหราชอาณาจักรเน้นนโยบายด้าน Net neutral ซึ่งให้ความสำคัญกับแพลตฟอร์มออนไลน์ อย่างไรก็ดี หน่วยงานกำกับดูแลของสหราชอาณาจักรยังมีการใช้กรอบของสหภาพยุโรป (European Union: EU) เรื่องของการกำกับดูแลแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ทางสหภาพยุโรปผลักดันให้มีการกำกับดูแลด้วย ในขณะที่สหรัฐอเมริกาไม่ได้กำหนดนโยบายนี้ ซึ่งอาจเกิดจากแพลตฟอร์มออนไลน์ขนาดใหญ่ที่เกิดการพลิกผัน (Disruption) ไปทั่วโลกนั้นส่วนใหญ่เป็นผู้ให้บริการแพลตฟอร์มที่มาจากสหรัฐอเมริกา

พระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. 2553 เปิดโอกาสให้ระบุนิยามของกิจการโทรคมนาคมให้ครอบคลุมถึงบริการอื่นที่เข้าข่ายเป็นกิจการโทรคมนาคม ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีที่หลอมรวมทำให้เส้นแบ่งของกิจการโทรคมนาคมและบริการดิจิทัลอื่น ๆ ที่เข้ามาแย่งชิงส่วนแบ่งทางการตลาดนั้นไม่สามารถใช้ได้ในสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งการสร้างสมดุลของภูมิทัศน์การแข่งขันจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพิจารณากรอบแนวทางให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การแข่งขัน และพฤติกรรมของประชาชน ดังนั้น นโยบายในการส่งเสริมและกำกับดูแลตลาดโทรคมนาคมยังคงก้าวตามการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ ซึ่งควรมีการปรับเปลี่ยนนโยบายให้เท่าทันผ่านการมีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยร่วมกันระหว่างภาคส่วนให้เกิดการลงทุนใหม่และยกระดับโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ หน่วยงานกำกับดูแลจะต้องมาทบทวนนโยบายและขอบเขตอำนาจในการกำกับดูแล โดยควรมีการปรับปรุงกฎหมายที่ยืดหยุ่น กระตุ้นการลงทุน การเข้าสู่ตลาด และส่งเสริมการแข่งขัน เช่น ระบบการอนุญาตให้มีความเหมาะสมกับเทคโนโลยีและสภาพการแข่งขันในปัจจุบันและอนาคต จากเดิมที่ใบอนุญาตจะต้องแยกตามลักษณะและประเภทบริการ (Service-specific) มาเป็นใบอนุญาตแบบหลายบริการ (Multiservice) หรือใบอนุญาตแบบที่ครอบคลุมทุกกิจการ (Unified license) ซึ่งเป็นการลงทะเบียนการใช้งาน การแจ้งการใช้งานหรือการใช้งานแบบไม่ต้องขออนุญาต หรือในด้านการกำกับดูแลด้านราคา (Price cap) อาจต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้ผู้ประกอบกิจการในอุตสาหกรรมสามารถแข่งขันได้กับผู้ประกอบกิจการจากต่างประเทศที่ไม่มีต้นทุนในประเทศ เน้นการออกมาตรการจูงใจ

การกำกับดูแลการแข่งขัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ส่งผลกระทบถึงการแข่งขันทั้งในธุรกิจสื่อสารและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่เปลี่ยนมาให้บริการบนแพลตฟอร์มดิจิทัลเหล่านี้ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความต้องการใช้งานโครงข่าย (Network effects) ในขณะที่ผู้ให้บริการที่มีโครงข่ายภายในประเทศมีความจำกัดทั้งในการลงทุนซึ่งเป็นต้นทุนจมที่มีระยะเวลาคืนทุนมาก มีผู้ประกอบกิจการที่ลงทุนในธุรกิจโครงข่ายจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับผู้ให้บริการแพลตฟอร์มดิจิทัลทั้งในระดับโลกและในประเทศ โดยเฉพาะ OTT ที่นับเป็น Free riding ที่มีการเข้าใช้บริการจำนวนมาก ส่งผลกระทบต่อการบริหารทราฟฟิก (Traffic) ของโครงข่าย นับเป็นความเหลื่อมล้ำระหว่างผู้ให้บริการโครงข่ายกับผู้ให้บริการดิจิทัลแพลตฟอร์ม

นอกจากนี้ อนาคตอันใกล้อีกไม่เกิน 10 ปีข้างหน้า มีการคาดการณ์ว่า 6G จะสร้างปรากฏการณ์ใหม่ของเศรษฐกิจโลกในอนาคต การบริหารจัดการคลื่นความถี่และกลยุทธ์การส่งเสริมการลงทุน การกำกับดูแลการแข่งขันจะเป็นการมองตลาดโทรคมนาคมในมิติใหม่ที่ไม่ใช่เพียงแข่งขันในประเทศและรอให้แพลตฟอร์มต่างประเทศเข้ามาทำให้เกิดการพลิกผันได้อีกต่อไป หากแต่เป็นการก้าวข้ามการแข่งขันและมองภาพองค์รวม ซึ่งความต้องการใช้คลื่นความถี่ปริมาณมหาศาลของ 6G อาจทำให้รูปแบบการประมูลคลื่นความถี่เปลี่ยนไปก็เป็นได้ โดยหลายประเทศเริ่มมีแนวคิดในการลดข้อจำกัดการเข้าสู่ตลาด ปรับปรุงกฎระเบียบในการบริหารคลื่นความถี่ให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น เช่น 1) แนวทางการจัดสรรคลื่นความถี่ตามกลไกตลาด ที่มีการเปิดโอกาสให้เกิดการซื้อขายคลื่นความถี่ในตลาดรอง (Secondary trading) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ส่งผลให้เกิดการใช้ทรัพยากรคลื่นความถี่ที่มีอยู่เดิมให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จนอาจทำให้ไม่ต้องการใช้งานคลื่นความถี่ที่ประมูลมาได้ จึงควรเปิดโอกาสให้เกิดการขายคลื่นความถี่ในตลาดรองเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้อื่นสามารถนำทรัพยากรดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเปิดโอกาสให้เกิดความร่วมมือกันเชิงกลยุทธ์ และ 2) หลักความเป็นกลางทางคลื่นความถี่ (Spectrum-neutrality) หรือความเป็นกลางทางเทคโนโลยี (Technology-neutrality) ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการจัดสรรคลื่นความถี่โดยไม่ระบุจุดประสงค์ในการใช้งานหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ได้รับสิทธิในการใช้คลื่นความถี่ดังกล่าวสามารถสร้างคุณค่าจากทรัพยากรความถี่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ด้วยตัวเลือกที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก

การกำหนดยุทธศาสตร์การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในตลาดใหม่จึงควรมุ่งเน้นที่การส่งเสริมการแข่งขันทางการตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับบริการด้านการสื่อสารและการส่งเสริมและพัฒนาภูมิทัศน์ด้านการสื่อสารของประเทศ โดยควรกำหนดยุทธศาสตร์ดังนี้

1) ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการคลื่นความถี่ การอนุญาตให้ใช้งานคลื่นความถี่และอนุญาตประกอบกิจการ ที่เน้นการทบทวนการจัดการคลื่นความถี่ให้สอดคล้องกับการพัฒนาทางเทคโนโลยีและลดอุปสรรคในการประกอบธุรกิจ รวมถึงการลดข้อจำกัดในการใช้คลื่นความถี่ เพื่อเพิ่มการใช้งานรูปแบบใหม่ โดยผ่านกลไกการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่เป็นการทั่วไป การอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ร่วมกัน และเพื่อเพิ่มการใช้คลื่นความถี่เพื่อสนับสนุนการวิจัย พัฒนา และทดสอบนวัตกรรม ตลอดจนการส่งเสริมด้านกิจการอวกาศให้เติบโตเพื่อให้บริการด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่หลากหลาย โดยการปรับปรุงด้านกฎระเบียบให้มีความยืดหยุ่น ลดอุปสรรคการเข้าสู่ตลาด

2) ยุทธศาสตร์การกำกับดูแล การแข่งขัน และการกำกับดูแลทางเศรษฐกิจ โดยเน้นการพิจารณากฎระเบียบการบริหารจัดการในรูปแบบ Net neutrality จากการใช้บริการออนไลน์ที่เพิ่มมากขึ้น การเก็บภาษีหรือค่าธรรมเนียม (Contribute) จากผู้ให้บริการแพลตฟอร์มดิจิทัลอย่างเหมาะสม เนื่องจากมีการใช้งานโครงข่าย และการทบทวนปัจจัยการพิจารณาในการกำหนดผู้มีอำนาจเหนือตลาดให้ครอบคลุมบริการแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น ความหลากหลายของบริการ (Service differentiation) ความหนาแน่นของปริมาณทราฟฟิก (Congestion)

3) ยุทธศาสตร์การส่งเสริมนวัตกรรมด้านโทรคมนาคม โดยเน้นการวิจัยและพัฒนา 6G การส่งเสริมนวัตกรรมในกิจการอวกาศของประเทศเพื่อสร้างโครงข่ายแห่งอนาคต การส่งเสริมการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกันเพื่อลดการลงทุนที่ซ้ำซ้อน สามารถทำให้ผู้ให้บริการรายเล็กที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึงเงินทุนสามารถเข้าใช้โครงสร้างพื้นฐานที่เทียบเท่ากับผู้ให้บริการรายใหญ่ โดยต้องคำนึงถึงแผนการขยายบรอดแบนด์ นโยบายการจัดให้มีบริการโทรคมนาคมพื้นฐาน และการก้าวหน้าของเทคโนโลยีในอนาคตด้วย และการส่งเสริมการใช้งานโครงข่ายสื่อสารที่ปลอดภัย โดยมีการตรวจสอบและประเมินความปลอดภัยของเครือข่ายและบริการของผู้ให้บริการเพื่อรักษาความปลอดภัยด้านโทรคมนาคม

4) ยุทธศาสตร์การเข้าถึงบริการโทรคมนาคมที่หลากหลายอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม (Getting everyone connected) เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล (Digital divide) และนำประโยชน์ของยุคดิจิทัลมาสู่ประชาชนทุกคน ทั้งในด้านของทักษะการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital skills) และทักษะความเข้าใจเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital literacy) ด้วยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้ให้บริการเชื่อมต่อผู้บริโภคในพื้นที่ที่ยากต่อการให้บริการ

7. บทสรุป

ตลาดโทรคมนาคมแบบดั้งเดิมกำลังจะหมดไปและถูกแทนที่ด้วยแอปพลิเคชันที่ให้บริการข้อมูล (Data) และเสียง (Voice) ด้วยการแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาด แม้ไม่ได้แย่งชิงหรือแข่งขันด้านราคาแต่เป็นการแย่งช่องทางการใช้งานข้อมูลและเสียงจากเดิมที่ใช้ผ่านบริการโทรคมนาคม บริการโทรศัพท์ประจำที่ที่กำลังลดน้อยลงทุกขณะ และบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะถูกแทนที่ด้วยบริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ ด้วยความต้องการในการสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ปรับตัวเข้าสู่เศรษฐกิจดิจิทัล เช่น อุตสาหกรรมการแพทย์และสาธารณสุข อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมการขนส่งอัจฉริยะ อุตสาหกรรมด้านสาธารณูปโภคด้วยระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ มิเตอร์อัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ และอุตสาหกรรมบันเทิง เป็นต้น ทำให้ภาระหน้าที่ในการสนับสนุนการสื่อสารบนอุปกรณ์ IoT เพิ่มจำนวนมากขึ้นตามการปรับเปลี่ยนของอุตสาหกรรมตกอยู่ที่บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง อย่างไรก็ดี ตลาดโทรคมนาคมที่ให้บริการอินเทอร์เน็ต

ความเร็วสูงก็กำลังถูกรุกด้วยผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตผ่านดาวเทียมขนาดเล็กที่เป็นบริษัทข้ามชาติด้วยเช่นกัน ทำให้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมเผชิญกับวิกฤตทั้งในด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและโครงข่ายโทรคมนาคมเพื่อรองรับการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัล และยังเผชิญกับวิกฤตส่วนแบ่งทางการตลาดที่ลดลง การเผชิญกับวิกฤตด้านการบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานและโครงข่ายจากการใช้งานของ Free riding จากแพลตฟอร์มต่างประเทศที่เป็นภาระเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานและโครงข่ายโทรคมนาคมยังคงเป็นต้นทุนที่สูงประกอบกับมีต้นทุนด้านการกำกับดูแลเข้ามาเกี่ยวข้อง

หน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมในต่างประเทศได้มีการกำหนดนโยบายซึ่งให้ความสำคัญกับการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการพัฒนาทางดิจิทัล ได้แก่ FCC ของสหรัฐอเมริกาที่เน้นการเข้าถึงเครือข่ายสื่อสารความเร็วสูงของประชาชนในทุกกลุ่มทุกพื้นที่ด้วยโครงข่ายการสื่อสารที่มั่นคงปลอดภัย การส่งเสริมการลงทุนโครงข่าย การขจัดอุปสรรคการเข้าสู่ตลาด โดยมีการทบทวนกฎระเบียบและอุปสรรคด้านการลงทุน ในขณะที่ Ofcom แห่งสหราชอาณาจักรก็ให้ความสำคัญกับการสื่อสารความเร็วสูงเช่นกัน โดยเน้นตั้งแต่การบริหารจัดการคลื่นความถี่เพื่อขยายการสื่อสารความเร็วสูง รวมถึงกิจการอวกาศที่จะเข้ามาช่วยในด้านการสื่อสารความเร็วสูง นอกจากนี้ ยังส่งเสริมด้านอุปกรณ์พกพา (Mobile devices) ที่มีนวัตกรรมสอดรับกับการสื่อสารความเร็วสูง รวมถึงมีการนำนโยบายด้าน Net neutral มาใช้เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงด้านแพลตฟอร์มออนไลน์มากขึ้นด้วย

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาในอนาคต

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงส่วนแบ่งทางการตลาดที่แท้จริงและมูลค่าส่วนแบ่งทางการตลาดที่บริการจากแพลตฟอร์มดิจิทัลต่างประเทศปันส่วนไป มูลค่ารายได้ที่สูญเสียไปยังต่างประเทศ มูลค่าและภาระต้นทุนด้านภาษีและการกำกับดูแลที่ประเทศสูญเสียไป รายจ่ายที่แท้จริงของผู้บริโภคในการใช้บริการแพลตฟอร์มออนไลน์ ตลอดจนสัดส่วนของการแย่งชิงการใช้งานโครงข่ายโทรคมนาคมจากแพลตฟอร์มออนไลน์และมูลค่าต้นทุนที่ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมต้องแบกรับในการบำรุงรักษาโครงข่ายหรือต้นทุนด้านอัตราดอกเบี้ยในการลงทุนโครงข่าย เพื่อกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ในการกำกับดูแลให้ครอบคลุมมูลค่าทางการตลาด ต้นทุนด้านภาษีและการกำกับดูแลที่ประเทศต้องสูญเสียไป และการกำหนดนโยบายให้ผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมไทยสามารถแข่งขันได้กับต่างประเทศ

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการโทรคมนาคม

หน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตลาดโทรคมนาคมใหม่จะไม่ได้มีเพียงแค่หน่วยงานกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมเท่านั้น หากแต่ต้องมีหน่วยงานอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องร่วมอยู่ด้วยเพื่อให้การกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมของประเทศสามารถขับเคลื่อนได้สอดรับกับตลาดโทรคมนาคมใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับการกำกับดูแลกิจการโทรคมนาคมควรมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

8.2.1 การปรับปรุงกฎระเบียบด้านการอนุญาตและกำกับดูแลที่ยืดหยุ่น รองรับตลาดโทรคมนาคมใหม่ที่มีภูมิทัศน์การแข่งขันที่เปลี่ยนแปลงตามเทคโนโลยี เช่น การปรับปรุงด้านการบริหารจัดการคลื่นความถี่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนและสอดคล้องตามการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การปรับปรุงกฎระเบียบด้านการอนุญาตที่ยืดหยุ่น การปรับกฎระเบียบให้ครอบคลุมการกำกับดูแลแพลตฟอร์มต่างประเทศ และ/หรือบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์จากต่างประเทศ

8.2.2 การกำหนดนโยบายด้านส่งเสริมผู้ประกอบกิจการโทรคมนาคมไทยให้เข้าสู่ตลาดแข่งขันในประเทศและต่างประเทศ เช่น การส่งเสริมนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ด้านโทรคมนาคม การส่งเสริมการแข่งขันด้านแพลตฟอร์มออนไลน์ของผู้ประกอบกิจการไทย การแข่งขันด้านการลงทุนอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ การส่งเสริมการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน การส่งเสริมการเข้าสู่ตลาด

8.2.3 การกำหนดนโยบายด้านรักษาความมั่นคงปลอดภัยของโครงสร้างพื้นฐานทางโทรคมนาคมให้สามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รายการเอกสารอ้างอิง

ประถมพงศ์ ศรีนวล. (2564). การกำกับดูแลกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมในยุคดิจิทัล. *วารสารวิชาการ กสทช., 5*(5), 184-213.

ภักดี มะนะเวศ. (2564). *เศรษฐศาสตร์และการจัดการระบบนิเวศทรัพยากรสื่อสารยุคใหม่.* บริษัท บีพีเค พริ้นติ้ง จำกัด.

ภูมิศิษฐ์ มหาเวสน์ศิริ. (2564). *เศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมและการจัดการดิจิทัลอัจฉริยะ.* สำนักพิมพ์ ช.ช้าง.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). *ตลาดโทรคมนาคมของประเทศไทย.* https://www.nbtc.go.th/Business/commu/telecom/ตลาดโทรคมนาคม/ตลาดโทรคมนาคมของประเทศไทย.aspx?lang=th-TH

Federal Communications Commission. (2018). *Strategic Plan 2018-2022.* https://www.fcc.gov/document/strategic-plan-2018-2022

Gaibi, Z., Jones, G., Pont, P., & Vaidya, M. (2021, April 28). *A blueprint for telecom's ciritical reinvention.* McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/a-blueprint-for-telecoms-critical-reinvention

IoT Connections Forecast: The Rise of Enterprise. (2019, December 19). GSMA. https://www.gsma.com/iot/resources/iot-connections-forecast-the-rise-of-enterprise/

Ofcom sets out vision for greater spectrum sharing. (2022, April 13). Pinsent Masons. https://www.pinsentmasons.com/out-law/news/ofcom-sets-out-vision-for-greater-spectrum-sharing

Office of Communications Commission. (2022). *Ofcom's Plan of Work 2022/23.* https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-2/plan-of-work-2022-23

Samsung คาดใช้ 6G ก่อนปี 2030. (2565, 25 พฤษภาคม). Mreport. https://www.mreport.co.th/news/trend-and-innovation/225-Samsung-updates-on-6G

Terabit internet: Terahertz spectrum for 6G future. (n.d.). Pirate Press. https://lvhspiratepress.org/terabit-internet-terahertz-spectrum-for-6g-future/

บทความวิจัย

85%

ADOPTION OF MOBILE APPLICATIONS IN AGRICULTURE AMONG FARMERS IN NAN, THAILAND

การรับแอปพลิเคชันด้านการเกษตรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่มาใช้ของเกษตรกรในจังหวัดน่าน ประเทศไทย

Rungroge Kamondetdacha

Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand

Corresponding E-mail: rungroge.k@chula.ac.th

Received Date August 3, 2022
Revised Date October 21, 2022
Accepted Date October 31, 2022

Abstract

With the rise of digital technologies and smartphones, mobile applications in agriculture based on smartphones have been rapidly developed. However, the benefits of mobile applications in agriculture for crop operations, farm management, and information system have not been fully achieved due to the low level of adoption. This paper studied: (1) the relation between age and educational level of farmers and size of farms, and the adoption of mobile applications; and (2) the perception of farmers towards the advantages and disadvantages of mobile applications. It adopted a case study method to analyze 60 crop farmers in Nan PGS (Participatory Guarantee System) agriculture group. The results showed that the adoption of applications depended on age and education level, whereas the size of farms had no relation with the adoption. Moreover, the results indicated a different perception of advantages and disadvantages of mobile applications among users, non-users, and prospective users. The groups of non-users and prospective users ranked lowest scores on the advantages on farm management. It is therefore suggested that educational institutions and agricultural development agencies should encourage new generation farmers to use agricultural-related applications and build awareness on the applications. This would then increase the application adoption and thereby help improve farm productivity.

Keywords: Technology adoption, Mobile applications in agriculture, Farm management, PGS farmers, Nan PGS agriculture group

บทคัดย่อ

การพัฒนาแอปพลิเคชันด้านการเกษตรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟนเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว จากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและโทรศัพท์สมาร์ตโฟน อย่างไรก็ดี ประโยชน์ที่ได้รับจากแอปพลิเคชันในด้านการปฏิบัติการการเกษตร การจัดการฟาร์มและระบบข้อมูลยังไม่เกิดผลอย่างเต็มที่ เนื่องจากการรับแอปพลิเคชันมาใช้ของเกษตรกรยังอยู่ในระดับต่ำ บทความนี้ได้ทำการศึกษา (1) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยอายุ การศึกษา และขนาดของพื้นที่การเกษตรกับการรับแอปพลิเคชันด้านการเกษตรมาใช้งานของเกษตรกร และ (2) การรับรู้ของเกษตรกรต่อข้อดีและข้อเสียของแอปพลิเคชันด้านการเกษตร การศึกษาใช้วิธีศึกษาแบบกรณีศึกษา โดยสำรวจกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร 60 คน ในกลุ่มเกษตรพีจีเอสน่าน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปัจจัยอายุและการศึกษามีความสัมพันธ์กับการรับแอปพลิเคชันมาใช้งาน ในขณะที่ขนาดของพื้นที่การเกษตรไม่มีความสัมพันธ์ นอกจากนี้ ผลการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของเกษตรกรต่อแอปพลิเคชันพบว่า ผู้ไม่ได้ใช้งานให้คะแนนด้านการจัดการฟาร์มต่ำสุด ดังนั้น จึงได้เสนอแนะให้สถาบันการศึกษาและหน่วยงานพัฒนาการเกษตรมีบทบาทในการพัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ในการใช้แอปพลิเคชันในการทำเกษตรสมัยใหม่ รวมถึงการสร้างการรับรู้ประโยชน์ของแอปพลิเคชันอย่างถูกต้อง จะช่วยเพิ่มการนำแอปพลิเคชันมาใช้และส่งผลต่อการเพิ่มกำลังการผลิตของประเทศไทย

คำสำคัญ: การรับเทคโนโลยี แอปพลิเคชันด้านการเกษตรบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ การจัดการฟาร์ม เกษตรกรพีจีเอส กลุ่มเกษตรพีจีเอสน่าน

1. Introduction

Thailand is one of the world's leading producers and exporters of agricultural products. According to the World Trade Organization's International Trade Statistical Review 2021, Thailand ranked 7th in the world, with exporting value of US$ 41 billion of agricultural products in 2020 (World Trade Organization, 2021). In 2018, the agricultural sector accounted for 8.1% of Thailand's GDP (World Bank, 2021). Group of populations engaged in the sector was also large; it accounted for about 37.5% of the country's total population (Office of Agricultural Economics, 2017). However, the agricultural sector in Thailand has encountered key challenges including demographic, and climatic and environmental concerns. Firstly, number of populations in the agricultural sector have continually declined whereas the age of the crop and livestock farmers has risen (Department of Agricultural Extension, 2016a; 2016b). Secondly, climate change and environmental degradation have seriously compounded a number of cultivated areas in Thailand (Marks, 2011; Tanwattana et al., 2018).

The agricultural communities in Nan Province, Thailand also faced similar demographic and environmental challenges. In particular, Nan encountered environmental degradation and poor agricultural practices involving monoculture farming, pollution, and harmful agrochemical overuse (Tanwattana et al., 2018; Wayne & Visetnoi, 2016). To alleviate the environmental concern, a concept of Participatory Guarantee Systems (PGS) was introduced to agricultural communities in Nan and subsequently, the Nan PGS agriculture group was established in 2018 (Kamondetdacha & Janhom, 2022). According to International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), (2008) PGS is defined as locally focused quality assurance systems that certify producers based on active participation of stakeholders and are built on a foundation of trust, social networks and knowledge exchange (IFOAM, 2008). The establishment of the group was an important milestone of the agricultural communities in Nan to adopt PGS farming practice and PGS certifying scheme.

In addition to adopting a new farming practice, the agricultural sector in Thailand as in other countries, has leveraged on smart technologies, i.e., information and communication, digital and automation technologies to help improve the sector's productivity and market opportunity (Csótó, 2015; Madushanki et al., 2019; Pongnumkul et al., 2015). Several researchers in the agriculture and Information and Communication Technology (ICT) domains indicated that mobile devices and applications have been successfully applied at the farm level. For crop farming, Cunha et al. (2010) explained the use of mobile devices for an overall contextualized vineyard management. Also, livestock farmers managed animal identification based on Radio Frequency Identification (RFID) technology (Voulodimos et al., 2010).

In modern farming, digital sensors are placed in farms to collect data which are subsequently processed to support farmers' decisions on farm activities (Stone & Raun, 2016; Zhao et al., 2016). Most of the activities are monitored and controlled by farmers accessibly by using mobile application technology (Karetsos et al., 2014; Oteyo et al., 2021). Mobile applications are software run by an operating system to provide additional functions to smartphone users (Oteyo et al., 2021).

Mobile applications in agriculture have been rapidly developed by merging agricultural knowledge with digital technologies for various usages (Mendes et al., 2020; Oteyo et al., 2021). For instance, Mendes et al. (2020) classified three categories of the mobile applications, which can be utilized for crop operations, farm management, and information system. For instance, the mobile applications within the farm management category include field mapping and

soil information applications, machinery management applications, and control of farm activities applications. However, the potential benefits presented by mobile applications in agriculture have not been fully materialized. Level of adoption of mobile applications in agriculture among farmers has been low though farmers have used mobile devices and other mobile applications for non-agricultural activities (Csótó, 2015; Ratanavararak et al., 2019; Shaikh, 2017; Suarez & Suarez, 2013). Importantly, Suarez and Suarez (2013) suggested that farmers would consider the impacts or advantages of mobile applications in their usages. As in other new technologies, the key attributes of the technologies (i.e., advantages) clearly influence farmers' adoption of new technologies include ICT and mobile applications (Knierim et al., 2019; Srivetbodee & Igel, 2021; Zheng et al., 2019).

Previous studies have investigated the factors influencing the use of ICT and mobile devices by farmers (App & Iddings, 1990; Srivetbodee & Igel, 2021; Taragola & Gelb, 2005). The factors included, for instance, the characteristics of farms, education, age, experience, time and availability of information. While age and education factors for farmers' adoption of ICT and mobile devices seemed apparent, other factors such as size, complexity and location of farms, and the type of production were unclear (Csótó, 2015).

In this study, PGS crop farmers in Nan agricultural community, the Nan PGS agriculture group, was selected as a case study. The selection of this PGS group in Nan was a combination of an intrinsic and instrumental choice. On the one hand, the case of the Nan PGS agriculture group was empirically significant and interesting because of the recent changes of development strategies in the Nan agricultural sector towards sustainability (Tanwattana et al., 2018; Kamondetdacha and Janhom, 2022). On the other hand, the case of the Nan PGS agriculture group would provide new evidence regarding the type of production, i.e., PGS crop farming practice, and the adoption of digital technologies and mobile applications.

The categories or types of the mobile applications in agriculture, i.e., crop operations, farm management, and information system (Mendes et al., 2020), used by the crop farmers in the Nan PGS agriculture group can be similar to those used by conventional farmers, whose farming practice relies upon inputs of synthetic fertilizers and other agricultural chemicals. Yet, with the possession of knowledge in the costs and benefits of PGS farming practice and the PGS certifying scheme, farmers in the PGS group might have distinct perception of the adoption of the mobile applications.

This paper aimed to deepen the understanding on farmers' adoption of digital technologies and mobile applications. Particularly, it investigated the relation between the age and education of farmers and size of farms, and the adoption of the mobile applications in agriculture. In addition, farmers' perception of the advantages and disadvantages of the applications were explored to contrast the perception among users, non-users and prospective users. In effect, the distinction of farmers' perception can be useful for future policy recommendations on the potential increase in the adoption of mobile applications among non-users, and prospective users.

2. Objectives

This exploratory case study research of the Nan PGS agriculture group has two objectives.

2.1 To investigate the factors of farmers' age and education, and the size of farms on farmers' adoption of mobile applications in agriculture, and their perception of the advantages and disadvantages of the applications.

2.2 To suggest a policy recommendation for potential increase in the adoption level of mobile applications in agriculture, as the distinction between perception of users, non-users, and prospective users was discovered.

3. Study method

This study adopted an exploratory research strategy. It used a case study survey method in which a survey can be conducted to a case, either a small sample or an entire population, to describe characteristics of that population (Chmiliar, 2010). More specifically, this study aimed to use a case study method to investigate: (1) the relations between the age and education of farmers and the size of farms, and the adoption of mobile applications in agriculture; and (2) the farmer's perception of the advantages and disadvantages of the applications. The case study was the group of crop farmers in the Nan PGS agriculture group in Nan Province, Thailand.

Population of the case was the members of the Nan PGS agriculture group at the time of the study (mid-December 2021). In total, there were 98 farmers in the group. It was located in 11 districts of Nan, including Bo Klue, Tha Wang Pha, Wiang Sa, Na Noi, Mueang Nan, Phu Piang, Song Kwae, Pua, Santisuk, Thung Chang, and Chiang Klang district.

The inclusion criteria for participant samples were: 1) being members of the Nan PGS agriculture group; 2) adopting PGS crop farming practice for at least one year; and 3) willing to participate in the research. For exclusion criteria, 1) being non-members of the Nan PGS agriculture group; 2) adopting PGS crop farming practice for less than one year; and 3) being members of the group who adopted PGS crop farming practice at least one year, but were unwilling to participate.

Names and contacts of 98 farmers were provided by the advisor of the Nan PGS agriculture group. All farmers were contacted and considered according to the inclusion and exclusion criteria of the samples. After the contacts, there were a total of 60 farmers that met the criteria. Hence, the sample size of the study consisted of 60 PGS crop farmers who were the members of the Nan PGS agriculture group, adopting PGS crop farming practice for at least one year, and willing to participate in the study.

The data collection was carried out through telephone interviews, using a structured questionnaire. The questionnaire had two sections. The first asked for information on the respondent's background, i.e., age and education, and his/her size of cultivated land. The second asked for information about the usage or non-usage of any types of mobile applications in agriculture, and his/her perception on the advantages or disadvantages of the applications.

In the second section when the respondent did not currently use any of the applications, he/she would be asked if he/she had a plan to use the applications or not. Thus, the farmers were classified into three groups: (1) users – currently used; (2) prospective users – plan to use; or (3) non-users – know about or have previously used mobile applications in agriculture but do not want to use them anymore.

After that, the respondent was asked about his/her perception of the advantages and disadvantages of the applications in 12 topics grouped under three categories of the applications, namely crop operations, farm management, and information system. The advantages and disadvantages of the applications in agriculture under crop operations category consisted of

three topics (planning, quantity of products, and quality of products). For farm management category, it included five topics (time spent on farms, costs spent on farms, use of farm inputs, use of chemicals, and use of labour). Lastly, for information system category, it included four topics (agricultural tips and knowledge, market information, finance information, and product price information). Types of the mobile applications were not pre-specified in this study in order to allow for analysis of farmers' different perception (current users, prospective users, and non-users) of the three categories of the applications.

Each topic included 11 stapel-scale, from -5 to +5, to classify the possible results obtained from the use of the applications, compared to the conventional practice, i.e., without using the applications. The 0 point means either no advantage or disadvantage compared to conventional practice. The negative point (-5 to -1) means decreasing and the positive point (1 to 5) means improving to conventional practice.

The collected data were analyzed by using descriptive statistics, Chi-square (x^2), Cramer's V value and the topic-wise analysis of farmers' perception of advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture.

In the cross-table analysis, Pearson's chi-square test was used to determine whether there was a statistically significant difference between the expected frequencies and observed frequencies in one or more categories of the table (Vanichbuncha, 2009). In this paper, it was to determine if the adoption of mobile applications in agriculture was dependent on the three investigated factors, i.e., age, education and size of cultivated land.

The formula for chi-square calculation is:

$$x^2 = \Sigma_{i=1}^{r} \Sigma_{j=1}^{c} \left[\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right] \quad (1)$$

O_{ij} = Observed frequencies of the variable (age or education level or size of cultivated land) in the category i and the current status of mobile applications adoption (adoption or non-adoption) in the category j.

E_{ij} = Expected frequencies of the variable (age or education level or size of cultivated land) in the category i and the current status of the mobile application adoption (adoption or non-adoption) in the category j.

$$= \frac{R_i \times C_j}{n}$$

R_i = Total frequencies of the variable (age or education level or size of cultivated land) in the category i.

C_j = Total frequencies of the current status of the mobile application adoption (adoption or non-adoption) in the category j.

n = Grand total of observations.

r = Number of categories for the age or education level or size of cultivated land.

c = Number of categories for the current status of mobile application adoption.

Degree of Freedom (DF) $= (r - 1) \times (c - 1)$

If the calculated chi-square x^2 value is larger than the chi-square x^2 at the determined significance level, then the hypothesis that two variables are independent would be rejected (Vanichbuncha, 2009). In the study, the significance level (α = 0.05) was chosen indicating that there was a 5% probability of falsely rejecting the hypothesis that independence between the adoption of mobile applications in agriculture and the age, education level or size of cultivated land parameter existed when there was no actual independence (Vanichbuncha, 2009).

Subsequently, Cramer's V values were calculated to measure the association between two variables, giving a value between 0 and +1 (Vanichbuncha, 2009). It is based on Pearson's chi-squared statistic. Cramer's V is computed by taking the square root of the chi-squared statistic divided by the sample size and the minimum dimension minus 1.

The formula for Cramer's V calculation is:

$$V = \sqrt{\frac{x^2/n}{min(r-1, c-1)}} \quad (2)$$

x^2 is derived from Pearson's chi-squared test [Equation (1)].

n = Grand total of observations.

r = Number of categories for the age or education level or size of cultivated land.

c = Number of categories for the current status of the mobile application adoption.

Cramer's V varies from 0 of which no association between the variables, to +1 of which full association is observed (Vanichbuncha, 2009). It may be viewed as the association between two variables as a percentage of their maximum possible variation.

The topic-wise analysis was used to explore the ranking orders of the perception of the farmers in each group, i.e., users, prospective users and non-users, towards the advantages and disadvantages of mobile applications under the three categories, i.e., crop operations, farm management, and information system category. For each category of the applications, the average score of the farmer's perception in all topics under that category was calculated. The average score of the three categories were then ranked from 1st (maximum) to 3rd (minimum) under each group of farmers, i.e., users, prospective users, and non-users. The result of this topic-wise analysis could provide an understanding on the distinction between the perception of different groups of farmers towards the advantages and disadvantages of mobile applications in each category.

This research was conducted under international standards for the protection of human subjects, and the research protocols were reviewed and approved by the Institutional Review Board (IRB) of the Office of the Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Subjects, Chulalongkorn University. The proposal of this research was reviewed by the Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Subjects: The Second Allied Academic Group in Social Sciences, Humanities and Fine and Applied Arts under an expedited review category. It was approved on 9 December 2021 with the project reference code number 275/64.

4. Literature review

The diffusion of new technologies was extremely essential for economic development (Cameron, 1975). In the agricultural sector, a number of technologies especially ICT and digital technologies can help farmers improve the planning, decision-making and operations of their farms (Csótó, 2015).

In modern farming, digital sensors are placed in farms to collect data which are subsequently processed to support farmers' decisions on farm activities (Stone & Raun, 2016; Zhao et al., 2016). Most of the activities are monitored and controlled by farmers accessibly by using mobile application technology (Karetsos et al., 2014, Oteyo et al., 2021). Mobile applications are software run by an operating system to provide additional functions to smartphone users (Oteyo et al., 2021).

Mobile applications in agriculture have been rapidly developed by merging agricultural knowledge with digital technologies (Mendes et al., 2020; Oteyo et al., 2021, Zhao et al., 2016). The advantages of mobile applications in agriculture are plentiful. The applications help farmers in three main categories based on the agricultural sub-system where the applications are used (Mendes et al., 2020). According to Mendes et al. (2020:4), there are crop operations, farm management, and information system categories.

Firstly, the crop operations category provides users with decision making support at the crop system level, where farmers can work or plan on crop growth and crop harvest. Secondly, the farm management category includes information provisions to the users for managing farm resources and control of farm activities effectively and efficiently. Thirdly, the information system category provides the farmers with essential information at the agricultural system level, including agricultural tips and knowledge, market information, relevant news and climate information. Hence, farmers can benefit greatly when using mobile applications from the reduction of production costs, improvement of productivity and increase in product prices and market opportunities.

In addition, with the internet connection, the applications can make essential activities on and off farms conveniently done even if farmers are away from their farms. In this case, farmers can reduce time spent on farm. Still, the disadvantages of using the applications were the additional costs incurred by subscribing to premium information services and the extra time spent when information obtained from the applications were not verified or updated (Shaikh, 2017; Suarez & Suarez 2013).

Although the opportunities of productivity improvement and development from ICT and digital technologies were manifest, the adoption rate of these technologies among farmers has been low, especially in the group of smallholders (Alvarez & Nuthall, 2006). Previous studies have investigated the factors influencing the use of ICT and mobile devices by farmers (Apps & Iddings, 1990; Csótó, 2015; Srivetbodee & Igel, 2021; Taragola & Gelb, 2005). The factors that were examined included, for instance, the characteristics of farms, education, age, experience, time and availability of information.

While the age and education factors seemed manifest, other factors such as the size, complexity and location of farms, and the type of production were less clear regarding the adoption of ICT and mobile devices by farmers (Csótó, 2015). For instance, in their study of behavior of horticultural growers in Belgium, Taragola and Van Liderde (2010) found that the education and age of farmers strongly influenced farmers' adoption of computers and internet, but the size of the farm business did not. However, Hall et al. (2003) indicated that farm characteristics, particularly the type of beef farm production had a significant effect on the usage of computers and internet. For precision farming technologies, Lencsés et al. (2014) indicated that the adoption of precision farming technologies only depended on the quantity of the cultivated land and the age of farmers, whereas other factors such as education level had no correlation with the adoption precision farming technologies. Therefore, further research on farm characteristics, especially farm size and type of farm production factors on the use or adoption of ICT and digital technologies in agriculture will be essentially useful.

Based on Rogers (1962), the adoption of new agricultural technologies is an economic decision from a farmer, who will have to consider potential costs and benefits, or advantages and disadvantages of adopting new technology compared to current practice. For instance, most farmers did perceive the benefits of technology in terms of increasing farm productivity when adopting technology (Knierim et al., 2019; Srivetbodee & Igel, 2021; Zheng et al., 2019).

When benefits or advantages of new technology are unclear or not measurable, and the costs in terms of risks and/or finance of the technology to the farmers are high, the diffusion of the technology will be slow (Takács-György et al., 2013). In this case, the farmers vary significantly in their knowledge, skills and perception of the technology, owing to differences in their socio-economic backgrounds and current farming practice (Katz, 2019; Lencsés, et al., 2014). As discussed earlier, age is a very important factor in technology adoption. Aging farmers, with their own cautious and risk aversion attitude, would be inclined to decline or resist adopting digital technologies (Irungu et al., 2015; Regan, 2019; Sayruamyat & Nadee, 2020; Srivetbodee & Igel, 2021).

Similar to other new technologies in agriculture, the potential benefits presented by mobile applications in agriculture have not been fully exploited (Csótó, 2015). Level of adoption of the applications among farmers in developing countries such as Colombia, India and Thailand were low although the farmers have used other mobile applications for non-agriculture activities (Ratanavararak et al., 2019; Shaikh, 2017; Suarez & Suarez, 2013). In other words, the low level of farmers' adoption of mobile applications in agriculture might not mainly due to the inaccessibility to smartphone technologies and/or internet. To this end, farmers pointed to key reasons explaining why they did not use the applications in agriculture. Most importantly, in their research in Nan, Thailand, Ratanavararak et al. (2019) indicated that many farmers in Nan were unaware of the availability of various mobile applications in agriculture. The other reason was similarly revealed in the studies in Thailand, India and Columbia that farmers did not find many of the applications relevant and useful for their crop and livestock farming (Ratanavararak et al., 2019; Shaikh, 2017; Suarez & Suarez, 2013). In their studies in Colombia, Suarez and Suarez (2013) highlighted that farmers would consider the impacts or advantages of the applications in their usages.

On the one hand, responses from the farmers suggested that extension services and trainings were crucially needed to make various mobile applications in agriculture known and available to the farmers. On the other hand, however, it was much less clear why those farmers did not find many of the applications relevant or useful. Presumably, most of the available applications must have been now developed through consultation with experts in agriculture-related fields.

Hence, this study aimed to deepen the understanding on farmers' adoption of mobile applications in agriculture. It investigated: (1) the relation between the age and education of farmers and the size of their farms, and the adoption of the applications; and (2) the farmers' perception towards the advantages and disadvantages of the applications. A case of the group of crop farmers in the Nan PGS agriculture group was used for the investigation.

The selection of the Nan PGS agriculture group was a strategic choice because in previous studies the type of production factor was unclear about the adoption of ICT and mobile devices by farmers. The Nan PGS agriculture group has adopted new crop farming practice, with an understanding on the costs and benefits of new type of production, i.e., PGS crop farming and PGS certifying scheme. As a result, the crop farmers in this group might possess distinct perception of the adoption or non-adoption of the applications.

In short, this paper proposed to find any new evidences on types of production factor that might affect farmers' adoption of mobile applications in agriculture. Also, an exploration into the distinction among users', prospective users' and non-users' perception of the advantages and disadvantages of the applications can be useful for future policy recommendations on increasing the adoption level of the applications among prospective users and non-users.

5. Results

The data collection was carried out through telephone interviews, using a structured questionnaire. The questionnaire had two sections. First section included questions about the age and education of the farmer, and the size of his/her cultivated land. Second section asked for the information about the usage or non-usage of any types of mobile applications in agriculture. In case the farmer did not currently use any of the applications, he/she would be asked if he/she had a plan to use the applications or not. Thus, the farmers were classified into three groups: (1) users – currently used; (2) non-users – knew about or had previously used mobile applications in agriculture but did not want to use them anymore; and (3) prospective users – currently did not used but planned to use in the future.

Also, each farmer was asked to score his/her perception on advantages and disadvantages of the applications in 12 topics under three categories of the applications. The three categories were crop operations, farm management, and information system.

In total, 60 interviews were conducted each of which lasted 20 - 30 minutes. When the respondent did not understand any questions, the author would take more times to explain them to the respondent. So, there were no missing data in each set of the questionnaire.

The data analysis was performed in three steps. The first was to organize data into the three groups according to the farmers' usage of the applications, i.e., users, non-users, and prospective users. In each group, the age, education, and size of cultivated land data of the respondents were arranged correspondingly. Table 1 summarizes the age, education, and size of cultivated land belong to farmers in the three groups.

Table 1 Age, education, and size of cultivated lands of the interviewed farmers (mid-December 2021)

Variables about farmers and farms	Values	Users		Non-users		Prospective users		Total
		N	%	N	%	N	%	N
Age of farmers (Years old)	< 40 years	13	57	2	22	7	25	22
	40 - 60 years	9	39	4	45	14	50	27
	> 60 years	1	4	3	33	7	25	11
	Total	23	100	9	100	28	100	60
Education (Level)	Secondary or lower	5	22	6	67	12	43	23
	Higher	18	78	3	33	16	57	37
	Total	23	100	9	100	28	100	60
Size of cultivated land (Rai)	< 1 Rai	5	22	3	33	4	14	12
	1 - 10 Rai	9	39	4	45	12	43	25
	> 10 Rai	9	39	2	22	12	43	23
	Total	23	100	9	100	28	100	60

The result in Table 1 from the first step revealed that there were 23 users, 9 non-users, and 28 prospective users. It also showed that most of the users were younger than 40 years old, with their education higher than secondary level, and had more than one Rai of cultivated land. In contrast, most of the non-users were older than 40 years old with a secondary education level or lower. However, the majority of the non-users' size of cultivated land was less clear. For the prospective-user group, most of the farmers were between 40 to 60 years old with the education higher than a secondary level, and had more than one Rai of cultivated land.

The data in Table 1 also showed that the proportion of prospective users was relatively large (28 respondents) or accounted for 47% of the total respondents. This suggested that an optimistic sign or a good possibility could be viewed for promoting the adoption of the applications among farmers.

5.1 Age, education, and size of cultivated land parameters, and adoption of mobile applications in agriculture among farmers

The second step of the analysis was to investigate the dependence between farmers' adoption of mobile applications in agriculture, and the age and education level of farmers, and the size of cultivated land. In the cross-table analysis, the Pearson's chi-square test was used to determine whether the farmers' adoption of the applications was dependent on the three investigated variables, i.e., age, education, and size of cultivated land. The x^2 values of the three variables were calculated using Equation (1).

When the calculated chi-square x^2 value was larger than the chi-square x^2 at the determined significant level, then the hypothesis that two variables were independent would be rejected (Vanichbuncha, 2009). The results of the calculated chi-square x^2, the x^2 critical values at the significance level (α = 0.05), and the corresponding degrees of freedom from the chi-square distribution table were summarized in Table 2 below.

Then, the Cramer's V values were determined to measure the strength of the relation between two variables. It is based on Pearson's chi-squared statistic. Cramer's V varies from 0 of which no relation between the variables, to +1 of which the strong relation is observed (Vanichbuncha, 2009). The Cramer's V values of the three variables were calculated using Equation (2). The results of the calculated Cramer's V were also summarized in Table 2.

Table 2 The relationships between the adoption of agriculture mobile applications and the three parameters of farmers or farms

Variables of farms or farmers	Pearson Chi-square x^2				Cramer's V	Strength of the relation
	Degree of freedom	Critical value (α = 0.05) (a)	Calculated value (b)	Independence		
Age of farmers (Years old)	2	5.991	8.275	Rejected	0.371	Medium
Education (Level)	1	3.841	4.345	Rejected	0.269	Medium
Size of cultivated land (Rai)	2	5.991	0.120	Accepted	0.045	None

Notes: (a) Critical value at α = 0.05 from the Chi-square distribution table; (b) Calculated Chi-square x^2 from the Chi-square formula [Equation (1)].

From Equation (1), the calculated Chi-square (x^2) value of the age variable and the education level variable were 8.275 and 4.345, respectively (Table 2). The Chi-square (x^2) value of the age (8.275) and the education level (4.345) were larger than the respective critical Chi-square value at the 0.05 significance level (5.991 and 3.841). So, this means that age and education level were the two parameters that had significant effects on the adoption of the applications. However, the Chi-square (x^2) value of the size of cultivated land variable (Table 2), calculated from Equation (1) was 0.120 which was smaller than the critical value at the 0.05 significance level (5.991). Hence, this means that the size of cultivated land parameter had no significant correlation with the farmers' adoption of the applications.

From Equation (2), the calculated Cramer's V of the age variable and the education level variable were 0.371 and 0.269, respectively (Table 2). The value indicated the medium strength level of the relation between the age and education level parameters, and the adoption of the applications in agriculture. In contrast, the Cramer's V value of the size of cultivate land (0.045) did not indicate a relation between the size of cultivated land and the adoption of the applications.

5.2 Perception of farmers regarding the advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture

The third step of the analysis was to explore farmers' perception of the advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture. The average score of the topic-wise scores from 11 stapel-scale of 12 topics under three categories of the applications was calculated according to each group of the respondents, i.e., users, non-users, and prospective users. For instance, the average score of the users group's scores for the topic 'planning' was calculated by summing all scores from the 23 users and then dividing by 23. The result was 3.30. The average perception score of the 'planning' (3.30) among farmers in the users group means that on an average the perceived advantage of the applications for planning agricultural activities among users of the applications was 3.30 (of the maximum 5). The average score (3.30) was high comparing to the score 0 without the applications. The calculations were done for all 12 topics for the three groups of the respondents. The result of the average score of the farmers' perception was summarized in Table 3.

Next, the average score of the category-wise scores was calculated according to each group of the respondents, i.e., users, non-users, and prospective users. For instance, the average score of the users group for 'crop operations' category was calculated by summing the scores from the three topics under this category and then divided by three. The result was 1.98. The average perception score of the 'crop operations' (1.98) among the farmers in the users group means that on an average the perceived advantage of mobile applications for crop operations activities among users of the applications was 1.98 (of the maximum 5). The average score (1.98) was relatively moderate comparing to the score 0 without the applications. The calculations were completed for all three categories and for the three groups of the respondents.

Table 3 The average score of farmers' perception of the advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture in 12 topics under the three categories of the applications (mid-December 2021)

Perceptions about advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture	Users of agriculture mobile applications (N_i=23)	Non-users (N_i=9)	Prospective users (N_i=28)
	Average score (-5 to 5)	Average score (-5 to 5)	Average score (-5 to 5)
Category: Crop operations			
Planning	3.30	1.89	3.07
Quantity of products	1.22	2.00	3.18
Quality of products	1.43	2.00	2.89
Average	**1.98**	**1.96**	**3.05**
Category: Farm management			
Time spent on farms	2.57	1.67	2.79
Costs spent on farms	1.52	1.00	2.61
Use of farm inputs	1.09	1.67	1.61
Use of chemicals	-0.48	0.56	1.00
Use of labour	0.30	1.56	1.11
Average	**1.00**	**1.29**	**1.82**
Category: Information system			
Agricultural tips and knowledge	2.22	2.22	3.50
Market information	0.22	1.89	2.86
Finance information	-0.74	1.00	1.89
Product price information	0.74	1.67	1.96
Average	**0.61**	**1.70**	**2.55**

Table 3 above showed the average score of farmers' perception of the advantages and disadvantages of mobile applications on a list of 12 topics under the three categories of the applications, differentiated by the three groups of farmers. The result indicated a variation in the perception of the three groups of farmers.

For the topic-wise, the result showed that the users perceived the most significant advantages of the applications on planning, whereas the non-users and prospective users expressed most highly on the advantages of the applications' tips and knowledge. In considerations of the fact that current users of the applications have already used the applications, they could much better understand, select, and take the benefits of the applications in crop operations and farm management categories when compared to the non-users and prospective-users counterpart.

Finally, for each group of the respondents, the average category-wise scores were ranked from the highest score (1st rank) to the lowest (3rd rank). Result of the ranking orders of the average score of farmers' perceptions of advantages and disadvantages of the applications in the three categories, i.e., crop operations, farm management, and information system is shown in Table 4.

Table 4 The ranking orders of the average score of farmers' perceptions of the advantages and disadvantages of mobile applications under the three categories

Category of mobile applications in agriculture	Ranking orders of the average scores of the perception of advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture		
	Users (N_i=23)	Non-users (N_i=9)	Prospective users (N_i=28)
Crop operations	1st	1st	1st
Farm management	2nd	3rd	3rd
Information system	3rd	2nd	2nd

The ranking orders in Table 4 indicates that the users of applications ranked the advantages of the applications in agriculture on crop operations, farm management, and information system category, respectively. In contrast, both the non-users and prospective users similarly ranked lowest the advantages of the applications on farm management category, whereas giving more attentions to the advantages on information system category.

6. Discussions

This paper provided three results from the analysis of the age and education of farmers and size of their farms, and the farmers' perception of advantages of mobile applications in agriculture. The first result indicated that, similar to conventional farmers in the smartphone adoption study in Hajdú-Bihar county, Hungary by Csótó (2015), the PGS crop farmers in the Nan PGS agriculture group adopted mobile applications in agriculture at a low level (38%). This suggested that the production method in PGS farming practice did not much clearly influence the adoption of ICT and digital technologies including the mobile application technology. In other words, extension services would be greatly required for any types of agriculture farming methods regarding the use of ICT and digital technologies.

The second result indicated that age and education level are the characteristics of farmers that correlated with the farmers' adoption of mobile applications in agriculture. While the age factor was fairly manifest and aligned with previous studies (Csótó, 2015; Taragola & Van Liderde, 2010), the education factor was in contrast to a study by Lencsés et al. (2014), whose study indicated that the education level had no correlation with the precision farming technology adoption. Generally, education could enhance logical and analytical thinking of farmers about the benefits or advantages of new technology and thereby increasing possibility of technology adoption. It would therefore be appropriate to examine the education factor in future studies as the mobile application technology is one of the key parts of the precision farming technology.

The farm size factor analyzed in this paper did not correlate with the farmers' adoption of mobile applications in agriculture. This finding was in line with previous studies by Csótó (2015) and Taragola and Van Liderde, (2010), but was in contrast to the studies by Hall et al. (2003) and Lencsés et al. (2014). The difference in the findings on the size of farm factor could be due to two possible reasons. Firstly, the higher investment costs of the precision farming

technology in the study by Lencsés et al. (2014) compared to the costs of mobile application technology may imply that larger farms would be more appropriate to achieve the economies of scale. Secondly, the types of mobile applications developed in Thailand may be effectively used by both large and small farms and thereby not affecting the size factor. In fact, extensive studies on the farm size factor on the adoption of mobile applications would be required to clarify the influence of this factor.

The third result indicated that the PGS crop farmers' perception of the advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture were different between the users group, and the non-users and prospective users group. On the one hand, the group of non-users and prospective users perceived highest the advantages or benefits of the applications' tips and knowledge, which presumably could be obtained easily from other sources such as search engine or webpage. This could explain why they might not have found many of the mobile applications relevant and useful for their crop farming (Csótó, 2015; Ratanavararak et al., 2019; Shaikh, 2017; Suarez & Suarez, 2013). On the other hand, current users of the applications rated much lessen on the advantages in the information system category, while focusing much more on crop operations and farm management categories of mobile applications in agriculture.

This result agreed with previous studies that the perception and/or understanding of the attributes of technology could affect farmer's technology adoption behavior (Knierim et al., 2019; Srivetbodee & Igel, 2021; Zheng et al., 2019). It suggested that the provision of essential information on the benefits or advantages of the applications to the group of non-users and prospective users would be required to promote the adoption.

7. Conclusion

This paper analyzed the age and education of farmers, and the size of their farms, and the perception of the farmers towards advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture. It adopted an exploratory research strategy, using a case study method. The interview survey was conducted among the crop farmers in the case study – the Nan PGS agriculture group. The collected data included the respondents' backgrounds, i.e., age, education and size of cultivated land, and the respondents' perception of the advantages and disadvantages of mobile applications in agriculture under the three categories of the applications.

The results showed that the age and education variables were the factors correlating with the farmers' adoption of the applications but the size of farm was not. In addition, the farmers' perception of the advantages and disadvantages of the applications were different among users, non-users, and prospective users. For topic-wise, the result showed that users of the applications perceived the most significant advantages of the applications on planning, whereas the non-users and prospective users expressed most highly of the advantages on agricultural tips and knowledge. In considerations that the users have already used the mobile applications, they could be much capable of understanding, selecting, and taking the benefits of the applications in crop operations and farm management categories better, compared to their non-users and prospective-users counterpart. In other words, it would be important to provide essential information on the benefits or advantages of the applications to non-users and prospective users to promote the adoption.

The results from the study of the Nan PGS agriculture group did not suggest the difference between the conventional farmers in previous studies and the PGS crop farmers in this study on the adoption of digital technologies. Future research perhaps can target other characteristics and factors such as farmer's role and participation in the group or agricultural community as potential reasons for low adoption of the technologies. In effect, the result of future studies can possibly enhance the understanding on the education factor which was not yet clear regarding the adoption of the precision farming technology.

Finally, in terms of policy implication, for the Nan PGS agriculture group and others alike, it was probably apparent that extension services and trainings for farmers were essentially required to make the mobile applications in agriculture known and available to farmers. However, it would also be equally important to provide the understanding on the benefits or advantages of the applications to farmers, in order to promote the adoption. In particular, crucial benefits of the applications in the farm management category are significant, of which would greatly help improving farm productivity – a major challenge in Thailand's agriculture sector.

8. Recommendations

8.1 Recommendations for policy

The results from this study provide two important recommendations for policy to promote adoption of mobile applications in agriculture. Firstly, it is crucial to introduce to the young generation regarding benefits of mobile applications in modern agriculture. In particular, the benefits of mobile applications in crop operations and farm management can change the perception of the young generation about the awkward, outdated and laborsome practice of agricultural profession. To this end, educational institutions can play a role in equipping the group of youth with knowledge and skills in new agricultural technology applications and new management practices. The Agricultural Resources Administration curriculum at the School of Agriculture Resources, Chulalongkorn University is an example supporting the development of a new generation of Thai farmers. The program curriculum is designed to integrate traditional knowledge with research and technology in agriculture and, therefore, to provide innovative agricultural concepts, techniques, and practices that can help resolve development problems in community areas (Visetnoi & Sirisoponsilp, 2019).

Secondly, it would be also equally important to provide the understanding on the benefits or advantages of the mobile applications to the groups of non- and prospective user farmers, who were older, in order to promote the adoption. This will require communication and demonstration on the benefits of the mobile applications in persuading them to adopt the applications. Organizations in charge of extension services and developers of the mobile applications can play their roles in this communication and demonstration.

8.2 Recommendations for future study

This paper explored a case study of the crop farmers in the Nan PGS agriculture group in Nan Province, Thailand. Due to a small number of samples in this study, future studies should investigate further farmer groups in other areas and/or countries to explore any similarities or differences of farmers' perception of mobile applications in agriculture. In addition, future study can investigate other factors, i.e., demographic factors and social behavior of farmers that might influence the farmer's adoption of the applications.

8.3 Recommendations for communication industry

Although this and other previous studies indicated that the current number of Thai farmers adopting mobile applications in agriculture is rather limited, many farmers have used other mobile applications for non-agriculture activities. This suggests that the communication industry should consider extending the internet coverage in some rural agriculture areas, when mobile applications in agriculture are readily adopted in order to support the productivity improvement in Thailand's agricultural sector.

9. Acknowledgements

The author is grateful for the comments from the reviewers and the editorial assistance of the Journal.

References

Alvarez, J., & Nuthall, P. (2006). Adoption of computer based information systems: The case of dairy farmers in Canterbury, NZ, and Florida, Uruguay. *Computers and Electronics in Agriculture, 50,* 48-60. https://doi.org/10.1016/j.compag.2005.08.013

Apps, J. W., & Iddings, R. K. (1990). What influences farmers' computer use?. *Journal of Extension, 28*(1), 19-21. http://www.joe.org/joe/1990spring/a4.php

Cameron, R. (1975). The Diffusion of Technology as a Problem in Economic History. *Economic Geography, 51*(3), 217-230. https://doi.org/10.2307/143118

Chmiliar, L. (2010). Case study surveys. In A. J. Mills, G. Durepos, & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of case study research* (pp. 125-126). SAGE. https://www.doi.org/10.4135/9781412957397.n43

Csótó, M. (2015). Mobile device in agriculture: Attracting new audiences or serving the tech-savvy?. *Journal of Agricultural Informatics, 6,* 75-84. https:doi.org/10.17700/jai.2015.6.3.227

Cunha, C., Peres, E., Morais, R., Oliveira, A., Matos, S., Fernandes, M., Ferreira, P., & Reis, M. (2010). The use of mobile devices with multi-tag technologies for an overall contextualized vineyard management. *Computers and Electronics in Agriculture, 73*(2), 154-164. https:doi.org/10.1016/j.compag.2010.05.007.

Department of Agricultural Extension. (2016a). *The population in Thailand's agriculture sector 2011-2015.* http://www.agriinfo.doae.go.th/5year/general/54-58/farmer54-58.pdf

Department of Agricultural Extension. (2016b). *ฐานข้อมูลทะเบียนเกษตรกร ณ วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559 [Database of Thailand's agriculture population in February 2016].* https://ssnet.doae.go.th/wp-content/uploads/2016/05/ทะเบียนเกษตรกร-24-11-edit.pdf

Hall, L., Dunkelberger, J., Ferreire, W., Prevatt, J. W., & Martin, N. R. (2003). Diffusion-Adoption of Personal Computers and the Internet in Farm Business Decisions: Southeastern Beef and Peanut Farmers. *Journal of Extension, 41*(3). https://archives.joe.org/joe/2003june/a6.php

International Federation of Organic Agriculture Movements [IFOAM]. (2008). *Definition of participatory guarantee systems.* https://www.ifoam.bio/sites/default/files/pgs_definition_in_different_languages.pdf

Irungu, K. R. G., Mbugua, D., & Muia, J. (2015). Information and communication technologies (ICTs) attract youth into profitable agriculture in Kenya. *East African Agricultural and Forestry Journal, 81*(1), 24-33.

Kamondetdacha, R., & Janhom, T. (2022). The dynamics of university's roles in the Participatory Guarantee System (PGS) learning process: A case of the Nan agricultural communities in Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences, 43*(4), 1059-1066. https://doi.org/10.34044/j.kjss.2022.43.4.31

Karetsos, S., Costopoulou, C., & Sideridis, A. B. (2014). Developing a smartphone app for m-government in agriculture. *Journal of Agricultural Informatics, 5,* 1-8. https://doi.org/10.17700/JAI.2014.5.1.129

Katz, Y. (2019). Technology, society and the digital gap. *Advances in Applied Sociology,* 9, 60-69.

Knierim, A., Kernecker, M., Erdle, K., & Kraus, T. (2019). Smart farming technology innovations-insights and reflections from the German Smart-AKIS hub. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences,* 90-91 (100314).

Lencsés, E., Takács, I., & Takács-György, K. (2014). Farmers' Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers. *Sustainability, 6,* 8452-8465

Madushanki A. A. R., Halgamuge, M. N., Wirasagoda, W. A. S., & Syed, A. (2019). Adoption of the Internet of Things (IoT) in Agriculture and Smart Farming towards Urban Greening: A Review, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 10*(4), 11-28. https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100402

Marks, D. (2011). Climate Change and Thailand: Impact and Response. *Contemporary Southeast Asia A Journal of International and Strategic Affairs, 33*(2), 229-258. https://doi:10.1353/csa.2011.0132

Mendes, J., Pinho, T. M., dos Santos, F. N., Sousa, J. J., Peres, E., Boaventura-Cunha, J., Cunha, M., & Morais, R. (2020). Smartphone Applications Targeting Precision Agriculture Practices–A Systematic Review. *Agronomy,* 10, 855. https://doi:10.3390/agronomy10060855

Office of Agricultural Economics. (2017). *เศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย [Indicators of Thailand's agricultural economics].* http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2561/indicator2560.pdf

Oteyo, I. N., Marra, M., Kimani, S., De Meuter, W., & Boix, E. G. (2021). A Survey on Mobile Applications for Smart Agriculture. *SN Computer Science,* 2, 293.

Pongnumkul, S., Chaovalit, P. & Surasvadi, N. (2015). Applications of Smartphone-Based Sensors in Agriculture: A Systematic Review of Research, *Journal of Sensors,* 1-18.

Ratanavararak, L., Chantarat, S., Rittinon, C., Sa-ngimnet, B., Unahalekhaka, A., Chinnachodteeranun, R., & Pantakua, K. (2019). Digital technology กับการยกระดับคุณภาพชีวิตเกษตรกรไทย [Digital technology and Enhancing quality of life of Thai farmers]. aBRIDGEd. Puey Ungphakorn Institute for Economic Research. https://www.pier.or.th/abridged/2019/19

Regan, A. (2019). Smart farming in Ireland: a risk perception study with key governance actors. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences, 90-91*(100292). https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.02.003

Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovation.* Free Press.

Sayruamyat, S., & Nadee, W. (2020). Acceptance and readiness of Thai farmers toward digital technology. In Y. D. Zhang, J. Mandal, C. So-In, & N. Thakur N (Eds.), *Smart trends in computing and communications: Smart Innovation, Systems and Technologies* (pp. 75-82). Springer Nature.

Shaikh, T. (2017). *Impact of Mobile Application in Agriculture: Attitude of farmers towards the usage and the problem in accessing the mobile apps.* ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/323747644_Impact_of_Mobile_Application_in_Agriculture_Attitude_of_farmers_towards_the_usage_and_the_problem_in_accessing_the_mobile_apps

Srivetbodee, S., & Igel, B. (2021). Digital Technology Adoption in Agriculture: Success Factors, Obstacles and Impact on Corporate Social Responsibility Performance in Thailand's Smart Farming Projects. *Thammasat Review, 24*(2), 149-170.

Stone, M. L., & Raun, W. R. (2016). Sensing Technology for Precision Crop Farming. In Q. Zhang (Ed.), *Precision Agriculture Technology for Crop Farming* (pp. 21-53). CRC Press.

Suarez, S. A., & Suarez, A. M. (2013). The Impact of Mobile Phone Apps in the Agricultural Production. In B. Katalinic, & Z. Tekic (Eds), *DAAAM International Scientific Book* (pp. 629-636). DAAAM International Vienna.

Takács-György, K., Lencsés, E., & Takács, I. (2013). Economic benefits of precision weed control and why its uptake is so slow. *Studies in Agricultural Economics, 115,* 40-46.

Tanwattana, P., Janhom, T., Thongpun, S., & Northao, W. (2018). Participatory process for land use change : Haze free agriculure, Nan province, Thailand [กระบวนการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบมีส่วนร่วม: กรณีศึกษาเกษตรกรรมไร้หมอกควัน จังหวัดน่าน], *Environmental Journal, 22*(3), 22-30.

Taragola, N., & Gelb, E. (2005). Information and communication technology (ICT) adoption in horticulture: a comparison to the EFITA baseline. In J. B. Cunha, & R. Morais (Eds.), *Proceedings of the EFITA/WCCA 2005 Joint Conference.*

Taragola, N. M., & Van Lierde, D. F. (2010). Factors affecting the internet behaviour of horticultural growers in Flanders, Belgium. *Computers and Electronics in Agriculture, 70*(2), 369-379. https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.09.004

Vanichbuncha, K. (2009). *สถิติสำหรับงานวิจัย [Statistics for research].* บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

Visetnoi, S., & Sirisoponsilp, S. (2019). Uplifting Thailand's agriculture through agricultural education: a paradigm shift for future farmers. *International Journal of Agriculture Innovation, Technology, and Globalisation, 1*(1), 44-56. http://dx.doi.org/10.1504/IJAITG.2019.099600

Voulodimos, A. S., Patrikakis, C. Z., Sideridis, A. B., Ntafis, V. A., & Xylouri, E. M. (2010). A complete farm management system based on animal identification using RFID technology. *Computers and Electronics in Agriculture, 70*(2), 380-388. https://doi.org/ 10.1016/j.compag.2009.07.009

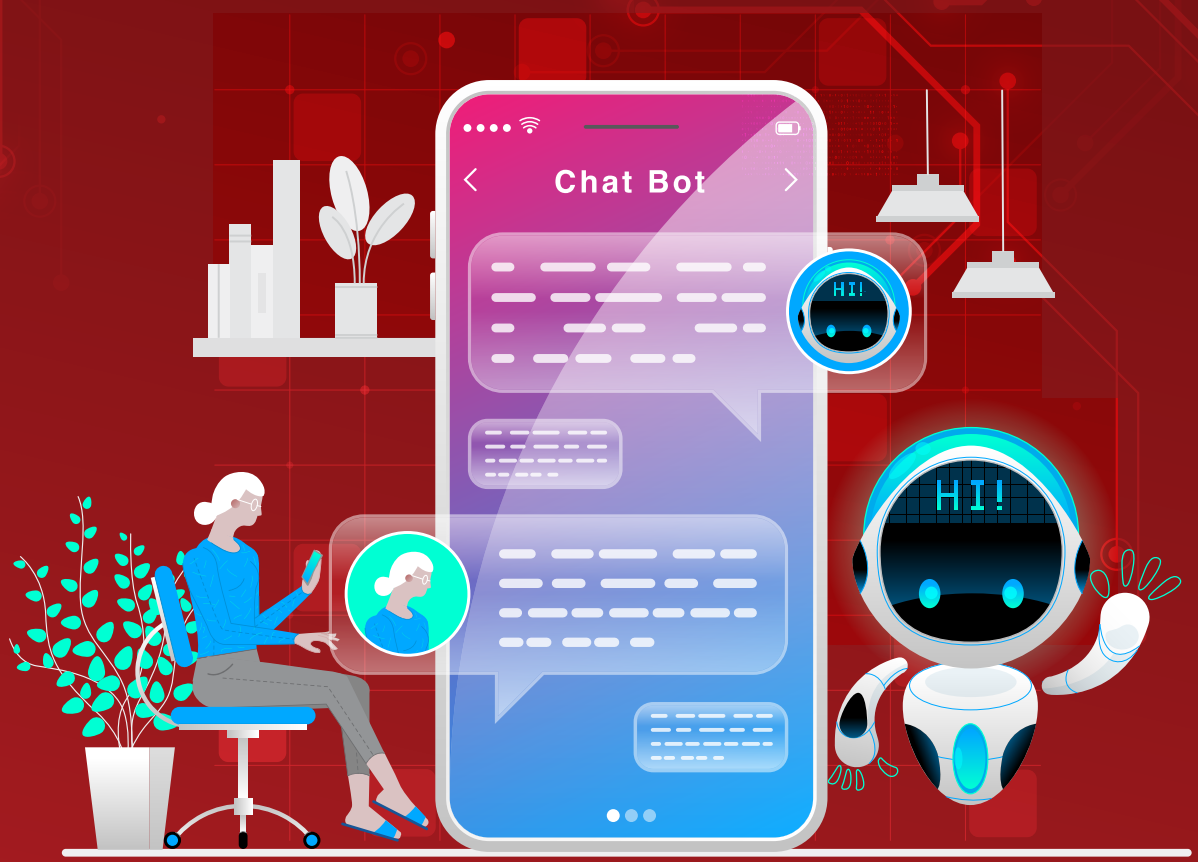
Wayne, N., & Visetnoi, S. (2016). Thailand's Department of Agricultural Extension and Agrochemical Dependency: Perspectives on Contributing Factors and Mitigation Strategies. *Journal of Agricultural Education and Extension, 22*(3), 225-240. https://doi.org/10.1080/1389224X.2015.1063519

World Bank. (2021). *Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP).* https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS

World Trade Organization. (2021). *World Trade Statistical Review 2021.* https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2021_e/wts2021chapter05_e.pdf

Zhao, C., Chen, L. Yang, G., & Song, X. (2016). Data Processing and Utilization in Precision Agriculture. In Q. Zhang (Ed.), *Precision Agriculture Technology for Crop Farming* (pp. 55-102). CRC Press.

Zheng, S., Wang, Z., & Wachenheim, C. J. (2019). Technology adoption among farmers in Jilin Province, China: the case of aerial pesticide application. *China Agricultural Economic Review, 11*(1), 206-216.


Chat Bot
HI!
HI!

การพัฒนาโปรแกรมแชตบอต เพื่อเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล: การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล อย่างปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ

THE DEVELOPMENT OF CHATBOT PROGRAM FOR DIGITAL CITIZENSHIP SKILL DEVELOPMENT: SAFETY USE OF DIGITAL TECHNOLOGY AMONG SENIOR CITIZENS

อุษา บิ้กกิ้นส์[1]

ชวพร ธรรมนิตยกุล[2]

กันยารัตน์ ศรีวิสทิยกุล[3]

อุษณีย์ มะลิสุวรรณ[4]

Ousa Biggins[1]

Chawaporn Dhamanitayakul[2]

Kunyarat Sriwitsatiyakul[3]

Ussanee Malisuwan[4]

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพฯ 10240[1]

มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี 12000[2]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520[3]

วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี 12000[4]

National Institute of Development Administration, Bangkok 10240 Thailand[1]

Rangsit University, Pathum Thani 12000 Thailand[2]

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand[3]

International College, Rangsit University, Pathum Thani 12000 Thailand[4]

Corresponding E-mail: chawaporn.d@rsu.ac.th

Received Date June 26, 2021
Revised Date August 30, 2022
Accepted Date September 1, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ และนำผลจากการศึกษามาพัฒนาโปรแกรมแชตบอตสำหรับเป็นผู้ช่วยและสื่อสารเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยในผู้สูงอายุ โดยสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิและสำรวจความคิดเห็น รวมทั้งอภิปรายกลุ่มกับผู้สูงอายุ ผลการศึกษาพบว่า ความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล คือ การที่ผู้สูงอายุมีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน สามารถปกป้องตนเอง เคารพสิทธิผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัลเพื่อเป็นผู้สูงอายุที่มีศักยภาพ อีกทั้งทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าผู้สูงอายุใช้แอปพลิเคชันไลน์มากที่สุด ดังนั้น เทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือโปรแกรมแชตบอตในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อเป็นผู้ช่วยที่ให้ความรู้และแนะนำการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย ซึ่งผลจากการทดลองใช้โปรแกรมแชตบอตกับผู้สูงอายุปรากฏว่า โปรแกรมแชตบอตช่วยส่งเสริมทักษะด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลให้กับผู้สูงอายุได้ดี จึงเสนอแนะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องบูรณาการการใช้โปรแกรมแชตบอตนี้เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลให้แก่ผู้สูงอายุ

คำสำคัญ: โปรแกรมแชตบอต พลเมืองดิจิทัล ทักษะความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล การรู้เท่าทันสื่อ ผู้สูงอายุ

Abstract

The objectives of the project were to study the digital citizenship skills in connection with digital technology safety among Thai senior citizens, and the relationship between digital citizenship skills improvement and their acceptance of technology. The study result would be used for developing chatbot program as an assistant for safe use of digital technology among senior citizens. The methodology included in-depth interview with experts as well as survey and focus group discussion with senior citizens. The findings showed that Thai senior citizens' digital citizenship skills lay upon their IT literacy, self-protection, respecting others, and digital securitization. In addition, digital citizenship skills in IT safety among Thai senior citizens significantly related to their acceptance of technology, and Line application was the most used application among them. Therefore, the chatbot program suitable for senior citizens in the Line application was developed as an assistant to educate and advise Thai senior citizens on IT safety. After the trial, it was found that the chatbot program satisfactorily helped improving digital citizenship skills in IT safety among senior citizens. Consequently, it was recommended that related organizations should integrate the use of this innovative communication as a means to promote lifelong learning among senior citizens.

Keywords: Chatbot program, Digital citizenship, Digital safety skills, IT literacy, Senior citizen

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีภายใต้การสนับสนุนของรัฐบาลเพื่อให้ก้าวเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล (Digital economy and society) ดังนโยบายประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) ประกอบกับนโยบายของรัฐในเชิงโครงสร้างที่สอดรับกับเทคโนโลยีดิจิทัล ส่งผลให้โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีดิจิทัลได้รับการพัฒนาควบคู่กับการปลูกฝังและพัฒนาคนเป็นอย่างยิ่ง สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ซึ่งเน้นการพัฒนาคนและสังคม โดยมุ่งสร้างภูมิคุ้มกันตั้งแต่ระดับปัจเจกบุคคล ครอบครัว ชุมชน เพื่อนำไปสู่สังคมที่มีคุณภาพ สามารถจัดการความเสี่ยงและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ซึ่งจะยึดหลักการพัฒนาสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน สามารถอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข บนพื้นฐานของการพัฒนามนุษย์ที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0

หนึ่งในเป้าหมายของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ตามยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 นั้น รัฐบาลไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนโดยมีเป้าหมายให้คนไทยรู้ทันดิจิทัล ร้อยละ 100 ซึ่งในขณะเดียวกันตั้งแต่

ปี พ.ศ. 2560 ประชากรไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) โดยสมบูรณ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) โดยประเทศไทยมีจำนวนประชากรเด็กน้อยกว่าประชากรผู้สูงอายุ เป็นผลมาจากการลดภาวะเจริญพันธุ์อย่างรวดเร็วและการลดลงอย่างต่อเนื่องของอัตราการตาย ทำให้จำนวนและสัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมสำหรับผู้สูงอายุในระดับชาติอย่างเหมาะสม ซึ่งต้องนำไปสู่การพัฒนาที่มีความสอดคล้องในการดำเนินชีวิต ส่งเสริมการสร้างทักษะความปลอดภัยทางดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้ผู้สูงอายุเตรียมพร้อมเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ และถึงแม้ว่าการใช้งานดิจิทัลในผู้สูงอายุอาจไม่แตกต่างจากวัยอื่น ๆ แต่มีจุดต่างสำคัญคือระยะเวลาการใช้งานอินเทอร์เน็ตแต่ละครั้ง ในกลุ่มผู้สูงอายุจะใช้เวลานานและช้ามากกว่าผู้ใช้งานในวัย 25-60 ปีถึงร้อยละ 74 ซึ่งเป็นผลมาจากประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายในด้านการมองเห็นที่ลดลง มีความคล่องแคล่วและประสาทการรับรู้ที่ช้าลง การใช้งานและรับรู้ข้อมูลจากโลกออนไลน์ในปัจจุบันนี้ไม่ต่างจากโลกจริงที่เต็มไปด้วยประโยชน์และโทษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในโลกออนไลน์นับเป็นประเด็นสำคัญที่ผู้สูงอายุต้องเรียนรู้และมีทักษะด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information and Communication Technology safety skills: ICT safety skills) เพื่อให้สามารถป้องกันตนเอง ป้องกันข้อมูลและตัวตนทางดิจิทัลได้ มีความเข้าใจระบบรักษาความปลอดภัย และสามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัยและยั่งยืน

จากข้อมูลการสำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2560) พบว่า มีผู้สูงอายุเพียงร้อยละ 4.2 ที่ได้รับข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์จากอินเทอร์เน็ต สื่อสังคม หรือโซเชียลมีเดีย (Social media) ผู้สูงอายุจึงต้องมีการรู้เท่าทันสื่อ (Media literacy) และสามารถใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ต สื่อสังคม และสมาร์ตโฟน (Smart phone) เพื่อไม่ให้ตกเป็นผู้เสียหายและโดนหลอกจากข่าวลวง (Fake news) อันนำไปสู่การถูกละเมิดสิทธิและฉ้อโกงทรัพย์สิน ผู้สูงอายุที่ใช้สื่อสังคมมากขึ้นจึงเป็นกลุ่มใหม่ที่ได้รับผลกระทบ เช่น ถูกหลอกลวงข้อมูลเพราะรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทำให้ส่งต่อเรื่องราวที่ได้มาแบบผิด ๆ เกิดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง

การปลูกฝังทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล (Digital citizenship) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลให้กับผู้สูงอายุจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อพัฒนาผู้สูงอายุให้เป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพสามารถอยู่ในโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงได้ โดยมีองค์ประกอบของการเป็นพลเมืองดิจิทัล ได้แก่ การเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลโดยสมบูรณ์ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน การมีสิทธิและความรับผิดชอบในโลกดิจิทัล การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อดิจิทัล การปฏิบัติตนหรือมารยาทในการใช้สื่อดิจิทัล การป้องกันตนเองเพื่อความปลอดภัยในโลกดิจิทัล การรู้กฎหมายและจริยธรรมเกี่ยวกับการใช้สื่อดิจิทัล การมีสุขภาวะที่ดีในโลกดิจิทัล และการใช้ธุรกรรมทางดิจิทัล (อุษา บิ้กกิ้นส์ และชวพร ธรรมนิตยกุล, 2561)

อย่างไรก็ดี ผลที่ได้จากการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจะนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในรูปแบบของโปรแกรมที่เกิดการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ได้ มาใช้ในการโต้ตอบคำถามและบทสนทนา ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมดังกล่าวในชื่อของ Seniors See Net ซึ่งใช้งานบนแอปพลิเคชันไลน์ (Line) ผ่าน LINE Official Account (Line OA) โดยมีรูปแบบการใช้งานเพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานและรับรู้สื่อต่าง ๆ จากโลกออนไลน์ได้อย่างปลอดภัย และพัฒนา

ระบบด้วยโปรแกรม Dialogflow เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุในสังคมดิจิทัล ด้วยการนำองค์ความรู้สมัยใหม่ร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัลมาพัฒนาทักษะด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลตามแนวทางที่สอดรับกับพลวัตการเปลี่ยนแปลงในประเทศไทยที่กำลังเปลี่ยนผ่านไปสู่สังคมผู้สูงอายุ เพื่อให้ผู้สูงอายุในประเทศไทยตระหนักถึงความปลอดภัยในโลกดิจิทัลและสามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงพลวัตโลกได้อย่างทันท่วงที นำประเทศไทยเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพ

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ

2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ

2.3 เพื่อพัฒนาโปรแกรมแชตบอต (Chatbot program) สำหรับเป็นผู้ช่วยและสื่อสารเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยในการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ

3. ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มีระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interviews) ผู้ทรงคุณวุฒิ และสำรวจพลเมืองดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุโดยใช้การตอบแบบสอบถาม เพื่อให้ได้แนวทางในการสร้างเนื้อหาการส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ

ระยะที่ 2 การยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ โดยการนำรูปแบบการใช้โปรแกรมแชตบอตไปประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลกับกลุ่มผู้สูงอายุด้วยแบบสอบถาม

ระยะที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการขับเคลื่อนการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยในกลุ่มผู้สูงอายุในประเทศไทย

4. นิยามศัพท์

ความเป็นพลเมืองดิจิทัล หมายถึง แนวคิดในการปฏิบัติต่อสังคมในโลกดิจิทัลที่เชื่อมต่อไปสู่โลกกายภาพ โดยผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลต่าง ๆ ด้วยการมีสำนึกในความเป็นพลเมืองที่ตระหนักในสิทธิและความรับผิดชอบของตน มีจริยธรรม รู้เท่าทัน และคำนึงถึงขอบเขตในสิทธิเสรีภาพของตนเองและผู้อื่น โดยคุณลักษณะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล ประกอบด้วย 1) การมีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน 2) การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และ 3) การปกป้องตนเอง เคารพผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล

ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลซึ่งมีอายุเกินหกสิบปีบริบูรณ์ขึ้นไปและมีสัญชาติไทย โดยช่วงอายุของผู้สูงอายุสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง คือ วัยต้น (60-69 ปี) วัยกลาง (70-79 ปี) และวัยปลาย (ตั้งแต่ 80 ปีขึ้นไป) รวมทั้งที่เป็นผู้ป่วยติดเตียง/ติดบ้าน ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารที่มีระบบปฏิบัติการแบบดิจิทัล ในขณะเดียวกันเป็นกลุ่มที่ยังต้องการการส่งเสริมความตระหนักในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลด้วยความปลอดภัยในฐานะพลเมือง ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนวิธีคิด พฤติกรรม เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

โปรแกรมแชตบอตเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล หมายถึง โปรแกรมหุ่นยนต์โต้ตอบการสนทนาที่ใช้ในการส่งเสริมการรับข้อมูลสารสนเทศอย่างปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุ ที่พัฒนาขึ้นจากเทคโนโลยีดิจิทัลที่รองรับการเข้าถึงข้อมูลจากอุปกรณ์ของผู้ใช้ในแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อเป็นผู้ช่วยที่ให้ความรู้และแนะนำการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย ตรงกับความต้องการของผู้สูงวัยโดยใช้หลักการออกแบบที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้ (User-friendly)

5. วิธีการศึกษา

5.1 ขั้นตอนการวิจัย แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การทบทวนเอกสาร รายงานวิจัย วารสาร เอกสารราชการ หนังสือ และตำราเกี่ยวกับทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ตลอดจนนโยบาย แนวทาง มาตรการ และกลไกต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ทรงคุณวุฒิ 12 คน เกี่ยวกับแนวคิดและคุณลักษณะความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่จำเป็นเพื่อการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลจากการสัมภาษณ์ และจัดทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ

ขั้นตอนที่ 4 การแจกแบบสอบถาม เพื่อศึกษาความเป็นพลเมืองดิจิทัลและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ จำนวน 422 คน

ขั้นตอนที่ 5 การอภิปรายกลุ่มกับผู้สูงอายุ จำนวน 8 คน โดยคัดเลือกจากเครือข่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ รวมถึงสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่เป็นผู้ป่วยติดเตียงหรือติดบ้านที่สามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลได้ จาก 6 ภูมิภาค จำนวน 12 คน

ขั้นตอนที่ 6 การนำผลการวิจัยส่วนแรกทั้งหมดมาสังเคราะห์เป็น Seniors See Net บนแอปพลิเคชันไลน์ เพื่อออกแบบรูปแบบโปรแกรมแชตบอตด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ และทดลองใช้โปรแกรมดังกล่าวในกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 7 การแปลผลการวิจัยเกี่ยวกับทักษะพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุที่จำเป็น ในรูปแบบโปรแกรมแชตบอตที่ผ่านการประเมินผลการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมาสังเคราะห์และพัฒนาเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุด้วยโปรแกรม Dialogflow

ขั้นตอนที่ 8 การจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการขับเคลื่อนการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยในกลุ่มผู้สูงอายุในประเทศไทย

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แบ่งตามเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

5.2.1 การสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ การสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 12 คน โดยมีประเด็นเกี่ยวกับแนวคิดและคุณลักษณะที่จำเป็นเพื่อการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ และสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่เป็นผู้ป่วยติดเตียงหรือติดบ้านที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ใช้สมาร์ตโฟนอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถอ่านออกเขียนได้ จำนวน 12 คน เกี่ยวกับรูปแบบและความต้องการในโปรแกรมแชตบอต จาก 6 ภูมิภาค โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากการประสานงานโดยเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ เพื่อศึกษารูปแบบและความต้องการของผู้สูงอายุจากโปรแกรมแชตบอต

5.2.2 การอภิปรายกลุ่มผู้สูงอายุทั่วไป โดยตัวแทนกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ใช้สมาร์ตโฟนอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถอ่านออกเขียนได้ โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากการประสานงานโดยเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ เพื่อศึกษารูปแบบและความต้องการของผู้สูงอายุจากโปรแกรมแชตบอต จำนวน 8 คน

5.2.3 การแจกแบบสอบถามกับตัวแทนกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ใช้สมาร์ตโฟนอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถอ่านออกเขียนได้ จำนวน 422 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เพื่อศึกษาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัล

5.2.4 การทดลองใช้โปรแกรมแชตบอตกับผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน และตัวแทนกลุ่มผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ใช้สมาร์ตโฟนอย่างน้อย 3 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถอ่านออกเขียนได้ จำนวน 34 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากการประสานงานโดยเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงอายุ เพื่อประเมินผลการทดลองใช้และรับฟังข้อเสนอแนะจากการใช้งาน

5.3 การวิเคราะห์ผลการวิจัย นำเสนอข้อมูลที่ได้ในแบบพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive analysis) โดยการถอดข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร สัมภาษณ์ สนทนากลุ่ม ในส่วนของการสำรวจด้วยการแจกแบบสอบถามเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพลเมืองดิจิทัลและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลใช้วิธีวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เพื่อหาความสัมพันธ์ นำผลที่ได้มาจัดประเภทข้อมูล จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ด้วยการตีความและเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล รูปแบบโปรแกรมแชตบอต เพื่อนำไปพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล เสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัล และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการขับเคลื่อนการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยในกลุ่มผู้สูงอายุในประเทศไทย

6. ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ผลการวิจัยจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิและผู้สูงอายุที่เป็นผู้ป่วยติดเตียงหรือติดบ้านที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลผ่านสื่อออนไลน์อย่างต่อเนื่อง การอภิปรายกลุ่มผู้สูงอายุ และการแจกแบบสอบถามกับตัวแทนกลุ่มผู้สูงอายุ มีรายละเอียดประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

6.1 ความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้สูงอายุของไทย

ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ว่า ความเป็นพลเมืองดิจิทัลสูงอายุของไทย คือ แนวคิดที่ออกแบบเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติในโลกดิจิทัลและสะท้อนมายังสังคมในโลกกายภาพได้อย่างเหมาะสม

ในฐานะพลเมืองของประเทศและพลเมืองโลก โดยคงความเป็นอัตลักษณ์ของผู้สูงอายุไว้อย่างเหมาะสม และมีทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย มีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน เคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล รวมทั้งสามารถปกป้องตนเอง เคารพสิทธิผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล เพื่อการเป็นผู้สูงอายุที่มีศักยภาพ (Active ageing) โดยมีส่วนร่วมรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในกระบวนการทางการเมืองและมิติอื่น ๆ ของวิถีชุมชน มีความแข็งแรงและมีความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งด้านกายภาพ จิตใจ และสังคมได้อย่างเหมาะสม มีศักยภาพและพึงพอใจต่อสิ่งแวดล้อมที่ตนเองอยู่ในทุกด้าน โดยเน้นมิติทางสังคมและอารมณ์ มองเห็นคุณค่าในตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น และมีกิจกรรมสร้างสรรค์

6.2 แนวคิดในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ

ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการกำหนดนโยบายเพื่อเป็นกรอบในการพัฒนาอย่างชัดเจน เนื่องจากผู้สูงอายุมีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมที่แตกต่างกัน ความต้องการในการพัฒนาคุณภาพชีวิตจึงแตกต่างกัน โดยมุ่งเน้นที่การสร้างการตระหนัก การสร้างความเชื่อมั่น และการสร้างคุณค่าจากการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย ทั้งนี้ ในการกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้สอดคล้องกับผู้ใช้งาน ได้แก่ ผู้สูงอายุที่สามารถอ่านออกเขียนได้ มีสมาร์ตโฟนและเข้าถึงอินเทอร์เน็ต การส่งเสริมนี้เป็นการสร้างคุณค่าให้แก่ผู้สูงอายุในการส่งต่อหรือสร้างสรรค์ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศให้ผู้อื่นต่อได้

6.3 การสำรวจพฤติกรรมการใช้สื่อดิจิทัลและระดับความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้สูงอายุ

ผลจากแบบสอบถามกับผู้สูงอายุ 422 คน สรุปได้ว่า แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมที่ผู้สูงอายุใช้ส่วนใหญ่ คือ ไลน์ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.08) วัตถุประสงค์การใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมต่าง ๆ ส่วนใหญ่ใช้เพื่อดูภาพยนตร์ ฟังเพลง อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.50) มีความเป็นพลเมืองของดิจิทัลในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.35) โดยในแต่ละองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองดิจิทัล พบว่า การเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลโดยสมบูรณ์ อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.46) การซื้อขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.32) การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารผ่านสื่อดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.39) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทันสื่อ อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.14) การปฏิบัติตนหรือมารยาทในการใช้สื่อดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.20) กฎหมายเกี่ยวกับการใช้สื่อดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.30) สิทธิและความรับผิดชอบในโลกดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.34) สุขภาพกายใจที่ดีในโลกดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.48) การป้องกันตนเองเพื่อความปลอดภัยในโลกดิจิทัล อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.50)

6.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัล

จากผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับแนวคิดความเป็นพลเมืองดิจิทัลของผู้สูงอายุของไทย และผลการสำรวจระดับความเป็นพลเมืองดิจิทัลในแต่ละองค์ประกอบ ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์และจัดประเภทให้เป็นทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยแบ่งเป็น 3 หมวด ดังนี้

หมวดที่ 1 ความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน ประกอบด้วย องค์ประกอบของความเป็นพลเมืองดิจิทัล ได้แก่ การเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลโดยสมบูรณ์ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารผ่านดิจิทัล และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทันสื่อ

หมวดที่ 2 การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ประกอบด้วยองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองดิจิทัล ได้แก่ การปฏิบัติตนหรือมารยาทในการใช้สื่อดิจิทัล กฎหมายเกี่ยวกับการใช้สื่อดิจิทัล และสิทธิและความรับผิดชอบในโลกดิจิทัล

หมวดที่ 3 การปกป้องตนเอง เคารพผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล ประกอบด้วยองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองดิจิทัล ได้แก่ การซื้อขายสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ สุขภาพกายใจที่ดีในโลกดิจิทัล และการป้องกันตนเองเพื่อความปลอดภัยในโลกดิจิทัล

จากนั้นได้นำทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุที่ได้จัดหมวดหมู่ใหม่นี้ มาศึกษาความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้วิธีวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัล

ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล	การยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัล		
	จำนวน	r	Sig.
ความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน	422	0.843	0.000**
การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล	422	0.851	0.000**
การปกป้องตนเอง เคารพผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล	422	0.845	0.000**
รวม	**422**	**0.870**	**0.000****

** ระดับนัยสำคัญ 0.01

จากตารางที่ 1 พบว่า ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.870 และเมื่อพิจารณาในประเด็นย่อยได้ดังนี้

1) ความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทันกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.843

2) การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.851

3) การปกป้องตนเอง เคารพผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.845

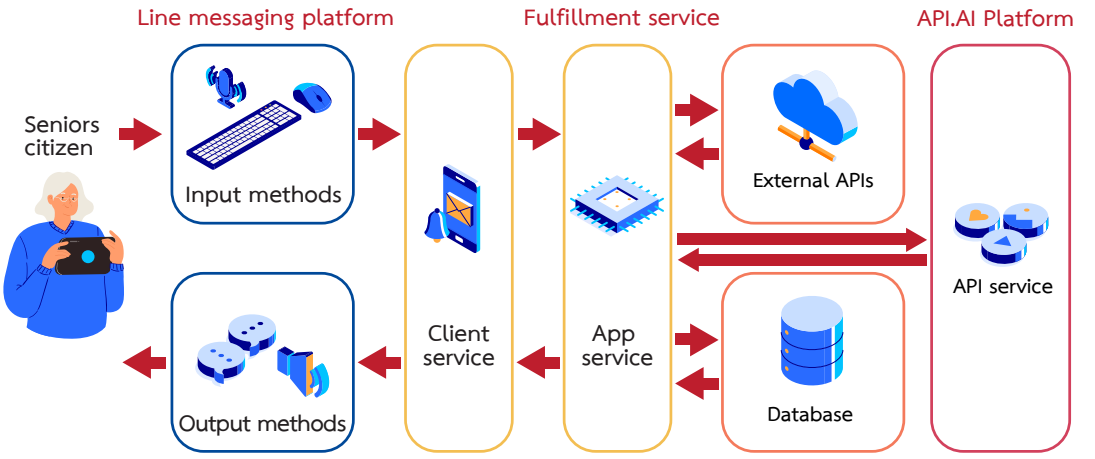
อย่างไรก็ดี ยังพบว่าผู้สูงอายุมีแนวโน้มในการใช้สื่อออนไลน์มากขึ้น ส่วนผลกระทบของสื่อต่อผู้สูงอายุมีทั้งทางลบและบวก ทั้งด้านสุขภาพร่างกายและสภาพจิตใจ สำหรับเนื้อหาในสื่อดิจิทัลที่ผู้สูงอายุต้องการ คือเนื้อหาที่ส่งเสริมศักยภาพในการดำเนินชีวิตอย่างปลอดภัยและมีคุณค่าจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสาร สื่อใหม่อย่างอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคมเริ่มเข้ามามีบทบาทต่อผู้สูงอายุมากขึ้น มีการขยายตัวของผู้ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในกลุ่มผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุจึงเป็นคนกลุ่มใหญ่ที่กำลังมีบทบาทต่อการไหลเวียนข่าวสารในสังคมเพิ่มมากขึ้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องส่งเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล

ผลการสำรวจนี้ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแชตบอตให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้สูงอายุ อีกทั้งโปรแกรมนี้ ยังเป็นช่องทางที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย เนื่องจากหากผู้สูงอายุมีทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลจะทำให้การใช้สื่อออนไลน์กับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลมากขึ้น อันจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้มากขึ้นอีกด้วย

6.5 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเสริมทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ

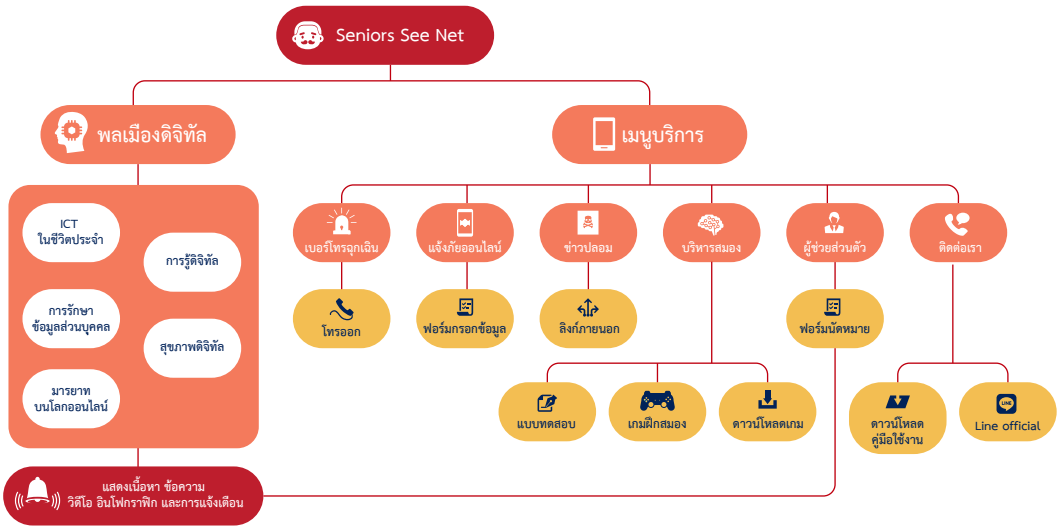
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเพื่อใช้เป็นต้นแบบในการสื่อสารและสร้างทักษะพื้นฐานที่สำคัญด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ เนื้อหาความรู้จะสอดคล้องกับผลสำรวจผู้สูงอายุเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองดิจิทัลและมุ่งเน้นไปที่ด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล โดยออกแบบในรูปแบบที่น่าสนใจ และ

สอดคล้องกับความต้องการและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และได้รับการตอบสนองทันทีและมีประสิทธิภาพ ผู้สูงอายุสามารถสื่อสารกับแชตบอตได้ทุกที่ทุกเวลา โดยแชตบอตจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือเป็นตัวแทนในการสื่อสารผ่านทางการส่งข้อความบนแพลตฟอร์ม (Platform) ของแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งได้ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นในรูปแบบแชตบอตผ่าน LINE Official Account (Line OA) ในชื่อ “Seniors See Net” เพื่อรับข้อมูลจากผู้ใช้งานและแสดงผลตอบกลับไปยังผู้ใช้รูปแบบต่าง ๆ ผ่านทาง LINE Messaging API ซึ่งสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้แบบอัตโนมัติ โดยการจำลองบทสนทนาของมนุษย์ที่สามารถสื่อสารผ่านข้อความหรือเสียงได้ผ่านระบบเรียลไทม์ (Real-time) กล่าวคือ เป็นการตอบสนองทันทีเมื่อได้รับการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้โดยสื่อสารในรูปแบบการโต้ตอบกับคู่สนทนา ทั้งนี้ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของการออกแบบกระบวนการนำเข้าข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผล สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบกระบวนการนำเข้า การประมวลผล และการแสดงผล

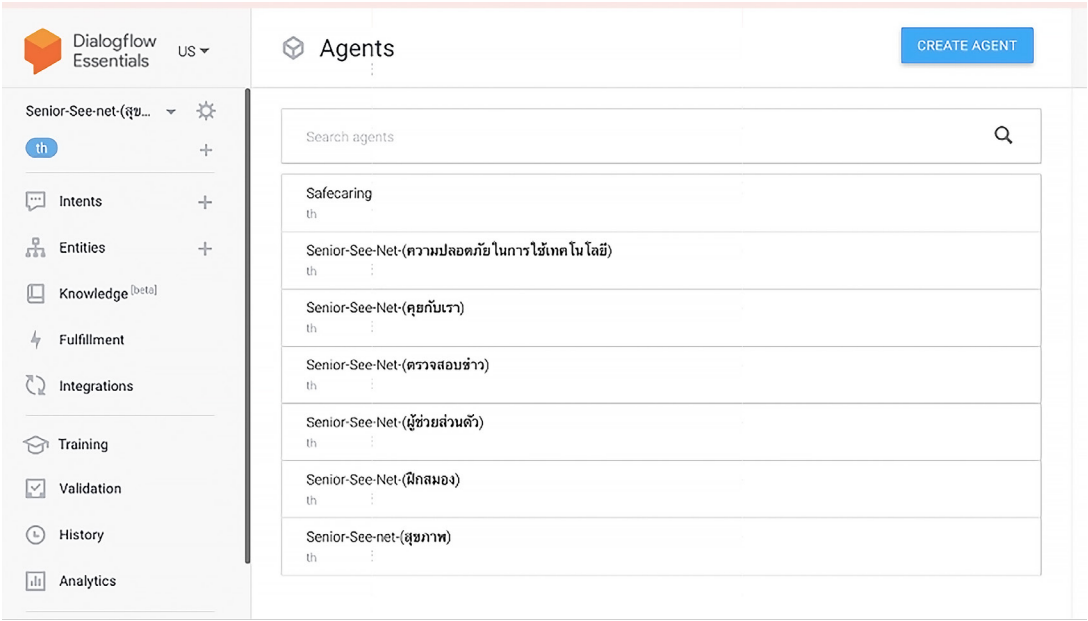
ในส่วนของเนื้อหาได้พัฒนาขึ้นในรูปแบบที่หลากหลาย ประกอบด้วย คลิปวิดีโอ (Video clip) ขนาดเล็ก รูปภาพ อินโฟกราฟิก (Infographic) และข้อความโต้ตอบ อีกทั้งการสนทนาโต้ตอบที่เปลี่ยนเสียงเป็นข้อความ (Speech to text) เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุด รวมถึงประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้สูงอายุ ผ่านเกมและแบบทดสอบแชตบอต ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเป็นผู้ช่วยอัจฉริยะที่ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา เป็นการสร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับผู้สูงอายุให้ตระหนักและเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนนโยบายการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยให้กับพลเมืองผู้สูงอายุ โดยมีเมนูลัด (Rich menu) เป็นปุ่มเมนูลัดที่แสดงบนหน้าจอแชตของไลน์ โดยสกัดมาจากความต้องการของผู้สูงอายุที่ได้ทำการสำรวจ ประกอบด้วย 1) เบอร์โทรฉุกเฉินที่เกี่ยวข้อง 2) แจ้งเหตุภัยออนไลน์ แจ้งเหตุเกี่ยวกับความไม่ปลอดภัยบนระบบออนไลน์ 3) ตรวจสอบข่าว วิธีการตรวจสอบข่าวลวง การเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์เพื่อตรวจสอบข่าวลวง และข่าวลวงด้านสุขภาพ 4) ฝึกสมอง แบบทดสอบความรู้ ดาวน์โหลดเกม และเกมป้องกันโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) 5) ผู้ช่วยส่วนตัว บันทึกการนัดหมายของผู้สูงอายุ โดยมีระบบการแจ้งเตือน และ 6) ช่องทางการพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ด้วยการสื่อสารผ่านบุคคล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การออกแบบลำดับการทำงานของ Seniors See Net

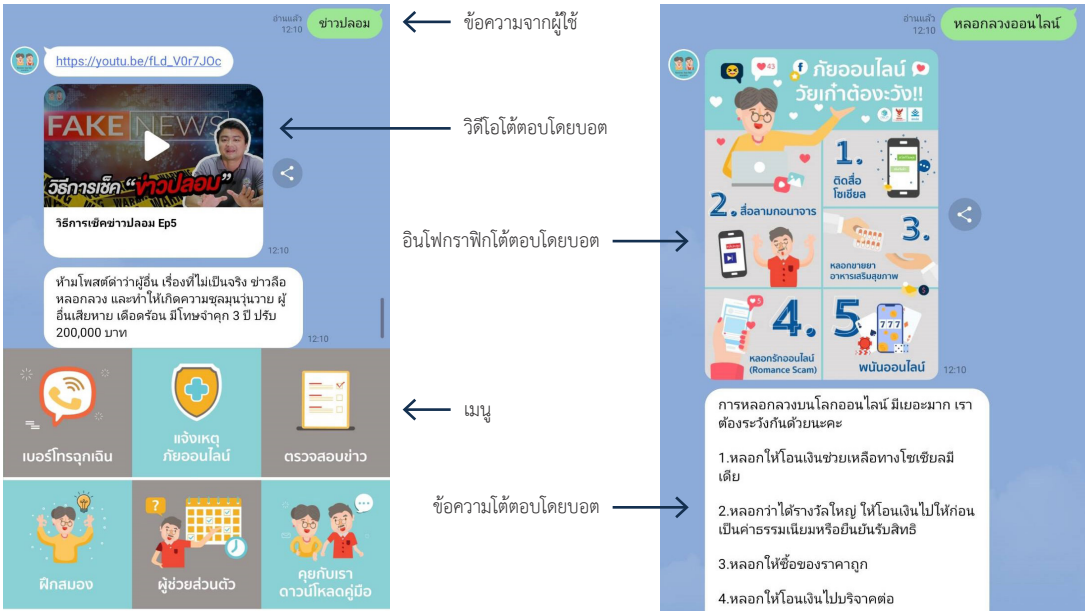
หลังจากการออกแบบลำดับการทำงานและฐานข้อมูล คณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ตามข้อกำหนด ด้วยโปรแกรม Dialogflow โดยได้ดำเนินการดังนี้

1) พัฒนาต้นแบบเพื่อประเมินฟังก์ชันการทำงานและการตอบสนองของระบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมแชตบอต ด้วยโปรแกรม Dialogflow

2) ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในระดับฟังก์ชัน เป็นการทดสอบระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้ รวมถึงการเทรนบอต เพื่อให้สามารถเข้าใจข้อความการสนทนาให้ได้มากที่สุด โดยแสดงหน้าจอการทำงานของ Seniors See Net ดังภาพที่ 4 และเมื่อพัฒนาโปรแกรมแชตบอตเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบระบบในภาพรวมด้านการใช้งานและฟังก์ชัน หลังจากการทดสอบระบบในภาพรวม ทางคณะผู้วิจัยได้นำโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นไปรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุและการเรียนรู้ตลอดชีวิต จำนวน 5 ท่าน พบว่า ในภาพรวมโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเพิ่มทักษะด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีให้กับผู้สูงอายุได้ดี การออกแบบมีความสวยงามเหมาะสม เมนูการใช้งานไม่ซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้สูงอายุ และเป็นผู้ช่วยที่สร้างความมั่นใจในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยได้ดี นอกจากนั้น สามารถเป็นแพลตฟอร์มกลางในการใช้ข้อมูลอื่น ๆ หรือเชื่อมโยงไปยังช่องทางอื่น ๆ ที่สามารถส่งเสริมสุขภาวะที่ดีของผู้สูงอายุที่ใช้สมาร์ตโฟนได้



ภาพที่ 4 การแสดงหน้าจอการใช้งานของ Seniors See Net

ทั้งนี้ หลังจากปรับปรุงโปรแกรมแชตบอตที่ได้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ คณะผู้วิจัยได้นำโปรแกรมแชตบอตที่ได้พัฒนาแล้วไปถ่ายทอดกับผู้สูงอายุ จำนวน 34 คน ณ ศูนย์การเรียนรู้และฝึกอบรมด้านผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี พบว่า ผู้สูงอายุมีความรู้เกี่ยวกับความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสูงขึ้นหลังจากอบรมการใช้ โดยมีคะแนนทดสอบหลังการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลสูงกว่าก่อนการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีนัยสำคัญ

ด้านความพึงพอใจเกี่ยวกับตัวเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุพบว่า ในภาพรวมโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net สามารถนำมาใช้สนับสนุนการเพิ่มทักษะด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลให้กับผู้สูงอายุได้ดี การออกแบบมีความสวยงามเหมาะสม เมนูการใช้งานไม่ซับซ้อนเกินไป หลังจากการทดลองใช้งานโปรแกรมแชตบอต เบื้องต้นผู้สูงอายุที่เข้าอบรมมีความพึงพอใจในภาพรวมในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นพบว่า มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลางในประโยชน์ที่ได้รับจากโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net ความง่ายและความสะดวกในการใช้งานอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนเนื้อหา การออกแบบ และการใช้งานแชตบอตอยู่ในระดับมาก ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมพบว่า ผู้สูงอายุยังคงต้องอาศัยการติดต่อสื่อสารผ่านช่องทางที่เป็นบุคคลอยู่ การอบรมความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการรู้เท่าทันสื่อดิจิทัลก่อนการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลจะทำให้เล็งเห็นความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย ทำให้ผู้สูงอายุยอมรับและเห็นประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลนี้มากขึ้น

อย่างไรก็ดี หลังจากนำโปรแกรมแชตบอตไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้สูงอายุแล้ว ทางคณะผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนา เพื่อส่งมอบโปรแกรมนี้ให้แก่ 4 หน่วยงาน ได้แก่ โรงพยาบาลราชวิถี ศูนย์การเรียนรู้และฝึกอบรมด้านผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี ศูนย์พัฒนาผู้สูงอายุเทศบาลตำบลทับมา จังหวัดระยอง และบ้านพักผู้สูงอายุ อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อเป็นการขยายช่องทางในการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุต่อไป

7. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

7.1 ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ

การพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ และส่งเสริมความเป็นพลเมืองผู้สูงอายุที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยสามารถเป็นพื้นฐานของสมรรถนะการรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศและสื่อดิจิทัลของผู้สูงอายุ ดังที่พิทักษ์ศักดิ์ ทิศาภาคย์ และคณะ (2562) เสนอว่า สมรรถนะการรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศและสื่อดิจิทัลของผู้สูงอายุในฐานะพลเมืองไทย คือ รู้จักและใช้สื่อได้อย่างปลอดภัย เข้าถึงสื่ออย่างหลากหลาย และเข้าใจเบื้องหลังของอุตสาหกรรมสื่อ รู้จักประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือได้ ต้องตระหนักถึงผลกระทบของการเผยแพร่ข้อมูล จัดการอารมณ์และจัดสรรเวลาได้ ใช้สื่อได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อต่อยอดความรู้เดิมที่มี และมีส่วนร่วมในการสื่อสารเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง ซึ่งหากผู้สูงอายุได้รับการพัฒนาทักษะและสมรรถนะด้านนี้จะช่วยให้ผู้สูงอายุใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากทักษะความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ (Cybersecurity) เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้สูงอายุเข้าใจถึงความเสี่ยงทางไซเบอร์ (Blackwood-Brown et al., 2019)

7.2 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ ผลการสำรวจผู้สูงอายุในไทยพบว่า ผู้สูงอายุมีการใช้งานสมาร์ตโฟนในระดับมาก เพื่อติดต่อสื่อสารและรับข่าวสารข้อมูล เช่นเดียวกับที่ จารุวรรณ พิมพิค้อ (2552) และ Grigoryeva et al. (2014) ที่พบว่า ผู้สูงอายุมักใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อค้นหาข้อมูล รู้วิธีในการศึกษาและค้นหาข้อมูลผ่านเครื่องมือดิจิทัล แต่มีความเข้าใจในการป้องกันตัวเองให้ปลอดภัยบนโลกดิจิทัลเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของพิมพ์ใจ ทายะติ (2560) ที่พบว่า ผู้สูงอายุมีการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology: ICT) เฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน โดยผู้สูงอายุส่วนใหญ่พบปัญหาในการส่งข้อมูลที่ไม่จริง เพราะขาดทักษะในการรู้เท่าทันสื่อ ซึ่งส่งผลต่อความมั่นใจ และการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ ซึ่งสอดคล้องกับ Takagi et al. (2014) ที่เสนอว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างมีศักยภาพจะช่วยในการปรับปรุงชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ แต่การขาดทักษะทำให้พวกเขาไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่

จากงานวิจัยยังพบว่า การใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น โดยเฉพาะการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้บริการในการติดต่อสื่อสาร ทั้งนี้แอปพลิเคชันที่ผู้สูงอายุนิยมใช้ ได้แก่ แอปพลิเคชันไลน์ เนื่องจากใช้งานง่ายและสามารถติดต่อกับครอบครัว ญาติ และเพื่อนฝูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปัจจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีที่ศึกษาโดยอารีย์ มยังพงษ์ และเกื้อกูล ตาเย็น (2559) ที่พบว่า อินเทอร์เน็ตคือปัจจัยที่ผู้สูงอายุยอมรับมากที่สุดเพราะช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถติดต่อสื่อสาร มีความสัมพันธ์กับครอบครัว ญาติพี่น้อง บุตรหลาน และเพื่อน ๆ ที่อยู่ห่างไกลได้สะดวก นอกจากนั้น แอปพลิเคชันไลน์ควรเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลที่เป็นสื่อกลางในการสื่อสารกับผู้สูงอายุ เพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านการรู้เท่าทันเทคโนโลยีดิจิทัล อีกทั้งยังสอดคล้องกับที่วิศปัตย์ ชัยช่วย (2560) ได้เสนอการใช้ไลน์ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมการรู้สารสนเทศและสื่อ เพื่อไม่ให้ผู้สูงอายุตกเป็นเหยื่อของการหลอกลวงทางออนไลน์ซึ่งกำลังเป็นปัญหาในปัจจุบัน พบว่า เทคโนโลยีที่ผู้สูงอายุต้องการมากที่สุด ได้แก่ การใช้รูปภาพประกอบคำอธิบาย รองลงมาคือ ตัวอักษรขนาดใหญ่ การออกแบบฟังก์ชันการใช้งานที่ต้องการที่สุดคือ การให้ความรู้ด้านดิจิทัลผ่านการโต้ตอบสนทนา

7.3 การพัฒนาโปรแกรมแชตบอต เพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานการใช้งานดิจิทัลแพลตฟอร์มของผู้สูงอายุในประเทศไทย ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net Chatbot ในแอปพลิเคชันไลน์ โดยให้โปรแกรมแชตบอตเป็นผู้ช่วยเบื้องต้นในการเสริมสร้างความตระหนักรู้ดิจิทัล โดยการออกแบบมุ่งเน้นให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Goram (2020) ที่ได้พัฒนาระบบความช่วยเหลือที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนผู้สูงอายุในการวิเคราะห์เนื้อหาและแสดงคำแนะนำทันทีที่พบข้อผิดพลาดจากการสนทนากับผู้สูงอายุ และ Tascini (2019) ได้อธิบายถึงปัญญาประดิษฐ์ที่สนทนากับผู้สูงอายุ ซึ่งแชตบอตสามารถเข้าใจภาษาธรรมชาติและเรียนรู้จากปฏิสัมพันธ์กับผู้สูงอายุผ่านการสนทนา และ Przegalinska et al. (2019) ได้นำเสนอการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับแชตบอต โดยเน้นที่การตอบสนองทางอารมณ์ของผู้ใช้ต่ออินเทอร์เฟซ (Interface) ประเภทต่าง ๆ ทั้งนี้ เมื่อโปรแกรมแชตบอตพัฒนาเสร็จ คณะวิจัยได้นำไปขอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยพบว่าโปรแกรมนี้

เข้าถึงง่าย สะดวกต่อการเรียกใช้งาน องค์ประกอบศิลป์มีความเหมาะสม สื่อและเนื้อหามีความครอบคลุม รวมทั้งการใช้การสื่อสารในรูปแบบไม่เป็นทางการจะช่วยให้ผู้สูงอายุเข้าถึง เข้าใจ และใช้ประโยชน์จากสารสนเทศได้อย่างมั่นใจมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับณัฐกานต์ บุญรอด และทิพยา จินตโกวิท (2558) ที่เสนอว่าความยากง่ายในการเรียนรู้การใช้งานช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถเรียนรู้เพื่อใช้ประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอายุและความทรงจำ ได้แก่ 1) เชื่อมโยงการเรียนรู้กับความต้องการในชีวิตประจำวัน 2) เรียนรู้ร่วมกันอย่างไม่เป็นทางการ 3) ทำให้ความจำไม่เสื่อม (Sayago et al., 2012) อันจะช่วยเป็นการส่งเสริมการตระหนักรู้ดิจิทัลของผู้สูงอายุให้เข้าใจและเข้าถึงจากการโต้ตอบสนทนากับแชตบอตได้ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

อย่างไรก็ดี ผู้สูงอายุที่มีสมาร์ตโฟนนั้นมีความหลากหลาย ทั้งทางกายภาพ ระดับการศึกษา ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี การเผยแพร่เทคโนโลยีดิจิทัลต้องคำนึงความแตกต่างนี้ด้วย สอดคล้องกับสุวิช ถิระโคตร และวีรพงษ์ พลนิกรกิจ (2561) กล่าวคือ ผู้ให้บริการสามารถสื่อสารเนื้อหาสาระต่าง ๆ กับผู้สูงอายุผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ ต้องตระหนักถึงความไม่เท่าเทียมของระดับการรู้เท่าทันอินเทอร์เน็ตด้วย การติดต่อสื่อสาร การให้ความช่วยเหลือ และการอบรมการใช้งานช่วยสร้างความมั่นใจและอุ่นใจก่อนการตัดสินใจใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและสร้างสรรค์ของผู้สูงอายุ

8. บทสรุป

8.1 ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ

แนวคิดหลักเกี่ยวกับทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุนั้น เป็นแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติในในโลกดิจิทัล รวมถึงสะท้อนมายังการปฏิบัติต่อสังคมในโลกกายภาพได้อย่างเหมาะสมในฐานะพลเมืองของประเทศและพลเมืองของโลก โดยคงความเป็นอัตลักษณ์ของตนไว้อย่างเหมาะสมและรู้เท่าทัน นอกจากนั้นพลเมืองดิจิทัลสูงอายุควรเป็นพลเมืองที่ใฝ่รู้ (Active learner) รู้จักใช้อุปกรณ์และระบบดิจิทัลที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยความตระหนักถึงการใช้ประโยชน์ส่วนรวมเป็นสำคัญ โดยแนวคิดนี้จะเป็นกรอบในการสร้างแนวปฏิบัติต่าง ๆ ในการดำเนินชีวิตในโลกดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้คุณลักษณะความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่จำเป็นสำหรับผู้สูงอายุของไทย แบ่งเป็น 3 หมวด คือ หมวด 1 คุณลักษณะด้านความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทันสื่อ หมวด 2 คุณลักษณะด้านการเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และหมวด 3 การปกป้องตนเอง เคารพสิทธิผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล

8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลกับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ

ทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วย 1) ความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรู้เท่าทัน 2) การเคารพกฎระเบียบ มีจริยธรรม และมีมารยาทในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และ 3) การปกป้องตนเอง เคารพผู้อื่น และรักษาความปลอดภัยในโลกดิจิทัล มีความสัมพันธ์กับการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้น เทคโนโลยีดิจิทัลที่ผู้สูงอายุต้องการใช้งานมากที่สุด ควรเป็นแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนที่สามารถเป็นผู้ช่วยในการสื่อสาร การให้ความรู้ที่เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลสารสนเทศอย่างปลอดภัย รวมทั้งมีระบบแจ้งเตือนต่าง ๆ เช่น วันนัดหมาย วันกำหนดชำระเงินค่าน้ำ ค่าไฟ รองลงมา ได้แก่ สามารถจดบันทึกรายรับรายจ่ายประจำเดือนได้ ทั้งนี้ เทคโนโลยีดิจิทัลควรช่วยสร้างการตระหนักในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย รวมทั้งสร้างความเชื่อมั่นและสร้างคุณค่าในการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัย

8.3 การพัฒนาโปรแกรมแชตบอต

สำหรับใช้เป็นผู้ช่วยและสื่อสารเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net ให้เป็นเทคโนโลยีดิจิทัลที่ใช้เป็นต้นแบบในการสื่อสารและสร้างทักษะพื้นฐานที่สำคัญด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ ทั้งนี้ เนื้อหาความรู้จะสอดคล้องกับผลสำรวจผู้สูงอายุเกี่ยวกับความเป็นพลเมืองดิจิทัลและมุ่งเน้นไปที่ด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล โดยออกแบบในรูปแบบที่น่าสนใจ และสอดคล้องกับความต้องการและการยอมรับเทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงข้อมูลและเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และได้รับการตอบสนองทันทีและมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมแชตบอตจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรือเป็นตัวแทนในการสื่อสารผ่านทาง ช่องทางสนทนาบนแอปพลิเคชันไลน์ ทำการส่งมอบเนื้อหาในรูปแบบที่หลากหลาย อันประกอบด้วย คลิปวิดีโอขนาดเล็ก รูปภาพ อินโฟกราฟิก และข้อความโต้ตอบ อีกทั้งการสนทนาโต้ตอบที่เปลี่ยนเสียงเป็นข้อความเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้สูงอายุ เป็นการสร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับผู้สูงอายุให้ตระหนักเรื่องความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัล และเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนนโยบายการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยให้กับพลเมืองผู้สูงอายุ ทั้งนี้โปรแกรมแชตบอตที่ได้พัฒนาขึ้นได้ถูกนำไปถ่ายทอดกับผู้สูงอายุ จำนวน 34 คน ณ ศูนย์การเรียนรู้และฝึกอบรมด้านผู้สูงอายุ จังหวัดชลบุรี พบว่า ผู้สูงอายุมีความรู้เกี่ยวกับความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลสูงขึ้นหลังจากอบรมการใช้งาน โดยคะแนนทดสอบหลังการเข้าถึงโปรแกรมแชตบอตสูงกว่าก่อนการเข้าถึงโปรแกรมนี้อย่างมีนัยสำคัญ

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

9.1.1 ควรทำการวิจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพลเมืองดิจิทัลกับช่วงวัยอื่น ๆ ในพื้นที่ที่แตกต่าง เพื่อหาองค์ประกอบความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่ควรส่งเสริมให้เหมาะสมตามช่วงวัยและบริบทพื้นที่

9.1.2 ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาตัวชี้วัดให้เหมาะสมกับทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ

9.1.3 ควรทำการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปแบบอื่นให้เหมาะสมกับการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยให้เหมาะสมกับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของสังคมที่แตกต่าง

9.1.4 ควรออกแบบคู่มือเพื่อพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุ เพื่อการนำไปใช้ต่อยอดการส่งเสริมความพลเมืองดิจิทัล

9.1.5 การนำโปรแกรมแชตบอต Seniors See Net ไปใช้งาน ควรมีหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับผู้สูงอายุโดยตรง โดยควรจัดเตรียมบุคลากรในการปรับปรุงข้อมูลและเนื้อหาในระบบให้พร้อมใช้งานและเป็นปัจจุบัน จัดเตรียมบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลระบบรวมถึงตอบคำถามให้กับผู้สูงอายุแบบเรียลไทม์ผ่าน LINE Official Account ในกรณีที่ผู้สูงอายุต้องการพูดคุยหรือโต้ตอบกับบุคคลมากกว่าโต้ตอบกับบอต

9.1.6 การขยายผลการดำเนินงาน ควรจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญในการพัฒนาทักษะความเป็นพลเมืองดิจิทัลด้านความปลอดภัยทางเทคโนโลยีดิจิทัลในผู้สูงอายุ ประชาสัมพันธ์โปรแกรมแชตบอต Seniors See Net ให้ผู้สูงอายุได้ดาวน์โหลดเพื่อใช้งาน รวมถึงถ่ายทอดวิธีการใช้งานไปยังเครือข่ายผู้สูงอายุต่อไป

9.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายต่อกิจการสื่อสาร

9.2.1 การดำเนินงานโดยภาครัฐ ควรมีการกำหนดบุคคลหรือหน่วยงานจากหลายฝ่ายมาร่วมกันพัฒนา โดยให้กรมกิจการผู้สูงอายุเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินงาน มอบหมายอำนาจหน้าที่ให้หน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง ในการดำเนินงานควรใช้หลักการทำงานแบบกระจายอำนาจหน้าที่ไปในหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศักยภาพผู้สูงอายุในท้องถิ่น เน้นการมีส่วนร่วมทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ เอกชน ทั้งภายในและภายนอก รวมถึงการสร้างเครือข่ายพลเมืองผู้สูงอายุรู้เท่าทันเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้สื่อดิจิทัลอย่างปลอดภัย

9.2.2 ควรมีการบูรณาการการใช้และการสื่อสารโปรแกรมแชตบอตนี้กับหน่วยงานและเครือข่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บข้อมูลสถานการณ์และพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของกลุ่มผู้สูงอายุผ่านโปรแกรมแชตบอต ทั้งนี้ การใช้โปรแกรมนี้จะเป็นการช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลที่ดำเนินงานด้านการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของผู้สูงอายุได้

9.2.3 ควรพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลของกลุ่มผู้สูงอายุผ่านเมนูต่าง ๆ ในโปรแกรมแชตบอต และนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลประกอบการเฝ้าระวังสถานการณ์และปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ รวมทั้งนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางนโยบายต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในกลุ่มผู้สูงอายุในอนาคต

9.2.4 ควรส่งเสริมการพัฒนาทักษะความเข้าใจและการวิเคราะห์ข้อมูลให้กับหน่วยงานและเครือข่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมแชตบอตของผู้สูงอายุจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ประเด็นเปราะบางที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล และประเด็นที่ต้องเฝ้าระวังในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลได้ หน่วยงานและเครือข่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสามารถนำประเด็นเหล่านี้มาออกแบบการให้ความรู้ การพัฒนาทักษะ และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างปลอดภัยได้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย อันจะเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้แก่ผู้สูงอายุผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล ให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจ ปลอดภัย และยั่งยืน

รายการเอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ พิมพิค้อ. (2552). *การใช้และความต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของผู้สูงอายุในเขตเทศบาลนครขอนแก่น* [วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณัฐกานต์ บุญรอด และทิพยา จินตโกวิท. (2558). *แนวทางในการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุ.* The Eleventh National Conference on Computing and Information Technology, NCCIT 2015.

พิทักษ์ศักดิ์ ทิศาภาคย์, ชนัญสรา อรนพ ณ อยุธยา, และวีระเทพ ปทุมเจริญวัฒนา. (2562). การพัฒนาตัวบ่งชี้การรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศ และเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อส่งเสริมความเป็นพลเมืองประชาธิปไตยของผู้สูงอายุในประเทศไทย. *วารสารการสื่อสารมวลชน, 7*(1), 147-190.

พิมพ์ใจ ทายะติ. (2560). *รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้สูงอายุประเทศไทย เพื่อการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร* [ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิศปัตย์ ชัยช่วย. (2560). การใช้ LINE ของผู้สูงอายุ: การศึกษาเชิงปรากฏการณ์วิทยา. *Veridian E–Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 10*(1), 905-918.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2560). *รายงานการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2560.* สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

สุวิช ถิระโคตร และวีรพงษ์ พลนิกรกิจ. (2561). พฤติกรรมการใช้และการรู้เท่าทันอินเทอร์เน็ตและทัศนคติการใช้เนื้อหาด้านสุขภาวะบนอินเทอร์เน็ตของผู้สูงอายุ. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, 1*(36), 72-80.

อารีย์ มยังพงษ์ และเกื้อกูล ตาเย็น. (2559). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการการเรียนรู้เทคโนโลยีของผู้สูงอายุในยุคหลอมรวมเทคโนโลยี* (รายงานการวิจัย). คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

อุษา บิ๊กกิ้นส์ และชวพร ธรรมนิตยกุล. (2561). *นวัตกรรมสื่อเพื่อสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลผ่านมัลติแพลตฟอร์ม.* กองทุนพัฒนาสื่อปลอดภัยและสร้างสรรค์ ประจำปี พ.ศ. 2561.

Blackwood-Brown, C., Levy, Y., & D'Arcy, J. (2019). Cybersecurity Awareness and Skills of Senior Citizens: A Motivation Perspective. *Journal of Computer Information Systems. 61*(3), 1-12. https://doi.org/10.1080/08874417.2019.1579076

Goram, M. (2020). Co-learning assistant for senior citizens to create contributions in a community application. In F. Alt, S. Schneegass, & E. Hornecker (Eds.), *Mensch und Computer 2020 – Proceedings* (pp. 449-453). New York: Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145 / 3404983.3410023

Grigoryeva, I., Shubinskiy, M., & Mayorova, E. (2014). ICT as a driver for senior citizens' social inclusion. *In Proceedings of the 8th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance. ICEGOV '14* (pp. 292–295). New York: Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2691195.2691260

Przegalinska, A., Ciechanowski, L., Stróż, A., Gloor, P., & Mazurek, G. (2019). *In bot we trust: A new methodology of chatbot performance measures. Business Horizons* (p.62). https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.08.005.

Sayago, S., Forbes, P., & Blat, J. (2012). Older people becoming successful ICT learners over time: challenges and strategies through an ethnographical lens. *Educational Gerontology, 38,* 6.

Takagi, H., Kosugi, A., Ishihara, T., & Fukuda, K. (2014). Remote IT education for senior citizens. *In Proceedings of the 11th Web for All Conference. W4A '14* (Article 41, pp. 1–4). New York: Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/2596695.2596714

Tascini, G. (2019). *AI-Chatbot Using Deep Learning to Assist the Elderly.* ResearchGate. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15277-2_24.

การศึกษาการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำเชียงดาว

A STUDY ON RADIO WAVE PROPAGATION IN CHIANG DAO CAVE

รังสรรค์ วงศ์สรรค์[1]
พีรสัณฑ์ คำสาลี[2]
อัฆพรรค์ วรรณโกมล[3]
ประโยชน์ คำสวัสดิ์[4]
อาทิตย์ ศรีแก้ว[5]
อรรถวิท จันทอุปลี[6]
Rangsan Wongsan[1]
Peerasan Khamsalee[2]
Akkhapun Wannakomol[3]
Prayoth Kumsawat[4]
Arthit Srikaew[5]
Atawit Jantaupalee[6]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000[1 ถึง 6]
Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000 Thailand[1 to 6]

Corresponding E-mail: rangsan@sut.ac.th

Received Date January 26, 2022
Revised Date October 3, 2022
Accepted Date October 18, 2022

บทคัดย่อ

จากเหตุการณ์กู้ภัยถ้ำหลวงในปี พ.ศ. 2561 ได้พบปัญหาของระบบสื่อสารระหว่างการปฏิบัติการกู้ภัยไม่สามารถใช้งานภายในถ้ำได้ เนื่องจากคลื่นความถี่ที่ใช้มีการลดทอนสูงในขณะที่แพร่กระจายในโพรงถ้ำ จึงทำให้ไม่สามารถติดต่อสื่อสารได้ตลอดแนวโพรงถ้ำ จากทฤษฎีการแพร่กระจายคลื่นพบว่า คลื่นความถี่ต่ำซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นพื้นผิวนั้นสามารถทะลุผ่านชั้นหินของภูเขาได้ ดังนั้นจึงตั้งสมมติฐานว่าการสื่อสารด้วยความถี่ต่ำ มีความเป็นไปได้ในการแพร่ภายในโพรงถ้ำได้ดีกว่าคลื่นความถี่ที่สูงกว่า ในบทความนี้จึงได้เสนอการศึกษาการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำ เพื่อตรวจสอบปัญหาและความเป็นไปได้ในการใช้งานที่ความถี่ต่าง ๆ โดยทดสอบในถ้ำเชียงดาวซึ่งเป็นถ้ำหินปูนในจังหวัดเชียงใหม่ และเสนอแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นในช่วงความถี่ LF ถึง UHF โดยใช้ทั้งขนาด สภาพแวดล้อม และเส้นทางเดินของถ้ำที่ได้นำเสนอ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า คลื่นความถี่ต่ำสามารถส่งผ่านตลอดเส้นทางเดินในโพรงถ้ำขนาดใหญ่และส่งผ่านชั้นหินได้ ในขณะที่คลื่นความถี่สูงเกิดการลดทอนสูงเมื่อส่งคลื่นผ่านโพรงถ้ำ นอกจากนี้ยังพบว่า แบบจำลองที่ได้นำเสนอนั้นให้ผลสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวัดทดสอบด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณาความถี่ต่ำที่เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาระบบสื่อสารภายในถ้ำในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสื่อสารในถ้ำ การแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำ แบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำ

Abstract

During the Tham Luang Search and Rescue operation in 2018, a problem occurred from wireless communication system fail due to the fact that the frequencies used were highly attenuated while propagating in the cave. According to the radio wave propagation theory, low frequencies had surface-wave properties and could penetrate through rock layers of mountains. Therefore, the hypothesis was that radio communication with low frequencies could provide better propagation in the cave than higher frequencies. This paper presented a study on radio wave propagation in caves to verify the problem and the possibility of using different frequencies to communicate. The study was done in Chiang Dao cave, Chiang Mai. In addition, the study proposed a propagation model of the radio frequencies in the LF to UHF bands by using the cave's dimension, environment, and passages. The study result found that low-frequency band could transmit through large-sized cave passages or rock layers. In contrast, higher frequency band highly attenuated while propagating through the cave passage. Furthermore, it was found that the modeling result corresponded with the measurement result. Therefore, the study result could be beneficial for determining appropriate low frequency bands to develop effective cave communication systems in the future.

Keywords: In-cave communication system, Wave propagation in cave, Modeling of wave propagation in cave passages

****กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ กสทช. มีข้อสังเกตว่า** การศึกษานี้อาจมีข้อจำกัดบางประการ อาทิ ช่วงเวลาที่ทำการทดลอง เช่น ฤดู ปริมาณน้ำ ความชื้น รวมทั้งแบบจำลองตามเอกสารอ้างอิงระบุอยู่ในย่านความถี่ UHF หรือ ย่านความถี่ 1MHz-1000MHz ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวส่งผลต่อความแม่นยำในช่วงย่านความถี่ต่ำ ประกอบกับเป็นการทดลองที่มีเพียง 1 ตัวอย่าง จึงอาจมีผลต่อความแม่นยำ

1. บทนำ

จากเหตุการณ์ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นกับนักกีฬาฟุตบอลทีมเยาวชนและโค้ช รวม 13 คนที่ติดอยู่ในอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ณ วนอุทยานขุนน้ำนางนอน อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ในปี พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมา ทำให้เกิดความตระหนักถึงความสำคัญในการช่วยเหลือ กู้ภัย และป้องกันภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยส่วนสำคัญคือ การสนับสนุนระบบการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพ เพื่อให้ระบบการสื่อสารไม่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ ซึ่งกรณีเหตุเกิดภายในถ้ำจะพบข้อจำกัดด้านการสื่อสาร ด้วยลักษณะทางกายภาพ ประกอบกับธรรมชาติของคลื่นความถี่ที่ใช้เป็นคลื่นพาห์ (Carrier wave) ในระบบสื่อสารแต่ละย่านความถี่ที่มีคุณลักษณะเฉพาะและตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าจากเหตุการณ์ที่อุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอนดังกล่าวทำให้ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสื่อสารไร้สาย บนคลื่นความถี่ช่วง VHF/UHF (Very High Frequency/Ultra High Frequency) หรือวิทยุคมนาคมระบบอื่น ๆ ไม่สามารถใช้งานได้หรือไม่สามารถใช้งานได้ดี

จากการวิจัยที่ผ่านมาของ Bedford and Kennedy (2014) Deryck (1978) Emslie et al. (1975) Rak and Pechac (2007) และ Soo et al. (2018) ได้ศึกษาแบบจำลองของถ้ำหรืออุโมงค์ที่ใช้สำหรับการแพร่กระจายคลื่น (Wave propagation) พบว่า การสร้างแบบจำลองเหมาะสำหรับถ้ำและอุโมงค์ที่ใกล้เคียงหรือเกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น โดยมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันตลอดความยาวและมีขนาดของโพรงถ้ำที่สามารถรองรับความยาวคลื่นของคลื่นความถี่นั้น ๆ ได้ ดังนั้นตามแนวทางการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา ทำให้ในงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการศึกษาวิจัยการแพร่กระจายคลื่นความถี่ โดยศึกษาคลื่นความถี่ตั้งแต่ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ไปจนถึงคลื่นความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) ด้วยแนวทางเชิงประจักษ์จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมของคลื่นความถี่แต่ละย่านที่ได้กล่าวมาข้างต้น รวมทั้งเปรียบเทียบผลจากการทดลองและแบบจำลองของถ้ำอีกด้วย

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 สภาพต้านทานทางไฟฟ้าและสภาพนำทางไฟฟ้า

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของหินที่มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า (Conductivity) ไม่เท่ากัน จาก Glover (2015) พบว่า หนึ่งในคุณสมบัติที่มีผลกับค่าความนำไฟฟ้า คือ ค่าความพรุน (Porosity) ในตัวกลางชนิดเดียวกัน เมื่อความพรุนเพิ่มขึ้นและถูกแทนที่ด้วยแร่ต่าง ๆ จะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย ในส่วนของค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity) มีความสัมพันธ์กับค่าความสามารถในการนำไฟฟ้า ดังสมการที่ (1)

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (1)$$

เมื่อ σ คือ ความนำทางไฟฟ้า (ซีเมนส์ต่อเมตร)
ρ คือ ความต้านทานไฟฟ้า (โอห์มเมตร)

จากตัวอย่างหินในงานวิจัยของ Daniels (2004) พบว่า ตัวกลางที่เป็นหินปูนจะมีค่าความนำไฟฟ้าอยู่ที่ 10^{-8} ถึง 10^{-6} ซีเมนส์ต่อเมตร อีกทั้งจากงานวิจัยของ Bedford (2001) และ Gibson (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบสื่อสารภายในถ้ำโดยใช้คลื่นความถี่ต่ำส่งผ่านชั้นหิน ซึ่งคลื่นความถี่ต่ำมีคุณสมบัติเป็นคลื่นดิน (Ground wave) และคลื่นผิว (Surface wave) โดยคุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากค่าความลึกผิว (Skin depth) ที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่ผ่านตัวกลางที่มีความเป็นตัวนำทางไฟฟ้า ดังความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2 (Siwiak, 2007)

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\sigma\mu}} \quad (2)$$

เมื่อ δ คือ ความลึกผิว (เมตร)
σ คือ ความนำทางไฟฟ้า (ซีเมนส์ต่อเมตร)
ω คือ ความถี่เชิงมุม (เรเดียนต่อวินาที)
μ คือ ความซึมซาบแม่เหล็ก (เฮนรีต่อเมตร)

2.2 แบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นภายในถ้ำ

จากงานวิจัยของ Deryck (1978) และ Emslie et al. (1975) พบว่า โดยทั่วไปแล้ว การแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในถ้ำหรืออุโมงค์ใต้ดิน ถ้าเป็นลักษณะของอุโมงค์ที่โพรงทางเดินมีรูปร่างที่สม่ำเสมอหรือตลอดระยะทางมีโครงสร้างที่ใกล้เคียงกัน จะพิจารณาแบบจำลองให้เสมือนกับท่อนำคลื่น ซึ่งโดยทั่วไปท่อนำคลื่นจะมีโครงสร้างกลวง มีผนังตัวนำรองรับไฟฟ้าตามขวาง (Transverse Electric: TE) และแม่เหล็กตามขวาง (Transverse Magnetic: TM) โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตามขวางเหล่านี้จะสร้างสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่ตั้งฉากกับทิศทางการเดินทางของคลื่น ซึ่งขนาดของท่อนำคลื่นจะเป็นตัวกำหนดว่าคลื่นความถี่ใดบ้างที่สามารถส่งผ่านจากต้นทางไปสู่ปลายทางได้ โดยความถี่ต่ำสุดที่สามารถผ่านเข้าไปได้โดยมีการสูญเสียน้อยที่สุด คือ ความถี่ตัด (Cut-off frequency) ซึ่งสามารถหาได้จากความยาวคลื่นตัด โดยเมื่อเปรียบกับถ้ำตามธรรมชาติที่มีลักษณะคล้ายท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยแล้ว จะสามารถหาความยาวคลื่นตัดได้ดังสมการที่ 3

$$\lambda_{mn} = \frac{2\sqrt{ab}}{\sqrt{m^2 \frac{b}{a} + n^2 \frac{a}{b}}} \quad (3)$$

โดย a คือ ความกว้างของท่อนำคลื่น (เมตร)
b คือ ความยาวของท่อนำคลื่น (เมตร)
m,n คือ โหมดของท่อนำคลื่น

อย่างไรก็ตาม อุโมงค์หรือโพรงถ้ำไม่ว่าจะเป็นชนิดผนังหินแบบใดก็ตาม จะไม่อยู่ในสภาพดังกล่าวโดยสิ้นเชิง เนื่องจากผนังภายในของท่อนำคลื่นจะเป็นตัวนำที่ใกล้สมบูรณ์ที่สุด (Near-perfect conductors) แต่ผนังของถ้ำจะทำหน้าที่เหมือนไดอิเล็กทริก (Dielectric) มากกว่าตัวนำสมบูรณ์ และจากงานวิจัยของ Bedford and Kennedy (2014) Emslie et al. (1975) และ Rak and Pechac (2007) ได้อธิบายถึงแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นภายในอุโมงค์และถ้ำ ซึ่งพิจารณาเทียบกับลักษณะทางกายภาพของถ้ำ โดยจะเกิดการลดทอนจากทั้งโหมดของคลื่นในแนวตั้งและแนวนอน ในหน่วยเดซิเบลต่อเมตร ดังสมการที่ 4 และสมการที่ 5 ตามลำดับ

$$a_{mn}^{(v)} = 4{,}343\lambda^2 \left(\frac{1}{a^3} \frac{(m+1)^2}{\sqrt{\varepsilon_r^{(v)} - 1}} + \frac{1}{b^3} \frac{\varepsilon_r^{(v)} (n+1)^2}{\sqrt{\varepsilon_r^{(v)} - 1}} \right) \quad (4)$$

$$\alpha_{mn}^{(h)} = 4.343\lambda^2 \left(\frac{1}{a^3} \frac{\varepsilon_r^{(h)} (m+1)^2}{\sqrt{\varepsilon_r^{(h)} - 1}} + \frac{1}{b^3} \frac{(n+1)^2}{\sqrt{\varepsilon_r^{(h)} - 1}} \right) \quad (5)$$

โดย $\varepsilon_r^{(v)}$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของขั้วคลื่นแนวตั้ง
$\varepsilon_r^{(h)}$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กทริกของขั้วคลื่นแนวนอน

การลดทอนจากความขรุขระของผิว (Roughness) ที่เกิดจากความขรุขระบนผิวของผนังถ้ำในหน่วยเดซิเบลต่อเมตร สามารถแสดงในสมการที่ 6

$$\alpha_{roughness} = 4.343\pi^2 \Delta h^2 \lambda \left(\frac{1}{a^4} + \frac{1}{b^4} \right) \quad (6)$$

โดย Δh คือ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความสูงบนผิวขรุขระของผนัง (เมตร)

การลดทอนที่เกิดจากความเอียง (Tilt) ของผนังถ้ำในหน่วยเดซิเบลต่อเมตร ซึ่งแสดงในสมการที่ 7

$$\alpha_{tilt} = \frac{4.343\pi^2\,\theta^2}{\lambda} \tag{7}$$

โดย θ คือ มุมเอียงของผนังถ้ำ (เรเดียน)

ซึ่งผลรวมของการลดทอนตามแบบจำลองการแพร่คลื่น จะสามารถหาได้จากสมการที่ 8

$$\alpha = \alpha_{mn} + \alpha_{roughness} + \alpha_{tilt} \tag{8}$$

2.3 การศึกษาการแพร่กระจายคลื่นตามคลื่นความถี่

การทดสอบพฤติกรรมของคลื่นความถี่ที่เกิดขึ้นภายในถ้ำหินปูน เพื่อนำมาศึกษาคลื่นความถี่ที่เหมาะสมมาใช้ในการออกแบบระบบสื่อสารสำหรับใช้ภายในถ้ำ โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Bedford and Kennedy (2014) Kjeldsen and Hopkins (2006) Rak and Pechac (2007) และ Soo et al. (2018) ได้มีการศึกษาคลื่นความถี่ในย่าน UHF และย่าน SHF (Super High Frequency) ซึ่งเป็นย่านความถี่สูง ในงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มการศึกษาคลื่นความถี่ในย่าน LF จนถึง UHF โดยกำหนดช่วงความถี่ตั้งแต่ย่านความถี่ต้น ย่านความถี่กลาง และย่านความถี่ปลาย ดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งนี้ได้งดการทดสอบย่านความถี่ LF ที่มีความถี่ต่ำกว่า 300 kHz (กิโลเฮิรตซ์: Kilohertz) เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของค้างคาวที่อาศัยเป็นจำนวนมากในสองถ้ำที่ทำการทดสอบ โดยจากงานวิจัย Jones and Holderied (2007) และ Moss (2018) พบว่า ค้างคาวหลายพันธุ์ที่มีอยู่ทั่วโลกจะใช้สัญญาณคลื่นความถี่อัลตราโซนิกส์ (Ultrasonics) ในการสะท้อนกับสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้าเพื่อวัดระยะทาง (Bat echolocation) โดยมีความถี่ตั้งแต่ 20-200 kHz

ตารางที่ 1 ความถี่ที่กำหนดสำหรับใช้ทดสอบในแต่ละย่านความถี่

ย่านความถี่	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
LF	35 kHz	100 kHz	165 kHz	232.5 kHz	300 kHz
MF	350 kHz	1000 kHz	1650 kHz	2325 kHz	3000 kHz
HF	3.5 MHz	10 MHz	16.5 MHz	23.5 MHz	30 MHz
VHF	35 MHz	100 MHz	165 MHz	232.5 MHz	300 MHz
UHF	350 MHz	1000 MHz	1650 MHz	2325 MHz	3000 MHz

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อศึกษาแนวทางการใช้คลื่นความถี่สำหรับระบบสื่อสารที่เหมาะสมกับการสื่อสารในถ้ำ

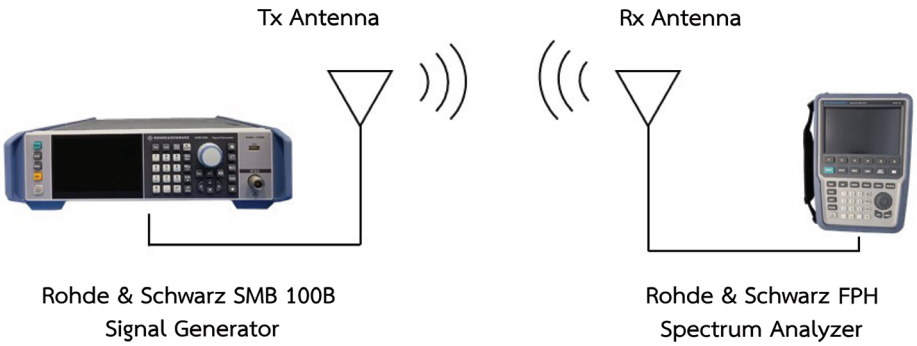
3.2 เพื่อเผยแพร่ผลการศึกษาให้หน่วยงานภาครัฐ ภาคประชาคม และประชาชน รับทราบผลการศึกษาด้านการเลือกใช้คลื่นความถี่ที่ได้จากการวิจัย

4. วิธีการวิจัย

4.1 การติดตั้งอุปกรณ์วัดทดสอบ

การวัดการสูญเสียในเส้นทางการแพร่กระจายคลื่น (Propagation path loss) โดยใช้สายอากาศ (Antenna) แต่ละคลื่นความถี่ ประกอบด้วย ช่วงความถี่ 300-350 kHz ใช้สายอากาศลูป Passive shielded (20 Hz-1 MHz AH Systems SAS-565L) ช่วงความถี่ 1000-3000 kHz ใช้สายอากาศ Isotron 200B ช่วงความถี่ 3.5-30 MHz ใช้สายอากาศลูป Passive shielded (1 kHz-30 MHz AH Systems SAS-564) ช่วงความถี่ 35-232.5 MHz ใช้สายอากาศ Biconical (20 MHz-1 GHz Aaronia BicoLOG 20100) และในช่วงความถี่ 300 MHz-3 GHz ผู้วิจัยได้สร้างสายอากาศโมโนโพลความยาว 1/4 ของความยาวคลื่น (Omnidirectional quarter-wave monopole) สำหรับสายอากาศแต่ละความถี่ โดยหลังจากนั้นจะป้อนสัญญาณจากเครื่อง Rohde & Schwarz SMB100B signal generator ซึ่งใช้สัญญาณ Narrow-band Continuous Wave (CW) ไปยังสายอากาศผ่านสายนำสัญญาณแบบสูญเสียต่ำ (Low loss) 50 โอห์มเบอร์ LMR-240 ความยาว 2 เมตร และที่ภาครับจะรับด้วย Rohde & Schwarz FPH spectrum analyzer

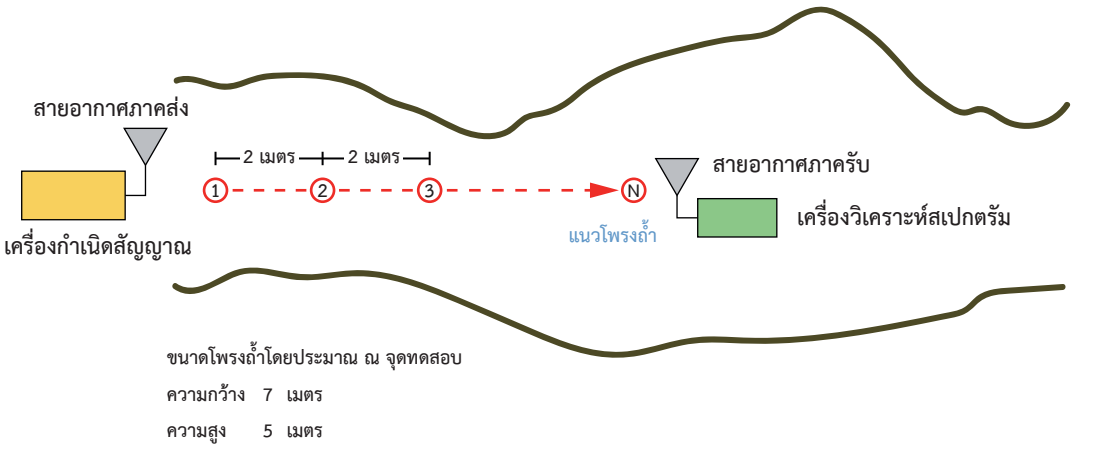
กับสายอากาศ Rohde & Schwarz HE400HF Antenna Module (8.3 kHz-30 MHz) ในย่านความถี่ 300 kHz-30 MHz สายอากาศ Rohde & Schwarz HE400UWB Antenna Module (30 MHz-6 GHz) ในย่านความถี่ 35-300 MHz และสายอากาศ Aaronia HyperLOG 3080 X Antenna (380 MHz-8 GHz) ในย่านความถี่ 350 MHz-3 GHz ดังแสดงในภาพที่ 1



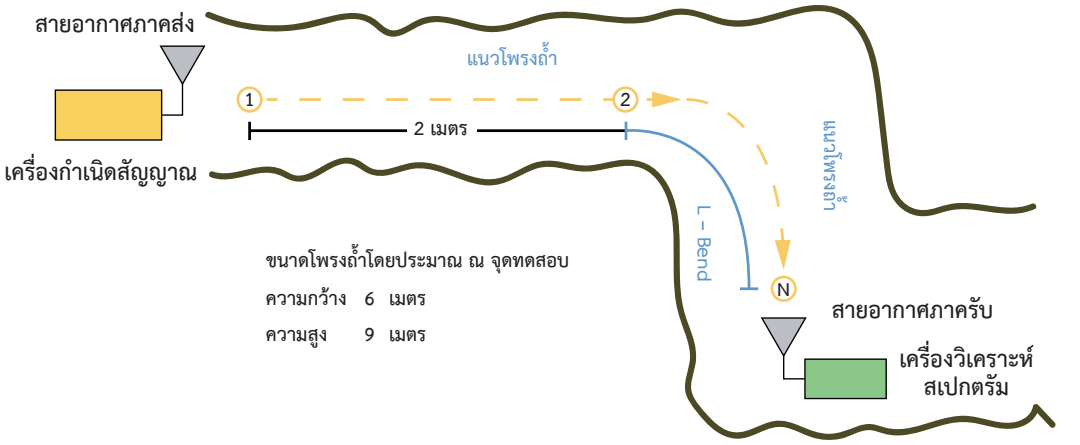
ภาพที่ 1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดสอบ

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

วิธีการออกแบบการวัดทดสอบที่ดีและเหมาะสมที่สุดก็คือการวัดทดสอบการส่งผ่านคลื่นความถี่ทั้งในแนวระดับสายตา (Line of Sight: LOS) และแนวที่ไม่อยู่ในระดับสายตา (Non-Line of Sight: NLOS) ทั้งเงื่อนไขขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งทั้งภาคส่งและภาครับ (Vertical-Vertical linear polarization: V-V) และขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งภาคส่งและแนวนอนที่ภาครับ (Vertical-Horizontal linear polarization: V-H) โดยอ้างอิงวิธีการวัดทดสอบจาก Bedford and Kennedy (2014) Kjeldsen and Hopkins (2006) Lee and Bertoni (2003) และ Soo et al. (2018) ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยพิจารณาที่ค่าการสูญเสียในเส้นทางการแพร่กระจายคลื่น เพื่อนำค่าการสูญเสียการส่งผ่านที่เกิดขึ้นในแต่ละคลื่นความถี่ที่ทำการวัดทดสอบดังตารางที่ 1 การวัดทดสอบทั้ง LOS และ NLOS จะมีการทดสอบแบบเดียวกันทุกประการ โดยจะแตกต่างกันเฉพาะสภาพภูมิประเทศภายในถ้ำเท่านั้น ในส่วนของอุปกรณ์ภาคส่งทั้งหมดจะถูกนำไปติดตั้งบริเวณจุดเริ่มต้นของแนวผนังโพรงถ้ำที่เป็นเป้าหมาย โดยสายอากาศภาคส่งจะถูกกำหนดให้มีขั้วคลื่นเป็นแบบแนวตั้งเพียงอย่างเดียว ส่วนสายอากาศภาครับเป็นแบบแถบความถี่กว้างพร้อมเครื่องมือวิเคราะห์สเปกตรัมความถี่ (Spectrum analyzer) วัดค่าระดับของสัญญาณทั้งขั้วคลื่นแบบแนวตั้งและแบบแนวนอน โดยปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างสายอากาศภาครับที่ติดตั้งตามแนวโพรงถ้ำ ให้มีระยะห่างออกมาจากสายอากาศภาคส่งครั้งละ 2 เมตร จนถึงระยะสุดท้ายที่ 20 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 การทดสอบแบบแนวระดับสายตา (LOS)



ภาพที่ 3 การทดสอบแบบไม่อยู่ในแนวระดับสายตา (NLOS)

โดยค่าระดับความแรงของสัญญาณที่สายอากาศภาครับรับได้และส่งไปยังตัวป้อน (Input) ของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมความถี่ไม่ใช่ค่าความแรงของสัญญาณที่เกิดขึ้นจริง ณ ตำแหน่งนั้น เนื่องจากสายอากาศภาครับที่ใช้งานมีอัตราขยายค่าหนึ่งเฉพาะความถี่นั้น ๆ และยังมีการสูญเสียไม่เท่ากันในสายนำสัญญาณที่ถูกต่อจากสายอากาศภาครับไปยังตัวป้อนของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมความถี่อีก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวัตถุประสงค์คือการวัดค่าการสูญเสียการส่งผ่านคลื่นเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าระดับความแรงของสัญญาณที่เริ่มแผ่ออกมาจากสายอากาศและแพร่กระจายไปตลอดแนวโพรงทุก ๆ ระยะ 2 เมตร ของการวัดทดสอบมาพิจารณาหาการสูญเสียจากการแพร่คลื่นได้โดยตรง ทำให้ค่าระดับกำลังที่วัดได้จากสายอากาศภาครับผ่านสายนำสัญญาณจนถึงตัวป้อนของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมความถี่สามารถบ่งบอกถึงพฤติกรรมของคลื่นแต่ละความถี่ที่เดินทางในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้ โดยใช้ความลาดเอียงของเส้นตรง (Linear line) สำหรับพิจารณาค่าการสูญเสียการส่งผ่านในแต่ละความถี่ทั้งเงื่อนไขการวัดทดสอบแบบ V-V และ V-H หากความลาดเอียงของเส้นตรงมีความชันมากจะแสดงให้เห็นค่าการสูญเสียมีค่าสูง ในขณะความลาดเอียงของเส้นตรงมีความชันน้อยกว่าจะแสดงให้เห็นว่าเกิดค่าการสูญเสียต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม ค่ากำลังที่รับได้ในสภาพแวดล้อมภายในโพรงถ้ำแต่ละระยะทางนั้นอาจเกิดการแพร่หลายวิถี (Multipath fading) จากการสะท้อนของสิ่งกีดขวางภายในถ้ำจนทำให้เกิดการเสริมหรือหักล้างกันของคลื่นเกิดขึ้น

ทั้งนี้ การทดสอบการส่งผ่านของคลื่นความถี่แบบ LOS ได้กำหนดโพรงถ้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงแนวเส้นตรงมากที่สุด เพื่อพิจารณาเฉพาะการสูญเสียการส่งผ่านคลื่นความถี่ โดยโพรงถ้ำใกล้ที่เคียงแนวเส้นตรงที่ผู้วิจัยเลือกเป็นสถานที่ทำการทดสอบอยู่ในเส้นทางเดินไปสู่ถ้ำน้ำ ซึ่งมีระยะทางหลายช่วงอยู่ที่ประมาณ 30-50 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) ส่วนการวัดทดสอบพฤติกรรมการส่งผ่านคลื่นความถี่แบบ NLOS ผู้วิจัยต้องการศึกษาพฤติกรรมการแพร่คลื่นที่อาจเกิดการสะท้อน (Reflection) หรือเลี้ยวเบน (Diffraction) จึงได้กำหนดให้เลือกใช้บางตำแหน่งของโพรงถ้ำที่ผนังมีลักษณะเป็นแนวโค้งสามารถบดบังสัญญาณแนว LOS ได้ (Collin, 1985) เพื่อนำมาตั้งสมมติฐานว่าคลื่นความถี่คลื่นใดสามารถเลี้ยวเบนหรือสะท้อนบนผนังถ้ำที่มีความคดเคี้ยวได้มากน้อยอย่างไร จะสามารถสรุปได้ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่บอกว่าคลื่นความถี่นั้นสามารถใช้งานได้ดีที่สุดในถ้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติได้ บริเวณที่ส่วนโค้งของผนังถ้ำเกิดการบดบังคลื่นความถี่อย่างชัดเจนและมีระยะทางตามแนวโค้งของผนังถ้ำอย่างน้อย 20 เมตร ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4 (ข)

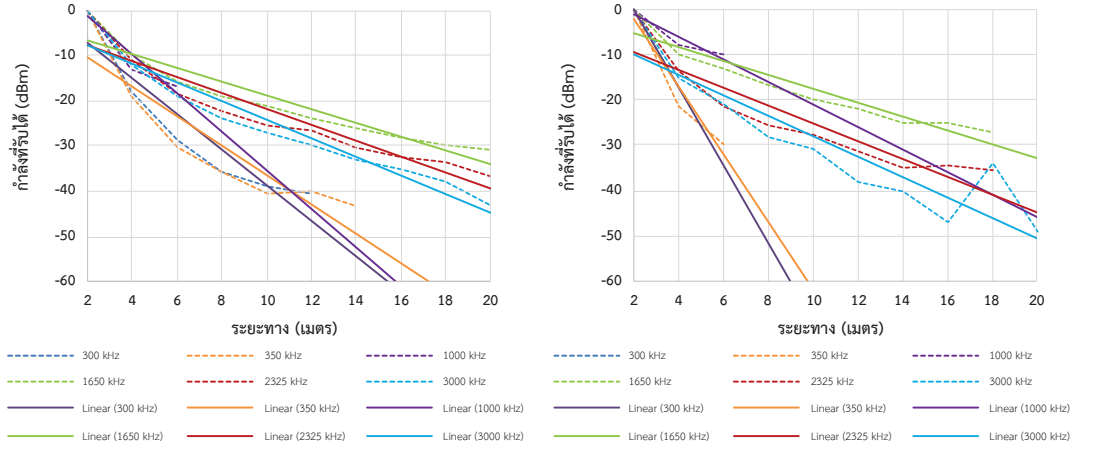
ก) LOS ข) NLOS

ภาพที่ 4 ตำแหน่งที่ใช้ทดสอบการส่งผ่านคลื่นความถี่ ณ ถ้ำเชียงดาว

5. ผลการวิจัย

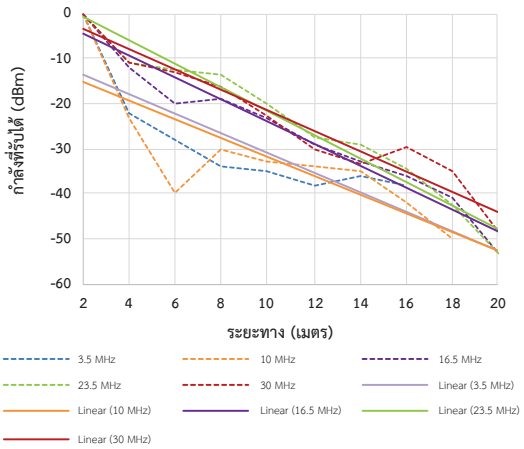
5.1 การวัดทดสอบแบบแนวสายตา (LOS)

ในหัวข้อนี้จะแสดงกราฟเปรียบเทียบค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อหนึ่งเมตร ซึ่งเป็นการพิจารณาเฉพาะการวัดทดสอบแบบแนวสายตา (LOS) ที่มีขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งทั้งภาคส่งและภาครับ (V-V) ซึ่งเป็นมาตรฐานของระบบวิทยุสื่อสารโทรคมนาคมทั่วไป และขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งที่ภาคส่งและแนวนอนที่ภาครับ (V-H) เพื่อพิจารณาว่าแต่ละคลื่นความถี่มีการเปลี่ยนขั้วคลื่นในขณะที่แพร่หรือไม่ แสดงผลดังกราฟในภาพที่ 5-9

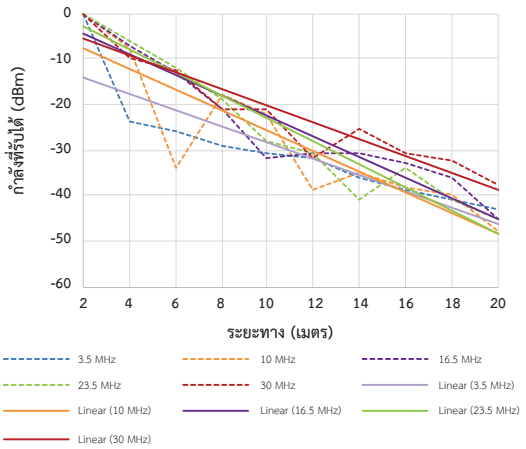


ก) V-V Polarization ข) V-H Polarization

ภาพที่ 5 ผลการทดสอบแบบแนวสายตา (LOS) ย่านความถี่ LF (Low Frequency) และ MF (Medium Frequency)

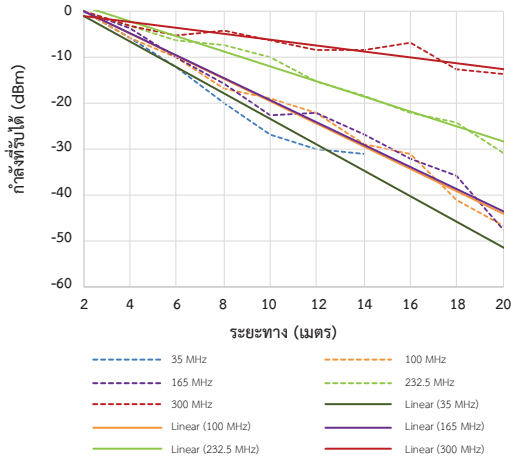


ก) V-V Polarization

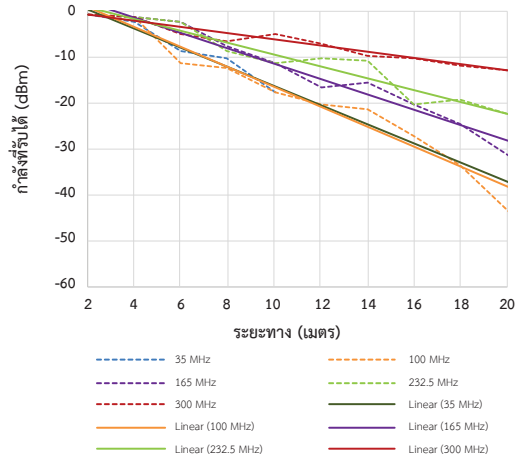


ข) V-H Polarization

ภาพที่ 6 ผลการทดสอบแบบแนวสายตา (LOS) ย่านความถี่ HF (High Frequency)

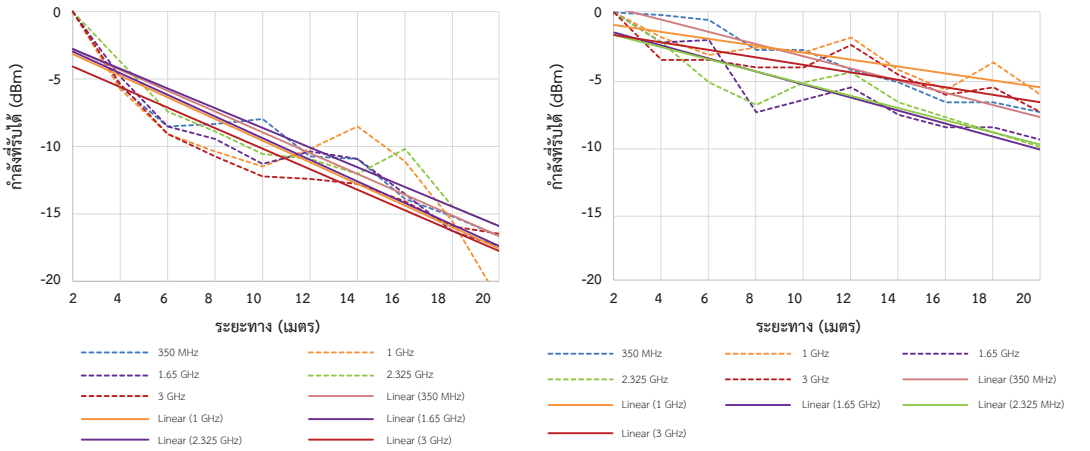


ก) V-V Polarization



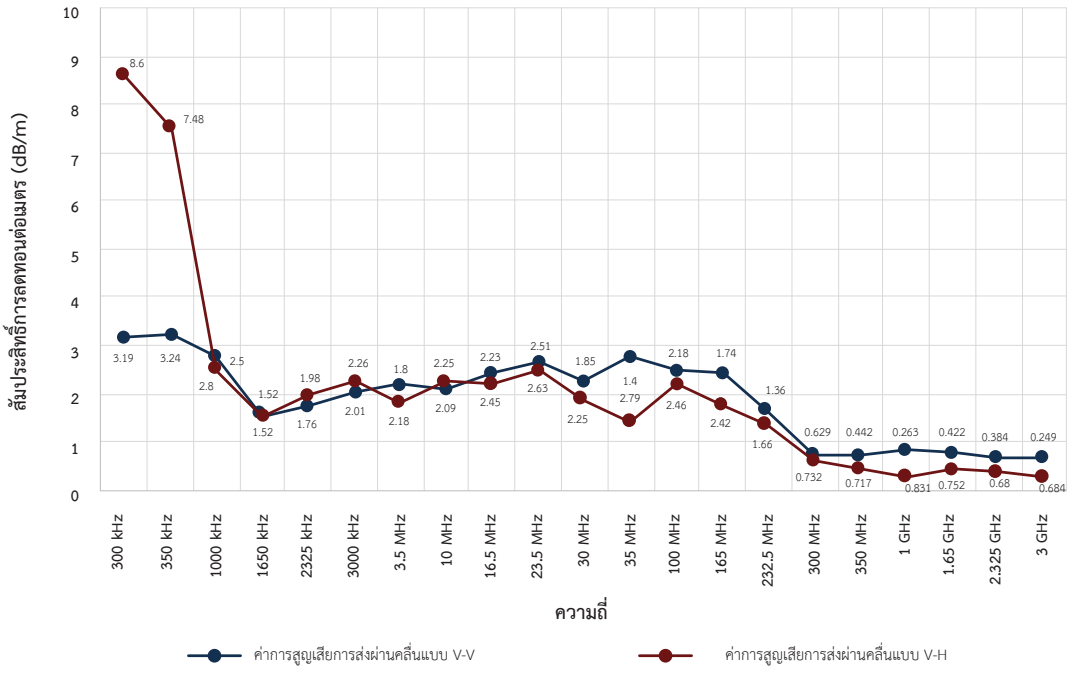
ข) V-H Polarization

ภาพที่ 7 ผลการทดสอบแบบแนวสายตา (LOS) ย่านความถี่ VHF (Very High Frequency)



ก) V-V Polarization ข) V-H Polarization

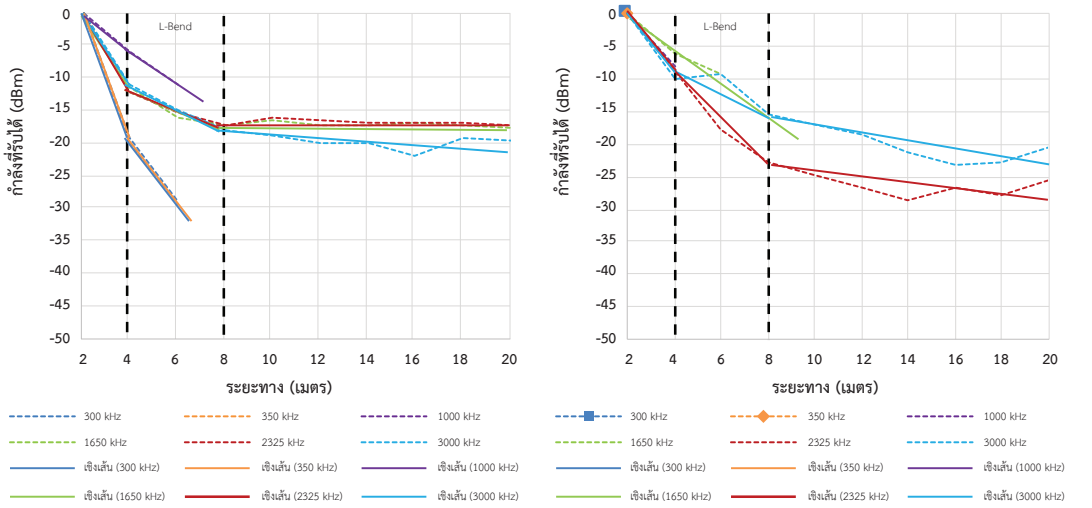
ภาพที่ 8 ผลการทดสอบแบบแนวสายตา (LOS) ย่านความถี่ UHF (Ultra High Frequency)



ภาพที่ 9 สัมประสิทธิ์การลดทอนจากการทดสอบในแนวสายตาทุกย่านความถี่

5.2 การวัดทดสอบแบบที่ไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS)

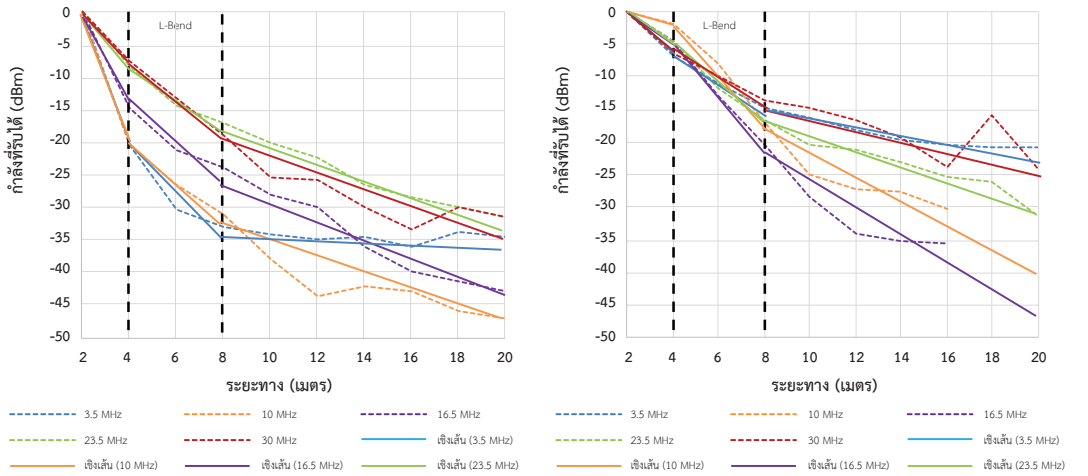
ตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าการศึกษาพฤติกรรมของคลื่นที่แพร่ในโพรงถ้ำนั้น จะต้องพิจารณาจากผลการแพร่ของคลื่นที่มีสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติภายในโพรงถ้ำเป็นอุปสรรคขวางเส้นทางการแพร่คลื่นอยู่ด้วย ดังนั้นจึงได้พิจารณาค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อระยะหนึ่งเมตรที่ระยะจากจุดติดตั้งสายอากาศภาคส่งไปตามส่วนโค้งของผนังถ้ำที่เป็นสิ่งกีดขวางจนถึงระยะที่เป็นทางตรง โดยเรียกระยะนี้ว่า L-Bend ในการทดสอบได้กระทำทั้งแบบขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งทั้งภาคส่งและภาครับ (V-V) และขั้วคลื่นเชิงเส้นแบบแนวตั้งที่ภาคส่งและแนวนอนที่ภาครับ (V-H) ซึ่งสามารถแสดงโดยกราฟในภาพที่ 10-14



ก) V-V Polarization

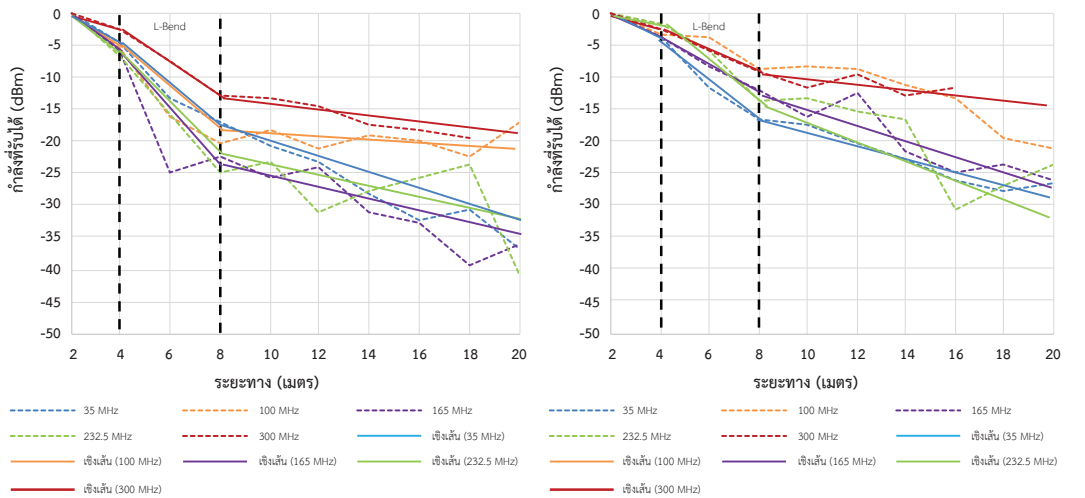
ข) V-H Polarization

ภาพที่ 10 ผลการทดสอบแบบไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS) ย่านความถี่ LF (Low Frequency) และ MF (Medium Frequency)



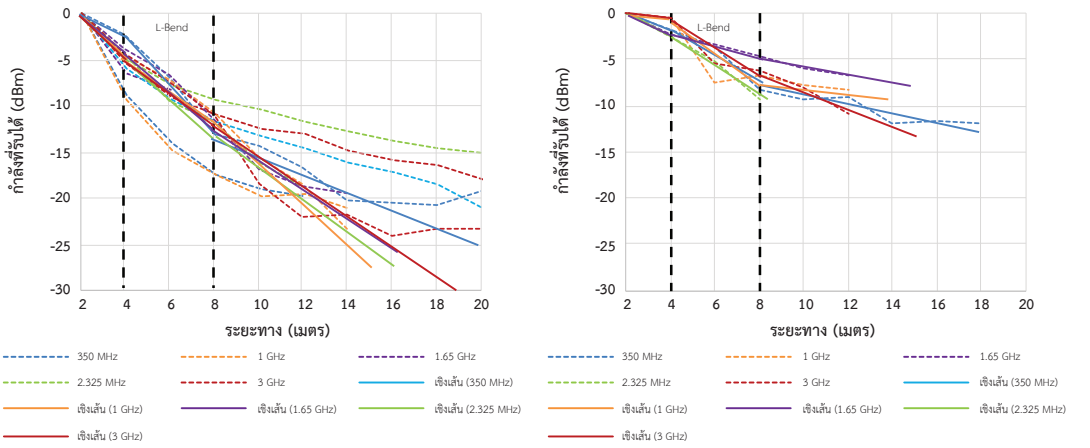
ก) V-V Polarization ข) V-H Polarization

ภาพที่ 11 ผลการทดสอบแบบไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS) ย่านความถี่ HF (High Frequency)



ก) V-V Polarization ข) V-H Polarization

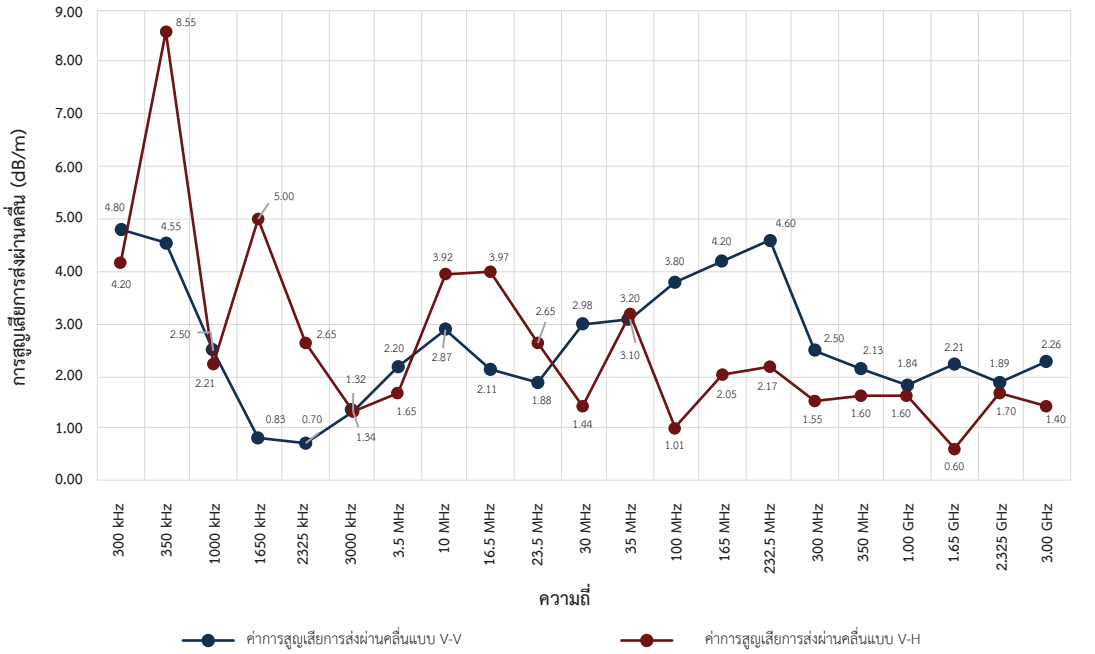
ภาพที่12 ผลการทดสอบแบบไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS) ย่านความถี่ VHF (Very High Frequency)



ก) V-V Polarization

ข) V-H Polarization

ภาพที่ 13 ผลการทดสอบแบบไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS) ย่านความถี่ UHF (Ultra High Frequency)



ภาพที่ 14 การสูญเสียการส่งผ่านคลื่นจากการทดสอบที่ไม่อยู่ในแนวสายตาทุกย่านความถี่

6. การอภิปรายผล

6.1 การวัดทดสอบแบบแนวสายตา (LOS)

จากผลการทดสอบซึ่งได้ทำการปรับช่วงเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล หรือ นอร์แมลไลซ์ (Normalized) ค่ากำลังที่รับได้ในทุกย่านความถี่ เพื่อให้สังเกตได้ถึงค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อหนึ่งเมตรได้อย่างชัดเจน โดยย่านความถี่ LF (300 kHz) และย่าน MF ต้นแถบ (350 kHz และ 1000 kHz) ที่ทำการทดสอบทั้งขั้วคลื่นแบบ V-V และ V-H จะเกิดค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อหนึ่งเมตรค่อนข้างสูง เนื่องจากสมมติฐานตามทฤษฎีการแพร่กระจายคลื่นทั่วไประบุว่าคลื่นความถี่ย่านนี้นั้นมีคุณสมบัติการแพร่เป็นแบบคลื่นดินหรือคลื่นผิวที่สามารถแพร่ลงไปในผิวดินได้ดี (ความถี่ต่ำกว่า 2000 kHz) หากส่งผ่านตัวกลางที่เป็นดินหรือหินที่มีค่าความนำไฟฟ้าและค่าความซึมซาบแม่เหล็กสอดคล้องกับความถี่และความยาวคลื่น จะเกิดการเหนี่ยวนำหรือซึมซาบเข้าไปในเนื้อตัวกลางมากกว่าที่จะแพร่คลื่นออกไปในแนวระดับสายตา จึงทำให้เกิดการสูญเสียและลดทอนสูง ส่วนที่ย่านความถี่ MF (1650 kHz, 2325 kHz และ 3000 kHz) ยังคงมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นดิน แต่เมื่อความถี่สูงขึ้นกว่า 1000 kHz จะแสดงคุณสมบัติการแพร่คลื่นบนพื้นผิวของผนังและพื้นถ้ำมากกว่าที่จะเหนี่ยวนำลงในตัวกลางที่เป็นหินปูน ทำให้สามารถวัดค่ากำลังของคลื่นได้ขณะที่สายอากาศภาครับอยู่ใกล้กับผนังและพื้นถ้ำได้ดี แต่เมื่อความถี่สูงขึ้นไปถึง 3000 kHz ซึ่งอยู่ย่านความถี่ MF ปลายแถบและ HF ต้นแถบ ซึ่งมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นเป็นแบบคลื่นฟ้ามากกว่าที่จะแพร่ไปตามพื้นผิว โดยกรณีที่มีขั้วคลื่นแบบ V-H เมื่อมีการแพร่ในโพรงถ้ำหินปูนจะเกิดค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อหนึ่งเมตรสูงกว่าค่าที่ได้การวัดทดสอบแบบ V-V มาก โดยเฉพาะที่ความถี่ 1000 kHz, 1650 MHz และ 2325 kHz พบว่ามีค่าการสูญเสียการส่งผ่านลดลง แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงขั้วคลื่นเกิดขึ้นด้วย ทำให้สายอากาศภาครับในแนวนอนสามารถรับค่ากำลังของคลื่นได้มากกว่า

ย่านความถี่ HF (3.5 MHz, 10 MHz, 16.5 MHz, 23.5 MHz และ 30 MHz) ตามทฤษฎีการแพร่กระจายคลื่นพบว่า ในย่านความถี่นี้มีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นฟ้าที่สามารถสะท้อนหรือเลี้ยวเบนในชั้นบรรยากาศหรือส่วนโค้งของผิวโลกได้ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาวัดทดสอบในโพรงถ้ำที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมตามทฤษฎีของท่อนำคลื่นหรือมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ตัด รวมทั้งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากธรรมชาติที่ควรเป็นของคลื่นความถี่นี้ ทำให้เกิดการลดทอนค่อนข้างสูง แม้ว่าเกิดการสูญเสียการส่งผ่านไม่สูงเท่ากับย่านความถี่ LF ปลายแถบหรือ MF ต้นแถบ เช่นเดียวกันทั้งขั้วคลื่นแบบ V-H และแบบ V-V ก็ตาม

ย่านความถี่ VHF (35 MHz, 100 MHz, 165 MHz, 232.5 MHz และ 300 MHz) มีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นตรง (Direct wave) หรือคลื่นในอากาศว่างโดยคลื่นต้องอยู่ในแนวระดับสายตา แต่เมื่อนำมาวัดทดสอบในโพรงถ้ำแบบ NLOS พบว่าการทดสอบขั้วคลื่นแบบ V-V ที่ความถี่ 300 MHz มีค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่ำสุด แต่สิ่งที่สังเกตได้ชัดเจนก็คือ ยิ่งความถี่ในย่าน VHF นี้มีค่าสูงขึ้นกลับมีค่าการสูญเสีย

การส่งผ่านที่ระยะทางเท่ากันลดลง เนื่องจากความยาวของคลื่นมีขนาดสั้นลงทำให้สามารถผ่านโพรงถ้ำที่มีขนาดกว้างกว่าได้ดีขึ้น เมื่อเปลี่ยนขั้วคลื่นของสายอากาศภาครับให้อยู่ในแนวนอนเพื่อรับคลื่น จะมีแนวโน้มของการสูญเสียการส่งผ่านเหมือนกับกรณีที่สายอากาศภาครับกับภาคส่งให้มีขั้วคลื่นแนวตั้งเหมือนกัน เพียงแต่มีค่าต่ำกว่าซึ่งไม่ได้หมายความว่าจะสามารถส่งและรับสัญญาณได้ไกลกว่าแบบ V-V

ในย่านความถี่ UHF (350 MHz, 1 GHz, 1.65 GHz, 2.325 GHz และ 3.0 GHz) ยังคงมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นตรงเช่นเดียวกับย่านความถี่ VHF สำหรับความถี่ในย่าน UHF เมื่อทำการทดสอบขั้วคลื่นทั้งแบบ V-V และแบบ V-H พบว่า การสูญเสียการส่งผ่านมีค่าใกล้เคียงกันและค่อนข้างต่ำ อีกทั้งยังมีค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่ำกว่าย่านความถี่ VHF ซึ่งขัดแย้งกับทฤษฎีการสูญเสียในที่ว่าง (Free-space loss) โดยมีสาเหตุมาจากคลื่นที่เดินในโพรงถ้ำที่ผนังมีค่าความนำไฟฟ้าและมีค่าความลึกผิวน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับความถี่ VHF และความถี่อื่นที่ต่ำกว่าซึ่งทำให้เปรียบเสมือนคลื่นที่แพร่ในท่อนำคลื่น อีกทั้งขนาดของโพรงถ้ำที่สามารถรองรับความยาวคลื่นของความถี่ในย่าน UHF นี้ได้ นอกจากนี้จะเห็นว่าค่าการสูญเสียการส่งผ่านมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงบ้าง เนื่องจากเมื่อคลื่นดังกล่าวแพร่ไปกระทบกับสิ่งกีดขวางในถ้ำซึ่งมีความเป็นตัวนำทางไฟฟ้า จึงเกิดการสะท้อนไปยังจุดที่ติดตั้งสายอากาศภาครับและทำให้เกิดการเสริมหรือหักล้างเฟสของคลื่น (Phase angle) ได้

6.2 การวัดทดสอบแบบที่ไม่อยู่ในแนวสายตา (NLOS)

การทดสอบแบบ NLOS จะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็น LOS และส่วนที่เป็น NLOS (L-Bend) ซึ่งเป็นทางโค้งคล้ายรูปตัวแอล (L) ที่จะบดบังคลื่นในแนวระดับสายตา จากบริเวณที่ทดสอบจะมีระยะ L-Bend ตั้งแต่ 4 เมตร ถึง 8 เมตร ซึ่งในระยะนี้จะสามารถสังเกตถึงความสามารถในการสะท้อนหรือเลี้ยวเบนของคลื่นในแต่ละความถี่ได้ โดยย่านความถี่ LF (300 kHz) และย่าน MF ต้นแถบ (350 kHz และ 1000 kHz) ในการทดสอบขั้วคลื่นแบบ V-V เกิดค่าการสูญเสียการส่งผ่านต่อหนึ่งเมตรสูง โดยเฉพาะที่ความถี่ 300 kHz และ 350 kHz อย่างไรก็ตาม เมื่อความถี่สูงขึ้นถึง 1000 kHz ค่าการสูญเสียการส่งผ่านในระยะ L-Bend จะมีค่าลดลง ทั้งนี้มีปัจจัยจากที่ความถี่ 1000 MHz การแพร่คลื่นจะเริ่มเปลี่ยนจากการซึมซาบลงเนื้อหินของผนังถ้ำเป็นการแพร่คลื่นบนพื้นผิวผนังถ้ำมากกว่า ทำให้สายอากาศภาครับซึ่งวางขนานและใกล้กับแนวผนังถ้ำสามารถรับค่ากำลังที่แพร่ออกมาจากพื้นผิวของผนังถ้ำได้ดียิ่งขึ้น ส่วนของการทดสอบขั้วคลื่นแบบ V-H ที่ย่านความถี่ LF (300 kHz) พบว่า ค่าการสูญเสียการส่งผ่านมีค่าแตกต่างจากกรณีการวัดทดสอบแบบ V-V เพียงเล็กน้อย แต่ค่าการลดทอนตลอดระยะของ L-Bend มีค่าสูงกว่าแบบ V-V ถึง 49.4 dB (เดซิเบล: Decibel) ซึ่งแสดงว่าคลื่นความถี่ 300 kHz เมื่อเหนี่ยวนำเข้าไปในเนื้อหินปูนจะไม่มีการเปลี่ยนขั้วคลื่น ขณะที่ย่าน MF ต้นแถบ (350 kHz) มีค่าการสูญเสียการส่งผ่านสูงที่สุดและสูงกว่าการวัดทดสอบแบบ V-V ประมาณ 4 dB แสดงว่านอกจากมีการแพร่บนผิวแล้วยังมีการเปลี่ยนแปลงขั้วคลื่นตามรูปร่างของผนังถ้ำด้วย ที่ย่านความถี่ MF (1650 kHz, 2325 kHz และ 3000 kHz) ทั้งการทดสอบขั้วคลื่นแบบ V-V และแบบ V-H ยังคงมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นดิน และเช่นเดียวกันเมื่อความถี่สูงขึ้นกว่า 1000 kHz จะแสดงคุณสมบัติการแพร่คลื่นบนพื้นผิว

ของผนังและพื้นถ้ำมากกว่าที่จะเหนี่ยวนำลงในตัวกลางที่กีดขวาง ทำให้สามารถวัดค่ากำลังของคลื่นได้ขณะที่สายอากาศภาครับอยู่ใกล้กับผนังและพื้นถ้ำได้ดีขึ้น แต่เมื่อความถี่สูงขึ้นไปถึง 3000 kHz ซึ่งอยู่ย่านความถี่ MF ปลายแถบและ HF ต้นแถบ คุณสมบัติการแพร่คลื่นจะเปลี่ยนไปเป็นแบบคลื่นฟ้ามากกว่าที่จะแพร่ไปตามพื้นผิวทำให้ค่าการสูญเสียการส่งผ่านเริ่มยกระดับขึ้น

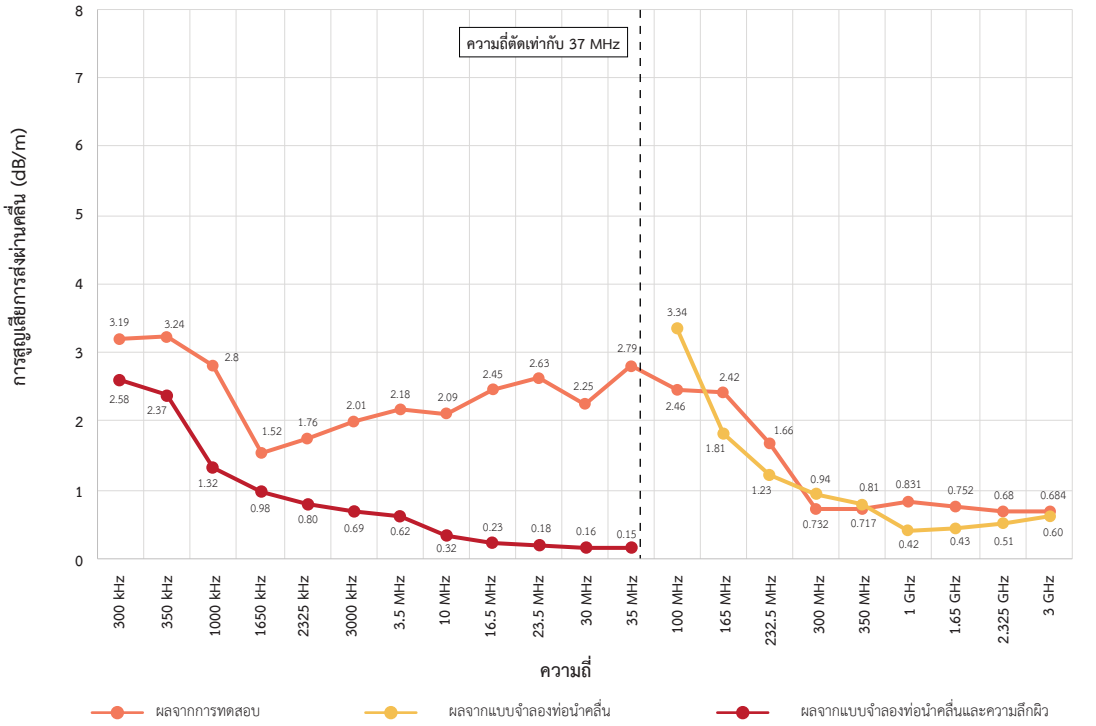
ย่านความถี่ HF (3.5 MHz, 10 MHz, 16.5 MHz, 23.5 MHz และ 30 MHz) แม้จะมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นฟ้า แต่เมื่อนำมาวัดทดสอบในโพรงถ้ำซึ่งมีสภาพแวดล้อมเป็นแบบ NLOS ทั้งการทดสอบขั้วคลื่นแบบ V-V และแบบ V-H จะเกิดการสะท้อนและเลี้ยวเบนบนผนังถ้ำที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอในลักษณะของการกระเจิง (Scattering) แบบไร้ทิศทางมากกว่า อย่างไรก็ตาม เนื่องจากภายในโพรงถ้ำมีสภาพแวดล้อมของสิ่งกีดขวางที่แตกต่างกันตลอดความยาวของโพรงถ้ำ การพิจารณาบริเวณ L-Bend ตำแหน่งเดียวอาจจะใช้ไม่ได้กับบริเวณอื่น ๆ จึงเป็นเรื่องยากที่จะใช้การส่งรับคลื่นในระยะไกลภายในโพรงถ้ำอย่างหวังผล

ย่านความถี่ VHF (35 MHz, 100 MHz, 165 MHz, 232.5 MHz และ 300 MHz) ซึ่งมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นตรงหรือคลื่นในอากาศว่าง เมื่อนำมาวัดทดสอบแบบ NLOS ซึ่งมีสิ่งกีดขวางเป็นผนังถ้ำและก้อนหินขนาดใหญ่ จากการทดสอบพบว่าค่าการสูญเสียการส่งผ่านแบบ V-H จะต่ำกว่ากรณีที่วัดทดสอบแบบ V-V เกือบทุกความถี่ แต่ยกเว้นที่ความถี่ 165 MHz จะมีค่าสูญเสียสูงกว่าแบบ V-V ประมาณ 0.24 dB (ถือว่าใกล้เคียง) แสดงให้เห็นว่า ผนังของถ้ำหินปูนอาจจะสามารถเปลี่ยนแปลงขั้วคลื่นของคลื่นย่านความถี่ VHF ได้ง่าย ทำให้สายอากาศภาครับรับค่ากำลังของคลื่นที่มีขั้วคลื่นแนวนอนได้สูงกว่าในแนวตั้ง

ย่านความถี่ UHF (350 MHz, 1 GHz, 1.65 GHz, 2.325 GHz และ 3.0 GHz) ยังคงมีคุณสมบัติการแพร่คลื่นแบบคลื่นตรงหรือคลื่นในอากาศว่างเช่นเดียวกับย่านความถี่ VHF ซึ่งสามารถแพร่คลื่นแบบ LOS ได้ดีกว่าแบบ NLOS เมื่อทำการทดสอบพบว่ามีค่าการสูญเสียการส่งผ่านในระยะของ L-Bend สูงกว่ากรณีของ LOS โดยมีค่าใกล้เคียงทุกความถี่ เนื่องจากความถี่ทั้งในย่าน VHF และย่าน UHF ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นกว่าความถี่อื่น เมื่อทำการทดสอบในแบบ NLOS จึงเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นผ่านช่วง L-bend ได้น้อย ส่งผลให้เกิดการลดทอนสูงซึ่งถือเป็นหนึ่งในข้อจำกัดของช่วงความถี่สูงเมื่อคลื่นเดินทางผ่านเส้นทางคดเคี้ยวภายในถ้ำ ดังนั้น หากต้องการรับส่งคลื่นภายในถ้ำระยะไกลก็จะพบกับอุปสรรคจากความคดเคี้ยวและหินที่เป็นสิ่งกีดขวางการแพร่คลื่นทันที ทำให้ค่าระดับกำลังที่รับได้โดยสายอากาศภาครับที่จุดสุดท้ายของ L-Bend มีค่าต่ำเกินไป จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในระบบสื่อสารระยะไกลภายในโพรงถ้ำ

6.3 การศึกษาแบบจำลองภายในถ้ำ

จากการศึกษาธรรมชาติการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำ ถัดมาจึงได้ทำการศึกษาถึงแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นภายในถ้ำที่มีทั้งลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน เช่น ขนาด รูปร่าง และเส้นทางที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งรวมไปถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของถ้ำ เช่น ค่าความนำทางไฟฟ้าและค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าของถ้ำหิน เพื่อพิจารณาถึงแบบจำลองของค่าการสูญเสียการส่งผ่านคลื่นในขณะที่คลื่นแต่ละความถี่เดินทางผ่านโพรงถ้ำที่มีคุณสมบัติคล้ายท่อนำคลื่น ตามที่ในงานวิจัยของ Bedford and Kennedy (2014) Deryck (1978) Emslie et al. (1975) และ Rak and Pechac (2007) ได้นำเสนอแบบจำลองของการลดทอนในลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดภายในโพรงถ้ำที่ได้กล่าวไปข้างต้น แต่การใช้แบบจำลองที่กล่าวมานั้นมีข้อจำกัดในส่วนของคลื่นความถี่ที่เดินทางในโพรงถ้ำ ซึ่งแบบจำลองนี้เหมาะสำหรับการพิจารณาความถี่ที่มีความยาวคลื่นรองรับขนาดของโพรงถ้ำ โดยในโพรงถ้ำที่ทดสอบนั้นมีขนาดความกว้างเท่ากับ 7 เมตร และความสูงเท่ากับ 5 เมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับแบบจำลองของท่อนำคลื่นตามสมการที่ 3 จะสามารถคำนวณค่าความถี่ตัดได้เท่ากับ 37 MHz อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ว่า คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัด สามารถแพร่เข้าไปในโพรงถ้ำที่ผนังถ้ำมีความนำทางไฟฟ้าได้ โดยผนังของโพรงถ้ำจะแสดงคุณสมบัติเป็นไดอิเล็กทริกมากขึ้น ทำให้คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัด สามารถเดินทางผ่านเข้าไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงแบบจำลองการแพร่คลื่นตามข้อมูลลักษณะของโพรงถ้ำเชียงดาว โดยเฉพาะแบบจำลองการแพร่คลื่นความถี่ต่ำที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่ตัดซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นดินหรือคลื่นผิว โดยนำค่าความลึกผิวที่ทำให้คลื่นความถี่สามารถแพร่เข้าไปในเนื้อของผนังถ้ำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งส่งผลให้เสมือนว่าโพรงถ้ำนั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น



ภาพที่ 15 การสูญเสียการส่งผ่านจากแบบจำลองและจากการทดสอบในแนวสายตาทุกย่านความถี่

จากการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนที่ได้จากแบบจำลองและจากการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 15 พบว่าคลื่นความถี่สูงกว่าความถี่ตัดที่ 37 MHz นั้นสามารถใช้แบบจำลองการลดทอนดังในสมการที่ 4 ถึงสมการที่ 8 ได้โดยผลที่ได้จากแบบจำลองท่อนำคลื่นที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ตัด ให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลการทดสอบ แต่หากใช้แบบจำลองเดียวกันนี้กับความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัด ผลที่ได้จะยิ่งมีค่าเข้าใกล้อนันต์ ซึ่งตรงข้ามกับผลที่ได้จากการทดสอบที่สามารถรับส่งคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัดได้ ดังนั้น จึงได้เสนอแนวคิดถึงการนำค่าความลึกผิวในแต่ละความถี่มาร่วมพิจารณาในส่วนของขนาดความกว้างและความสูงของโพรงถ้ำด้วย โดยคลื่นที่แพร่ซึมลึกลงในผนังถ้ำจะเปรียบเสมือนโพรงถ้ำนั้นมีขนาดกว้างขึ้นจนสามารถรองรับคลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าความถี่ตัดได้ ซึ่งแสดงให้เห็นผลลัพธ์ของแบบจำลองท่อนำคลื่นที่มีการนำค่าความลึกผิวมาพิจารณาร่วมมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบ ในส่วนของแบบจำลองที่ความถี่สูงพบว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการลดทอนมาจากสิ่งกีดขวางภายในถ้ำ ความลาดเอียงและความขรุขระของผนังถ้ำ มากกว่าการลดทอนที่เกิดจากขนาดโพรงถ้ำ หากนำความลึกผิวมาพิจารณาร่วมในกรณีความถี่สูงจะให้การลดทอนที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริงมาก

7. บทสรุป

บทความนี้นำเสนอการศึกษาการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในถ้ำที่ทดสอบ ณ ถ้ำเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยเป็นถ้ำหินปูน ซึ่งสามารถพบได้มากที่สุดในประเทศไทยและเป็นถ้ำชนิดเดียวกันกับอุทยานแห่งชาติถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน ที่เกิดเหตุการณ์ปฏิบัติการค้นหาและกู้ภัยถ้ำหลวงในปี พ.ศ. 2561 โดยได้ทดสอบการส่งผ่านคลื่นความถี่ที่ครอบคลุมตั้งแต่ย่านความถี่ตั้งแต่ LF ไปจนถึงย่านความถี่ UHF ทั้งในแนวระดับสายตาเพื่อเน้นศึกษาถึงธรรมชาติของคลื่นที่แพร่ภายในโพรงถ้ำที่เป็นผนังกึ่งตัวนำไฟฟ้าและการทดสอบแนวที่ไม่อยู่ในระดับสายตาเพื่อศึกษาถึงการสะท้อน เลี้ยวเบน และความสามารถในการเดินทางผ่านเส้นทางคดเคี้ยวของคลื่น โดยเน้นการพิจารณาค่าการสูญเสียในเส้นทางการแพร่กระจายคลื่นเพื่อวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมของคลื่นที่เดินทางภายในถ้ำตามธรรมชาติ จากผลการทดสอบพบว่าพฤติกรรมของคลื่นความถี่ในแต่ละย่านนั้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน รวมถึงความเหมาะสมต่อการใช้งานด้วยลักษณะที่ต่างกัน โดยย่านความถี่ต่ำตั้งแต่ย่าน MF ลงไป ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นดินและคลื่นผิว จะเหมาะสำหรับการสื่อสารด้วยระบบสื่อสารลงดิน (Through-the-earth communication) มากกว่าการแพร่คลื่นความถี่ต่ำผ่านโพรงอากาศของถ้ำที่มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นโดยตรง เนื่องจากทำให้เกิดการลดทอนสูง อีกทั้งโครงสร้างของสายอากาศย่านความถี่ต่ำที่มีขนาดใหญ่จะเป็นปัญหาด้านการใช้งาน จึงไม่เหมาะสำหรับการแพร่คลื่นผ่านอากาศว่างภายโพรงถ้ำ ในขณะที่ย่านความถี่สูงตั้งแต่ย่านความถี่ HF ขึ้นไป ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นคลื่นตรงอาจเหมาะสำหรับการแพร่ผ่านอากาศภายในโพรงถ้ำมากกว่าย่านความถี่ที่ต่ำกว่าย่าน MF อย่างไรก็ตาม ธรรมชาติของย่านความถี่สูงที่มีการลดทอนภายในอากาศว่างที่สูงขึ้นตามความถี่ และเมื่อแพร่คลื่นไปในโพรงถ้ำที่มีเส้นทางคดเคี้ยวจะทำให้คลื่นในย่านความถี่สูงเกิดการลดทอนมากขึ้น ดังนั้น ระบบสื่อสารจึงอาศัยตัวทวนสัญญาณ (Repeater) ระหว่างเส้นทางคดเคี้ยวเพื่อช่วยทวนสัญญาณคลื่นความถี่สูงที่สูญเสียระหว่างเส้นทางโค้งหรือสิ่งกีดขวางภายในถ้ำซึ่งเหมาะสำหรับย่านความถี่สูงโดยเฉพาะย่าน UHF โดยจากผลการศึกษาและการทดสอบที่ได้นำเสนอจะเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาเลือกใช้ความถี่ให้เหมาะสมกับการแพร่กระจายคลื่นในโพรงถ้ำทั้งในแนวระดับสายตาและในแนวที่ไม่อยู่ในระดับสายตา อีกทั้งจากการศึกษาธรรมชาติการแพร่กระจายคลื่นความถี่ภายในโพรงถ้ำที่ผ่านมาจะเห็นถึงธรรมชาติของคลื่นในแต่ละย่านความถี่ที่มีกลไกการแพร่กระจายคลื่นตอบสนองต่อขนาดของโพรงถ้ำแตกต่างกัน ทำให้สามารถวิเคราะห์และพัฒนาแบบจำลองการแพร่กระจายคลื่นภายในถ้ำ ทั้งในย่านความถี่ต่ำและความถี่สูง ที่จะนำไปวิเคราะห์ถึงการแพร่กระจายคลื่นของโพรงถ้ำที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันในแต่ละช่วงและรวมไปถึงถ้ำหรืออุโมงค์ชนิดอื่น ๆ ที่ผนังมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน โดยจะเป็นการลดเวลาในการทดสอบสำหรับถ้ำหรืออุโมงค์แห่งอื่น ๆ และยังสามารถนำองค์ความรู้เรื่องธรรมชาติการแพร่กระจายคลื่นภายในถ้ำไปใช้ในการออกแบบระบบสื่อสารได้อีกด้วย

8. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาถึงธรรมชาติของคลื่นที่เดินทางภายในโพรงถ้ำชนิดถ้ำหินปูน ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในประเทศไทย แต่ถ้ำหินปูนเป็นเพียงตัวอย่างถ้ำชนิดหนึ่งเท่านั้น ในอนาคตหากศึกษาถึงธรรมชาติของคลื่นที่เดินทางภายในโพรงถ้ำชนิดอื่น ๆ ด้วยแล้ว จะสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปคิดค้น ต่อยอด และพัฒนาระบบสื่อสารที่ใช้งานภายในถ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากการได้รับทุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ในโครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาแนวทางการใช้คลื่นความถี่สำหรับระบบสื่อสารรวมทั้งการสร้างแบบจำลองและระบุตำแหน่งในถ้ำ รหัสโครงการวิจัย BT62-1-(2)/004

รายการเอกสารอ้างอิง

Bedford, M. (2001). *Introducing the Heyphone.* Caves & Caving 91, pp. 15-17.

Bedford, M. D., & Kennedy, G. A. (2014). Modeling microwave propagation in natural caves passages. *IEEE Transactions on antennas and propagation, 62*(12), 6463-6471.

Collin, R. E. (1985). *Antennas and radiowave propagation.* McGraw-Hill College.

Daniels, D. J. (2004). *Ground Penetrating Radar.* 2nd Edition, IEE Radar, Sonar and Navigation Series 15 (Ed.). The Institution of Electrical Engineers.

Deryck, L. (1978). Natural propagation of electromagnetic waves in tunnels. *IEEE Transactions on Vehicular Technology, 27*(3), 145-150.

Emslie, A., Lagace, R., & Strong, P. (1975). Theory of the propagation of UHF radio waves in coal mine tunnels. *IEEE Transactions on antennas and propagation, 23*(2), 192-205.

Gibson, A. D. W. (2014). *How Earth-Current Antennas Really Work.* (n.p.).

Glover, P. (2015). Geophysical properties of the near surface Earth: Electrical properties. *Treatise on Geophysics, 11,* 89-137.

Jones, G., & Holderied, M. W. (2007). Bat echolocation calls: adaptation and convergent evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 274*(1612), 905-912.

Kjeldsen, E., & Hopkins, M. (2006, October). An experimental look at RF propagation in narrow tunnels. *In MILCOM 2006-2006 IEEE Military Communications conference* (pp. 1-7). IEEE.

Lee, J., & Bertoni, H. L. (2003). Coupling at cross, T, and L junctions in tunnels and urban street canyons. *IEEE transactions on Antennas and Propagation, 51*(5), 926-935.

Moss, C. F. (2018). *Auditory mechanisms of echolocation in bats.* Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience.

Rak, M., & Pechac, P. (2007). UHF propagation in caves and subterranean galleries. *IEEE Transactions on antennas and propagation, 55*(4), 1134-1138.

Siwiak, K. (2007). *Radiowave propagation and antennas for personal communications.* Artech House.

Soo, Q. P., Lim, S. Y., Lim, D. W. G., Yap, K. M., & Lau, S. L. (2018). Propagation measurement of a natural cave-turned-wine-cellar. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 17*(5), 743-746.

ปัจจัยด้านตัวเลขต่อผลการประมูลเลขหมายโทรศัพท์สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย: กรณีศึกษาของประเทศไทย

NUMERIC FACTORS AFFECTING THE PREMIUM MOBILE NUMBERS' AUCTION RESULT: THAILAND CASE STUDY

ปรเมธ บุญมี

Poramate Boonmee

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand

Corresponding E-mail: poramate.b@nbtc.go.th

Received Date August 15, 2022
Revised Date October 24, 2022
Accepted Date October 31, 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านตัวเลขที่มีอิทธิพลในการกำหนดความน่าจะเป็นของเลขหมายสวยที่นำออกประมูล และพัฒนาเป็นแบบจำลองผ่านแบบจำลองโลจิต โดยใช้วิธีการศึกษาเชิงทดลองจากข้อมูลการประมูลเลขหมายสวยของสำนักงาน กสทช. ครั้งที่ 2/2562 พบว่า ปัจจัยด้านรูปแบบของเลขหมายและปัจจัยด้านเลขมงคล (ยกเว้นตัวแปรผลรวมมงคล) มีอิทธิพลต่อการอธิบายความน่าจะเป็นของการประมูลเลขหมายสวยอย่างมีนัยสำคัญ โดยเลขหมายที่มีตัวเลขเหมือนติดกันจำนวน 4 ตัว และเลขหมายที่รูปแบบของตัวเลขสมมาตรมีความน่าจะเป็นที่จะได้รับการประมูลมากที่สุดที่ระดับร้อยละ 19.03 และ 14.20 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้ทำการวิจัยยังได้พิจารณากำหนดจุดตัดที่เหมาะสมในการวัดประสิทธิภาพการทำนายอย่างถูกต้องของแบบจำลองตามระเบียบวิธี Youden's index ผลการศึกษาชี้ว่า จุดตัดที่เหมาะสมในการวัดประสิทธิภาพอยู่ที่ระดับ 0.60 สามารถอธิบายความถูกต้องของผลการทำนายได้สูงถึงร้อยละ 82.39 อนึ่ง การศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่สำนักงาน กสทช. ในการนำผลการศึกษาไปปรับใช้เพื่อเสริมสร้างการจัดการและบริหารการประมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจัดลำดับรูปแบบการประมูลตามแนวโน้มของผลการประมูล รวมถึงการพิจารณาจัดทำหลักเกณฑ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับเลขหมายที่มีความหมายเป็นมงคลเพิ่มเติม เพื่อสะท้อนถึงเจตนารมณ์ของการจัดสรรเลขหมาย

คำสำคัญ: เลขหมายสวย สำนักงาน กสทช. แบบจำลองโลจิต จุดตัดที่เหมาะสม

Abstract

This article aimed to study the numeric factors influencing the premium mobile numbers' auction result, and to develop a model by using the Logit model. This study was an experimental research from the auction data of office of the NBTC (Auction No. 2/2562). The study found that the format of premium numbers and auspicious numbers (excluding the auspicious sum variable) could significantly influence the auction probability. The results pointed out that premium numbers with 4 identical consecutive numbers and symmetrical numbers (mirror) were likely to have the highest chance of being auctioned - at 19.03% and 14.20% respectively. In addition, the author also determined the optimal cut-off point for measuring the correctness of derived model based on Youden's index. The result showed that the optimal cut-point was at 0.60 with the accuracy rate of prediction as high as 82.39%. This study could enhance Office of the NBTC's efficiency in auction managing and administering by setting an auction order in accordance with the trend of the result. Additional criteria on auspicious numbers should also be issued to reflect the intention of the premium number allocation.

Keywords: Premium number, Office of the NBTC, Logit model, Optimal cut-off point

1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการพัฒนาโครงสร้างทางด้านกิจการโทรคมนาคมอย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐาน (ท่อ เสา และสาย) และด้านการพัฒนาเครือข่ายตามเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการเปลี่ยนผ่านของเทคโนโลยียุค 2G สู่การให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G 4G และ 5G จนในปัจจุบัน ปฏิเสธไม่ได้เลยว่า ปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยสนับสนุนสำคัญที่กระตุ้นให้เกิดการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างแพร่หลายในประเทศไทย จากสถิติดัชนีชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน 4.0 (The Global Competitiveness Index, GCI, 4.0) ของสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum: WEF) ที่ผ่านมา พบว่า ประเทศไทยมีความสามารถในการแข่งขันที่ดีขึ้นโดยมีเหตุมาจากแนวโน้มการเปิดรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มากขึ้น นอกจากนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวยังระบุอีกว่า ประเทศไทยมีสัดส่วนจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สูงเป็นอันดับต้นของโลก (อันดับสูงสุดลำดับที่ 5 จากทั้งหมด 141 ประเทศ) (World Economic Forum & Harvard University, 2019)

ตารางที่ 1 ความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย ด้านการเปิดรับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

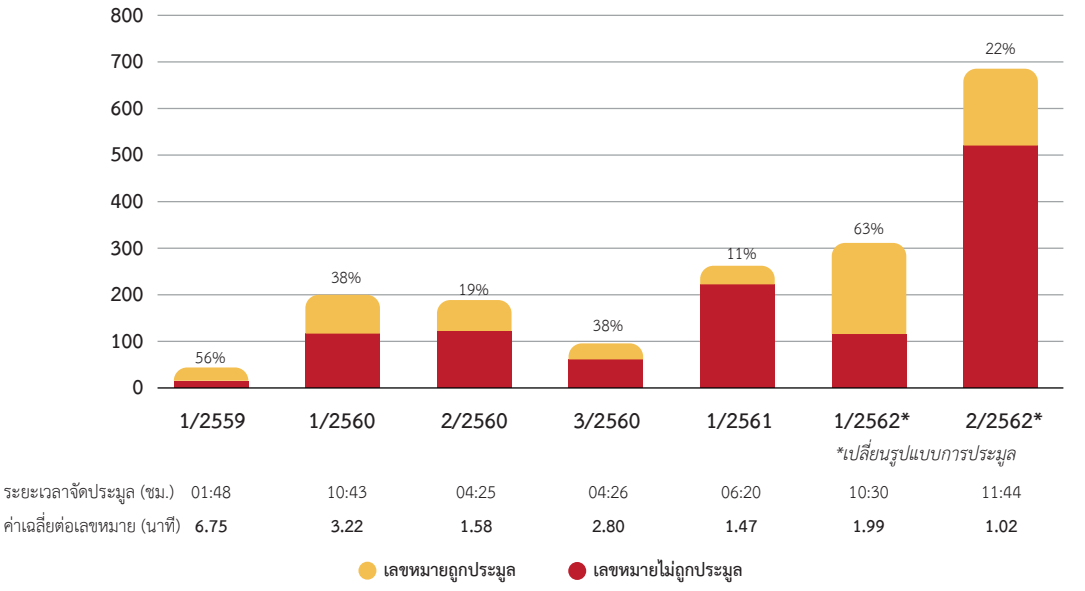
Thailand				40th/141
Index component	Value	Score*	Rank/141	Best performer
3rd pillar: ICT adoption 0 - 100	**-**	**60.1 ↑**	**62**	**Korea, Rep.**
3.01 Mobile-cellular telephone subscriptions (per 100 pop.)	180.2	100.0 =	5	Multiple (63)
3.02 Mobile-broadband subscriptions (per 100 pop.)	104.7	N/Appl.	26	United Arab Emirates
3.03 Fixed-broadband internet subscriptions (per 100 pop.)	13.2	26.5 ↑	66	Switzerland
3.04 Fibre internet subscriptions (per 100 pop.)	2.4	N/Appl.	51	Korea, Rep.
3.05 Internet users (% of adult population)	56.8	56.8 ↑	90	Qatar

ที่มา: World Economic Forum and Harvard University (2019)

จากประกาศสำนักทะเบียนกลาง เรื่อง จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักรตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2564 ประเทศไทยมีประชากรทั่วประเทศทั้งสิ้น 66,171,439 คน ขณะที่จำนวนเลขหมายที่ถูกจัดสรรตามฐานข้อมูลของสำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) อยู่ที่จำนวน 140,207,091 เลขหมาย จากข้อมูลดังกล่าวจึงอนุมานได้ว่า ประชากรไทยถือเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า 1 เลขหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.12 เลขหมายต่อคน สอดคล้องกับข้อมูลทางเทคนิคของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันที่สามารถรองรับการใช้งานในระบบซิมคู่ (Dual-sim) ทำให้ผู้ใช้งานสามารถถือเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า 1 เลขหมายได้สะดวกมากยิ่งขึ้น (ประกาศสำนักทะเบียนกลาง เรื่อง จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักรตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2564, 2565; สำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม, 2564)

โดยทั่วไปประชาชนสามารถเข้าถึงการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อย่างง่ายดาย โดยสามารถเลือกเปิดเลขหมายกับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และสามารถเลือกเลขหมายที่สนใจได้ตามที่ผู้ให้บริการจัดหาให้ อย่างไรก็ตาม เลขหมายโทรศัพท์มีลักษณะเฉพาะตัวไม่สามารถทดแทนกันได้ ในบางกรณีจึงอาจพบว่า เลขหมายบางเลขมีความต้องการที่สูงกว่าเลขหมายอื่น ๆ จึงเกิดเป็นธุรกิจซื้อขายเลขหมายขึ้น โดยที่ผู้ขายสามารถค้ากำไรจากทรัพยากรของรัฐได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำ เนื่องจากเลขหมายที่วนอยู่ในระบบอุตสาหกรรมล้วนเป็นเลขหมายที่ได้รับการจัดสรรจากสำนักงาน กสทช. และมีอัตราค่าธรรมเนียมเลขหมายเพียง 1.5 บาท/เดือนเท่านั้น ทั้งนี้ ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายดังกล่าว (ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรและบริหารเลขหมายโทรคมนาคม, 2563)

เพื่อให้การเข้าถึงการใช้งานเลขหมายเป็นไปอย่างเท่าเทียมและเป็นธรรม สำนักงาน กสทช. เป็นองค์กรหลักที่มีอำนาจหน้าที่ในการจัดสรรเลขหมาย จึงต้องคำนึงถึงหลักของประโยชน์สาธารณะและความคุ้มค่าของการใช้งาน สำนักงาน กสทช. จึงได้ทำการศึกษาถึงกลุ่มเลขหมายที่มีความต้องการสูง ได้แก่ กลุ่มเลขหมายที่มีลักษณะโดดเด่น สวยงาม อาทิ เลขหมายที่มีตัวเลขเหมือนกัน 6, 7, 8, หรือ 9 ตัว เลขหมายที่มีลักษณะเป็นเลขเบอร์ตอง เป็นต้น และได้จัดให้มีการประมูลเลขหมายสวยขึ้นตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย พ.ศ. 2558 และที่แก้ไขเพิ่มเติม โดยที่ผ่านมา สำนักงาน กสทช. ได้มีการจัดประมูลเลขหมายสวยไปแล้วถึง 7 ครั้ง สามารถสร้างเม็ดเงินให้แก่รัฐได้สูงถึง 321 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม จากสถิติผลการประมูลที่ผ่านมา สำนักงาน กสทช. ได้นำเลขหมายสวยออกประมูลทั้งสิ้น 15 รูปแบบ มีเลขหมายที่ถูกประมูลไปเพียง 533 เลขหมาย จากทั้งหมด 1,741 เลขหมาย คิดเป็นร้อยละ 30.61 โดยในการประมูลแต่ละครั้งมีสัดส่วนเลขหมายที่ถูกประมูลไปต่ำกว่าร้อยละ 40 ทั้งสิ้น ยกเว้นการประมูลเลขหมายสวยครั้งที่ 1/2559 และ 1/2562 ที่มีสัดส่วนเลขหมายที่ถูกประมูลสูงถึงร้อยละ 56 และ 63 ตามลำดับ สอดคล้องกับระยะเวลาการประมูลที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อสัดส่วนเลขหมายที่ถูกประมูล กล่าวคือ หากมีเลขหมายที่ถูกประมูลมาก ก็จะทำให้ระยะเวลาในการประมูลเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากมีการแข่งขันราคาเกิดขึ้น (สำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม, 2562)



ภาพที่ 1 สถิติการประมูลเลขหมายสวย

โดยจะเห็นได้ว่า กรณีการประมูลเลขหมายสวยครั้งที่ 1/2561 ใช้ระยะเวลาการประมูลรวมทั้งสิ้น 6 ชั่วโมง 20 นาที ขณะที่มีเลขหมายถูกประมูลไปเพียง 28 เลขหมายเท่านั้น หากเราอนุมานจากข้อมูลข้างต้น ระยะเวลาประมูลเฉลี่ยต่อเลขหมายอยู่ที่ประมาณ 1.47 นาทีต่อเลขหมาย หากในการประมูลดังกล่าวมีการคาดการณ์ถึงความน่าจะเป็นและกำหนดเลขหมายเฉพาะที่คาดว่าจะได้รับการประมูล สำนักงาน กสทช. จะสามารถประหยัดระยะเวลาการประมูลและสามารถจบการประมูลได้ในเวลาเพียงไม่ถึง 1 ชั่วโมงเท่านั้น

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีความพยายามในการศึกษาปัจจัยด้านตัวเลขที่มีความสามารถในการอธิบายความน่าจะเป็นของผลการประมูล และพัฒนาออกมาเป็นแบบจำลองผ่านแบบจำลองโลจิต (Logit model) ทั้งนี้ จะใช้ระเบียบวิธี Youden's index ในการทดสอบความสามารถในการทำนายผลอย่างถูกต้องของแบบจำลองร่วมกับค่าสถิติ Count R^2 ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่สำนักงาน กสทช. ในการบริหารจัดการการประมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านทรัพยากรมนุษย์ เวลา และต้นทุนการจัดการประมูล

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยด้านตัวเลขที่มีอิทธิพลในการกำหนดความน่าจะเป็นของผลการประมูลเลขหมายที่นำออกประมูลด้วยแบบจำลองโลจิต (Logit model)

2.2 เพื่อศึกษาหาจุดตัดที่เหมาะสมของแบบจำลองโลจิตสำหรับใช้อ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3. นิยามศัพท์เฉพาะ

เลขหมายสวย หมายความว่า เลขหมายโทรศัพท์สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นเลขหมาย 10 หลัก ที่มีลักษณะการจัดเรียงลำดับของตัวเลขเป็นการเฉพาะตามที่สำนักงาน กสทช. กำหนด ภายใต้หลักการหรือรูปแบบของเลขหมายที่กำหนดไว้ท้ายประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย พ.ศ. 2558 (ประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย, 2558)

4. สมมติฐานงานวิจัย

4.1 รูปแบบของเลขหมายสวยต่าง ๆ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนความน่าจะเป็นได้

4.2 ปัจจัยด้านเลขมงคล สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนความน่าจะเป็นได้

5. การทบทวนวรรณกรรม

5.1 แนวคิดเกี่ยวกับเลขหมายสวยในต่างประเทศ

จากการศึกษาของศูนย์วิจัยนโยบายและการบริหาร มหาวิทยาลัยบูรพา (2561) เกี่ยวกับการจัดสรรเลขหมายที่เป็นเลขหมายสวยในต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า มีเพียง 4 ประเทศที่มีการพิจารณาเลขหมายสวยประกอบการจัดสรรเลขหมาย ได้แก่ สาธารณรัฐสิงคโปร์ มาเลเซีย ราชอาณาจักรเดนมาร์ก และเครือรัฐออสเตรเลีย อย่างไรก็ตาม มีเพียง 2 จาก 4 ประเทศเท่านั้นที่ใช้วิธีการประมูลเลขหมายเป็นวิธีในการจัดสรรเลขหมายเฉกเช่นประเทศไทย ประกอบด้วยสาธารณรัฐสิงคโปร์และเครือรัฐออสเตรเลีย

ทั้งนี้ รูปแบบของเลขหมายสวยที่กำหนดขึ้นในแต่ละประเทศมีความคล้ายคลึงกับของประเทศไทย กล่าวคือ มีรูปแบบของตัวเลขเหมือนกันติดกันหลายจำนวนหรือหลายตำแหน่ง แต่จะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรูปแบบโดยรวมของเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ในมาเลเซียกำหนดให้เลขหมายที่มีตัวเลขเหมือนกันติดกัน (xxxx5555) หรือมีลักษณะเรียงขึ้น-ลง (xxxx1234) ตั้งแต่ 4 หลักขึ้นไป หรือมีตัวเลขสลับกันไปมาตั้งแต่ 6 หลักขึ้นไป (xx121212) เป็นเลขหมายสวย ขณะที่ในสาธารณรัฐสิงคโปร์กำหนดรูปแบบเลขหมายสวยเพียง 4 หลักสุดท้ายเท่านั้น (ไม่คำนึงถึงรูปแบบของตัวเลข 4 หลักแรก) แต่ 4 หลักสุดท้ายต้องประกอบไปด้วยตัวเลขที่เหมือนกันเพียง 1-2 ค่า โดยสามารถสลับที่หลักกันอย่างไรก็ได้ เช่น xxxx1111, xxxx1212, xxxx1221, xxxx1122, xxxx1222, xxxx1112

โดยที่จะเห็นได้ว่ารูปแบบของเลขหมายสวยจะมีความคล้ายคลึงกัน โดยมีรูปแบบของตัวเลขที่เหมือนกันและติดกันภายในเลขหมาย ดังนั้น ในการศึกษานี้ผู้วิจัยจะนำรูปแบบดังกล่าวมาร่วมพิจารณาเป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดตัวแปรแทนปัจจัยทางด้านรูปแบบของตัวเลข

5.2 แนวคิดเกี่ยวกับความเชื่อด้านตัวเลข

พีทาโกรัส (Pythagoras) ผู้คิดค้นทฤษฎีบทพีทาโกรัสหรือทฤษฎีบทที่ว่าด้วย “ความสัมพันธ์ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉาก” และเป็นผู้ก่อตั้งสำนักและลัทธิพีทาโกเรียน (Pythagoreanism) มีความเชื่อว่า “ทุกสรรพสิ่งบนโลกสามารถอธิบายได้ด้วยตัวเลข และตัวเลขสามารถทำให้เราเข้าใจจักรวาลได้ อีกทั้งตัวเลขแต่ละตัวยังมีความหมายพิเศษในตัวมันเอง” โดยความเชื่อด้านตัวเลขนี้ยังมีอิทธิพลเกี่ยวโยงกับศาสตร์การดูดวงหรือโหราศาสตร์ในการใช้ตัวเลขเป็นเครื่องมือในการทำนายอนาคต และมักนำมาผูกเข้ากับการดำเนินชีวิตประจำวันต่าง ๆ (จุฑามาศ ณ สงขลา, 2563)

แม้ว่าแต่ละศาสตร์จะมีการนิยามความหมายของตัวเลขที่แตกต่างกันไป แต่โดยส่วนมากคนในสังคมมักยึดโยงตัวเลขเข้ากับภาษาของสังคมนั้น ๆ และใช้เป็นบรรทัดฐานว่าเลขนี้มีความหมายว่าดีหรือไม่ดี เช่น ในสังคมไทยมักมีความเชื่อที่ว่าเลข 9 นั้นเป็นเลขของความมงคล เพราะมีคำพ้องเสียงกับคำว่า “ก้าว” หรือ “ก้าวหน้า” ในภาษาไทย เช่นเดียวกับภาษาจีนที่มีคำพ้องเสียงกับคำว่า “นาน” ซึ่งมีความหมายว่า “มีอายุยืนยาว” นอกจากนี้ในภาษาจีนยังมีความเชื่อเกี่ยวกับเลข 4 และ 8 ด้วย โดยเลข 4 นั้นเป็นเลขอัปมงคล เนื่องจากมีเสียงคล้ายกับคำว่า “ตาย” ขณะที่เลข 8 เป็นเลขมงคลอย่างยิ่ง เพราะมีความหมายว่า “มั่งคั่ง” (Lim et al., 2020)

โดยที่ผ่านมาพบว่า มีงานการศึกษามากมายที่พยายามทำการศึกษาผลกระทบของปัจจัยด้านตัวเลขในด้านต่าง ๆ และพบว่าเป็นปัจจัยที่สามารถอธิบายผลกระทบได้อย่างมีนัยสำคัญ อาทิ ผลตอบแทนและระดับราคาหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์จะกระจุกตัวอยู่ในกลุ่มตัวเลขมงคล (Brown et al., 2002; Chen et al., 2019) ตัวเลขมงคลส่งผลต่อระดับการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (Pratt, 2019) หรือตัวเลขสามารถกำหนดราคาสินค้าส่วนเพิ่มได้ (Choy et al., 2007; Ho, 2008) นอกจากนี้ยังพบว่า ในการจัดประมูลประเภทอื่น ได้แก่ การประมูลป้ายทะเบียนรถยนต์ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เลขมงคลยังเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สามารถกำหนดราคาประมูลสุดท้ายด้วย (กรเอก กาญจนาโภคิน, 2561; Woo et al., 2008)

สำหรับความเชื่อทางด้านตัวเลขกับเลขหมายโทรศัพท์ มีความเชื่อที่ว่าเลขหมายโทรศัพท์จะสามารถส่งเสริมชีวิตในด้านต่าง ๆ ได้ โดยเลขหมายโทรศัพท์เป็นเลขที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตมากที่สุด เพราะในปัจจุบันการติดต่อสื่อสาร ธุรกรรม รวมถึงข้อมูลส่วนบุคคลต่าง ๆ ล้วนถูกบรรจุอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หากเลือกเลขหมายที่ดีก็จะทำให้การเจรจาต่อรองเป็นไปอย่างสะดวก สำเร็จลุล่วงโดยง่าย หรือสามารถเสริมสร้างความสำเร็จทางด้านการเงินและสุขภาพก็ได้เช่นเดียวกัน (Amarinbooks, 2020) โดยในการพิจารณาเลขหมายมงคลให้พิจารณาจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ การพิจารณาผลรวมเลขและคู่เลขภายในของเลขหมายให้มีความหมายมงคล โดยสามารถสรุปความหมายตามตัวเลขได้ดังนี้ (สีแดงมีความหมายว่าไม่ดี และสีเขียวมีความหมายว่าดี)

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99

ภาพที่ 2 ความหมายของตัวเลขมงคล

ที่มา: Praew Magazine (2021)

ทั้งนี้ สุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562) ได้ทำการศึกษาปัจจัยกำหนดระดับราคาสุดท้ายของการประมูลเลขหมายสวยของสำนักงาน กสทช. พบว่า ปัจจัยที่มีนัยสำคัญในการอธิบายราคาสุดท้าย ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบตัวเลขและปัจจัยด้านเลขมงคล โดยเฉพาะจำนวนคู่เลขความหมายมงคลที่ปรากฏอยู่ภายใต้เลขหมาย อย่างไรก็ตาม การศึกษาระบุว่า ผลรวมเลขหมายมงคลไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับราคาสุดท้าย

5.3 แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองโลจิต

แบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ตัวแปรตาม 2 ทางเลือก เป็นหนึ่งในระเบียบวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยของตัวแปรตามที่ลักษณะทางเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete choice models) โดยทั่วไปมักใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรที่มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพที่มีตัวเลือกเพียง 2 ทาง ดังนั้น ในการจัดเก็บข้อมูลตัวแปรตามจึงมักพิจารณาเก็บในรูปแบบตัวแปรที่ใช้ค่าศูนย์และหนึ่งแทนตัวเลือกนั้น ๆ ตัวอย่างข้อมูลเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถวัดออกเป็นตัวเลขได้ อาทิ การตัดสินใจซื้อสินค้าเพื่อการอุปโภคบริโภค (ซื้อ/ไม่ซื้อ) การตัดสินใจลาออกจากงาน (ลาออก/ทำงานต่อ) หรือกรณีผลการประมูลของสินค้า (ประมูล/ไม่ถูกประมูล) เป็นต้น ทั้งนี้ แบบจำลองที่ได้รับความนิยมในการศึกษาในปัจจุบันมีทั้งสิ้น 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองความน่าจะเป็นเชิงเส้น (Linear Probability Model: LPM) แบบจำลองโลจิต (Logit model) และแบบจำลองโพรบิต (Probit model) (ยุทธ ไกยวรรณ, 2555; ยุทธนา เศรษฐปราโมทย์, 2565; Gujarati, 2003)

แบบจำลองความน่าจะเป็นเชิงเส้นมีพื้นฐานของการประมาณค่าด้วยฟังก์ชันของเส้นตรงตามระเบียบวิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) อย่างไรก็ตาม การใช้แบบจำลองดังกล่าวในการประมาณแบบจำลองตัวแปรตาม 2 ทางเลือกมักพบว่า การวัดความสามารถในการอธิบายข้อมูล (Goodness of fit) มักมีระดับที่ต่ำ เนื่องจากค่าที่ประมาณจากสมการถดถอย (Fitted Y) มักไม่สอดคล้องกับค่าจริงของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลตัวเลขศูนย์หรือหนึ่งเท่านั้น และในบางกรณีอาจพบว่า ค่าที่ประมาณจากสมการยังไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของค่าความน่าจะเป็นด้วย กล่าวคือ มีค่าที่ประมาณมากกว่า 1 หรือน้อยกว่า 0 $\mathbf{(0 \leq E(Y_i \mid X_i) \leq 1)}$ นอกจากนี้ด้วยลักษณะของแบบจำลอง ส่งผลให้การกระจายตัวของข้อมูลอยู่ในรูปแบบการกระจายตัวแบบเบอร์นูลี (Bernoulli distribution) ก่อให้เกิดปัญหาความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มที่ไม่คงที่ (Heteroscedasticity)

ด้วยข้อจำกัดของการประมาณการเชิงเส้น จึงเกิดการพัฒนาแบบจำลองอื่น ๆ ด้วยการประมาณค่าตามระเบียบวิธีของ Maximum Likelihood Estimator (MLE) โดยมีข้อได้เปรียบกว่าการประมาณแบบ OLS ในเรื่องของการกำหนดฟังก์ชันที่ไม่ใช่เส้นตรง และการควบคุมคุณสมบัติความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มที่ไม่คงที่ จึงเกิดเป็นแบบจำลองโลจิตและแบบจำลองโพรบิตขึ้น อย่างไรก็ตาม ทั้งสองแบบจำลองมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกัน เนื่องจากเป็นการประมาณโดยใช้ฟังก์ชันของความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative distribution function) แต่พบว่า ในทางทฤษฎีและงานวิจัย แบบจำลองโพรบิตมักถูกใช้อย่างจำกัด ขณะที่แบบจำลองโลจิตมีความน่าสนใจที่มากกว่า (Singh-Bagi, 1983) โดยแบบจำลองโลจิตมีเหตุผลหรือข้อได้เปรียบหลัก ได้แก่ 1. แบบจำลองโลจิตมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวที่มีความโด่งมากกว่าปกติ (Leptokurtic) (Chen & Tsurumi, 2010) และ 2. แบบจำลองเหมาะกับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่มากกว่า 500 ข้อมูล (Bujang et al., 2018)

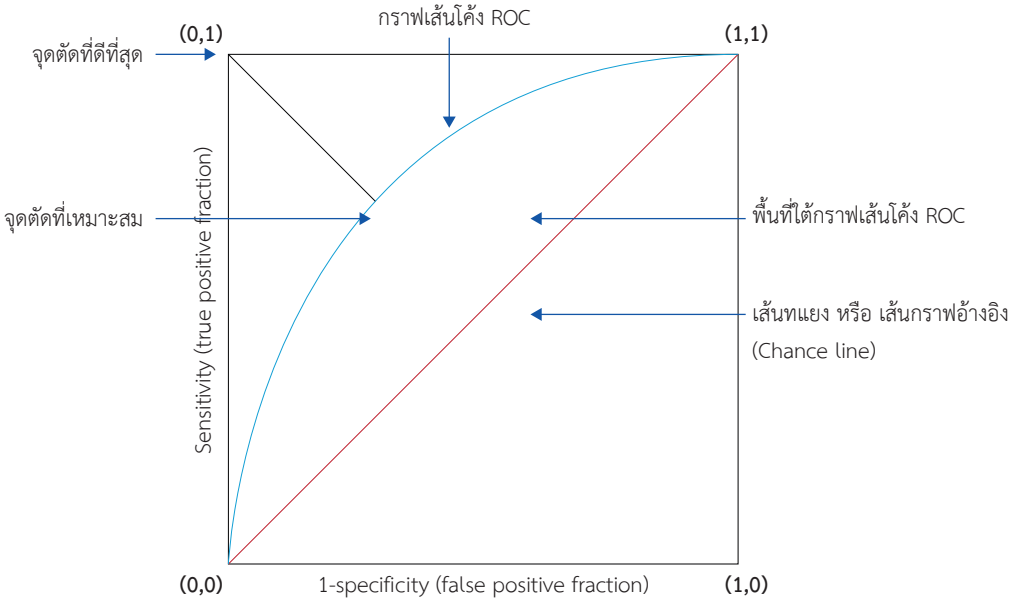
ในการศึกษาที่ผ่านมา มีการนำแบบจำลองโลจิตมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับผลการประมูลอย่างแพร่หลาย อาทิ การประมูลทะเบียนรถยนต์ (Wang & Zhao, 2017) ผลการประมูลตลาดปลา (Sogn-Grundvåg et al., 2021) การประมูลสินค้าแบบ All-pay auction (Allison et al., 2020) รวมถึงการศึกษาผลกระทบของการจัดประมูลเพื่อจัดสรรคลื่นความถี่ (Kuroda & Baquero-Forero, 2017) โดยที่จะเห็นได้ว่าการศึกษาส่วนใหญ่ที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองโลจิตในการศึกษาจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลการประมูลทั้งสิ้น เนื่องจากตัวแปรศึกษามีลักษณะเป็นตัวแปร 2 ทางเลือก อย่างไรก็ตาม พบว่า ยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด เพราะโดยส่วนมากการศึกษามักมุ่งเน้นเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อระดับราคาประมูลเป็นส่วนมาก และประยุกต์ใช้เพียงแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นตรง อาทิ กรเอก กาญจนาโภคิน (2561), สุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562), และ Woo et al. (2008)

ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงจะนำแบบจำลองโลจิตมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองตามความเหมาะสมของชุดข้อมูลที่ทำการศึกษา และเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการใช้แบบจำลองเชิงเส้นตรง

5.4 แนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดจุดตัดที่เหมาะสม

ในการประมาณสมการหรือแบบจำลองต่าง ๆ นอกจากการคำนวณสถิติเชิงอนุมานของตัวแปรต่าง ๆ แล้วยังพบว่า ในบางแบบจำลองจำต้องมีการกำหนดจุดตัดเพื่อประกอบการทำนายของแบบจำลองด้วย โดยหากมีการกำหนดจุดตัดที่แตกต่างกันก็จะทำให้ผลของประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลองแตกต่างกันออกไปด้วย การกำหนดจุดตัดที่เหมาะสมจึงเป็นตัวชี้วัดที่ว่า ณ ระดับใดของจุดตัดที่ทำให้การทำนายแบบจำลองมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากที่สุด (Korsholm, 2004) ระเบียบวิธีการวินิจฉัยทดสอบประสิทธิภาพ (Diagnostic test performance) สามารถทำได้หลายวิธี โดยหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยม ได้แก่ การสร้างเส้น Receiver Operating Characteristic หรือ ROC curve ซึ่งถูกพัฒนาครั้งแรกในสงครามโลกครั้งที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดประสิทธิภาพในการตรวจจับความผิดพลาดในการดักจับเครื่องบินรบว่าเป็นเท่าใด โดยในปัจจุบันได้มีการประยุกต์นำไปใช้งานการศึกษาด้านอื่น ๆ อย่างแพร่หลาย

ROC curve มีรากฐานในการเทียบผลลัพธ์จากการประเมินค่าความไว (Sensitivity) หรือค่าผลบวกจริง และค่าความจำเพาะ (Specificity) หรือค่าผลบวกปลอม โดยเมื่อเรามีการปรับเปลี่ยนจุดตัดไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ค่าที่ทดสอบได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย สำหรับค่าทดสอบที่ได้ในแต่ละจุดสามารถนำมาสร้างเป็นเส้น ROC เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างจุดตัดได้ โดยที่แกน X ของกราฟ ROC เกิดจากการคำนวณค่า False positive fraction หรือ 1-Specificity และแกน Y คือค่า True positive fraction หรือ Sensitivity โดยเส้น ROC ที่มีพื้นที่ใต้กราฟเส้นโค้งที่มากที่สุด จะถือว่าเป็นจุดตัดบนเส้นกราฟดังกล่าวเป็นจุดที่เหมาะสมและดีที่สุด



ภาพที่ 3 ลักษณะทั่วไปของกราฟเส้นโค้ง ROC

ที่มา: พงษ์เดช สารการ และภัทรนันท์ หมั่นพลศรี (2564)

อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากการกำหนดจุดตัดด้วยวิธีการสร้างกราฟเส้นโค้ง ROC Nahm (2022) ได้ทำการศึกษาและรวบรวมระเบียบวิธีในการสร้างจุดตัดที่เหมาะสมมากกว่า 10 วิธี อย่างไรก็ตาม วิธีที่ได้รับความนิยม ได้แก่ การใช้ดัชนีของ Youden (Youden's index) การใช้ดัชนีของ Euclidian (Euclidian's index) การใช้หลัก Accuracy และการใช้ดัชนีต้นทุน (Cost index) นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยอื่น ๆ ที่เสนอการกำหนดจุดตัดที่เหมาะสมอื่น ๆ เช่น การหาผลคูณของค่า Sensitivity และ Specificity (Product index) (Liu, 2012) หรือระเบียบวิธีแบบ Diagnostic odds ratio (Hajian-Tilaki, 2017) เป็นต้น

โดยในงานการศึกษาของ Nahm (2022) ได้มีการสรุปผลการศึกษาว่า การเลือกใช้ระเบียบวิธีการแบบใดนั้นต้องขึ้นอยู่กับสภาพของข้อมูลที่ทำการศึกษา โดยต้องมีการให้ความสำคัญระหว่าง Sensitivity และ Specificity ว่าสิ่งใดมีความสำคัญกว่ากัน แต่หากพบว่า ข้อมูลมีลักษณะทั่วไปและมีความสำคัญของค่า Sensitivity และ Specificity ที่เท่า ๆ กัน วิธีการหนึ่งที่ง่ายต่อการศึกษาคือการทำให้ค่าทั้งสองมีค่าที่สูงที่สุด หรือเป็นระเบียบวิธีแบบ Youden's index นั่นเอง ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงนำ Youden's index มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลในการตรวจสอบความถูกต้องของการทำนายความน่าจะเป็นของเลขหมายสวยที่จะนำออกประมูล (แบบจำลอง)

6. วิธีการศึกษา

6.1 ข้อมูลและแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้เป็นงานการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลในการกำหนดความน่าจะเป็นของผลการประมูล (ตัวแปรต้น) ต่อเลขหมายที่นำออกประมูล (ตัวแปรตาม) โดยลักษณะข้อมูลที่ทำการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิชนิดภาคตัดขวาง (Cross-section) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครอบคลุมการประมูลเลขหมายสวยของสำนักงาน กสทช. ทั้งหมด 7 ครั้ง มีจำนวนทั้งสิ้น 1,741 ข้อมูล โดยพิจารณาข้อมูลการประมูลเลขหมายสวยครั้งล่าสุด (ครั้งที่ 2/2562) เป็นกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากความทันสมัยของข้อมูลและจำนวนเลขหมายนำออกประมูลที่มีมากพอแก่การสร้างแบบจำลอง มีค่าสังเกต (Observation) รวม 687 ข้อมูล ทั้งนี้ ใช้โปรแกรมเศรษฐมิติประยุกต์ในการประมาณค่าสมการถดถอย

โดยจากข้อมูลดิบผลการจัดประมูลเลขหมายสวยของสำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม (จท.) ประกอบไปด้วย ข้อมูลเลขหมายสวยที่นำออกประมูล ครั้งที่จัดประมูล ประเภทเลขหมาย ราคาเริ่มต้นและราคาสุดท้าย ผู้ทำการศึกษาได้วิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมต่อการนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง โดยมีระเบียบวิธีการเป็นไปตามแนวทางของสุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562) สรุปได้ดังนี้

1) แปลงข้อมูลผลการประมูลออกเป็นถูกประมูลและไม่ถูกประมูล โดยใช้ข้อมูลราคาเป็นตัวกำหนด เนื่องจากหากเลขหมายดังกล่าวไม่ปรากฏราคาสุดท้าย แสดงว่าเลขหมายดังกล่าวไม่ถูกประมูล เนื่องจากไม่ได้รับการเสนอราคาใด ๆ

2) ศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบเลขหมาย โดยพบว่า ในแต่ละประเภทของเลขหมายมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันคือ มีตัวเลขที่ซ้ำกันติดกันภายในหลายตัว จึงสร้างตัวแปรแทนจำนวนเลขที่ซ้ำกันของแต่ละเลขหมาย ประกอบด้วยตัวแปรแทนจำนวนเลขเหมือนกันที่ติดกัน ตั้งแต่ 2 ถึง 5 ตำแหน่ง นอกจากนี้ ยังมีกลุ่มของเลขหมายที่มีลักษณะสมมาตร (กระจก) จึงสร้างตัวแปรหุ่นเพื่อแทนคุณลักษณะดังกล่าวร่วมด้วย อย่างไรก็ตาม แม้ตัวแปรต้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับการศึกษาของสุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562) ทว่าการแปลงข้อมูลมีความแตกต่างกัน โดยการศึกษานี้คำนึงถึงลักษณะตัวเลขที่ปรากฏในเลขหมายใดเลขหมายหนึ่ง ขณะที่งานการศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลในเชิงของกลุ่มประเภทเลขหมายสวย

3) คำนวณหาผลรวมของตัวเลขภายใน (ทั้งหมด 8 ตำแหน่ง) และสร้างตัวแปรหุ่นแทนความหมายดีหรือไม่ดีตามภาพที่ 2 จากนั้นนับจำนวนคู่เลขภายในที่มีความหมายมงคล เพื่อสร้างตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณอีกตัวหนึ่ง

ทั้งนี้ การพัฒนาตัวแปรต้นตามข้อ 2) มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นปัจจัยในการทดสอบสมมติฐานข้อ 1 กล่าวคือ ปัจจัยด้านรูปแบบของเลขหมายสวย ประกอบไปด้วย ตัวแปรตัวเลขเหมือนกันที่ติดกันตั้งแต่ 2 ถึง 5 ตำแหน่ง และรูปแบบของเลขหมายแบบสมมาตร ขณะที่ตัวแปรต้นตามข้อ 3) ได้แก่ ตัวแปรผลรวมมงคลและคู่เลขมงคล เป็นปัจจัยด้านเลขมงคลสำหรับการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 สามารถแสดงการทดสอบสมมติฐาน ได้ดังนี้

H_0 : ตัวแปรต้น (X's) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Odds ratio $(\beta_i = 0; i = 1,2,\ldots,7)$

H_a : ตัวแปรต้น (X's) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Odds ratio $(\beta_i \neq 0)$

ในการทดสอบสมมติฐานเดี่ยวดังกล่าวจะทดสอบด้วยค่าสถิติของวอลด์ (Wald test) ที่มีการแจกแจงแบบ χ^2 และ df = 1 โดยหากการทดสอบยอมรับ H_0 แสดงว่าตัวแปรที่ทำการทดสอบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ Odds ratio และไม่มีความสามารถในการอธิบายการเกิดหรือความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ ขณะที่หากการทดสอบมีผลการปฏิเสธ H_0 แสดงถึงความมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวแปรดังกล่าวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ได้ และเครื่องหมายค่าสัมประสิทธิ์มีผลในการบ่งบอกทิศทางการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ จากตัวแปรที่ศึกษาเป็นลักษณะของตัวเลขที่ทำให้เลขหมายมีความพิเศษมากขึ้น จึงคาดหวังเครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นบวกในทุกตัวแปร

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ โดยใช้แบบจำลองเศรษฐมิติในการวิเคราะห์ตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นทางเลือก 2 ทาง โดยเลือกแบบจำลองโลจิตเป็นเครื่องมือในการอธิบายฟังก์ชันของความน่าจะเป็น สามารถแสดงแบบจำลองได้ดังต่อไปนี้

$$SOLD = \alpha + \beta_1 FIVE + \beta_2 FOUR + \beta_3 THREE + \beta_4 TWO + \beta_5 MIRROR + \beta_6 SUM + \beta_7 LUCKY + \varepsilon \quad \text{... (1)}$$

ตารางที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปร	ความหมาย	ประเภทตัวแปร
SOLD	ผลการประมูลเลขหมายสวย	Dummy: 0 = ไม่ถูกประมูล, 1 = ถูกประมูล
FIVE	จำนวนเลขภายในที่เหมือนกันและติดกัน 5 ตัว	Quantitative: 0 – 1
FOUR	จำนวนเลขภายในที่เหมือนกันและติดกัน 4 ตัว	Quantitative: 0 – 2
THREE	จำนวนเลขภายในที่เหมือนกันและติดกัน 3 ตัว	Quantitative: 0 – 3
TWO	จำนวนเลขภายในที่เหมือนกันและติดกัน 2 ตัว	Quantitative: 0 – 4
MIRROR	รูปแบบเลขหมายที่มีลักษณะสมมาตร	Dummy: 0 = ไม่สมมาตร, 1 = สมมาตร
SUMALL	ผลรวมเลขหมายภายในมีความหมายมงคล	Dummy: 0 = ไม่เป็นมงคล, 1 = เป็นมงคล
LUCKY	จำนวนคู่เลขภายในที่มีความหมายมงคล	Quantitative: 0 – 4

6.2 การตรวจสอบแบบจำลอง

ด้วยข้อได้เปรียบของการประมาณค่าด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimator (MLE) ในแบบจำลองโลจิต คือ สามารถกำหนดให้ฟังก์ชันอยู่ในรูปแบบของสมการที่ไม่ใช่เส้นตรง และยังสามารถควบคุมผลกระทบของปัญหา Heteroscedasticity จึงไม่จำเป็นต้องทดสอบการเกิดปัญหา Heteroscedasticity อย่างไรก็ตาม ผู้ทำการศึกษาจะทำการทดสอบปัญหา Multicollinearity ด้วยวิธีการวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และวัดความสัมพันธ์ระหว่างกันที่มากกว่า 2 ตัวแปรด้วยค่า Variance Inflation Factor (VIF) โดยหากค่า VIF มีค่ามากกว่า 10 ถือว่ามีปัญหาความสัมพันธ์ในระดับที่สูง (Gujarati & Porter, 2009)

สำหรับการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง ผู้ทำการศึกษาจะพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Likelihood value) หรือ -2LL (-2 log likelihood) ที่มีการแจกแจงแบบ χ^2 และใช้การทดสอบสถิติไคสแควร์ (χ^2-test) ในการทดสอบสมมติฐาน โดยมี df = 7 สามารถแสดงการทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = 0$$
$$H_a : \text{มี} \quad \beta_1 \neq 0 \quad \text{อย่างน้อย } 1 \text{ ค่า}$$

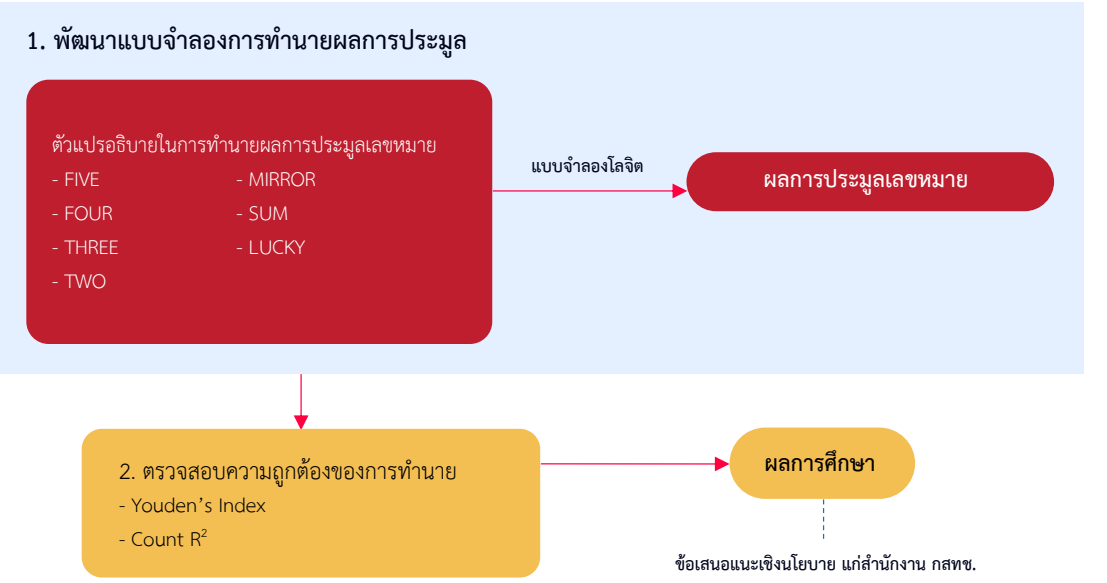
หากผลการทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ (ปฏิเสธ H_0) แสดงว่าชุดตัวแปรที่นำเข้าในแบบจำลองมีความสามารถร่วมกันในการทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ได้

ในลำดับถัดไปเมื่อได้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นแล้ว ผู้ทำการศึกษาจะประเมินความถูกต้องของแบบจำลองในการทำนายผลการประมูลด้วยระเบียบวิธีของ Youden รวมถึงการใช้ค่าสถิติ Count R^2 ร่วมพิจารณาด้วย โดยค่าสถิตินี้มิใช่การวัดความสามารถในการอธิบายข้อมูลตามแบบฉบับของ R^2 ทั่วไปในสมการถดถอย OLS แต่เป็นการวัดความแม่นยำของแบบจำลอง โดยเทียบสัดส่วนความถูกต้องของการทำนายต่อจำนวนค่าสังเกตทั้งหมด โดยกำหนดจุดตัดสำหรับการทำนายที่ระดับร้อยละ 0.5

$$Count\ R^2 = \frac{\text{จำนวนค่าทำนายที่ทำนายถูกต้อง}}{\text{จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่ทำการศึกษา}}$$

** ค่าทำนายที่ทำนายถูกต้อง สามารถหาได้จากการกำหนดจุดตัดของสมการแล้วดูผลการทำนายว่าถูกประมูลหรือไม่ถูกประมูลอย่างไร และนำมาเทียบกับผลการประมูลจริงที่เกิดขึ้นว่าตรงกันหรือไม่

โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดของการศึกษาเป็นแผนภาพ ได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการศึกษา

7. ผลการศึกษา

7.1 ผลการตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยโปรแกรมเศรษฐมิติประยุกต์ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปรโดยทั่วไปมีค่าที่ต่ำ (มีค่าต่ำกว่า 0.55 ทุกกรณี) จึงอนุมานได้ว่าข้อมูลดังกล่าวไม่มีปัญหา Multicollinearity ขณะเดียวกันการวัดผลความสัมพันธ์มากกว่า 2 ตัวแปร ด้วยค่าสถิติ VIFs แสดงให้เห็นว่าค่าสถิติมีผลการทดสอบต่ำกว่า 10 จึงสามารถสรุปได้อย่างมีเหตุผลว่า ไม่มีปัญหาของ Multicollinearity ในการศึกษานี้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

		Correlation					
	VIFs	FOUR	THREE	TWO	MIRROR	SUM	LUCKY
FIVE	1.655	0.541**	-0.107**	0.144**	-0.110**	-0.068*	-0.221**
FOUR	7.637	1.000	0.123**	0.244**	-0.198**	-0.104**	0.016
THREE	1.311		1.000	-0.042	0.074*	-0.010	0.024
TWO	6.992			1.000	0.175**	-0.119**	-0.153**
MIRROR	3.310				1.000	-0.044	0.135**
SUM	1.067					1.000	0.125**
LUCKY	1.240						1.000

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

7.2 แบบจำลองการกำหนดความน่าจะเป็นของเลขหมายที่นำออกประมูล

ผู้ทำการวิจัยได้นำตัวแปรที่ได้รับการตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมาทำการวิเคราะห์และประมาณผลด้วยแบบจำลองโลจิต สามารถแสดงผลสรุปการศึกษาได้ตามตารางที่ 4 อย่างไรก็ตาม การถอดความหมายของค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรสามารถทำได้เฉพาะการตีความทิศทางของผลกระทบเท่านั้น จึงต้องมีการประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่มด้วยโดยปรากฏในคอลัมน์สุดท้ายของตาราง

ตารางที่ 4 ผลการประมาณค่าด้วยแบบจำลองโลจิต

		Mean	Std. Error.	Wald-test	p-value	Marginal effect
Constant	α	6.510	1.762***	13.645	0.000	0.2985
FIVE	β_1	0.641	0.321**	3.988	0.046	0.0294
FOUR	β_2	4.150	0.607***	46.716	0.000	0.1903
THREE	β_3	2.528	0.537***	22.185	0.000	0.1159
TWO	β_4	-3.571	0.600***	35.435	0.000	-0.1637
MIRROR	β_5	3.097	0.628***	24.287	0.000	0.1420
SUM	β_6	0.179	0.234	0.584	0.445	0.0082
LUCKY	β_7	0.167	0.097*	2.941	0.086	0.0077

Convergence achieved after 7 iterations
Log likelihood function (0) = -287.5151 Log likelihood function (7) = -251.9912
LR statistics = 227.1597*** McFadden R^2 = 0.3107
%Correct = 81.66

* Significantly different from zero at the 0.1 level (2-tailed).

** Significantly different from zero at the 0.05 level (2-tailed).

*** Significantly different from zero at the 0.01 level (2-tailed).

สำหรับการทดสอบสมมติฐานความเหมาะสมของสมการ พบว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวแปร ที่สามารถอธิบายความน่าจะเป็นของผลการประมูลเลขหมายได้อย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99 โดยมีกระบวนการทำซ้ำของข้อมูล และพบว่าครั้งสุดท้ายที่ทำให้ตัวแปรสุ่มมีค่าใกล้เคียงศูนย์อย่างเพียงพอ ได้แก่ ครั้งที่ 7 หมายความว่า ค่าที่ประมาณค่าได้จะไม่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่านี้ ทั้งนี้ มีค่า Log likelihood ที่มากที่สุดเท่ากับ -251.9912 นอกจากนี้ สามารถวัดความสามารถในการอธิบายหรือความเข้ากันของข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ McFadden R^2 ได้ มีค่าประมาณ 0.3107 หรือคิดเป็นความสามารถในการอธิบายข้อมูลร้อยละ 31.07 อย่างไรก็ตาม เป็นที่สังเกตว่าในแบบจำลองแบบตัวแปรตาม 2 ทางเลือก การวัดความสามารถในการอธิบายข้อมูลมักเป็นเรื่องสำคัญรองลงมา (Secondary importance) โดยสิ่งสำคัญที่คาดหวังคือ เครื่องหมายหรือทิศทางคาดหวังของค่าสัมประสิทธิ์และความมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gujarati, 2003) โดยพบว่าตัวแปรอธิบายให้ผลการประมาณค่าตรงตามที่คาดหวัง จึงอาจกล่าวได้ว่าการสร้างแบบจำลองมีความเหมาะสม

จากผลการทดสอบสมมติฐานเดี่ยวโดยใช้ค่าสถิติ Wald-test พบว่า ตัวแปรทุกตัวยกเว้นผลรวมของเลขมงคล (SUM) มีนัยสำคัญทางสถิติ (ปฏิเสธ H_0) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 มีความสามารถในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วน Odds ratio ได้ โดยมีเครื่องหมายหรือทิศทางของผลกระทบเป็นบวกตามที่คาดหวัง กล่าวคือ ตัวแปรที่ศึกษามีผลต่อการเพิ่มความน่าจะเป็นของผลการประมูล อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านตัวเลขเหมือนกันที่ติดกันจำนวน 2 ตัว (TWO) มีผลการประมาณค่าในทิศทางตรงกันข้ามมีค่าเป็นลบ (-) หมายความว่า หากเลขหมายมีจำนวนตัวเลข 2 ตัวที่เหมือนกันติดกันมากขึ้น 1 หน่วย จะทำให้แนวโน้มของเลขหมายที่คาดว่าจะได้รับการประมูลลดลง

ในการตีความขนาดของผลกระทบของตัวแปร สามารถพิจารณาได้จากผลกระทบส่วนเพิ่ม จะได้ว่า หากกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ รูปแบบของตัวเลขเหมือนกันติดกัน 4 ตัว (FOUR) มีผลต่อแนวโน้มของผลการประมูลมากที่สุด รองลงมาคือเลขหมายที่มีรูปแบบสมมาตร (MIRROR) สามารถเพิ่มอัตราความน่าจะเป็นของผลการประมูลได้ประมาณร้อยละ 19.03 และ 14.20 ตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยทางด้านเลขมงคล ได้แก่ จำนวนคู่เลขภายในที่เป็นมงคล (LUCKY) ส่งผลต่อแนวโน้มการประมูลน้อยที่สุด เพียงไม่ถึงร้อยละ 1 เท่านั้น (หากไม่นับกรณีตัวแปรตัวเลขเหมือนกันติดกัน 2 ตัว (TWO) ซึ่งมีผลกระทบเชิงลบที่ระดับร้อยละ 16.37 ทำให้แนวโน้มการประมูลลดลงและมีค่าน้อยอยู่แล้ว)

7.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการทำนาย

จากการศึกษาประสิทธิภาพหรือความสามารถของแบบจำลองในการอธิบายผลการประมูลได้อย่างถูกต้อง โดยใช้ค่าสถิติ Count R^2 ผลการศึกษาตามตารางที่ 5 ชี้ให้เห็นว่า แบบจำลองมีความสามารถในการทำนายที่สูง สามารถอธิบายผลการประมูลได้อย่างถูกต้องสูงถึงร้อยละ 81.66 อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่า ระหว่างการทำนายผลประมูลได้เป็นจริง (True positive) และการทำนายผลไม่ถูกประมูลเป็นจริง (False positive) แบบจำลองมีความสามารถในการทำนายผลของการไม่ถูกประมูลเป็นจริงที่ดีกว่า กล่าวคือ มีความสามารถในการทำนายผลว่าเลขหมายไม่ถูกประมูลตรงกับข้อมูลดิบที่ว่าเลขหมายดังกล่าวไม่ได้รับการเสนอราคาใด ๆ โดยมีอัตราส่วนความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 26.62 และ 97.56 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าทั้งสอง ได้แก่ ผลการถูกประมูลและไม่ถูกประมูลมีลำดับความสำคัญของความไวและความจำเพาะที่เท่า ๆ กัน กล่าวคือ ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่าผลของการเกิดเหตุการณ์เลขหมายถูกประมูลปลอม (False positive) หรือเลขหมายไม่ถูกประมูลปลอม (False negative) มีความสำคัญกว่ากัน ดังนั้นจึงประยุกต์ระเบียบวิธีแบบ Youden's index ในการกำหนดจุดตัดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลองว่ามีความสามารถในการทำนายผลได้อย่างถูกต้องเป็นเท่าใดประกอบด้วย โดยสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง โดยกำหนดจุดตัดที่แตกต่างกัน

จุดตัดที่กำหนด	ความถูกต้องของการทำนาย
0.10	59.10%
0.20	65.94%
0.30	78.46%
0.40	80.64%
0.50 (Count R^2)	81.66%
0.59	82.24%
0.60	82.39%
0.70	81.80%
0.80	81.80%
0.90	80.93%
1.00	77.58%

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความไวและความจำเพาะ ณ ระดับจุดตัดเท่ากับ 0.51

In-sample forecast		Actual	
		Positive	Negative
Forecast	Positive	35 (TP)	3 (FP)
	Negative	119 (FN)	530 (TN)

โดยที่ True Positive (TP) คือ จำนวนเหตุการณ์เลขหมายที่ถูกประมูลและมีผลทำนายถูกต้อง
False Positive (FP) คือ จำนวนเหตุการณ์เลขหมายที่ไม่ถูกประมูล แต่มีผลทำนายว่าถูกประมูล
False Negative (FN) คือ จำนวนเหตุการณ์เลขหมายที่ถูกประมูล แต่มีผลทำนายว่าไม่ถูกประมูล
True Negative (TN) คือ จำนวนเหตุการณ์เลขหมายที่ไม่ถูกประมูล และมีผลทำนายถูกต้อง

จากผลการวิเคราะห์จุดตัดที่เหมาะสมในการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง พบว่า ณ จุดตัดที่ระดับ 0.60 เป็นระดับที่สามารถวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองในการทำนายผลการประมูลได้ดีที่สุด และเป็นจุดที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด โดยสามารถใช้ในการทำนายข้อมูลในอดีตได้สูงถึงร้อยละ 82.39

จากการวัดค่า Sensitivity หรืออัตราส่วนของจำนวนค่าเหตุการณ์ทำนายที่มีผลเป็นบวกและสามารถทำนายได้ถูกต้อง พบว่า มีสัดส่วนอยู่ที่ 0.2273 ขณะที่ค่า Specificity หรืออัตราส่วนของจำนวนค่าเหตุการณ์ทำนายที่มีผลเป็นลบ และสามารถทำนายได้ถูกต้อง มีสัดส่วนเท่ากับ 0.9944 เมื่อนำทั้งสองค่าที่คำนวณได้มาบวกรวมเข้าด้วยกัน จะได้ว่า Youden's index มีค่าเท่ากับ 0.2217 ซึ่ง ณ จุดตัดที่ระดับ 0.60 จะเป็นจุดที่ทำให้ Youden's index มีค่ามากที่สุด และเป็นจุดที่เหมาะสมในการนำไปวัดประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลอง ตามหลักการของ Youden's Index

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{35}{35 + 119} = 0.2273 \quad \text{... (3)}$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{530}{530 + 3} = 0.9944 \quad \text{... (4)}$$

$$\begin{aligned} Youden's\ Index &= Sensitivity + Specificity - 1 \\ &= 0.2273 + 0.9944 - 1 \\ &= 0.2217 \end{aligned} \quad \text{... (5)}$$

8. การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านตัวเลขมีอิทธิพลต่อการทำนายความน่าจะเป็นของเลขหมายที่นำออกประมูลได้อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านรูปแบบของตัวเลข โดยปัจจัยส่วนใหญ่มีผลในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับผลการประมูล เพราะทำให้เลขหมายดังกล่าวมีลักษณะที่พิเศษกว่าเลขหมายอื่น ๆ กล่าวคือ หากเลขหมายมีรูปแบบของตัวเลขที่เหมือนกันติดกันมากขึ้น จะส่งผลให้ความน่าจะเป็นของเลขหมายที่จะได้รับการประมูลเพิ่มสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้ เนื่องจากการประมูลเลขหมายสวยมีลักษณะของการนำเลขหมายที่มีรูปแบบโดดเด่นมาออกประมูล โดยผู้ที่เข้าร่วมประมูลมีความมุ่งหวังที่ต้องการจะประมูลเลขหมายที่มีรูปแบบโดดเด่นเป็นทุนเดิมอยู่ก่อนแล้ว ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานการศึกษาก่อนหน้าของสุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562) ที่สรุปว่ารูปแบบของตัวเลขมีผลต่อแนวโน้มการได้รับการประมูลเลขหมายสวย โดยสามารถยืนยันผลการศึกษาที่ว่า กลุ่มเลขหมายที่มีเลขเหมือนกัน 4 ตัวตามการศึกษาก่อนหน้า และเลขหมายที่มีตัวเลขเหมือนกันติดกันจำนวน 4 ตัวในการศึกษานี้ เป็นประเภทของเลขหมายที่ได้รับความนิยมสูงที่สุด ทั้งนี้ อาจพิจารณาตัวเลขได้จากสถิติการประมูลที่ผ่านมา โดยพบว่า กลุ่มเลขหมายภายใต้รูปแบบ "3 ตัวเหมือนติดกับ 4 ตัวเหมือน" และ "2 คู่ติดกับ 4 ตัวเหมือน" มีอัตราการประมูลสูงถึงร้อยละ 86 และ 52 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาชี้ว่า กลุ่มเลขหมายที่มีจำนวนของตัวเลขเหมือนติดกันเป็นคู่ (TWO) มีอิทธิพลในการอธิบายความน่าจะเป็นของเลขหมายที่นำออกประมูลในเชิงลบ ขัดแย้งกับผลการศึกษาก่อนหน้า

(สุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย, 2562) โดยมีเหตุผลมาจาก 2 ปัจจัย ประการแรก เนื่องจากการแปรข้อมูลมีความแตกต่างกัน โดยในงานการศึกษานี้มีความมุ่งหวังในการวิเคราะห์ผลกระทบในแง่มุมของเลขหมายและได้แบ่งรูปแบบของเลขหมายออกเป็นทั้งหมด 4 คู่ จากนั้นพิจารณาว่าในแต่ละคู่ที่ทำการแบ่งเลขหมายมีตัวเลขที่เหมือนกันหรือไม่ แตกต่างจากงานก่อนหน้าที่กำหนดรูปแบบสูงสุดเพียง 3 รูปแบบตามประเภทของกลุ่มเลขหมายเท่านั้น และประการต่อมา คือ การศึกษานี้ได้ใช้จำนวนคู่เลขดังกล่าวในการวัดผลคู่เลขภายในที่เป็นมงคลด้วยทำให้เราพบลักษณะของข้อมูลว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ระหว่างกันในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญ (ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.153) กล่าวคือ เลขหมายที่มีคู่เลขเหมือนติดกันที่เยอะกว่าเลขหมายอื่น ๆ จะทำให้โอกาสในการเกิดคู่เลขภายในที่เป็นมงคลได้ยากกว่า ทำให้ความน่าจะเป็นที่เลขหมายนั้นจะได้รับการประมูลน้อยลงไปด้วย นอกจากนี้ รูปแบบของเลขหมายดังกล่าว สามารถพบเห็นหรือซื้อขายได้ง่ายในท้องตลาด โดยจากการจัดอันดับเลขหมายสวยของศูนย์วิจัยนโยบายและการบริหาร มหาวิทยาลัยบูรพา (2561) พบว่า เลขหมายรูปแบบคู่เลขถูกจัดอยู่ในกลุ่ม C+ หรือกลุ่มเลขหมายสวยลำดับที่ 6 จากทั้งหมด 9 กลุ่ม สูงกว่าเพียงกลุ่มเลขหมายจำง่าย เลขหมายคู่รัก และเลขหมายตามความเชื่อส่วนบุคคลเท่านั้น จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยเสริมที่ทำให้เลขหมายดังกล่าวได้รับความสนใจที่น้อยกว่ารูปแบบของเลขหมายประเภทอื่น ๆ โดยจากสถิติผลการประมูลเลขหมาย รูปแบบเลขหมายที่ตัวเลข 2 ตัวเหมือนกันติดกัน 4 คู่ มีผลการประมูลไปเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น

อนึ่ง การประมูลเลขหมายสวยมีความเกี่ยวโยงกับการประมูลเลขทะเบียนรถยนต์โดยกรมการขนส่งทางบก เนื่องจากเป็นหนึ่งในวิธีการจัดสรรทรัพยากรของรัฐด้วยระบบการประมูล และทรัพยากรที่ว่ามีความยึดโยงกับรูปแบบตัวเลขที่เป็นเอกลักษณ์ ไม่สามารถใช้ซ้ำกันได้ โดยจะพบว่า ในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการตัดสินใจประมูลเลขทะเบียนรถ รูปแบบของตัวเลขที่ปรากฏในแผ่นป้ายทะเบียนมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในการตัดสินใจประมูล โดยหากแผ่นป้ายทะเบียนมีรูปแบบของตัวเลขที่ติดกันมากก็จะได้รับความนิยมที่สูงด้วย (กรเอก กาญจนาโภคิน, 2561; นิตยา ยนจอหอ, 2557)

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบความมีนัยสำคัญทางสถิติในการอธิบายของปัจจัยทางด้านเลขมงคล ได้แก่ ตัวแปรจำนวนคู่เลขภายในที่เป็นมงคล ซึ่งมีผลกระทบเชิงบวกต่อระดับแนวโน้มความน่าจะเป็นของผลการประมูล ขณะที่ผลรวมเลขมงคลไม่มีความสามารถในการอธิบายผลอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด โดยผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับงานของสุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย (2562) ทุกประการ ขณะที่ในการศึกษาการประมูลเลขทะเบียนรถยนต์ได้มีการพิจารณาปัจจัยทางด้านศาสตร์ของความเชื่อเกี่ยวกับตัวเลขเช่นเดียวกัน โดยมักพิจารณาความหมายมงคลจากตัวเลขเป็นรายตัว หรือผลรวมของเลขที่ปรากฏบนแผ่นป้ายทะเบียน และถึงแม้จำนวนตัวเลขจะมีจำนวนน้อยกว่าเลขหมายโทรศัพท์อยู่มาก แต่ก็พบว่า มีการพิจารณาเลขคู่มงคลภายในเช่นเดียวกับเลขหมายโทรศัพท์ (Carsome Thailand, 2021) อนึ่ง ปัจจัยด้านตัวเลขมงคลดังกล่าวเป็นความเชื่อส่วนบุคคล แต่เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการตัดสินใจประมูลเลขทะเบียนของผู้เข้าร่วมประมูล (ดิศรณ์ บัวเวช, 2564; นิธิญญาวิ์ สิริปุณยะเวคิน, 2559)

จากข้อมูลผลการศึกษาปัจจัยด้านตัวเลขมงคลข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นผลการศึกษาของการประมูลเลขหมายสวยหรือการประมูลเลขทะเบียนรถยนต์ต่างเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่า ปัจจัยด้านตัวเลขมงคลมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการอธิบายแนวโน้มของผลการประมูล อย่างไรก็ตาม แม้ผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษานี้จะมีความสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้า แต่จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องเลขมงคล พบว่า ปัจจุบันมีศาสตร์ความเชื่อด้านตัวเลขที่หลากหลาย โดยมักขึ้นอยู่กับผู้นำแนวความคิดตามความเชื่อปัจเจกบุคคล อาทิ ผู้เชี่ยวชาญด้านศาสตร์ดูดวงต่าง ๆ ซึ่งเป็นหนึ่งในความรู้สึกนึกคิด (Buyer's black box) ของผู้บริโภคสามารถอธิบายได้ด้วยปัจจัยด้านสังคมและปัจจัยด้านจิตวิทยาตามแบบจำลองของ Kotler (1997; 2003) ทั้งนี้ ในการอธิบายความมีนัยสำคัญของผลรวมเลขหมายมงคลยังมีความคลุมเครือ เนื่องจากยังมีข้อถกเถียงอยู่มากเกี่ยวกับวิธีการคำนวณผลรวม ว่าควรนำจำนวนตัวเลขเท่าใดมาคำนวณเป็นผลรวม (ครูเอก เลขพยากรณ์, 2558) เช่นเดียวกับเลขทะเบียนรถยนต์ที่ยังคงถกเถียงว่า ต้องนำตัวเลขหน้าหมวดอักษรมารวมในการคิดคำนวณหรือไม่

9. บทสรุป

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยด้านตัวเลขที่มีอิทธิพลในการทำนายความน่าจะเป็นของเลขหมายที่นำออกประมูลในการจัดประมูลเลขหมายสวยของสำนักงาน กสทช. โดยผลการศึกษามีความสอดคล้องกับงานการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า รูปแบบของเลขหมายที่มีความโดดเด่นมีผลต่อระดับความน่าจะเป็นของผลการประมูลเลขหมายที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มของเลขหมายที่มีตัวเลขเหมือนติดกันจำนวน 4 ตัว และเลขหมายที่รูปแบบของตัวเลขสมมาตร มีความน่าจะเป็นที่จะได้รับการประมูลมากที่สุด ที่ระดับร้อยละ 19.03 และ 14.20 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสรุปได้อีกว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเลขมงคลยังคงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อความน่าจะเป็นของผลการประมูล พร้อมกันนี้ ผู้ทำการศึกษายังได้พิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ค่าสถิติ Count R^2 และกำหนดจุดตัดที่เหมาะสมในการวัดความสามารถในการทำนายได้อย่างถูกต้องของแบบจำลองด้วยระเบียบวิธีของ Youden พบว่า จุดตัดที่เหมาะสม คือ จุดตัดที่ระดับ 0.60 โดยที่แบบจำลองมีความสามารถในการทำนายผลการประมูลได้อย่างถูกต้องสูงถึงร้อยละ 82.39

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักในการสร้างแบบจำลองกำหนดความน่าจะเป็นของเลขหมายที่นำออกประมูล โดยใช้ข้อมูลการประมูลจากที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม พบว่า ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลเฉพาะตัว กล่าวคือ เลขหมายที่นำมาออกประมูลจะไม่สามารถนำกลับมาประมูลได้ใหม่ ดังนั้น การพิจารณาความน่าจะเป็นของการประมูลของเลขหมายในอนาคต โดยใช้เพียงข้อมูลในอดีตผ่านการทำนาย

จากสมการถดถอยอาจไม่สามารถอธิบายผลกระทบได้อย่างรอบด้าน สำหรับการศึกษาในอนาคต จึงควรพิจารณาความน่าจะเป็นผ่านการจำลองการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ร่วมด้วย นอกเหนือจากการกำหนดตัวแปรอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยอาจพิจารณาใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) เป็นแบบจำลองในการทำนายความน่าจะเป็น

10.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

จากผลสรุปการศึกษาที่กล่าวมานี้ สำนักงาน กสทช. ในฐานะของผู้จัดการประมูลและผู้มีอำนาจในการจัดสรรเลขหมายตามกฎหมาย อาจพิจารณานำผลการศึกษาดังกล่าวไปปรับใช้กับการบริหารและจัดการรูปแบบของการประมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาความเห็นใน 2 มิติ ดังนี้

10.2.1 ในแง่ของการจัดประมูลให้มีประสิทธิภาพ สำนักงาน กสทช. ควรมีการพิจารณากำหนดเลขหมายและคัดเลือกเลขหมายตามหลักของความน่าจะเป็นสำหรับการนำเลขหมายออกประมูลในแต่ละครั้ง เพื่อป้องกันการมีเลขหมายสวยที่มากเกินไป ทำให้อาจเสียเวลาการจัดประมูลและทรัพยากรที่เกี่ยวข้องโดยไม่จำเป็น อนึ่ง จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า เลขหมายลักษณะใดบ้างที่ควรนำออกประมูล สำนักงาน กสทช. อาจพิจารณาคัดเลือกเลขหมายดังกล่าวเพื่อนำออกประมูลในลำดับแรก แทนการเรียงลำดับประมูลจากกลุ่มเลขหมายที่มีราคาต่ำไปหาสูง

10.2.2 ด้วยปัจจัยที่มีอิทธิพลในการกำหนดความน่าจะเป็นของผลการประมูล ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปแบบตัวเลขและปัจจัยด้านเลขมงคล สำนักงาน กสทช. อาจพิจารณากำหนดหลักเกณฑ์ หรือออกประกาศการจัดสรรเลขหมายโทรคมนาคมเพิ่มเติมเกี่ยวกับเลขหมายที่มีความหมายเป็นมงคลอย่างมาก โดยเลขหมายดังกล่าวไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบที่โดดเด่นเช่นเดียวกับเลขหมายสวยในปัจจุบัน จากนั้นจัดประมูลภายใต้การประมูล “เลขหมายมงคล” เพื่อให้บรรลุเจตนารมณ์ของการจัดสรรเลขหมายอย่างเป็นธรรมและมีประสิทธิภาพดังที่มุ่งหวังในการจัดประมูลเลขหมายสวยที่ผ่านมา

รายการเอกสารอ้างอิง

กรเอก กาญจนาโภคิน. (2561). การศึกษาปัจจัยแห่งความสำเร็จของการประมูลหมายเลขทะเบียนรถยนต์. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร, 6*(3), 970-984.

ครูเอก เลขพยากรณ์. (2558). *7, 8 หรือ 9 หลัก? มีหลายท่านถามผมว่า ตกลงการทำนายหมายเลขโทรศัพท์มือถือนั้น* [แนบรูปภาพ] [อัปเดตสถานะ]. Facebook. https://www.facebook.com/kruakeforecastfanpage/photos/a.187796312206203/384193501766499/?type=3

จุฑามาศ ณ สงขลา. (2563). *Secret Numerology เลขศาสตร์รหัสลับไคโร (ฉบับ 2020).* สถาพรบุ๊คส์.

ดิศรณ์ บัวเวช. (2564). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อป้ายทะเบียนประมูลรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 ที่นั่ง ของผู้บริโภคในจังหวัดนครปฐม* [วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิตยา ยนจอหอ. (2557). *พฤติกรรมของผู้เข้าประมูลหมายเลขทะเบียนรถของสำนักงานขนส่งจังหวัดชลบุรี* [วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต]. วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิธิญญาวิ์ สิริปุณยะเวคิน. (2559). *ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อและส่วนประสมทางการตลาดกับการซื้อทะเบียนเลขสวยของผู้บริโภคในกรุงเทพมหานคร* [วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย. (2558, 29 มิถุนายน). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 132 ตอนพิเศษ 149 ง. หน้า 11-17.

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดสรรและบริหารเลขหมายโทรคมนาคม. (2563, 20 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 137 ตอนพิเศษ 15 ง. หน้า 29-56.

ประกาศสำนักทะเบียนกลาง เรื่อง จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร ตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2564. (2565, 18 มกราคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 139 ตอนพิเศษ 12 ง. หน้า 10-12.

พงษ์เดช สารการ และภัทรนันท์ หมั่นพลศรี. (2564). จุดตัดที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC) ในการพัฒนาเครื่องมือนวัตกรรมทางสุขภาพ: กรณีตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม STATA. *วารสารไทยไภษัชยนิพนธ์ ประจำปี 2564, 16*(1), 93-108.

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2555). หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคสำหรับการวิจัย. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 4*(1), 1-12.

ยุทธนา เศรษฐปราโมทย์. (2565). *เศรษฐมิติประยุกต์และการพยากรณ์.* ดีเอฟ ดิจิตัล พริ้นท์ติ้ง.

ศูนย์วิจัยนโยบายและการบริหาร มหาวิทยาลัยบูรพา. (2561). *รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาเพื่อกำหนดมูลค่าของเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเลขหมายสวย.* สำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม. http://numbering.nbtc.go.th/Scholastic/201/166.aspx

สำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม. (2562). *สถิติการประมูลเลขหมายสวย.* http://numbering.nbtc.go.th/Scholastic/317/438/463.aspx

สำนักบริหารและจัดการเลขหมายโทรคมนาคม. (2564). *จำนวนเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่จัดสรรสะสม.* http://numbering.nbtc.go.th/FixedExistingNumber/558/564.aspx

สุรพล ตรัยศิริกมล และพินทุพร ตีรสวัสดิชัย. (2562). ตอบโจทย์มูลค่าเลขหมายสวย. *วารสารวิชาการ กสทช. ประจำปี 2562,* 172-193.

Allison, B., Lepore, J., & Shafran, A. (2020). PRIZE SCARCITY AND OVERDISSIPATION IN ALL-PAY AUCTIONS. *Economic Inquiry, 59*(1), 361-374. https://doi.org/10.1111/ecin.12935

Amarinbooks. (2020, November 29). *Meet the Author EP.3 - หมอช้างเผยเคล็ดลับ ! เลือกเลขมงคลเสริมดวงรับปี 64* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=2R23-h8hHCQ&t=107s

Brown, P., Chua, A., & Mitchell, J. (2002). The influence of cultural factors on price clustering: Evidence from Asia–Pacific stock markets. *Pacific-Basin Finance Journal, 10*(3), 307-332. https://doi.org/10.1016/s0927-538x(02)00049-5

Bujang, M. A., Sa'at, N., Sidik, T. M. I. T. A. B., & Joo, L. C. (2018). Sample size guidelines for logistic regression from observational studies with large population: Emphasis on the accuracy between statistics and parameters based on real life clinical data. *Malaysian Journal of Medical Sciences, 25*(4), 122-130. https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.4.12.

Carsome Thailand. (2021). *วิธีเลือกเลขทะเบียนรถมงคล 2565 เสริมดวงให้ถูกโฉลก.* https://www.carsome.co.th/news/item/lucky-plate-numbers

Chen, G., & Tsurumi, H. (2010). Probit and logit model selection. *Communications in Statistics - Theory and Methods, 40*(1), 159-175. https://doi.org/10.1080/03610920903377799.

Chen, T., Karathanasopoulos, A., Ko, S., & Lo, C. (2019). Lucky lots and unlucky investors. *Review Of Quantitative Finance And Accounting, 54*(2), 735-751. https://doi.org/10.1007/s11156-019-00805-8

Choy, L., Mak, S., & Ho, W. (2007). Modeling Hong Kong Real Estate Prices. *Journal of Housing and the Built Environment, 22,* 359-368.

Gujarati, D. (2003). *Basic econometrics* (4th ed.). McGraw-Hill.

Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Basic econometrics* (5th ed.). McGraw Hill Inc.

Hajian-Tilaki, K. (2017). The choice of methods in determining the optimal cut-off value for quantitative diagnostic test evaluation. *Statistical Methods In Medical Research, 27*(8), 2374-2383. https://doi.org/10.1177/0962280216680383

Ho, J. (2008). *The Economics of Luckiness: The Impact of Number Superstition on Condominium Prices in Singapore.* (n.p.).

Korsholm, L. (2004). *Analysis Of Diagnostic Studies, Sensitivity and specificity positive and negative predicted values ROC curves tests based on logistic regression.* Department Of Statistics And Demography. University Of Southern Denmark.

Kotler, P. (1997). *Marketing Management.* Prentice Hall International, Inc.

Kotler, P. (2003). *Marketing Management. 11th ed. Upper Saddle River.* Prentice-Hall.

Kuroda, T., & Baquero-Forero, M. (2017). The effects of spectrum allocation mechanisms on market outcomes: Auctions vs beauty contests. *Telecommunications Policy, 41*(5-6), 341-354. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.01.006

Lim, H., Wong, W., & Hiau Abdullah, N. (2020). THE ECONOMICS OF LUCKINESS: HOW CRAZY ARE MALAYSIAN CHINESE TOWARDS CAR PLATE NUMBER "8"?. *Malaysian Management Journal*. https://doi.org/10.32890/mmj.21.2017.9049

Liu, X. (2012). Classification accuracy and cut point selection. *Statistics in Medicine, 31*(23), 2676-2686. https://doi.org/10.1002/sim.4509

Nahm, F. (2022). Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. *Korean Journal Of Anesthesiology, 75*(1), 25-36. https://doi.org/10.4097/kja.21209

Praew Magazine. (2021, January 11). *เปลี่ยนเบอร์พลิกชีวิต เจาะลึกศาสตร์ตัวเลขรับปี 2564 (PRAEW Talk EP.46)* [Video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=ODrMwVnvwPU&t=1s

Pratt, S. (2019). Are hotel guests bothered by unlucky floor or room assignments?. *International Journal Of Hospitality Management, 83,* 83-94. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.03.024

Singh-Bagi, F. (1983). A Logit Model of Farmers' Decisions About Credit. *Southern Journal of Agricultural Economics, 1,* 13-19.

Sogn-Grundvåg, G., Zhang, D., & Dreyer, B. (2021). Competition in a fish auction: The case of Atlantic cod in Northern Norway. *Fisheries Research, 235,* 105826. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105826

Wang, S., & Zhao, J. (2017). The distributional effects of lotteries and auctions-License plate regulations in Guangzhou. *Transportation Research Part A: Policy And Practice, 106,* 473-483. https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.10.011

Woo, C. K., Horowitz, I., Luk, S., & Lai, A. (2008). Willingness to pay and nuanced cultural cues: Evidence from Hong Kong's license-plate auction market. *Journal of Economic Psychology, 29*(1), 35-53. https://doi.org/10.1016/J.JOEP.2007.03.002

World Economic Forum & Harvard University. (2019). *The global competitiveness report.* World Economic Forum.

ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย เพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ ของโควิด-19

FACTORS AFFECTING WILLINGNESS TO PAY FOR FIXED BROADBAND INTERNET SERVICE DURING COVID-19 PANDEMIC

ธันวา แผนสท้าน[1]

ชลิตา ศรีนวล[2]

Thunwar Phansatarn[1]

Chalita Srinuan[2]

มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240[1]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520[2]

Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand[1]

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand[2]

Corresponding E-mail: thunwar@rumail.ru.ac.th

Received Date January 21, 2022
Revised Date October 11, 2022
Accepted Date October 18, 2022

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เป็นบริการที่มีความต้องการใช้งานเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย ในรูปแบบของการเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 สำรวจกลุ่มตัวอย่างจากครัวเรือนในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย และวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุคูณซึ่งมีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย คือ ลักษณะทางประชากรศาสตร์ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ผลการศึกษาพบว่า 3 ปัจจัยดังกล่าวส่งผลทำให้ความเต็มใจจ่ายสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของความเต็มใจจ่ายแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ต่อสังคมที่เพิ่มขึ้นของบริการซึ่งให้บริการผ่านคลื่นความถี่ที่มีการอนุญาตให้ใช้งานเป็นการทั่วไปโดยเฉพาะประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลควรส่งเสริมการแข่งขันที่เสรีและเป็นธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการกำกับดูแลอัตราค่าบริการ ในขณะเดียวกันการติดตามและพิจารณาการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเพิ่มขึ้น จะช่วยรองรับการใช้งานของผู้บริโภคได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: ความเต็มใจจ่าย อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ

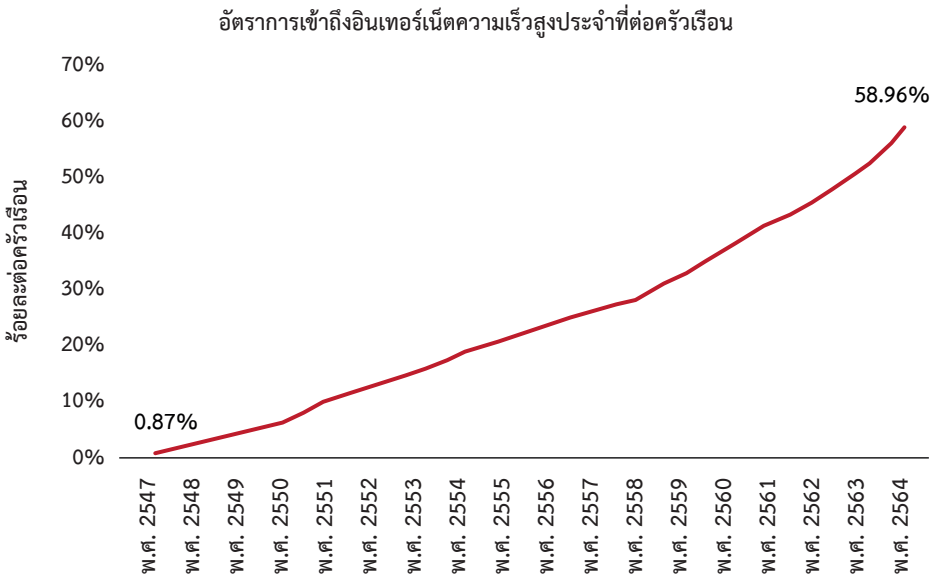
Abstract

Fixed broadband internet via Wi-Fi connection has been drastically increasing in Thailand. This research studied factors affecting the willingness to pay for fixed broadband internet during the COVID-19 pandemic. Household samples from various regions of Thailand were surveyed and analyzed by using multiple linear regression. Three main variables included the demographic characteristics, internet connection device, and changing in internet usage due to the COVID-19 pandemic. The study revealed that the three variables contributed to higher willingness to pay. An increasing in willingness to pay indicated that the society enjoyed more benefits from unlicensed ban, in particular for the users. Therefore, regulators should promote free and fair competition, while regulate on service fees. At the same time, usage monitoring of unlicensed ban should be intensified so that better services can be provided to consumers.

Keywords: Willingness to pay, Fixed broadband internet, COVID-19, Unlicensed ban, Multiple linear regression

1. บทนำ

อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ (Fixed broadband internet) เป็นบริการที่เติบโตอย่างมากในประเทศไทยในช่วงประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช., 2564) แสดงดังภาพที่ 1 พบว่า ในปี พ.ศ. 2547 อัตราการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของครัวเรือนในประเทศไทยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 1 หลังจากนั้นเกือบ 20 ปี ในปี พ.ศ. 2564 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 60 กล่าวได้ว่า มากกว่าครึ่งหนึ่งของครัวเรือนในประเทศไทยสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจกิจกรรมออนไลน์ของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์เปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึงปี พ.ศ. 2563 พบว่าการใช้สื่อสังคม (Social media) เป็นอันดับที่ 1 และมีการรับชมเนื้อหารายการจากที่อยู่อันดับที่ 4 ในปี พ.ศ. 2560 ขึ้นมาอยู่ที่อันดับที่ 2 ในปี พ.ศ. 2563 (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2563) การรับชมเนื้อหารายการเป็นที่ทราบกันดีว่าการใช้ปริมาณข้อมูลจำนวนมากและความเร็วที่สูงสำหรับวิดีโอ (Video) ทำให้ได้คุณภาพที่ดี ซึ่งอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เป็นบริการที่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ต่อเนื่องโดยไม่จำกัดและมีความเร็วสูง เนื่องจากเป็นเครือข่ายสายที่เหมาะสมมากกว่าในกรณีเกิดปัญหาจากการรับชม (Google, n.d.)



ภาพที่ 1 อัตราการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงประจำที่ต่อครัวเรือน
ที่มา: สำนักงาน กสทช. (2564)

บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ของประเทศไทยในปัจจุบันพบว่า ผู้ให้บริการส่วนใหญ่มีการเสนอบริการให้ยืมอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณ Wi-Fi เพื่อให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านตัวรับสัญญาณ Wi-Fi ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ ซึ่งอาจจะสนับสนุนข้อมูลผลสำรวจที่พบว่าผู้ใช้บริการส่วนใหญ่จะใช้บริการที่บ้านหรือที่พักอาศัย (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2563) และใช้บริการบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2563) การให้บริการระบบอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่จึงเป็นทางเลือกสำคัญของการใช้งานอินเทอร์เน็ต นอกเหนือจากการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ (Mobile broadband internet) บริการระบบอินเทอร์เน็ตประจำที่ให้ความเร็วในการดาวน์โหลดสูงและมีความเสถียรในการรับส่งข้อมูล รองรับการใช้งานอุปกรณ์ที่หลากหลาย ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการเจริญเติบโตของอุปกรณ์ภายในบ้านที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เช่น สมาร์ตทีวี เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า ตู้เย็น กล้องวงจรปิด (Thailand Board of Investment, 2020) อุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น อีกทั้งผู้ใช้บริการยังสามารถเปิดใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ได้ตลอดเวลาเนื่องจากรูปแบบการให้บริการของอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ไม่จำกัดปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ต ในขณะที่อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ แม้จะมีหลากหลายรายการที่ส่งเสริมการขายและมีราคาไม่สูงมาก แต่มีการจำกัดการใช้บริการปริมาณอินเทอร์เน็ตหรือลดความเร็วของอินเทอร์เน็ต (Fair Usage Policy: FUP) (ธันวา แผนสท้าน, 2563)

ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2562 ได้มีในสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ทั้งในและต่างประเทศทั่วโลก คณะรัฐมนตรีจึงได้มีการกำหนดมาตรการป้องกันอย่างเร่งด่วนเพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสไปยังหลายพื้นที่ ผู้คนจึงจำเป็นจะต้องปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตโดยการอยู่บ้านให้มากขึ้นโดยการทำงานที่บ้าน (Work from Home: WFH) เพื่อลดความเสี่ยงในการรับหรือกระจายเชื้อไวรัส (กระทรวงสาธารณสุข, 2564)

ทำให้การติดต่อสื่อสารกันจึงเป็นเรื่องที่ลำบาก ดังนั้น อินเทอร์เน็ตจึงถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการขับเคลื่อนสังคมและระบบเศรษฐกิจของประเทศในช่วงภาวะวิกฤติโควิด-19 ผ่านการใช้งานในด้านต่าง ๆ อาทิ การทำงาน การศึกษา การรับชมสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือแม้กระทั่งการใช้จ่ายผ่านช่องทางออนไลน์ ซึ่งทำให้หลายครัวเรือนมีการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น โดยภาคเอกชนได้สนับสนุนด้วยการปรับปรุงอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์แก่ผู้ใช้บริการโดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนการศึกษาและการทำงานที่บ้าน (World Health Organization, 2021)

เมื่อพิจารณาย่านคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปพบว่า ย่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz เป็นย่านคลื่นความถี่ที่ผู้ให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์นำมาใช้งานในลักษณะของการติดตั้งเครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network: LAN) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถจัดการและควบคุมเครือข่ายได้อย่างอิสระ แยกการใช้งานกับผู้ใช้งานอื่นจึงมีความปลอดภัยสูง มีความหน่วงต่ำ และสามารถตอบสนองได้เร็ว รวมถึงการใช้งานในลักษณะการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi ที่นำลักษณะการใช้งานบนคลื่นความถี่ 5 GHz มาเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วของการใช้งาน Wi-Fi ให้มากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการใช้ Wi-Fi ที่สูงขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา (Wi-Fi Alliance, 2022)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาจะเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งที่มาของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป โดยมีการใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่โดยเฉพาะผลประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจวัดได้โดยความเต็มใจจ่ายซึ่งสูงกว่าอัตราค่าบริการ เช่น ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 หากอัตราค่าบริการไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงความเต็มใจจ่าย จึงสะท้อนผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะผลประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ความเต็มใจจ่าย (Willingness to pay)

ความเต็มใจจ่ายมีส่วนสำคัญทางเศรษฐศาสตร์เนื่องจากใช้วัดส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer surplus) (Varian, 2014) ส่วนเกินของผู้บริโภควัดได้จากผลรวมของความเต็มใจจ่ายที่มากกว่าอัตราค่าบริการที่ผู้ใช้บริการจ่าย ซึ่งแสดงว่าบริการนี้สร้างประโยชน์แก่ผู้ใช้บริการ เรียกได้ว่าเป็นส่วนของประโยชน์ของสังคม แนวทางการตั้งคำถามความเต็มใจจ่ายจะใช้แนวทางที่คล้ายกับการศึกษาของ Dutz et al. (2012) ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายสำหรับบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในสหรัฐอเมริกา แนวคำถามเป็นคำถามว่า “ถ้าไม่มีบริการนี้แล้วจะจ่ายเพิ่มเท่าไหร่จากค่าใช้จ่ายเดิม” อย่างไรก็ตาม Dutz et al. (2012) มุ่งเน้นไปที่ศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์เพียงอย่างเดียว

จากข้อมูลการสำรวจของประเทศไทยจะพบว่า ประชากรไทยมีแนวโน้มการใช้งานอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้นแต่ส่วนใหญ่จะใช้ที่บ้านหรือที่พักอาศัย (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2563) และใช้บริการบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ตโฟน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2563) ปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้หลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนถึงความเต็มใจจ่าย นอกจากนี้ยังมีงานที่ศึกษาพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ที่มีผลต่อความเต็มใจจ่าย อาทิ Sudtasan and Mitomo (2016) โดยศึกษาไปที่การใช้บริการ Over-The-Top (OTT) ที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่แบบสายใยแก้วนำแสง (Fiber optic) พบว่าบริการภาพยนตร์มีผลต่อการเข้าใช้บริการและความเต็มใจจ่ายมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้งานศึกษาในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 จากการศึกษาของธันวา แผนสท้าน (2564) โดยได้อ้างถึงงานการศึกษาในต่างประเทศ อาทิ Katz (2009) และ Galperin and Ruzzier (2013) รวมไปถึง World Health Organization (2021) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้งานอินเทอร์เน็ตของประเทศไทยโดยเฉพาะในเครือข่ายเน็ตประชารัฐแต่ละจังหวัดพบว่า รายได้ครัวเรือนและจำนวนผู้ติดเชื้อมีผลต่อการใช้งานอินเทอร์เน็ต อาจจะแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงด้านอุปสงค์ที่มีผลต่อการใช้งานอินเทอร์เน็ตซึ่งจะแสดงออกไปที่ความเต็มใจจ่ายด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ ประกอบไปด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ ปัจจัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลกระทบจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปในเรื่องลักษณะของบุคคลและพฤติกรรมของบุคคล แต่ด้วยในปัจจุบันได้เกิดสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ทำให้ภาครัฐต้องออกมาตรการเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดใหญ่ของโควิด-19 ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำตัวแปรนี้มาศึกษาเพิ่มเติมด้วย

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นพบว่า สำหรับปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีผลต่อพฤติกรรมการเลือกใช้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง กล่าวคือ ผลของความแตกต่างกันในลักษณะทางประชากรศาสตร์นั้น จะส่งผลให้เกิดพฤติกรรมในแต่ละบุคคล รวมถึงผลการศึกษาในต่างประเทศยังพบว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์ ประกอบด้วย รายได้ของครัวเรือน อายุ เชื้อชาติ ระดับการศึกษา อาชีพ และสถานที่ตั้งของครัวเรือน เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ของผู้ใช้บริการเช่นกัน (Dutz et al., 2012) ด้านผลกระทบจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 พบว่า จากมาตรการควบคุมพื้นที่ (Lock down) ทำให้ผู้คนส่วนใหญ่จำเป็นจะต้องทำงานหรือเรียนอยู่ที่บ้าน ทำให้การใช้งานอินเทอร์เน็ตนั้นสอดคล้องกับระยะเวลาที่ต้องอยู่ในสถานที่นั้น ๆ กล่าวคือ เมื่อผู้คนต้องอยู่ในบ้านมากขึ้น กิจกรรมที่จะดำเนินในแต่ละวันจะเป็นการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ที่ให้ความเร็วสูงในการดาวน์โหลด (Download) และอัปโหลด (Upload) จึงส่งผลให้ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตในแต่ละครัวเรือนเพิ่มสูงขึ้น (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2563)

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป (Unlicensed band)

คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป หมายถึง คลื่นความถี่ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานโดยไม่ผ่านกระบวนการจัดสรรคลื่นความถี่เป็นการเฉพาะบุคคลหรือหน่วยงาน และการใช้คลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปเป็นคลื่นความถี่ร่วมกัน โดยผู้ใช้งานไม่ได้รับสิทธิเฉพาะ (Exclusivity) เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์และความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปตามประกาศ กสทช. เรื่องหลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562 อธิบายการกำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขการใช้คลื่นความถี่ไว้ว่า “เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ให้สามารถรองรับการใช้งานเทคโนโลยีสื่อประเภทใหม่ และสนับสนุนให้มีการใช้งานคลื่นความถี่ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเพื่อให้การกำกับดูแลเป็นไปเท่าที่จำเป็นและสอดคล้องกับหลักปฏิบัติสากลและข้อเสนอแนะของสหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ” เช่น คลื่นความถี่ 2.4 GHz สามารถนำไปใช้ได้ทั้ง Wi-Fi บริการ OTT และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่นำมาใช้สนับสนุนการใช้งานสำหรับเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network: WPAN) เป็นต้น

การอนุญาตในลักษณะนี้นอกจากจะเป็นการส่งเสริมให้มีการเข้าถึงคลื่นความถี่ได้มากขึ้นตามหลักการบริหารคลื่นความถี่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการสามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยไม่มีต้นทุนในการนำคลื่นความถี่มาใช้งาน ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ จากข้อมูลการศึกษาในหลายประเทศพบความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันระหว่างมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งาน Wi-Fi ต่อประชากรและการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่วัดด้วยรายได้ประชาชาติต่อประชากรด้วย นอกจากนี้ มูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งาน Wi-Fi ต่อประชากรยังมีความสัมพันธ์ไปทิศทางเดียวกับระดับของการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของประเทศ (Digital transformation) โดยมีความสัมพันธ์แบบเลขยกกำลังด้วย (Wi-Fi Alliance, 2021)

3. วิธีการศึกษา

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณจากข้อมูลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างโดยประชากรคือครัวเรือนในประเทศไทย วิธีการทางสถิติที่ใช้คือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุคูณ (Multiple linear regression) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามคือความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ นอกจากนี้เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแต่ละปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตามในที่นี้จะแสดง Partial regression plot ซึ่งเป็นการแสดงผลกระทบของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามโดยขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามด้วย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มาจากประชากรผู้ใช้บริการที่เป็นครัวเรือน (Household) จำนวน 27.7 ล้านครัวเรือนทั่วประเทศ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2564) การศึกษาในครั้งนี้ใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) โดยทำการจำแนกกลุ่มย่อย คือ ภูมิภาคของประเทศไทย แบ่งเป็น กรุงเทพมหานครและภาคกลาง และภาคอื่น ๆ ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ จากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างโดยการเลือกตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience) อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างที่มีข้อมูลครบถ้วนสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างได้อยู่ที่ 313 ครัวเรือน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการกระจายใกล้เคียงกับสัดส่วนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ภาค	จำนวนประชากร (ล้านครัวเรือน)	สัดส่วนประชากร (ร้อยละ)	จำนวนตัวอย่าง (ครัวเรือน)	สัดส่วนตัวอย่าง (ร้อยละ)
กรุงเทพมหานครและภาคกลาง	11.6	42.07	136	43.45
ภาคอื่น ๆ	16.1	57.93	177	56.55
รวม	**27.7**	**100**	**313**	**100**

3.3 แบบจำลองในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาเป็นรูปแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุคูณ แบบจำลองนี้มีความเหมาะสมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแต่ละปัจจัยซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ (Independent variable) ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรตาม (Dependent variable) โดยให้ปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งตัวแปรอิสระเช่นกันไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่าการวิเคราะห์แบบ Ceteris paribus การประมาณการสามารถใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบปกติ (Ordinary Lease Square: OLS) โดยค่าประมาณการ (Estimators) ของค่าพารามิเตอร์ (Parameters) จะเป็นตัวประมาณการที่มีคุณสมบัติตัวประมาณการเชิงเส้นที่ดีที่สุดที่ไม่มีอคติ (Best Linear Unbiased Estimator: BLUE) ภายใต้ข้อสมมติตามทฤษฎี Gauss-Markov จากกรอบแนวความคิดและตัวแปรที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะได้แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 โดยการประมวลผลจะใช้โปรแกรม STATA® ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติได้

$$\widehat{WTP} = \hat{\beta}_0 + \beta_1 Gender2 + \hat{\beta}_2 Gender3 + \hat{\beta}_3 Age + \hat{\beta}_4 Income + \hat{\beta}_5 Household + \hat{\beta}_6 HHIncome + \hat{\beta}_7 Job2 + \hat{\beta}_8 Job3 + \hat{\beta}_9 Job4 + \hat{\beta}_{10} Job5 + \hat{\beta}_{11} Job6 + \hat{\beta}_{12} Job7 + \hat{\beta}_{13} Job8 + \hat{\beta}_{14} Job9 + \hat{\beta}_{15} Device + \hat{\beta}_{16} Com + \hat{\beta}_{17} Ent + \hat{\beta}_{18} Con + \hat{\beta}_{19} App$$

คำอธิบายตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองและค่าสถิติเบื้องต้นแสดงดังตารางที่ 2 โดยจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 313 ตัวอย่าง สำหรับการเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ย ประเภทการสื่อสาร อาทิ ติดต่อสื่อสารผ่านแอปพลิเคชันข้อความ เช่น ไลน์ (LINE) เฟซบุ๊ก เมสเซนเจอร์ (Facebook Messenger) ติดต่อสื่อสารผ่านวิดีโอ และเครือข่ายสังคม ประเภทความบันเทิง อาทิ รับชมวิดีโอ และฟังเพลง ประเภทเนื้อหา อาทิ ทำงานหรือเรียนหนังสือ สืบค้นข้อมูล และอ่านบทความ ข่าว หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book: E-Book) และประเภทการประยุกต์ อาทิ การซื้อขายสินค้า การเงินและการลงทุน การติดตามสุขภาพ การเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ (Cloud) การประมวลผลคอมพิวเตอร์ผ่านระบบคลาวด์ (Cloud computing) และการค้นหาตำแหน่งหรือเส้นทาง เนื่องจากตัวแปรบางตัวมีการเก็บข้อมูลในลักษณะอันดับมาตรา (Ordinal scale) จึงมีประเด็นข้อถกเถียงถึงความเหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ถดถอย (Robitzsch, 2020) เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลจะพิจารณาเป็นข้อเสนอแนะต่องานวิจัยต่อไป

ตารางที่ 2 คำอธิบายตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อข้อมูล	หน่วย	ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่	บาทต่อครัวเรือน	*WTP*	185.98	263.45
เพศ (ตัวแปรหุ่น)	1 = ชาย (เป็นฐาน) 2 = หญิง 3 = ไม่ระบุ	*Gender1* *Gender2* *Gender3*	37.06% 62.30% 0.64%	-
อายุ	ปี	*Age*	33.73	11.85

ชื่อข้อมูล	หน่วย	ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน	1 = < 10,000 2 = 10,001-20,000 3 = 20,001-30,000 4 = 30,001-40,000 5 = 40,001-50,000 6 = 50,001-60,000 7 = 60,001-75,000 8 = 75,001-90,000 9 = > 90,000	*Income*	4.32	2.16
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	คนต่อครัวเรือน	*Household*	3.73	1.57
จำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีรายได้	คนต่อครัวเรือน	*HHincome*	2.29	0.98
อาชีพ (ตัวแปรหุ่น)	1 = นายจ้าง/เจ้าของกิจการ (เป็นฐาน) 2 = ทำงานในกิจการครอบครัวโดยไม่รับเงินเดือน 3 = ลูกจ้างเอกชน/รับจ้าง 4 = ข้าราชการ/พนักงานรัฐ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ 5 = แม่บ้าน 6 = นักเรียน/นักศึกษา 7 = เกษียณอายุ 8 = ว่างงาน 9 = อื่น ๆ	*Job1* *Job2* *Job3* *Job4* *Job5* *Job6* *Job7* *Job8* *Job9*	8.63% 3.51% 33.23% 41.53% 2.88% 5.43% 1.28% 1.60% 1.92%	-
จำนวนเฉลี่ยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ของครัวเรือน	เครื่องต่อครัวเรือน	*Device*	6.23	3.12
การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการสื่อสาร	1 = ลดลงร้อยละ 100 2 = ลดลงร้อยละ 50 ถึง 100 3 = ลดลงร้อยละ 1 ถึง 50 4 = ไม่เปลี่ยนแปลง 5 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 50 6 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ถึง 100 7 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 100	*Com*	5.03	1.07

ชื่อข้อมูล	หน่วย	ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทความบันเทิง	1 = ลดลงร้อยละ 100 2 = ลดลงร้อยละ 50 ถึง 100 3 = ลดลงร้อยละ 1 ถึง 50 4 = ไม่เปลี่ยนแปลง 5 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 50 6 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ถึง 100 7 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 100	*Ent*	5.01	1.13
การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทเนื้อหา	1 = ลดลงร้อยละ 100 2 = ลดลงร้อยละ 50 ถึง 100 3 = ลดลงร้อยละ 1 ถึง 50 4 = ไม่เปลี่ยนแปลง 5 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 50 6 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ถึง 100 7 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 100	*Con*	4.94	4.87
การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการประยุกต์	1 = ลดลงร้อยละ 100 2 = ลดลงร้อยละ 50 ถึง 100 3 = ลดลงร้อยละ 1 ถึง 50 4 = ไม่เปลี่ยนแปลง 5 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ถึง 50 6 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ถึง 100 7 = เพิ่มขึ้นร้อยละ 100	*App*	4.43	0.81

4. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้มีแบบจำลองที่พิจารณามีทั้งหมด 5 แบบจำลอง โดยพิจารณาปัจจัยด้านลักษณะทางประชากรศาสตร์ (Demographic) ด้านพฤติกรรมการใช้บริการ (Behavior) และด้านผลกระทบจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ดังนี้ แบบจำลองที่ 1 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาตัวอย่างทั้งหมด แบบจำลองที่ 2 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ทำงานที่บ้าน แบบจำลองที่ 3 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานที่บ้าน แบบจำลองที่ 4 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้พักอาศัยอยู่ในภาคกลาง และแบบจำลองที่ 5 พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยอยู่ในภาคกลาง

ตารางที่ 3 แบบจำลองที่ใช้ศึกษา

ตัวแปร	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2	แบบจำลองที่ 3	แบบจำลองที่ 4	แบบจำลองที่ 5
ค่าคงที่	73.79 (148.81)	-21.26 (146.43)	207.51 (296.50)	101.82 (110.85)	117.78 (234.02)
Gender2	42.99 (29.61)	15.65 (24.69)	82.74 (89.29)	74.87*** (21.96)	-47.18 (68.10)
Gender3	-68.31 (68.18)	-38.63 (34.89)	-73.51 (198.82)	-198.21* (106.63)	-105.59 (81.03)
Age	-1.23 (1.18)	-0.56 (1.25)	-1.70 (3.46)	-0.37 (1.43)	-1.10 (1.90)
Income	36.89*** (9.30)	30.60** (12.29)	37.85* (19.60)	39.32*** (11.31)	0.22** (0.22)
Household	12.11 (14.06)	23.57 (15.80)	27.32 (40.17)	25.06* (15.14)	9.34 (22.70)
HHincome	12.11 (14.06)	23.57 (15.80)	27.32 (40.17)	25.06* (15.14)	9.34 (22.70)
Job2	89.27 (108.35)	125.18* (67.32)	355.61 (284.70)	134.13** (55.30)	269.18 (270.47)
Job3	-101.10* (60.24)	-44.23 (53.04)	-130.50 (113.99)	0.24 (33.95)	-173.74* (94.89)
Job4	-99.48 (-53.56)	-18.84 (58.92)	-149.49 (119.71)	13.02 (43.36)	-75.85 (93.77)
Job5	-53.56 (87.67)	7.38 (89.96)	-92.49 (100.67)	5.76 (68.51)	-37.04 (143.24)
Job6	52.97 (121.97)	136.50 (98.03)	-14.82 (199.47)	66.21 (65.03)	275.50 (275.98)
Job7	45.01 (106.87)	221.84*** (55.37)	-	210.71** (64.32)	-61.73 (155.92)
Job8	-90.79 (108.40)	-6.06 (130.58)	24.52*** (140.64)	-74.51 (47.94)	20.59 (199.73)
Job9	-226.86*** (74.83)	-113.83 (71.54)	-282.04** (136.68)	-7.25 (53.54)	-271.01*** (84.94)
Device	17.45** (7.04	18.62* (9.82)	8.32 (14.45)	2.69 (8.23)	8.12 (12.13)
Com	64.67*** (24.48)	11.39 (25.66)	149.63** (61.11)	63.21*** (24.40)	60.21 (57.84)

ตัวแปร	แบบจำลองที่ 1	แบบจำลองที่ 2	แบบจำลองที่ 3	แบบจำลองที่ 4	แบบจำลองที่ 5
Ent	-41.3062* (23.34)	10.71 (26.39)	-111.91* (57.02)	-37.48** (17.82)	14.56 (60.52)
Con	-26.62 (18.65)	-26.52 (19.22)	-47.45 (60.95)	-34.70** (16.52)	-72.00 (46.36)
App	4.75 (38.23)	6.38 (27.33)	1.67 (115.06)	-34.61 (23.34)	20.67 (71.40)
ค่าสถิติแบบจำลอง					
N	313	200	107	177	136
R^2 *adjusted* R^2	0.3031 0.2560	0.3088 0.2358	0.3212 0.1824	0.3560 0.2780	0.3521 0.2460
Overall F *(p-value)*	6.65*** (0.0000)	4.23*** (0.0000)	2.31*** (0.0052)	4.57*** (0.0000)	3.32*** (0.0000)

หมายเหตุ : ตัวเลขบนคือค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของแบบจำลอง ตัวเลขล่างในวงเล็บคือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Robust standard error) โดยที่ *, **, *** แสดงระดับนัยสำคัญ 0.10, 0.05, 0.01 ตามลำดับ

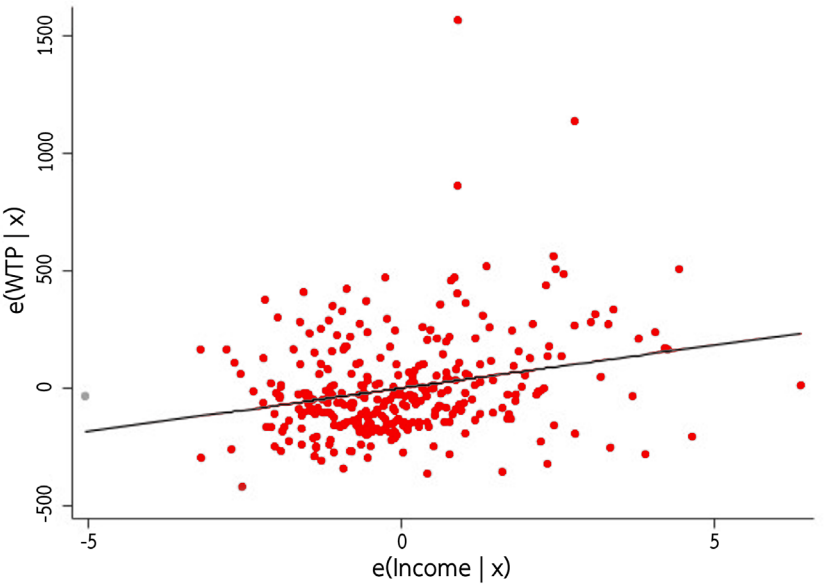
ผลการศึกษาจากแบบจำลองที่ 1 ซึ่งพิจารณาตัวอย่างทั้งหมดจะพบว่าปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ และจำนวนสมาชิกครัวเรือน ไม่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายโดยพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน จำนวนสมาชิกที่มีรายได้และอาชีพเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีของนายจ้างหรือเจ้าของกิจการ มีผลต่อความเต็มใจจ่ายโดยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ปัจจัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 มีผลต่อความเต็มใจจ่ายโดยพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

5. การอภิปรายผล

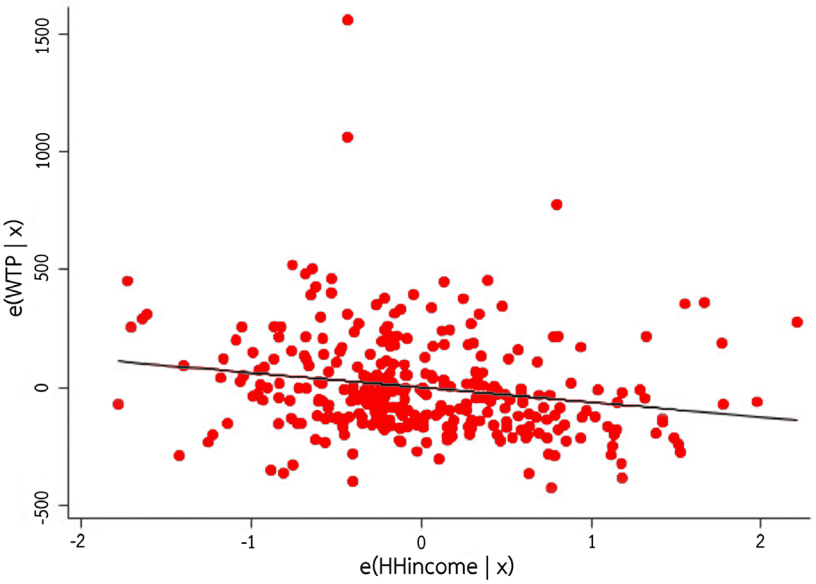
เมื่อพิจารณาทิศทางของปัจจัยที่สนใจที่มีต่อความเต็มใจจ่ายแสดงดังภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 5 โดยภาพทั้ง 4 ภาพมาจากแบบจำลองที่ 1 โดยการพิจารณาผลกระทบของตัวแปรอิสระที่ขจัดผลของตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยอื่น ๆ ออก ที่มีต่อตัวแปรตามที่ขจัดผลของตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยอื่น ๆ ออก ยกเว้นตัวแปรอิสระที่สนใจเพื่อเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระนั้นที่มีต่อตัวแปรตามโดยปัจจัยอื่น ๆ ได้ควบคุมไว้ เรียกว่า “Partial regression plot” การแสดงภาพนี้จะน่าสนใจในกรณีที่มีตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ถดถอยตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไปเนื่องจากสามารถแสดงภาพรูปแบบ 2 มิติได้ ผลลัพธ์ที่ได้คือตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีการปรับช่วงค่า (Feature scaling) โดยค่าที่ได้มีทั้งค่าลบและค่าบวก

จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์กรณีของรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือนมีทิศทางเดียวกับความเต็มใจจ่ายแสดงดังภาพที่ 2 ในขณะที่จำนวนสมาชิกที่มีรายได้มีทิศทางตรงข้ามกับความเต็มใจจ่าย เหตุผลสำคัญอาจจะได้มาจากการที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความต้องการภายในครัวเรือนเดียวกันซึ่งมีรายได้ช่วยจ่ายค่าบริการเพื่อให้ได้รับประโยชน์มากขึ้น หรือผู้ใช้บริการในครัวเรือนเดียวกัน ซึ่งการมีรายได้สามารถใช้บริการทดแทนอย่าง เช่น บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ได้ กรณีของอาชีพพบว่าอาชีพอื่น ๆ มีความเต็มใจจ่ายน้อยกว่ากรณีของนายจ้างหรือเจ้าของกิจการ กรณีของจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีรายได้ผู้ตอบแบบสอบถามอาจจะต้องการให้ผู้ใช้บริการในครัวเรือนเดียวกันซึ่งมีรายได้ช่วยจ่ายค่าบริการเพื่อให้ได้รับประโยชน์มากขึ้น หรือผู้ใช้บริการในครัวเรือนเดียวกันซึ่งมีรายได้สามารถใช้บริการทดแทน เช่น บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ได้แสดงดังภาพที่ 3

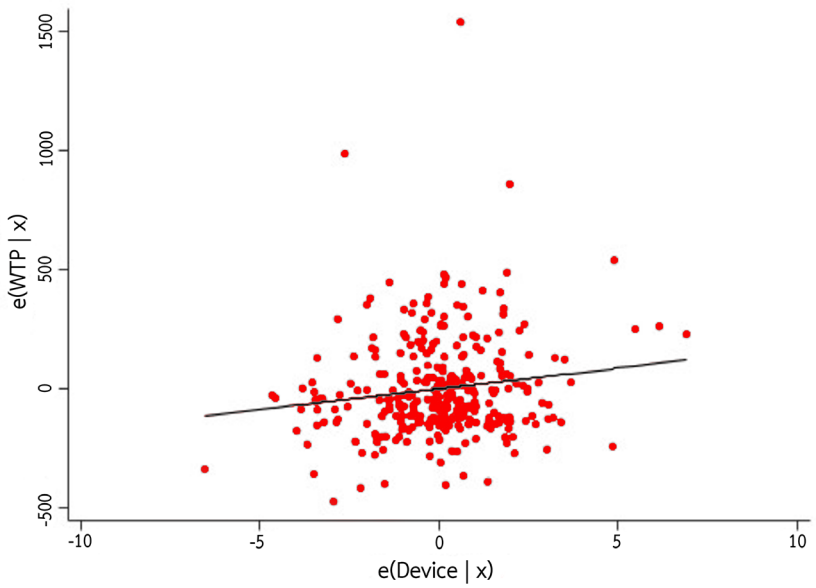
กรณีของปัจจัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตพบว่ามีทิศทางเดียวกับความเต็มใจจ่ายแสดงดังภาพที่ 4 เหตุผลสำคัญได้จากการมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของอินเทอร์เน็ตได้จึงสนับสนุนให้ผู้ใช้บริการเพิ่มความเต็มใจจ่ายเพื่อให้ประสิทธิภาพโดยรวมของอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นได้ กรณีปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 พบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการสื่อสารมีทิศทางเดียวกับความเต็มใจจ่ายแสดงดังภาพที่ 5 ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทความบันเทิงมีทิศทางตรงข้ามกับความเต็มใจจ่าย คำอธิบายที่สำคัญมาจากผู้ใช้บริการอาจจะต้องมีการจ่ายค่าบริการประเภทความบันเทิงอยู่แล้วจึงทำให้มีความเต็มใจจ่ายสำหรับบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ลดลง



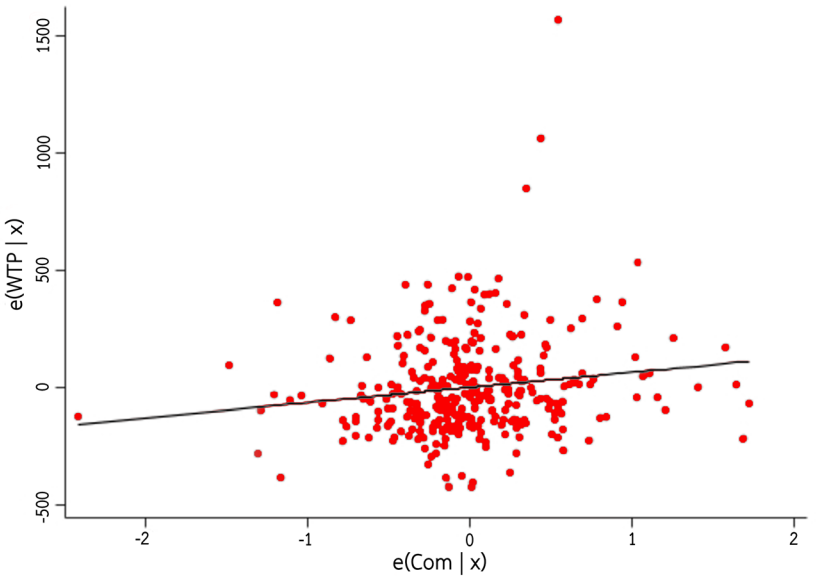
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือนและความเต็มใจจ่าย
เพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ภายใต้สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19
เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีรายได้และความเต็มใจจ่าย
เพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ภายใต้สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19
เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและความเต็มใจจ่าย
เพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ภายใต้สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19
เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการสื่อสาร และความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ภายใต้สถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่

ผลจากการศึกษาแบบจำลองอีก 4 แบบจำลองที่มีการจำแนกกลุ่มดังนี้พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีนัยสำคัญและทิศทางคล้ายกับแบบจำลองที่ 1 ยกเว้นกรณีของอาชีพโดยพบว่า ผู้เกษียณอายุหรือผู้ว่างงานในบางกลุ่มมีความเต็มใจจ่ายมากกว่ากรณีของนายจ้างหรือเจ้าของกิจการ และปัจจัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่ไม่ค่อยมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองที่จำแนกตามกลุ่ม นอกจากนี้ กรณีปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 ไม่ค่อยมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองที่จำแนกตามกลุ่ม ยกเว้นกรณีของแบบจำลองที่ 3 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานที่บ้าน และแบบจำลองที่ 4 เป็นแบบจำลองที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้พักอาศัยอยู่ในภาคกลางจะพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ กรณีของแบบจำลองที่ 4 ตัวแปรเพศจะเห็นว่าเพศหญิงมีความเต็มใจจ่ายมากกว่าเพศชายอีกด้วย จากแบบจำลองทั้ง 5 แบบ พบว่า ปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ โดยเฉพาะรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน มีนัยสำคัญทางสถิติทุกแบบจำลองและมีทิศทางเดียวกับความเต็มใจจ่าย โดยจากแบบจำลองที่ 1 สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพที่ 2 โดยจะเห็นว่าเมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ มีค่าคงที่ รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความเต็มใจจ่ายสำหรับบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่มีค่าเพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การสอบถามความเต็มใจจ่ายพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีแนวโน้มที่จะตอบค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริงในภาพรวมเนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามกังวลว่าการเปิดเผยความเต็มใจจ่ายจะทำให้เสียอัตราค่าบริการเพิ่มขึ้น ประเด็นนี้สามารถพัฒนาต่อยอดวิธีการประเมินความเต็มใจจ่ายหรือเปรียบเทียบกับวิธีที่อื่น ๆ รวมไปถึงพัฒนาการเก็บข้อมูลให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

6. บทสรุป

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ในช่วงสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19 โดยใช้แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุคูณ ปัจจัยที่ศึกษาประกอบไปด้วยปัจจัยลักษณะทางประชากรศาสตร์ ปัจจัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้อินเทอร์เน็ตจากสถานการณ์การระบาดใหญ่ของโควิด-19

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่มาจาก 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ รายได้ครัวเรือนเฉลี่ยต่อเดือน จำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และการเพิ่มขึ้นของการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการสื่อสาร นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า มีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างกลุ่มประชากรที่พิจารณาด้วย เช่น จากการศึกษาได้พิจารณาเป็นกรณีกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ทำงานที่บ้าน และกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานที่บ้าน กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้พักอาศัยอยู่ในภาคกลางและกลุ่มตัวอย่างที่พักอาศัยอยู่ในภาคกลางพบว่า มีลักษณะใกล้เคียงกับการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคตสามารถพิจารณาได้ 3 ประเด็น ประเด็นแรกคือการทดแทนระหว่างบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่และอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่อาจจะมีผลต่อความเต็มใจจ่ายได้ ประเด็นต่อมาเป็นประเด็นความต้องการใช้งานคลื่นความถี่เนื่องจากพบว่ามีปัจจัยสำคัญหลายปัจจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะทางประชากรศาสตร์และพฤติกรรมการใช้งานส่งผลให้ความเต็มจ่ายเพิ่มขึ้น โดยอาจจำเป็นต้องวิเคราะห์ความหนาแน่นของการใช้งานคลื่นความถี่ในปัจจุบันความพอเพียงต่อการใช้งานของคลื่นความถี่ย่านต่าง ๆ และคลื่นที่อาจจะต้องมีการเรียกคืนและจัดสรรเพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานต่อไป ประเด็นสุดท้ายเป็นเรื่องข้อมูลที่เก็บเนื่องจากตัวแปรบางตัวมีการเก็บข้อมูลในลักษณะอันดับมาตราซึ่งอาจจะมีการพัฒนาวิธีการจัดข้อมูลหรือใช้ข้อมูลจริงจากการใช้งานเพื่อให้การวิเคราะห์มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

7.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสารพิจารณาได้จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของความเต็มใจจ่ายเพื่อใช้บริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ต่อสังคม

ที่เพิ่มขึ้นของบริการโดยเฉพาะประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของความเต็มใจจ่ายอาจไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมโดยเฉพาะประโยชน์ต่อผู้ใช้บริการ เนื่องจากผู้ให้บริการแสวงหาผลประโยชน์จากความเต็มใจจ่ายของบริการผู้ใช้บริการ หากมีการกำหนดอัตราค่าบริการของอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตมีอำนาจเหนือตลาด ซึ่งสามารถเปลี่ยนส่วนเกินผู้ใช้บริการซึ่งมาจากความเต็มใจจ่ายที่สูงกว่าอัตราค่าบริการไปเป็นกำไรซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ให้บริการได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลจึงควรส่งเสริมการแข่งขันที่เสรีและเป็นธรรมเพื่อไม่ให้ผู้ให้บริการเพิ่มอัตราค่าบริการ เช่นนั้นแล้วการเพิ่มขึ้นของความเต็มใจจ่ายจะเป็นการเพิ่มประโยชน์ต่อสังคมของบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ให้มากขึ้นอย่างแท้จริง

นอกจากนี้จากการศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ นำไปสู่ข้อเสนอแนะเพื่อการนำเสนอนโยบายที่เหมาะสมได้ดังต่อไปนี้

ปัจจัยรายได้ครัวเรือน การที่พบว่ารายได้ครัวเรือนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเต็มใจจ่ายเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นประโยชน์ของบริการต่อครัวเรือนที่มีรายได้สูงกว่าได้ ในด้านของผู้ให้บริการเมื่อเห็นประโยชน์ดังกล่าวอาจจะมีแนวโน้มที่จะลงทุนในพื้นที่ที่มีครัวเรือนที่มีรายได้สูงกว่าได้ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังจำเป็นจะต้องมีนโยบายสำหรับพื้นที่ที่มีครัวเรือนที่ไม่ได้มีรายได้สูงเพื่อให้สามารถใช้บริการได้อย่างทั่วถึง

ปัจจัยจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเต็มใจจ่ายเพิ่มขึ้น หากพิจารณาในปัจจุบันพบว่าการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปและเทคโนโลยี Wi-Fi 6 ซึ่งมีการพัฒนาต่อยอดเป็นเทคโนโลยี Wi-Fi 6E ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ใช้ Wi-Fi 6 มีความเร็วมากกว่าเทคโนโลยีก่อนหน้า ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความเต็มใจจ่ายในอนาคตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น หากมีการติดตามการใช้งานคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปอย่างใกล้ชิด จะทำให้สามารถปรับปรุงคลื่นความถี่ย่าน 6 GHz หรือย่านอื่น ๆ ที่รองรับการใช้งานเป็นคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไปที่รองรับเทคโนโลยีและอุปกรณ์ใหม่ ๆ ได้ทันเวลาตามความต้องการของผู้บริโภคและจะช่วยเพิ่มความเต็มใจจ่ายด้วย

ปัจจัยจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่มีรายได้ ปัจจัยนี้พบว่าส่งผลให้ความเต็มใจจ่ายลดลงซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสมาชิกครัวเรือนที่มีรายได้เหล่านี้มีทางเลือกบริการอื่น ๆ อาทิ บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่จึงไม่ได้เห็นประโยชน์ของบริการอินเทอร์เน็ตประจำที่มากเท่าที่ควรซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไป หากเป็นจริงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถส่งเสริมการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้โดยพิจารณาการใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่มีได้หลากหลายรูปแบบด้วย

ปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้งานอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยประเภทการสื่อสาร ปัจจัยนี้พบว่าส่งผลให้ความเต็มใจจ่ายเพิ่มขึ้น การส่งเสริมการใช้งานประเภทการสื่อสารซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้บริการอินเทอร์เน็ตช่วยส่งเสริมให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมที่เพิ่มขึ้นของบริการได้เช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลสำหรับการดำเนินการวิจัยจากโครงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของคลื่นความถี่ที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

รายการเอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2564). *สถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19): มาตรการสาธารณสุขและปัญหาอุปสรรคการป้องกันควบคุมโรคในผู้เดินทาง.* https://ddc.moph.go.th/uploads/files/2017420210820025238.pdf

ธันวา แผนสท้าน. (2563). พฤติกรรมเอนเอียงในการเลือกใช้รูปแบบอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ระหว่างระบบรายเดือนกับระบบเติมเงินในประเทศไทย. *วารสารเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, 27*(1), 127-156.

ธันวา แผนสท้าน. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ง่ายเน็ตประชารัฐในปีที่มีการแผ่ระบาดของโควิด-19 ในประเทศไทย. *วารสารสมาคมนักวิจัย, 26*(4), 124-141.

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. เรื่อง หลักเกณฑ์การใช้คลื่นความถี่และเครื่องวิทยุคมนาคมที่อนุญาตให้มีการใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. 2562. (2562, 26 ธันวาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 136 ตอนพิเศษ 315 ง. หน้า 4-5.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2564). *ศูนย์ข้อมูลกลางฐานข้อมูลอุตสาหกรรมโทรคมนาคม.* http://ttid.nbtc.go.th/

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2563). *รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยปี 2563* (รายงานการวิจัย). สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2563). *สรุปผลที่สำคัญ: สำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2563.* สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2564). *ข้อมูลสถิติที่สำคัญ.* ข้อมูลสถิติที่สำคัญระดับประเทศ ภาคและจังหวัด. http://statbbi.nso.go.th/staticreport/Page/th/index.aspx

Dutz, M. A., Orszag, J. M., & Willig, R. D. (2012). The Lift off of Consumer Benefits from the Broadband Revolution. *Review of Network Economics, 11*(4), 1-34.

Galperin, H., & Ruzzier, C. A. (2013). Price Elasticity of Demand for Broadband: Evidence from Latin America and the Caribbean. *Telecommunications Policy, 37*(6-7), 429-438.

Google. (n.d.). *Help Center.* Fix a Problem: Watch Video. https://support.google.com/youtube/answer/78358?hl=en

Katz, R. (2009). Estimating Broadband Demand and Its Economics Impact in Latin America. In *Proceedings of the 3rd ACORN-REDECOM.* Mexico City.

Robitzsch, A. (2020). Why Ordinal Variables Can (Almost) Always Be Treated as Continuous Variables: Clarifying Assumptiions of Robust Continuous and Ordinal Factor Analysis Estimation Methods. *Frontiers in Education.* https://doi.org/10.3389/feduc.2020.589965

Sudtasan, T., & Mitomo, H. (2016). Effects of OTT Services on Consumer's Willingness to Pay for Optical Fiber Braodband Connection in Thailand. In *27th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS): "The Evolution of the North-South Telecommunications Divide: The Role for Europe".* International Telecommunications Society (ITS).

Thailand Board of Investment. (2020). Thailand Investment Review: Smart Electromics, *The Foundation of Smart Industries.* Thailand Board of Investment .

Varian, H. R. (2014). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach.* W. W. Norton & Company.

Wi-Fi Alliance. (2021). *The Economic Value of Wi-Fi: a Global View (2021-2025).* Wi-Fi Alliance.

Wi-Fi Alliance. (2022). *Press Releases.* Wi-Fi Alliance® 2022 Wi-Fi® trends. https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-2022-wi-fi-trends

World Health Organization. (2021). *WHO Thailand Situation Report.* World Health Organization. Retrieved from https://www.who.int/docs/default-source/searo/thailand/2021_01_12_tha-sitrep-122-covid19.pdf?sfvrsn=6a1bb73d_16

AI

ระบบนิเวศบล็อกเชนเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมประเทศไทย ให้ก้าวไปสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0

BLOCKCHAIN ECOSYSTEM TO RAISE THAILAND'S TELECOMMUNICATION SECTOR TO A SMART SOCIETY ACCORDING TO THAILAND 4.0 POLICY

บุญประเสริฐ สุรักษ์รัตนสกุล[1]
วรพจน์ กรีสุระเดช[2]
อารยา อริยา[3]
พิรภพ จันทร์แสนตอ[4]
บัณฑิต บุษบา[5]
Boonprasert Surakratanasakul[1]
Worapoj Kreesuradej[2]
Araya Ariya[3]
Piraprob Junsantor[4]
Bundit Busaba[5]

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520[1 และ 2]
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง 52100[3 ถึง 5]
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand[1 and 2]
Lampang Rajabhat University, Lampang 52100 Thailand[3 to 5]

Corresponding E-mail: boonprasert@it.kmitl.ac.th

Received Date July 18, 2022
Revised Date October 25, 2022
Accepted Date October 31, 2022

บทคัดย่อ

บล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีที่มีการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะการสร้างความน่าเชื่อถือและการยืนยันตัวตนในโลกดิจิทัล ปัจจัยสำคัญที่ทำให้บล็อกเชนประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมที่มีหลายองค์กรทำงานร่วมกันคือการสร้างระบบนิเวศบล็อกเชนสำหรับอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิควิธีอภิปรายกลุ่มเพื่อเก็บข้อมูลจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และนำข้อมูลมาใช้ออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม ผลการวิจัยแสดงถึงสภาพแวดล้อมการทำงานภายใต้ระบบนิเวศบล็อกเชน และการพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบ 5 ระบบ ได้แก่ ระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช. ระบบการจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ ระบบการจัดเก็บและการบริหารจัดการข้อมูลการตรวจสอบการแสดงเครื่องหมายที่เครื่องวิทยุคมนาคม ระบบตรวจสอบโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์เพื่อให้ประชาชนตรวจสอบได้ และระบบการเปลี่ยนค่ายด้วยเบอร์เดิม ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบพบว่า ด้านประสิทธิภาพหน้าที่ของโปรแกรมและด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.76 และ 4.65 ตามลำดับ ส่วนด้านความสามารถของระบบที่ทำงานตรงกับความต้องการของผู้ใช้และความยากง่ายในการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 4.35 และ 4.24 ตามลำดับ

คำสำคัญ: บล็อกเชน ระบบนิเวศบล็อกเชน อุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม

Abstract

Blockchain is a technology that is widely mentioned about, particularly for building trust and authentication in the digital world. A crucial factor for the success of applying blockchain in an industry consisting of different organizations is to develop a blockchain ecosystem that can accommodate telecommunication sector. The article's goal was to design a blockchain ecosystem for Thailand's telecommunication industry. In this study, focus group discussions were used to collect information from stakeholders. This information was employed to design a blockchain ecosystem for the telecommunication industry. The research result demonstrated a working environment under the blockchain ecosystem. In addition, five information system prototypes were developed including: an information system for the office of NBTC's news and message notification; a system for gathering and verifying call data and service fees; a system for collecting and administering data on the verification of registration label on radiotelephony; a system for online checking of promotions and usage for general people; and a system for switching provider and keeping the same phone number. The system efficiency assessment indicated that the functional test and security test received highest scores with mean scores of 4.76 and 4.65 respectively. The functional requirement test and usability test received high scores with mean scores of 4.35 and 4.24 respectively.

Keywords: Blockchain, Blockchain ecosystem, Telecommunication industry

1. บทนำ

บล็อกเชน (Blockchain) เริ่มรู้จักครั้งแรกในปี ค.ศ. 1982 จากการนำเสนอเรื่องโพรโทคอลบล็อกเชนในงานวิทยานิพนธ์ปริญญาเอกของ Chaum (1982) จากนั้นในปี ค.ศ. 1991 Haber & Stornetta (1991) ได้อธิบายเกี่ยวกับห่วงโซ่ของบล็อกและการเข้ารหัส และในปี ค.ศ. 1998 "bit gold" หรือ กลไกสกุลเงินดิจิทัลแบบกระจายได้ถูกออกแบบและเสนอโดย Nick Szabo (Sharma, 2021) อย่างไรก็ตาม บล็อกเชนเริ่มเป็นที่นิยมและได้ถูกกล่าวถึงในวงกว้างจากการปรากฏของบทความที่นำเสนอโดย ซาโตชิ นาคาโมโตะ (Nakamoto, 2009) ซึ่งเขียนบทความเกี่ยวกับการใช้บล็อกเชนในระบบเงินสดอิเล็กทรอนิกส์แบบ peer-to-peer ส่งผลให้บล็อกเชนเป็นวิธีการที่ถูกกล่าวถึงบ่อยครั้งเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยในการจัดเก็บและการถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบที่กระจายอำนาจและเชื่อถือได้ (Taylor et al., 2020) ทั้งนี้ มีนักวิจัยหลายคนที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำบล็อกเชนเข้ามาช่วยในการรักษาความปลอดภัย เช่น Guo & Yu (2022) และ Joshi et al., (2018)

ในช่วงแรกบล็อกเชนได้รับความสนใจอย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้และจัดการความปลอดภัยของข้อมูลทางด้านการเงินจากสถาบันการเงินทั่วโลก ซึ่งต่อมาบล็อกเชนได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในวงการอื่น ๆ นอกจากการเงิน อาทิ อุตสาหกรรมรถยนต์ (Mohammad et al., 2022) การดูแลสุขภาพ (Huang & Foysal, 2021) การโฆษณา (Liu et al., 2021) การประกันภัย (Shetty et.al., 2022) พลังงาน (Bao et al., 2021) กิจการการสื่อสารและโทรคมนาคม (Babu et al., 2016; Qasse et al., 2019; Ridgewell, 2019) หรือแม้กระทั่งรัฐบาลทั่วโลกก็ยังได้เริ่มมีการศึกษาแนวทางการนำบล็อกเชนไปใช้ในหน่วยงานราชการของตน (Chen et al., 2018)

ในอนาคตอันใกล้นี้ประเทศไทยจะก้าวสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ได้ประกาศนโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล (Digital economy) ที่เน้นการผลักดัน Smart city หรือเมืองอัจฉริยะให้เป็นกลไกที่จะสร้างโอกาสในการขยายตัวของเศรษฐกิจในระดับภูมิภาคให้ดีขึ้น อุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมจะมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดความสำเร็จ ทั้งบทบาทในฐานะเป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการเชื่อมต่อกันในสังคมอัจฉริยะ และยังเป็นองค์ประกอบหลักหนึ่งในระบบนิเวศเมืองอัจฉริยะที่ไม่สามารถขาดหายไปได้ จึงทำให้มีความพยายามในการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ประโยชน์ในการสร้างสภาพแวดล้อมทางดิจิทัลให้แก่สังคมและเศรษฐกิจ

สืบเนื่องจากพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับการประกอบกิจการวิทยุกระจายเสียงวิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พุทธศักราช 2553 และที่แก้ไขเพิ่มเติมบัญญัติให้สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ กสทช. ในมาตราที่ 50 เพื่อประโยชน์ในการจัดให้มีบริการโทรคมนาคมพื้นฐานโดยทั่วถึงและบริการเพื่อสังคมตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบกิจการโทรคมนาคม ให้ กสทช. กำหนดแผนการจัดให้มีบริการโทรคมนาคมพื้นฐานโดยทั่วถึงและเพื่อบริการสังคม ซึ่งการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาใช้ในการให้บริการ จะทำให้ประชาชนผู้ใช้มีความเชื่อถือและมีความปลอดภัยในการใช้บริการดิจิทัลจากภาครัฐ

ทั้งนี้ กสทช. ยังมิได้นำเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภายในองค์กรและอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมของประเทศไทย จึงเป็นช่องว่างงานวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนของ กสทช. เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับนำไปใช้ในกิจการสื่อสารโทรคมนาคมของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย

3. วิธีการศึกษา

การศึกษาเพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ระดับสูงของ กสทช. เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของ กสทช. และผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ระดับสูงของ กสทช. จำนวน 5 คน เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของ กสทช. จำนวน 10 คน และผู้ประกอบการธุรกิจด้านอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม จำนวน 5 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยคือการอภิปรายกลุ่ม (Focus group discussion) ด้วยการระดมความคิดเห็นจากผู้วิจัยและกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งแรกจะเป็นการระดมความคิดเห็นโดยใช้แบบสัมภาษณ์ทั่วไป (Interview) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบประเด็นคำถามประกอบด้วย 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ ความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันของอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม แนวโน้มในอนาคตของอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม แนวโน้มการให้บริการดิจิทัลของภาครัฐ และการนำเทคโนโลยีและระบบนิเวศบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม ส่วนการระดมความคิดเห็นครั้งที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากรอบแรกไปวิเคราะห์แล้วนำไปออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย แล้วนำกลับมาเสนอให้แก่กลุ่มตัวอย่างอีกครั้งเพื่อระดมข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้ออกแบบต้นแบบสถานการณ์จำลองทั้งหมด 5 ระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอการใช้งานและให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งาน จากนั้นจึงใช้แบบประเมินการทดสอบประสิทธิภาพระบบให้กลุ่มตัวอย่างได้กรอกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลจากการอภิปรายกลุ่มจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยสรุปประเด็นจากเนื้อหาที่ได้สัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้สำหรับออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม โดยแบ่งออกเป็น การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อจำแนกหลักเกณฑ์การสร้างระบบนิเวศบล็อกเชนสำหรับอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย และการวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้ (User requirement) เพื่อออกแบบระบบสารสนเทศในสถานการณ์จำลองต้นแบบโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน

ในส่วนผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบต้นแบบสถานการณ์จำลองทั้ง 5 ระบบ ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว

3.4 การออกแบบและพัฒนาระบบ

เมื่อได้ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้จากการวิเคราะห์เนื้อหาเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำความต้องการของผู้ใช้และการออกแบบระบบสารสนเทศด้วยวงจรชีวิตการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งเป็นแนวคิดของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยโมเดลการออกแบบระบบผู้วิจัยได้นำหลักการของ Waterfall model (Royce, 1970) มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศในสถานการณ์จำลองต้นแบบโดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน

4. การทบทวนวรรณกรรม

บล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายที่รู้จักกันในชื่อ “Distributed Ledger Technology (DLT)” โดยเป็นการจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับการรับรองว่าปลอดภัยจากการไม่สามารถแก้ไขข้อมูลก่อนหน้านั้นได้ หรือหากแก้ไขได้จะได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานทั้งหมด ซึ่งกระบวนการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวจะใช้หลักการของ Cryptography และความสามารถของ Distributed computing ในการสร้างกลไกความน่าเชื่อถือ (Yermack, 2017 อ้างถึงใน สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล, 2564)

4.1 สถาปัตยกรรมบล็อกเชน (Blockchain architecture)

Zheng et al. (2018) ได้อธิบายเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของบล็อกเชนว่า บล็อกเชนมีการทำงานเป็นลำดับของบล็อก ซึ่งแต่ละบล็อกจะมีรายการบันทึกการทำธุรกรรมทั้งหมดและค่าแฮช (Hash value) โดยทุก ๆ บล็อกจะมีตัวชี้ไปยังบล็อกก่อนหน้า ยกเว้นบล็อกแรกเท่านั้นที่จะไม่มีตัวชี้ไปยังบล็อกก่อนหน้า ซึ่งบล็อกแรกสุดจะเรียกว่าบล็อกกำเนิด (Genesis block)

ในแต่ละบล็อกจะประกอบด้วยบล็อกเฮดเดอร์ (Block header) และบล็อกบอดี้ (Block body) โดยบล็อกเฮดเดอร์จะประกอบด้วย

- Block version จะระบุชุดของการตรวจสอบบล็อก
- Parent block hash จะประกอบด้วยค่าแฮช 256 บิต ที่ชี้ไปยังบล็อกก่อนหน้า
- Merkle tree root hash จะระบุค่าแฮชของข้อมูลธุรกรรมทั้งหมดในบล็อก
- Timestamp จะระบุค่าเวลาปัจจุบันที่บันทึกข้อมูล
- nBits ระบุค่าเป้าหมายของแฮชปัจจุบันในลักษณะการบีบอัด
- Nonce คือฟิลด์ขนาด 4 ไบต์ โดยเริ่มต้นที่ 0 และเพิ่มขึ้นทุก ๆ ครั้งที่มีการคำนวณค่าแฮช

บล็อกบอดี้จะประกอบด้วย ตัวนับธุรกรรมและข้อมูลธุรกรรม จำนวนธุรกรรมสูงสุดที่แต่ละบล็อกสามารถบันทึกได้ขึ้นอยู่กับขนาดของบล็อกและของธุรกรรม ในส่วนนี้บล็อกเชนจะใช้กลไกการเข้ารหัสแบบอสมมาตร (Asymmetric cryptography) ในการตรวจสอบความถูกต้องของธุรกรรม ส่วนลายเซ็นดิจิทัล (Digital signature) ที่มีการเข้ารหัสแบบอสมมาตรจะถูกใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่น่าเชื่อถือ

สำหรับลายเซ็นดิจิทัล ผู้ใช้แต่ละคนจะเป็นเจ้าของทั้งคีย์ส่วนตัว (Private key) และคีย์สาธารณะ (Public key) โดยคีย์ส่วนตัวจะใช้สำหรับลงนามในการทำธุรกรรม และบุคคลอื่นจะสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ด้วยคีย์สาธารณะ ทั้งนี้ลายเซ็นดิจิทัลจะมีการทำงาน 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการลงนามและขั้นตอนการยืนยัน ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้ A ต้องการลงนามในธุรกรรม จะมีการสร้างค่าแฮชที่ได้รับจากธุรกรรมก่อน จากนั้นจึงมีการเข้ารหัสค่าแฮชด้วยคีย์ส่วนตัว และส่งค่าแฮชที่เข้ารหัสด้วยข้อมูลดังเดิมไปยังผู้ใช้รายอื่น อาทิ ผู้ใช้ B ซึ่งผู้ใช้ B จะสามารถตรวจสอบธุรกรรมที่ได้รับผ่านการเปรียบเทียบกับค่าแฮชที่ถูกถอดรหัสแล้วโดยใช้กุญแจสาธารณะของผู้ใช้ A กับค่าแฮชที่ได้จากข้อมูลที่ได้รับโดยใช้ฟังก์ชันแฮชเดียวกับผู้ใช้ A

4.2 ตัวอย่างการนำบล็อกเชนไปประยุกต์ในหน่วยงานภาครัฐของประเทศต่าง ๆ

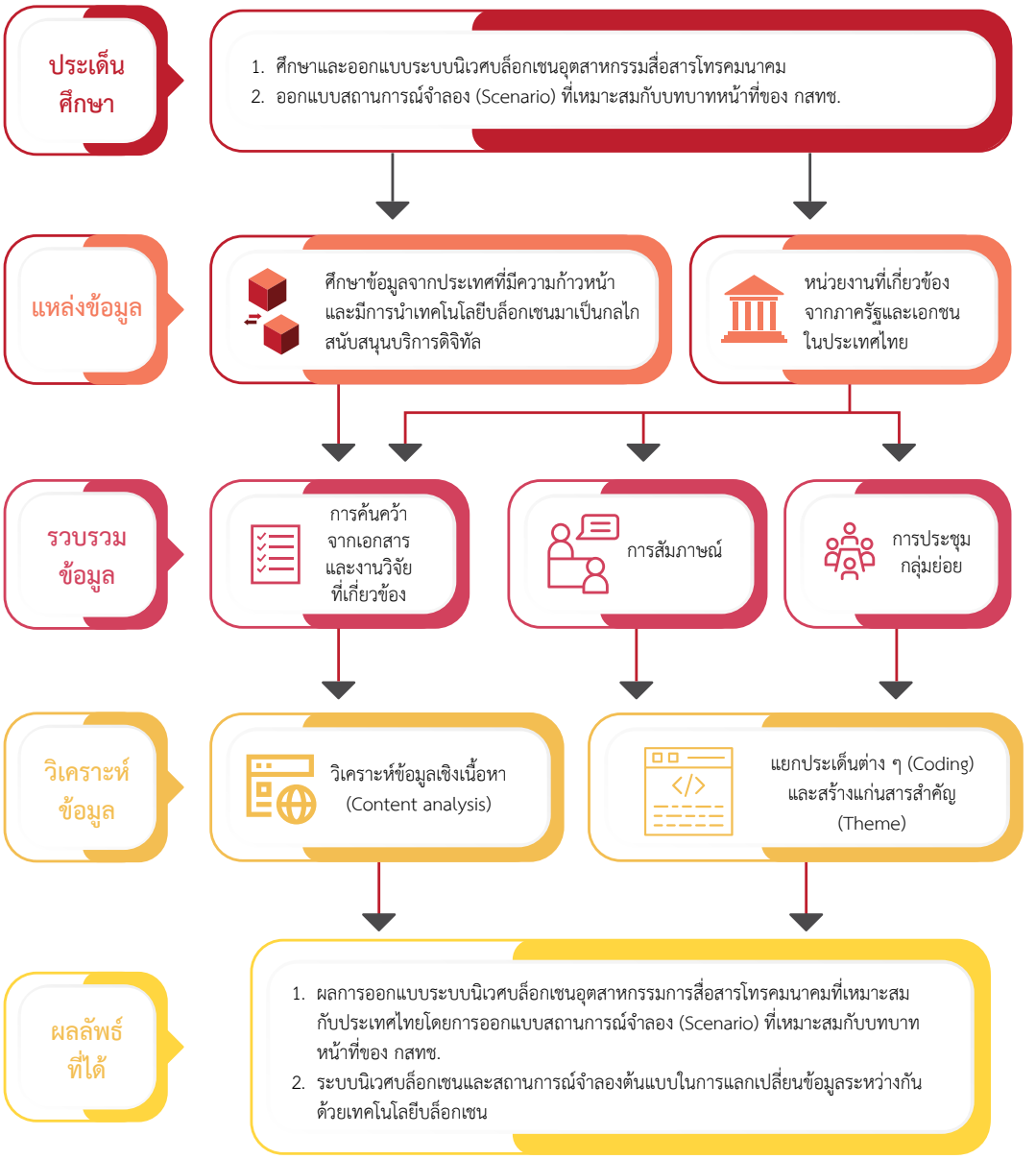
ในสาธารณรัฐเอสโตเนีย (Estonia, State Electoral Office of., 2017) มีความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและโทรคมนาคมอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความก้าวหน้าในเรื่องของ e-Government โดยเอสโตเนียถือได้ว่าเป็นประเทศที่เป็นผู้นำด้านการพัฒนา e-Government เพื่อนำประเทศไปสู่สังคมดิจิทัล หรือ e-Estonia's digital society components โดยภายใต้ระบบ e-Estonia จะประกอบด้วย e-service ต่าง ๆ มากมาย อาทิ Digital signature, e-law, Keyless signature infrastructure, m-parking, e-residency, e-tax, electronic ID-card, Mobile-ID, Mobile payment, Population register, State e-service portal นอกจากนี้ เอสโตเนียจัดได้ว่าเป็นประเทศแรก ๆ ที่นำเทคโนโลยีบล็อกเชนและบริการดิจิทัลมาใช้ในการพัฒนาบริหารประเทศอย่างเต็มตัว การบริการภาครัฐทุกอย่างจะอยู่บนระบบออนไลน์ ไม่ว่าจะเป็นธุรกรรมการเงินการธนาคาร การเลือกตั้ง หรือการสั่งจ่ายยาให้คนไข้

สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (Keith, 2016) ได้นำเอาเทคโนโลยีบล็อกเชนที่มีหลักการสำคัญคือ Cryptographic public/private key access, Proof of work และ Distributed data มาประยุกต์กับเทคโนโลยีสารสนเทศทางด้านการบริการสุขภาพในการแลกเปลี่ยนข้อมูลประวัติการรักษาคนไข้ได้อย่างปลอดภัย โดยคำนึงเรื่องความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลส่วนบุคคลของคนไข้ด้วย ทำให้คนไข้ได้รับประโยชน์จากการได้รับการวินิจฉัยโรคและได้รับการรักษาอย่างทันท่วงที ซึ่งช่วยป้องกันการเสียชีวิตของคนไข้ รวมไปถึงการลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นในการรักษาคนไข้ลงได้

สหรัฐอเมริกา (World Economic Forum, 2015) ได้นำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาช่วยในการตรวจสอบข้อมูลและบริการจัดการการยืนยันตัวบุคคลหรือการพิสูจน์ให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการใช้กระดาษลงโดยไม่จำเป็นต้องถ่ายเอกสารเพื่อเป็นหลักฐานการยืนยันตัวตน เช่น บัตรประชาชน สำเนาทะเบียนบ้าน สูติบัตร หรือเอกสารสำคัญทางราชการ ซึ่งเอกสารเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องใช้อีกต่อไป ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ในรัฐอิลลินอยส์ได้นำระบบ Identity management บนเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในการเก็บสูติบัตรของเด็กทารกแรกเกิด (Birth registration) โดยทางรัฐบาลได้ทำงานร่วมกับบริษัทสตาร์ทอัพ Evernym ซึ่งระบบดังกล่าวจะทำให้รัฐบาลสามารถตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดของประชาชน รวมไปถึงข้อมูลทางชีวภาพ (Biometric) อื่น ๆ ได้ เช่น กรุ๊ปเลือด ลายนิ้วมือ เสียง ม่านตา ดีเอ็นเอ โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเข้ารหัสพร้อมทั้งใช้ลายเซ็นดิจิทัลเซ็นกำกับ หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน Distributed ledger ที่สามารถเข้าถึงได้เฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น

5. กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดการออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมประเทศไทย แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

6. ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีสนทนากลุ่ม (Focus) จากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้บริหาร เจ้าที่ระดับสูง และเจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของ กสทช. และผู้บริหารกลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการสื่อสารและโทรคมนาคม ในการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมประเทศไทยให้ก้าวไปสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 เพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนที่เหมาะสมกับประเทศไทยและอยู่ภายใต้การดำเนินงานของ กสทช. ซึ่งระบบนิเวศบล็อกเชนดังกล่าวจะสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการให้บริการดิจิทัลภาครัฐที่เหมาะสมต่อไป

6.1 แบบจำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยได้ออกแบบการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ให้มีความเหมาะสมกับประเทศไทยและอยู่ภายใต้หน้าที่การดำเนินงานของ กสทช. เพื่อสามารถนำระบบนิเวศบล็อกเชนอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมมาใช้เป็นบริการดิจิทัลภาครัฐ โดยมีรายละเอียดของสถานการณ์จำลอง (Scenario) ดังนี้

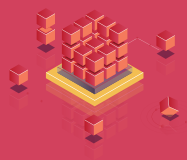
1) การพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อการแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช.

2) การพัฒนาระบบการจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ

3) การพัฒนาระบบการจัดเก็บและบริการจัดการข้อมูลการตรวจสอบการแสดงเครื่องหมายที่เครื่องวิทยุคมนาคม

4) การพัฒนาระบบตรวจสอบโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์เพื่อให้ประชาชนตรวจสอบได้

5) การพัฒนาระบบการเปลี่ยนค่ายด้วยเบอร์เดิม

Feature list mobile application	Feature list web/ API application	Feature list blockchain
		
1. เรียกดูข่าวผ่านระบบ Mobile ได้ 2. Share ข่าวสารดังกล่าวไปยังสังคมออนไลน์ โดยระบบจะทำการ Verified ความถูกต้องก่อน Share	จัดทำข่าวสารผ่านหน้า Web application เพื่อประชาสัมพันธ์	ข่าวสารที่จัดทำจะถูกจัดเก็บด้วยเทคโนโลยี blockchain
1. ทำการยืนยันตัวบุคคล โดยการทำ ORC กับบัตรประชาชน 2. ส่งเอกสารต่าง ๆ เพื่อขอตรวจสอบการใช้งานในรอบบิล 3. ตรวจสอบข้อมูล รายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ	1. ระบบทำการดึงข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการจาก Operator ผ่าน API 2. เจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการผ่านระบบ Web application	เมื่อเสร็จสิ้นทำการเก็บข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการด้วยเทคโนโลยี blockchain
ตรวจสอบเอกสารสำคัญ โดยการ Scan QR code	1. Vendors ส่งเอกสารมาให้เจ้าหน้าที่บันทึก ผ่าน E-form บน Web application 2. ระบบ Web application ทำการ Generate QR code ตามจำนวนที่กำหนด	จัดเก็บเอกสารจาก Vendors และข้อมูลใน E-form ด้วยเทคโนโลยี blockchain
1. ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบ Promotion (แพ็กเกจปัจจุบัน) 2. ระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อใกล้ระยะเวลาในการหมด Promotion (60 วันก่อนหมด 30 วันก่อนหมด)	Operators ทำการส่งข้อมูล เบอร์มือถือ และ Promotion ผ่าน API	ดำเนินการจัดเก็บข้อมูล Promotion ด้วยเทคโนโลยี blockchain
1. แจ้งเรื่องย้ายค่าย (เลือกค่ายใหม่) 2. แจ้งเตือนการเก็บข้อมูล Profile กับผู้ใช้งาน 3. ตรวจสอบ Profile ผ่าน Smart contract	1. ระบบทำการแจ้งเรื่องย้ายค่ายไปยัง Operator เดิม และ Operator ใหม่ ผ่าน API 2. ระบบเปิดข้อมูล Profile ของผู้ใช้งานผ่าน Smart contract ให้กับ Operator ใหม่	ระบบดึงข้อมูล (Profile) ของผู้ใช้งานจาก Operator เดิม จัดเก็บข้อมูล จัดเก็บด้วยด้วยเทคโนโลยี blockchain

ภาพที่ 2 Operation/Business rule แบ่งตาม n-tier process

การพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบดังกล่าวข้างต้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ระบบสารสนเทศสำหรับใช้ภายใน กสทช. และระบบสารสนเทศสำหรับประชาชนใช้งาน สำหรับกลุ่มประชาชนผู้วิจัยได้ออกแบบให้บริการต่าง ๆ เรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชันเดียว เพื่อเพิ่มความสะดวกและเข้าถึงบริการดิจิทัลทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถสรุปเป็นกระบวนการธุรกิจ (Operation/Business rule) โดยแบ่งตาม n-tier process ดังภาพที่ 2

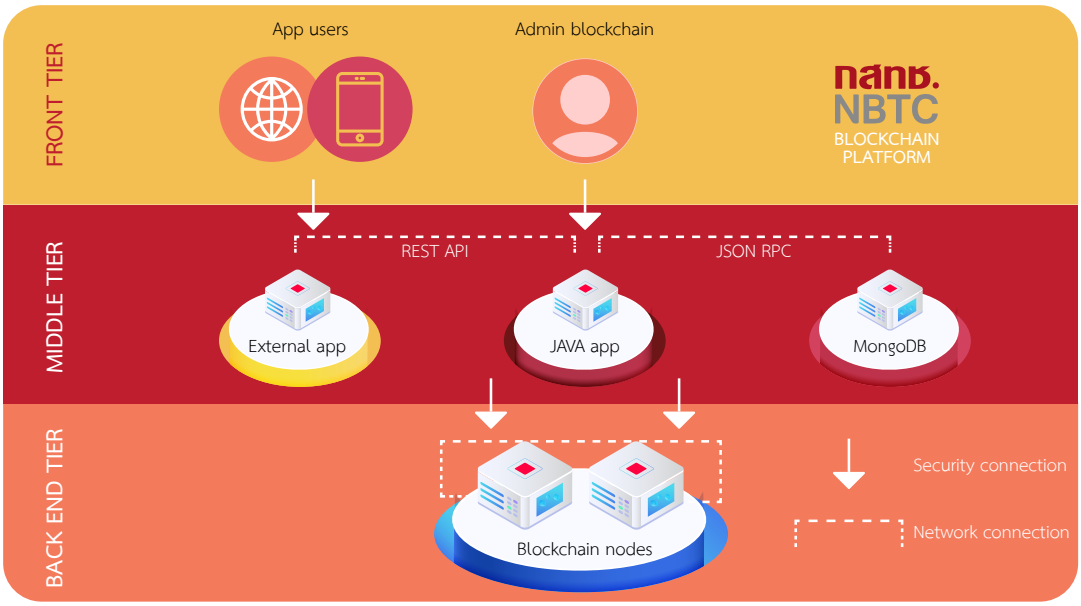
โดย n-tier process ของทั้ง 5 กระบวนการจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) ส่วนแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ 2) ส่วนแสดงผลหน้าเว็บ หรือ API แอปพลิเคชัน และ 3) ส่วนที่เกี่ยวข้องกับบล็อกเชน ซึ่งในภาพที่ 2 จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานของสถานการณ์จำลองทั้ง 5 สถานการณ์ตาม n-tier process ทั้ง 3 ส่วน

การพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบและระบบที่เป็นสถานการณ์จำลองดังกล่าวข้างต้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สำหรับการใช้งานภายใน กสทช. ตามหัวข้อที่ 6.2.1 และสำหรับประชาชนใช้งาน ตามหัวข้อที่ 6.2.2-6.2.5 ซึ่งสำหรับกลุ่มนี้ได้ออกแบบให้บริการต่าง ๆ เรียกใช้งานผ่านแอปพลิเคชันเดียว เพิ่มความสะดวกและเข้าถึงบริการดิจิทัลทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้สภาพแวดล้อมการทำงานของบล็อกเชนที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับระบบนิเวศบล็อกเชนอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคม แสดงดังตารางที่ 1 และการเชื่อมโยงการทำงานของบล็อกเชนภายใต้การกำกับดูแลของ กสทช. แสดงดังภาพที่ 3

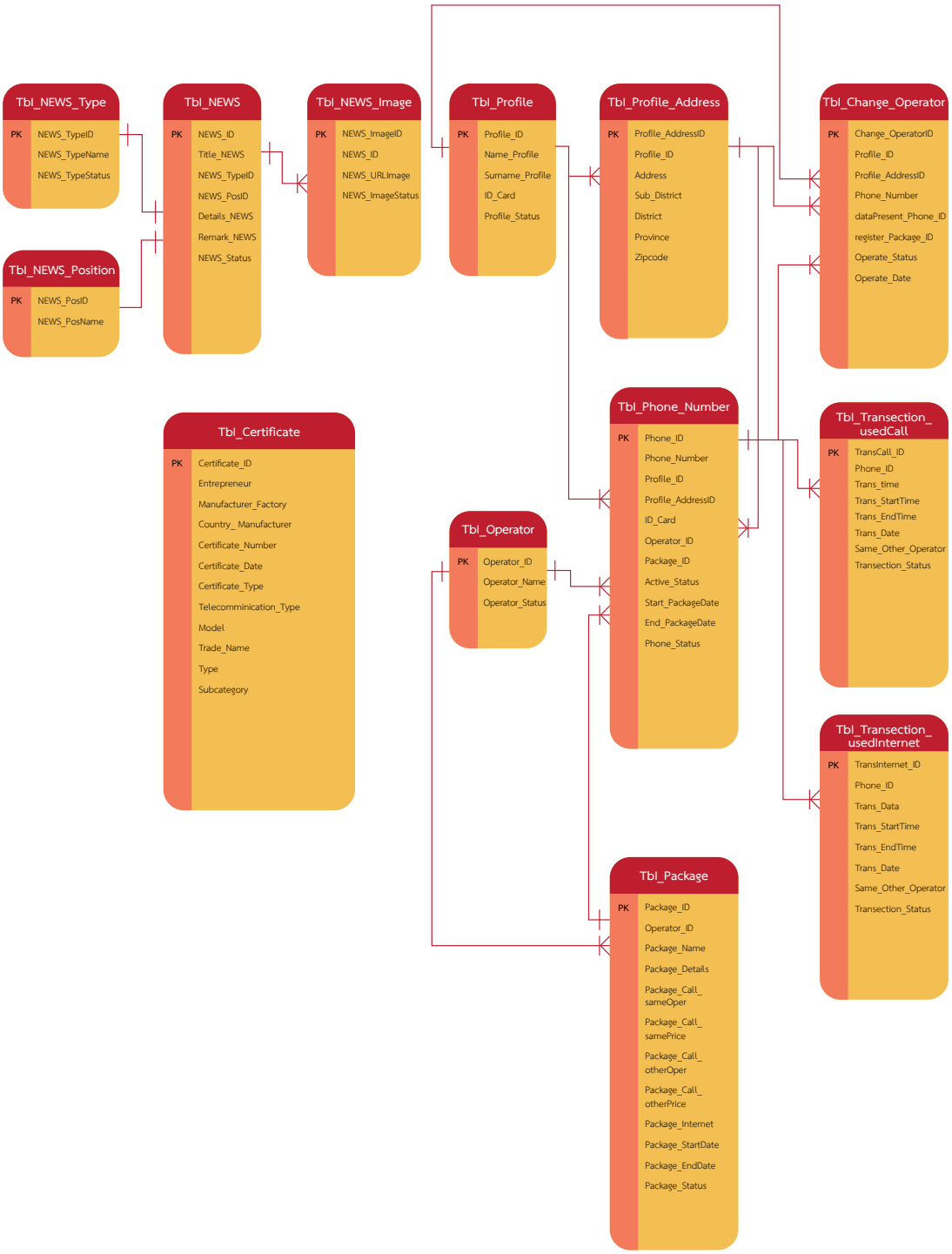
ตารางที่ 1 สภาวะแวดล้อมของการทำงานของบล็อกเชน

Application server software	Requirements
Server operating system	Linux distribution (CentOS7)
Development tools	VueJS3
Service software	**Requirements**
Web server	pm2
Database server	My Sql 10.3.27-MariaDB
API server	ExpressJS + Sequelize_MySQL (Node v14.16.0)
Design tools	**Requirements**
Design tools	Adobe XD

จากตารางที่ 1 สภาพแวดล้อมการทำงานของบล็อกเชนประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) Application server software 2) Service software และ 3) Design tools โดยในส่วนของ Application server software จะใช้ Linux distribution (CentOS7) เป็นระบบปฏิบัติการของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และใช้ VueJS3 เป็นเครื่องมือในการพัฒนา ในส่วนของ Service software ผู้วิจัยได้ใช้ pm2 เป็นเครื่องมือจำลองเว็บเซิร์ฟเวอร์ และใช้ My Sql 10.3.27-MariaDB เป็นเครื่องมือในการสร้างฐานข้อมูล และใช้ ExpressJS + Sequelize_MySQL (Node v14.16.0) เป็นเครื่องมือในการเชื่อมต่อระหว่างตัวซอฟต์แวร์และเซิร์ฟเวอร์ และในส่วนของ Design tools ผู้วิจัยได้ใช้ Adobe XD เป็นเครื่องมือในการออกแบบเว็บไซต์



ภาพที่ 3 การเชื่อมโยงการทำงานของบล็อกเชนภายใต้การกำกับดูแลของ กสทช.



ภาพที่ 4 โครงสร้างฐานข้อมูล (Database schema)

6.2 การออกแบบฐานข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์

การออกแบบฐานข้อมูลเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ ในแบบจำลองสถานการณ์ทั้ง 5 แบบ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 4 โดยจากภาพจะแสดงโครงสร้างฐานข้อมูล รายละเอียดดังนี้

6.2.1 การพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อการแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช. ที่ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการตรวจสอบแหล่งที่มาของข่าวสารและสามารถยืนยันความถูกต้องของข้อมูลหรือสามารถแจ้งเตือนว่าข้อมูลนั้น ๆ ถูกปรับแต่งและไม่ใช่ข้อมูลต้นฉบับ ประกอบด้วย 4 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลข่าวสาร (Tbl_NEWS) ตารางข้อมูลรูปข่าว (Tbl_NEWS_Image) ตารางข้อมูลชนิดข่าว (Tbl_NEWS_Type) ตารางข้อมูลแสดงตำแหน่งข่าว (Tbl_NEWS_Position)

6.2.2 การพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ ประกอบด้วย 6 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile) ตารางข้อมูลที่อยู่ของผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile_Address) ตารางข้อมูลมือถือและเครือข่ายผู้ใช้งาน (Tbl_Phone_Number) ตารางข้อมูลการใช้งานในรูปแบบการโทร (Tbl_Transection_UsedCall) ตารางข้อมูลการใช้อินเทอร์เน็ต (Tbl_Transection_usedInternet) และตารางข้อมูลเครือข่าย (Tbl_Operator)

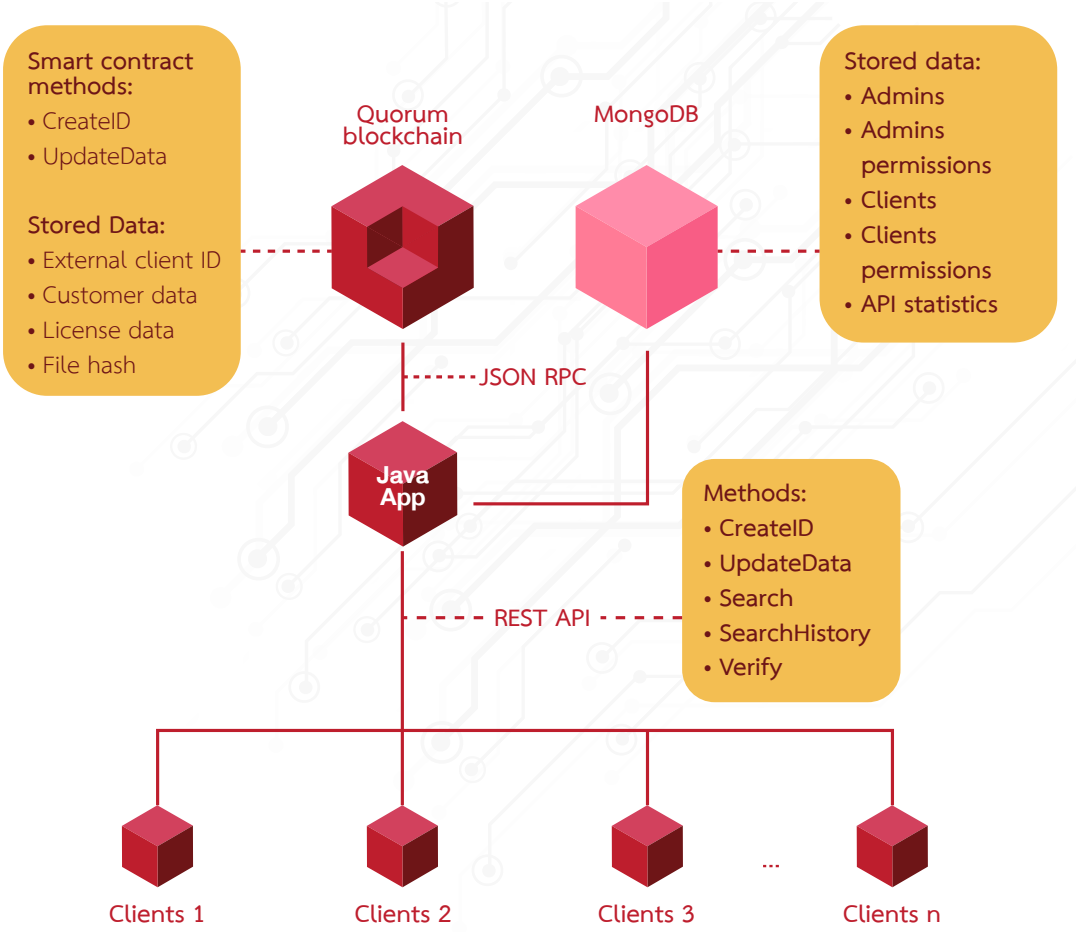
6.2.3 การพัฒนาระบบการจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลการตรวจสอบเครื่องหมายหรือสลากสำหรับหมายเลขทะเบียนวิทยุคมนาคม ประกอบด้วย 1 ตาราง ได้แก่ ตารางข้อมูลเอกสารสิทธิ์โทรคมนาคม (Tbl_Certificate)

6.2.4 การพัฒนาระบบตรวจเช็กโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์เพื่อให้ประชาชนสามารถตรวจสอบได้ ประกอบด้วย ตารางข้อมูลผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile) ตารางข้อมูลที่อยู่ของผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile_Address) ตารางข้อมูลมือถือและเครือข่ายของผู้ใช้งาน (Tbl_Phone_Number) ตารางข้อมูลโพรโมชัน (Tbl_Package) ตารางข้อมูลการใช้งานในรูปแบบการโทร (Tbl_Phone_Number) ตารางข้อมูลการใช้งานในรูปแบบการโทร (Tbl_Transection_UsedCall) ตารางข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ต (Tbl_Transection_usedInternet) และตารางข้อมูลเครือข่าย (Tbl_Operator)

6.2.5 การพัฒนาระบบการเปลี่ยนค่ายด้วยเบอร์เดิม จะประกอบด้วยตารางข้อมูลผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile) ตารางข้อมูลที่อยู่ของผู้ใช้งานระบบ (Tbl_Profile_Address) ตารางข้อมูลมือถือและเครือข่ายผู้ใช้งาน (Tbl_Phone_Number) ตารางข้อมูลโพรโมชัน (Tbl_Package) ตารางข้อมูลเครือข่าย (Tbl_Operator) และตารางข้อมูลการเคลื่อนย้ายเครือข่าย (Tbl_Change_Operator)

6.3 การติดตั้งระบบนิเวศบล็อกเชน

โครงสร้างของบล็อกเชนมีรูปแบบการจัดเก็บในรูปของบล็อกข้อมูล ในแต่ละบล็อกข้อมูลจะมีลายเซ็นดิจิทัลของบล็อกก่อนหน้าเซ็นกำกับไว้ ทำให้ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในแต่ละบล็อกนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์และไม่สามารถถูกแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้บล็อกเชนนั้นมีความปลอดภัยที่สูงมาก เมื่อบล็อกข้อมูลถูกสร้างขึ้นจะถูกทำการจัดเก็บในรูปแบบกระจาย ไปตามโหนดบล็อกเชนที่ทำการติดตั้งไว้ เป็นระบบบล็อกเชนประเภท Permissioned blockchain ที่ทำงานในรูปแบบ Private blockchain ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Quorum blockchain มาทำการปรับแต่งให้เป็น Private blockchain platform ของ กสทช. (NBTC) แสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 NBTC Private blockchain platform diagram design

การทำงาน ของ NBTC private blockchain platform มีองค์ประกอบ ดังนี้

6.3.1 ส่วนระบบ Quorum blockchain เป็นระบบ DLT (Distributed Ledger Technology) ระดับองค์กร สามารถสร้าง Permissioned access group ให้เกิดเป็น Private blockchain รองรับการสร้างสัญญาอัจฉริยะแบบกำหนดได้เฉพาะ ทำให้เกิดความสามารถรักษาความปลอดภัยและประสิทธิภาพการทำงานที่มีคุณภาพสูง และยังมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว โดยในการออกแบบนั้น Quorum blockchain จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบบล็อกเชนทั้งหมด โดยผู้ดูแลสามารถควบคุมกำหนดให้สิทธิผู้ใช้งานเพิ่มเติม การกำหนดให้สิทธิ Client systems เข้าใช้งานระบบบล็อกเชน การจัดเก็บเงื่อนไขของ Smart contract รวมไปถึงการดูภาพรวมสถิติต่าง ๆ ของ NBTC private blockchain platform

ในการพัฒนาแพลตฟอร์มบล็อกเชน (Blockchain platform) ข้อสำคัญที่สุดคือการควบคุมและบริหารจัดการได้อย่างสะดวกภายใต้ความปลอดภัยสูงสุดของระบบ ทีมพัฒนาได้ปรับแต่ง Quorum blockchain จากระบบพื้นฐานให้สามารถควบคุมและสั่งงานได้สะดวกมากขึ้น โดยทำการพัฒนา Graphic user interface เรียกใช้งานผ่านหน้าเว็บเบราว์เซอร์ ผู้ที่มีสิทธิในการบริหารจัดการเท่านั้นที่จะสามารถเข้าถึงการจัดการด้านต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มบล็อกเชนได้

1) สัญญาอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นเป็นกระบวนการทางดิจิทัล ที่กำหนดขั้นตอนการทำธุรกรรมโดยอัตโนมัติไว้ล่วงหน้า เมื่อระบบบล็อกเชนถูกเรียกขอให้ทำงาน และขั้นตอนการทำธุรกรรมถูกต้องตามเงื่อนไขของสัญญาอัจฉริยะ ก็จะสามารถสร้างบล็อกข้อมูลเกิดขึ้นได้ โดยจะทำงานสัมพันธ์กับ Rest API โดยสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาเป็นชุด Methods อันประกอบด้วย

   - Methods name: CreateID คือ การสร้างสิทธิของผู้ใช้งานเพื่อบริหารจัดการแพลตฟอร์มบล็อกเชน

   - Methods name: UpdateData คือ การจัดเก็บข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลง

2) Stored data คือการกำหนดให้บล็อกข้อมูล สามารถจัดเก็บข้อมูลประเภทใดได้บ้าง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเพื่อถูกสร้างเป็นบล็อกเชนแล้ว ก็จะถูกกระจายเก็บไปยัง nodes ต่าง ๆ ทั้งหมด เนื่องจากข้อกำหนดของทาง กสทช. ต้องการให้จัดเก็บข้อมูลสำคัญไว้นอกบล็อกเชน (Off chain) จึงได้ทำการวิเคราะห์สิ่งที่จะจัดเก็บในบล็อกข้อมูลประกอบด้วย

- External client ID คือ ข้อมูลการให้สิทธิของ Client systems เข้ามาผูกไว้กับแพลตฟอร์มบล็อกเชนเพื่อเรียกขอการใช้งานตามเงื่อนไขของสัญญาอัจฉริยะ

- Customer data คือ ข้อมูลธุรกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียกขอของ Client systems ที่ถูกผูกไว้กับแพลตฟอร์มบล็อกเชน

- License data คือ ข้อมูลประกอบของ Customer data ที่ยินยอมให้จัดเก็บในบล็อกเชนได้

- File hash คือ อัลกอริทึม การสร้างรหัสของชุดข้อมูลที่เป็นแบบทางเดียว (One-way function) โดยใช้ตามมาตรฐาน SHA256

6.3.2 ส่วนของฐานข้อมูล MongoDB การติดตั้งฐานข้อมูล MongoDB จะอยู่บน VMware VSphere จำนวน 1 node ซึ่ง Document file ที่ออกแบบไว้เพื่อจัดเก็บประกอบด้วย

1) Admins คือ รายชื่อของกลุ่มผู้ดูแลระบบบล็อกเชน

2) Admins permissions คือ รายการสิทธิที่แต่ละผู้ดูแลระบบบล็อกเชน สามารถเข้าถึงได้ โดยแต่ละรายการสิทธินั้นยังออกแบบให้กำหนดการใช้งานย่อย ดังนี้

   - Admin list (Denied, Read only, Read and edit)

   - Client list (Denied, Read only, Read and edit)

   - Login list (Denied, Read only, Read and edit)

6.3.3 ส่วนของ JavaAPP ทำหน้าที่เป็น Middleware จะมีหน้าที่คอยสื่อสารระหว่างแพลตฟอร์มบล็อกเชนกับระบบสารสนเทศต่าง ๆ ที่ได้สิทธิการเข้าใช้งานระบบบล็อกเชนตามที่ได้รับอนุญาตไว้ และกลไกของธุรกรรมดิจิทัลต่าง ๆ เป็นไปตามเงื่อนไขของสัญญาอัจฉริยะ โดยเมื่อได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ทีมพัฒนาจึงได้ออกแบบให้ JavaAPP มีองค์ประกอบภายใน ดังนี้

1) JSON-RPC เป็นมาตรฐานโพรโทคอลหนึ่งสำหรับใช้รับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายบนคอมพิวเตอร์ โดยนำ JSON มารวมกับ RPC (Remote Procedure Call) ปัจจุบันมาตรฐานล่าสุดของ JSON-RPC คือ JSON-RPC 2.0 โดยมีการรับส่งข้อมูล ดังนี้

   - --> Data sent to server
   - <-- Data sent to client

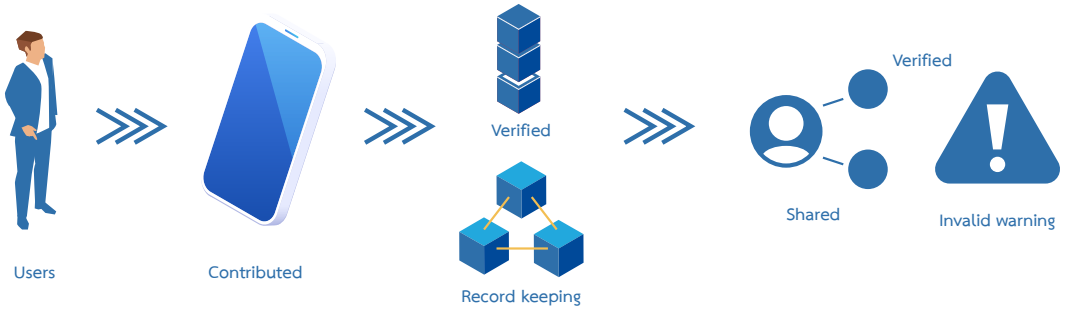
2) REST API หรือ RESTful API (Representational State Transfer) คือ การสร้าง Webservice ชนิดหนึ่งที่ใช้สื่อสารกันบนอินเทอร์เน็ต (Internet) ใช้หลักการแบบ Stateless คือ ไม่มี Session การทำงานของ RESTful Webservice จะอาศัย URI/URL ของ Request เพื่อค้นหาและประมวลผลแล้วตอบกลับไปในรูป JSON โดย Response ที่ตอบกลับจะเป็นการยืนยันผลของคำสั่งที่ส่งมา ซึ่งได้มีการพัฒนาชุด API ประกอบด้วย Create file, Create login, Create message, Search file และ Search message

6.3.4 ส่วนของ Client systems เมื่อติดตั้งแพลตฟอร์มบล็อกเชนเป็นที่เรียบร้อย ในระบบบล็อกเชนอื่น ๆ ระบบแอปพลิเคชันต่าง ๆ จะต้องทำการลงทะเบียนเข้าใช้งานกับบล็อกเชนก่อน และได้รับสิทธิต่าง ๆ ตามเงื่อนไขในสัญญาอัจฉริยะและธุรกรรมดิจิทัลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นก็จะถูกจัดเก็บในบล็อกเชน ซึ่งไม่สามารถแก้ไขหรือปลอมแปลงได้ ในกรณีที่ธุรกรรมนั้น ๆ ผิดพลาดและต้องการแก้ไข ก็ต้องทำการปรับปรุงข้อมูลใหม่และยกเลิกข้อมูลเก่า โดยความสัมพันธ์ของธุรกรรมจะสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ เมื่อผู้ดูแลระบบลงทะเบียนให้เข้าใช้งานระบบบล็อกเชนได้แล้ว ก็จะต้องทำการผูก Clients list กับ REST API โดยสามารถเลือกให้อนุญาตหรือไม่อนุญาตตามชุดของ REST API ได้ตามความต้องการ

6.4 การพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบที่เป็นสถานการณ์จำลอง

จากการที่ผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการนำบล็อกเชนมาใช้ให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย และอยู่ภายใต้หน้าที่การดำเนินงานของ กสทช. โดยสร้างสถานการณ์จำลองจำนวน 5 สถานการณ์ดังที่กล่าวมาแล้ว ในหัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศจำลองทั้ง 5 ระบบ รายละเอียดดังนี้

6.4.1 ระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อการแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช. ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 6

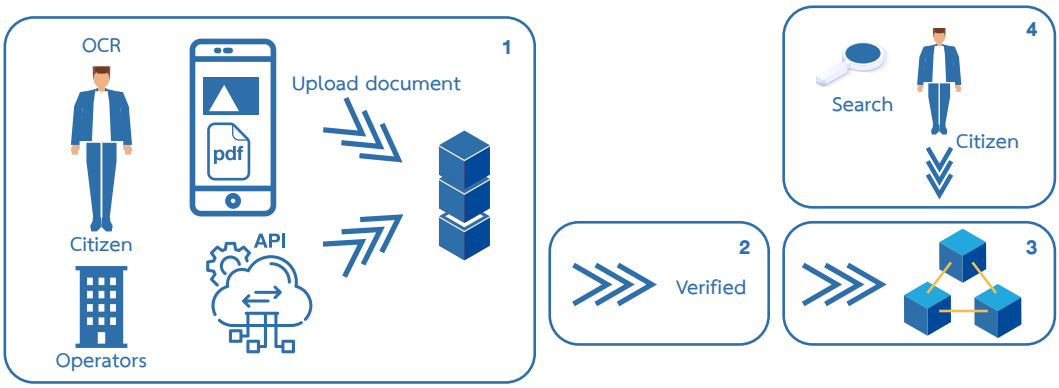


ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของระบบ รายละเอียดดังนี้

- สามารถจัดทำข่าวสารผ่านหน้าแอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ (Web application) เพื่อประชาสัมพันธ์ไปยังระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile application)
- ข่าวสารที่จัดทำจะถูกจัดเก็บด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน
- ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเรียกดูข่าวผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile) ได้
- ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถส่งต่อ (Share) ข่าวสารดังกล่าวไปยังสื่อสังคม (Social media) โดยระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้อง (Verify) ก่อนส่งต่อ

6.4.2 ระบบการจัดเก็บและการตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรศัพท์ และค่าใช้บริการ ตอนระบบทำงานแสดงดังภาพที่ 7

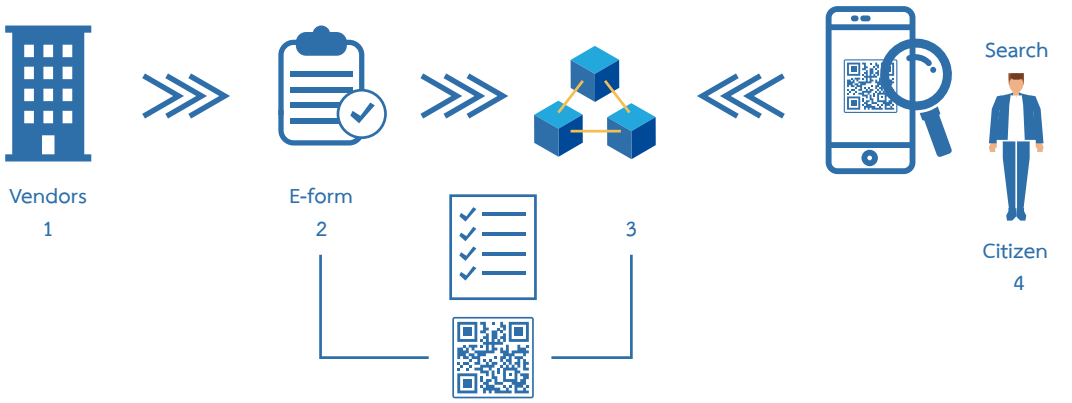


ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของระบบ รายละเอียดดังนี้

- ยืนยันตัวบุคคล โดยการทำ ORC กับบัตรประจำตัวประชาชน ผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่
- ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูการใช้งานในรอบบิล และขอตรวจสอบการใช้งานในรอบบิลที่ผิดปกติ
- ระบบทำการดึงข้อมูลจากยังโอเปอเรเตอร์ (Operator) ผ่าน API
- เมื่อเสร็จสิ้นทำการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน
- ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

6.4.3 ระบบการจัดเก็บและบริหารจัดการข้อมูลการตรวจสอบการแสดงเครื่องหมายที่เครื่องวิทยุคมนาคม ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 8

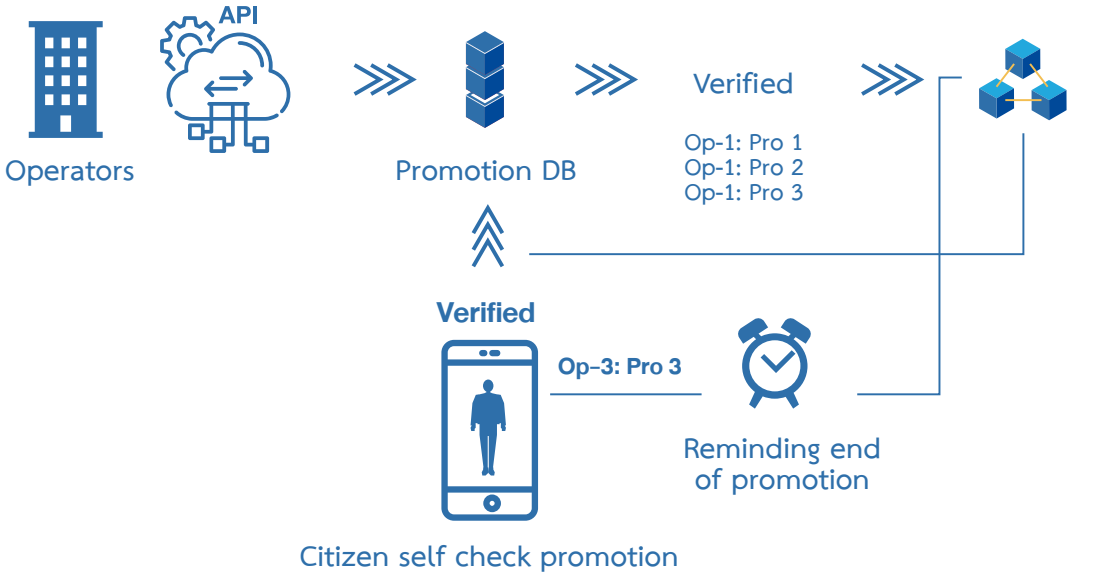


ภาพที่ 8 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของระบบ รายละเอียดดังนี้

- จัดเก็บข้อมูลของใบอนุญาตลงฐานข้อมูล
- ทำการ Generate QR code
- ทำการจัดเก็บข้อมูล ใบอนุญาต และ QR code ด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน
- ผู้ใช้งานระบบสามารถตรวจสอบ QR code โดยการสแกน (Scan) เพื่อแสดงข้อมูลใบอนุญาต

6.4.4 ระบบตรวจเช็กโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์ เพื่อให้ประชาชนใช้ตรวจสอบได้ ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 9

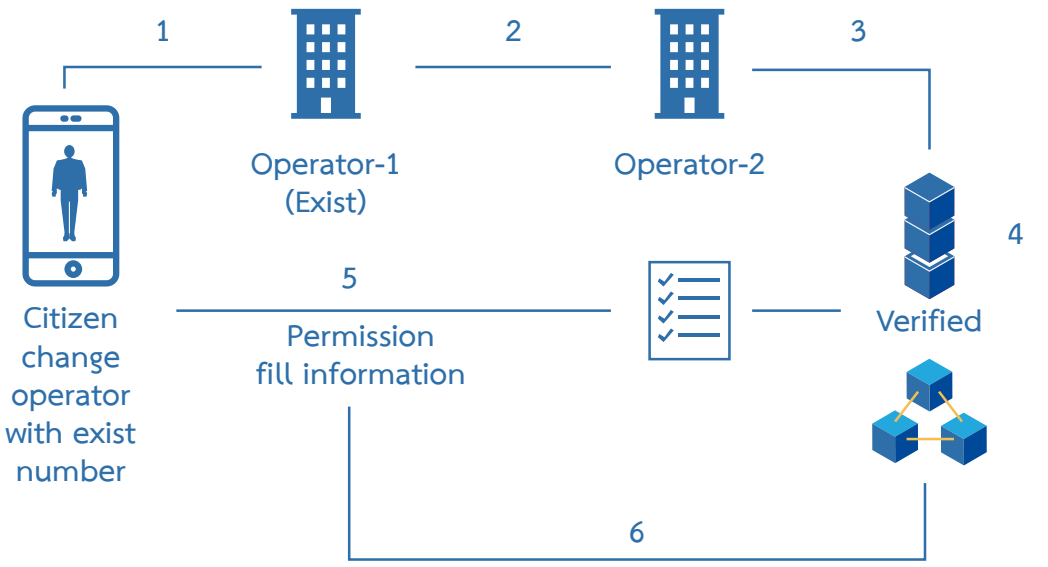


ภาพที่ 9 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของระบบ รายละเอียดดังนี้

- โอเปอเรเตอร์ทำการส่งข้อมูล เบอร์โทรศัพท์เคลื่อนที่ และโพรโมชัน (Promotion) ผ่าน API มาลงที่ฐานข้อมูล
- ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลโพรโมชันด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน
- ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบโพรโมชัน (แพ็กเกจปัจจุบัน) ผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

6.4.5 ระบบการย้ายค่ายด้วยเบอร์โทรศัพท์เดิม ขั้นตอนการทำงานของระบบแสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

รายละเอียดการทำงานของระบบ รายละเอียดดังนี้

- ผู้ใช้งานทำการแจ้งเรื่องย้ายค่ายผ่านระบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข้อมูลคำขอจะถูกส่งไปยังโอเปอเรเตอร์ปัจจุบันและโอเปอเรเตอร์ที่ผู้ใช้งานเลือกใหม่
- โดยระบบทำการแจ้งไปยังโอเปอเรเตอร์เดิมและโอเปอเรเตอร์ใหม่ ผ่าน API
- เมื่อโอเปอเรเตอร์ใหม่ได้รับคำขอจะทำการติดต่อมายังฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลปัจจุบันของผู้ใช้งาน
- คำขอทั้งหมดจะถูกขอให้อนุญาตและยืนยันจากผู้ใช้งานก่อน
- ผู้ใช้สามารถตรวจสอบคำร้องผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

6.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

ผู้วิจัยได้นำเสนอการใช้งานระบบสารสนเทศแก่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ระดับสูงของ กสทช. จำนวน 5 คน เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการของ กสทช. จำนวน 10 คน และผู้ประกอบการธุรกิจด้านอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม จำนวน 5 คน รวมทั้งสิ้น 20 คน และให้กลุ่มตัวอย่างประเมินประสิทธิภาพของระบบต้นแบบตามมาตรวัด Likert scale 5 ระดับ โดยแบ่งการประเมินระบบออกเป็น 4 ประเด็นหลัก ได้แก่

1) ด้านระบบทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional requirement test)

2) ด้านระบบมีประสิทธิภาพการทำงานตามหน้าที่ของโปรแกรม (Functional test)

3) ด้านความยากง่ายในการใช้ระบบ (Usability test)

4) ด้านความปลอดภัยของระบบ (Security test)

การอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง	ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51-4.50	หมายถึง	ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51-3.50	หมายถึง	ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51-2.50	หมายถึง	ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.50	หมายถึง	ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศต้นแบบด้านระบบทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Functional requirement test)

ประสิทธิภาพด้านระบบทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
ความสามารถในการแจ้งเตือนข่าวสารแก่ผู้ใช้	4.55	0.60	มากที่สุด
ความสามารถในการตรวจสอบข้อมูล	4.20	0.70	มาก
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	4.30	0.66	มาก
ความสามารถในการจัดการฐานข้อมูล	4.35	0.67	มาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.35**	**0.66**	**มาก**

จากตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านระบบทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 4.35 โดยด้านที่มีคะแนนมากที่สุดคือด้านความสามารถในการแจ้งเตือนข่าวสารแก่ผู้ใช้ที่ค่าเฉลี่ย 4.55 รองลงมาคือความสามารถในการจัดการฐานข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.35 ลำดับที่สามคือความสามารถในการสืบค้นข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.30 และลำดับสุดท้ายคือความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.20

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศต้นแบบด้านระบบมีประสิทธิภาพการทำงานตามหน้าที่ของโปรแกรม (Functional test)

ประสิทธิภาพด้านระบบมีประสิทธิภาพการทำงานตามหน้าที่ของโปรแกรม	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
ความสามารถในการแจ้งเตือนข่าวสารแก่ผู้ใช้	4.85	0.37	มากที่สุด
ความสามารถในการตรวจสอบข้อมูล	4.65	0.49	มากที่สุด
ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล	4.75	0.44	มากที่สุด
ความสามารถในการจัดการฐานข้อมูล	4.80	0.41	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.76**	**0.43**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านการทำงานตามหน้าที่ของโปรแกรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.76 โดยด้านที่มีคะแนนมากที่สุดคือด้านความถูกต้องในการแจ้งเตือนข่าวสารที่ค่าเฉลี่ย 4.85 รองลงมาคือด้านความถูกต้องในการจัดการฐานข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.80 ลำดับที่สามคือด้านความถูกต้องในการแสดงผลการสืบค้นข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.75 และลำดับสุดท้ายคือความถูกต้องในการแสดงผลการตรวจสอบข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.65

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศต้นแบบด้านความยากง่ายในการใช้ระบบ (Usability test)

ประสิทธิภาพด้านความยากง่ายในการใช้ระบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
ความง่ายต่อการใช้งาน	4.45	0.69	มาก
ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอการทำงาน	4.25	0.72	มาก
ความเหมาะสมในการใช้ภาษาและรูปไอคอนในการสื่อสารกับผู้ใช้	4.10	0.72	มาก
ความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.15	0.67	มาก
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.24**	**0.70**	**มาก**

จากตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านความยากง่ายในการใช้ระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ย 4.24 โดยด้านที่มีคะแนนมากที่สุดคือด้านความง่ายต่อการใช้งานที่ค่าเฉลี่ย 4.45 รองลงมือคือด้านความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอการทำงานที่ค่าเฉลี่ย 4.25 ลำดับที่สามคือความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.15 และลำดับสุดท้ายคือความเหมาะสมในการใช้ภาษาและรูปไอคอนในการสื่อสารกับผู้ใช้ที่ค่าเฉลี่ย 4.10

ตารางที่ 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบสารสนเทศต้นแบบด้านความปลอดภัยของระบบ (Security test)

ประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยของระบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
ความปลอดภัยในการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ	4.60	0.5	มากที่สุด
ความถูกต้องในการกำหนดสิทธิ์ใช้งาน	4.80	0.41	มากที่สุด
ความปลอดภัยในข้อมูล	4.65	0.49	มากที่สุด
ความปลอดภัยของระบบ	4.55	0.51	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	**4.65**	**0.48**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศด้านความปลอดภัยของระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.65 โดยด้านที่มีคะแนนมากที่สุดคือด้านความถูกต้องในการกำหนดสิทธิ์ใช้งานที่ค่าเฉลี่ย 4.80 รองลงมาคือด้านความปลอดภัยในข้อมูลที่ค่าเฉลี่ย 4.65 ลำดับที่สามคือด้านความปลอดภัยในการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบที่ค่าเฉลี่ย 4.60 และลำดับสุดท้ายคือด้านความปลอดภัยของระบบที่ค่าเฉลี่ย 4.55

7. การอภิปรายผล

ระบบนิเวศบล็อกเชนเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย ในบทความนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยสภาพแวดล้อมการทำงานของระบบนิเวศของบล็อกเชน 3 ส่วน ได้แก่ ส่วน Application server software ส่วน Service software และ ส่วน Design tools โดยทั้ง 3 ส่วน มีการออกแบบและเชื่อมโยงการทำงานระหว่างผู้ใช้ ทั้งผู้ใช้ในภาคประชาชนและผู้ใช้ที่เป็นระดับเจ้าหน้าที่ใน กสทช. ซึ่งบล็อกเชนจะมีส่วนช่วยในการยืนยันตัวตนและรักษาข้อมูลของผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้ระบบนิเวศบล็อกเชนกับระบบสารสนเทศต้นแบบจำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อการแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช. ระบบการจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ ระบบการจัดเก็บและการบริการจัดการข้อมูลการตรวจสอบการแสดงเครื่องหมายที่เครื่องวิทยุโทรคมนาคม ระบบตรวจเช็กโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์เพื่อให้ประชาชนตรวจสอบได้ และระบบการเปลี่ยนค่ายด้วยเบอร์เดิม ซึ่งสอดคล้องกับการนำบล็อกเชนไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานภาครัฐของสาธารณรัฐเอสโตเนีย (Estonia, State Electoral Office of., 2017) และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ (Keith, 2016) และทุกระบบสารสนเทศต้นแบบที่ผู้วิจัยออกแบบจะมีการยืนยันตัวด้วยบุคคล (Identity management) ด้วยการใช้บล็อกเชนซึ่งสอดคล้องกับการประยุกต์ใช้งานบล็อกเชนในการยืนยันตัวตนของสหรัฐอเมริกา (World Economic Forum, 2015) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ด้านประสิทธิภาพในหน้าที่ของโปรแกรม และด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านความสามารถของระบบที่ทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และความยากง่ายในการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชนซึ่งได้ถูกกล่าวถึงอย่างมากในด้านความปลอดภัยในการเก็บรักษาข้อมูล จากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว ด้านความปลอดภัยอยู่ระดับมากที่สุด

8. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีสนทนากลุ่มเพื่อเก็บข้อมูลจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องประกอบด้วย ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ระดับสูง เจ้าหน้าที่ระดับปฏิบัติการ และผู้บริหารกลุ่มธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการสื่อสารและโทรคมนาคม ในการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทยให้ก้าวไปสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนซึ่งมีสภาพแวดล้อมการทำงานประกอบด้วย Application server software, Service software และ Design tools และผู้วิจัยได้นำเสนอระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อจำลองการทำงานภายใต้ระบบนิเวศของบล็อกเชนจำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบสารสนเทศต้นแบบเพื่อการแจ้งข้อมูลข่าวสารของ กสทช. ระบบการจัดเก็บและตรวจสอบข้อมูลรายละเอียดการโทรและค่าใช้บริการ ระบบการจัดเก็บ

และการบริการจัดการข้อมูลการตรวจสอบการแสดงเครื่องหมายที่เครื่องวิทยุโทรคมนาคม ระบบตรวจสอบโพรโมชันและการใช้งานแบบออนไลน์เพื่อให้ประชาชนตรวจสอบได้ และระบบการเปลี่ยนค่ายด้วยเบอร์เดิม โดยมีรายละเอียดการออกแบบกระบวนการทำงานและฐานข้อมูลของแต่ละระบบ ตลอดจนถึงการรวมฐานข้อมูลแต่ละระบบเป็นระบบฐานข้อมูลเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม การออกแบบระบบสารสนเทศต้นแบบภายใต้ระบบนิเวศบล็อกเชนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของการก้าวสู่การเป็นสังคมอัจฉริยะตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ได้ประกาศนโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลเท่านั้น ยังคงมีอีกหลายส่วนงานที่ควรมีการร่วมกันพัฒนาการใช้งานระบบสารสนเทศภายใต้ระบบนิเวศบล็อกเชนต่อไป เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ และความมั่นคงต่อการบริการดิจิทัลของภาครัฐในอนาคต

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

9.1.1 งานวิจัยนี้มุ่งเน้นให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนที่อยู่ภายใต้บริบทของ กสทช. อันเป็นการช่วยยกระดับมาตรฐานอุตสาหกรรมโทรคมนาคม สร้างความเชื่อมั่นการแบ่งปันข้อมูลที่น่าเชื่อถือ สร้างกระบวนการทางดิจิทัลตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งมีการทดสอบด้วยการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศต้นแบบที่ใช้กับระบบนิเวศบล็อกเชนเพียง 5 ระบบ ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมการบริการดิจิทัลของภาครัฐทั้งหมดภายใต้บริบท กสทช. ทั้งหมด ดังนั้นในงานวิจัยในอนาคตจึงควรออกแบบระบบสารสนเทศในขอบเขตงานอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้การการกำกับของ กสทช. ให้ครบถ้วน

9.1.2 เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทย เป็นกรณีศึกษาของสำนักงาน กสทช. ซึ่งตามข้อตกลงเบื้องต้นกับ กสทช. ในการออกแบบระบบแบบจำลองสถานการณ์ต้นแบบจำนวน 5 ระบบ จึงยังไม่ได้ถูกนำไปประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้ที่เป็น End user ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยหรือผู้ที่สนใจอาจนำประเด็นดังกล่าวไปใช้เพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

9.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

ด้วยรูปแบบของเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถเลือกการพัฒนาได้หลายรูปแบบ แต่ยังไม่มีมาตรฐานกลางของประเทศไทย กระบวนการใช้งานยังอยู่ในกลุ่มสกุลเงินดิจิทัลเท่านั้น หาก กสทช. เป็นผู้ผลักดันการสร้างกรอบงานการประยุกต์ใช้งานบล็อกเชน (Conceptual blockchain technology framework) การผลักดันให้เกิดความสมบูรณ์ระบบนิเวศบล็อกเชนในอุตสาหกรรมโทรคมนาคม จะเกิดประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวได้อย่างเต็มประสิทธิภาพในอนาคตได้

รายการเอกสารอ้างอิง

สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล. (2564). *BLOCKCHAIN for GOVERNMENT SERVICES การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับภาครัฐ เวอร์ชัน 2.0.* สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน).

Babu, A., Davis, B., Bruwer, T., Sallaba, M., & Gramatke, M. R. (2016). How Blockchain can Impact the Telecommunications Industry. *Blockchain@Telco.* https://www2.deloitte. com/content/dam/Deloitte/za/Documents/technology-media-telecommunications/za_ TMT_Blockchain_TelCo.pdf

Bao, J., He, D., Luo, M., & Choo, K. -K. R. (2021). A Survey of Blockchain Applications in the Energy Sector. *IEEE System Journal, 15*(3). 3370-3381. https://doi.org/10.1109/ JSYST.2020.2998791.

Chaum, D. (1982). *Computer Systems Established, Maintained and Trusted by Mutually Suspicious Groups* [Doctoral dissertation]. University of California. https://nakamotoinstitute.org/static/docs/computer-systems-by-mutually-suspicious-groups.pdf

Chen, W., Xu, Z., Shi, S., Zhao, Y., & Zhao, J. (2018, December 10-12). A Survey of Blockchain Applications in Different Domains. *In International Conference on Blockchain Technology and Applications. ICBTA 2018* (pp. 17-21). Xi'an: China. https://doi.org/10.1145 /3301403.3301407

Estonia, State Electoral Office of. (2017). *General Framework of Electronic Voting and Implementation thereof at National Elections in Estonia.* Tallinn.

Guo, H., & Yu, X. (2022). A survey on blockchain technology and its security. *Blockchain: Research and Applications, 3*(2). 1-15. https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100067

Haber, S., & Stornetta, W. S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology, 3*(3). 99-111. https://doi.org/10.1007/BF00196791

Huang, G., & Foysal, A. (2021). Blockchain in Healthcare. *Technology and Investment, 12*(3), 168-181. https://doi.org/10.4236/ti.2021.123010

Joshi, A. P., Han, M., & Wang, Y. (2018). A Survey on Security and Privacy Issues of Blockchain Technology. *Mathematical Foundations of Computing, 1*(2), 121-147. https://doi.org/ 10.1109/ICSSE.2019.8823094

Keith, B. (2016). *The 10 Countries Best Prepared for the New Digital Economy.* World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/2016/07/countries-best-prepared-for-the-new-digital-economy/

Liu, L., Zhang, W., & Han, C. (2021). A survey for the application of blockchain technology in the media. *Peer-to-Peer Networking and Applications, 14*(5), 3143-3165. https://doi.org/ 10.1007/s12083-021-01168-5

Mohammad, A., Vargas, S., & Čermák, P. (2022). Using Blockchain for Data Collection in the Automotive Industry Sector: A Literature Review. *Journal of Cybersecurity and Privacy, 2*(2), 257-275. https://doi.org/10.3390/jcp2020014

Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: *A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* Bitcoin.org. http://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Qasse, I. A., Talib, M. A., & Nasir, Q. (2019). Inter Blockchain Communication: A Survey. *In ArabWIC2019: Proceedings of the ArabWIC 16th Annual International Conference Research Trac*k (p. 1-6). https://doi.org/10.1145/3333165.3333167

Ridgewell, P. (2019, May). *Blockchain Where's the Value for Telecoms? TMForum.* Accenture. https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-101/accenture-blockchain-wheres-the-value-for-telecoms.pdf

Royce, W. W. (1970, August 25–28). Managing the Development of Large Software System: Concepts and Techniques. *In Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon).* Los Angeles: USA.

Sharma, R. (2021). *Bit Gold.* Investopedia. https://www.investopedia.com/terms/b/bit-gold.asp

Shetty, A., Shetty, A. D., Pai, R. Y., Rao, R. R., Bhandary, R., Shetty, J., Nayak, S., Dinesh, T. K., & Dsouza, K. J. (2022). blockchain Application in Insurance Service: A Systematic Review of the Evidence. *SAGE Open, 12*(1), 1-15. https://doi.org/10.1177/21582440221079877

Taylor, J., P., Dargahi, T., Dehghantanha, A., Parizi, M., R., & Choo, R., K -K. (2020). A systematic literature review of blockchain cyber security. *Digital Communications and Networks, 6*(2). 147-156. https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.005

World Economic Forum. (2015, September). Deep Shift Technology Tipping Points and Society Impact. *Global Agenda Council on the Future of Software & Society.* https://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. -N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: a survey. *International Journal Web and Grid Service, 14*(4). 352–375. https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647

บทความวิชาการ

การใช้แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่: กรณีศึกษาแอปพลิเคชัน “อยู่ไหน”

ADOPTING MOBILE APPLICATION FOR MISSING PERSON FINDER: A CASE STUDY OF “U-NAI” APPLICATION

รัชดาภรณ์ มรม่วง

Rachadaporn Mornmoung

สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม กรุงเทพฯ 10210

Central Institute of Forensic Science Ministry of Justice, Bangkok 10210 Thailand

Corresponding E-mail : rachada.mpic@gmail.com

Received Date June 24, 2022
Revised Date October 5, 2022
Accepted Date October 18, 2022

บทคัดย่อ

เมื่อมีบุคคลในครอบครัวหายไป โดยเฉพาะกรณีเด็กหาย หากปล่อยให้เวลาผ่านไปนาน โอกาสที่พวกเขาจะกลับบ้านอย่างปลอดภัยจะน้อยลง ในต่างประเทศพบว่า 72 ชั่วโมงแรกของการสูญหายมีความสำคัญ ซึ่งการติดตามคนหายได้รวดเร็วเป็นการเพิ่มโอกาสในการมีชีวิตรอดและกลับคืนสู่ครอบครัวมากขึ้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการติดตามคนหายในต่างประเทศ และพัฒนาแอปพลิเคชันชื่อ “อยู่ไหน (U-NAI)” เพื่อช่วยในการติดตามคนหายในประเทศไทยบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากนั้นนำแนวคิดมาพัฒนาแอปพลิเคชันดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน” ทำให้ครอบครัวคนหายสามารถค้นหาข้อมูลคนหายได้อย่างรวดเร็ว และสามารถแจ้งคนหายได้ด้วยตนเอง รวมทั้งแบ่งปันภาพและข้อมูลของคนหายผ่านแอปพลิเคชันไปยังสื่อสังคมอื่น ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม การติดตามคนหายจะสำเร็จได้ ต้องมีข้อมูลในระบบฐานข้อมูลที่มีความครบถ้วนสมบูรณ์ และควรมีการส่งเสริมให้ภาคประชาสังคมมีส่วนร่วมในการใช้งานแอปพลิเคชันให้ได้ประโยชน์สูงสุด

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน อุปกรณ์เคลื่อนที่ การติดตามคนหาย

Abstract

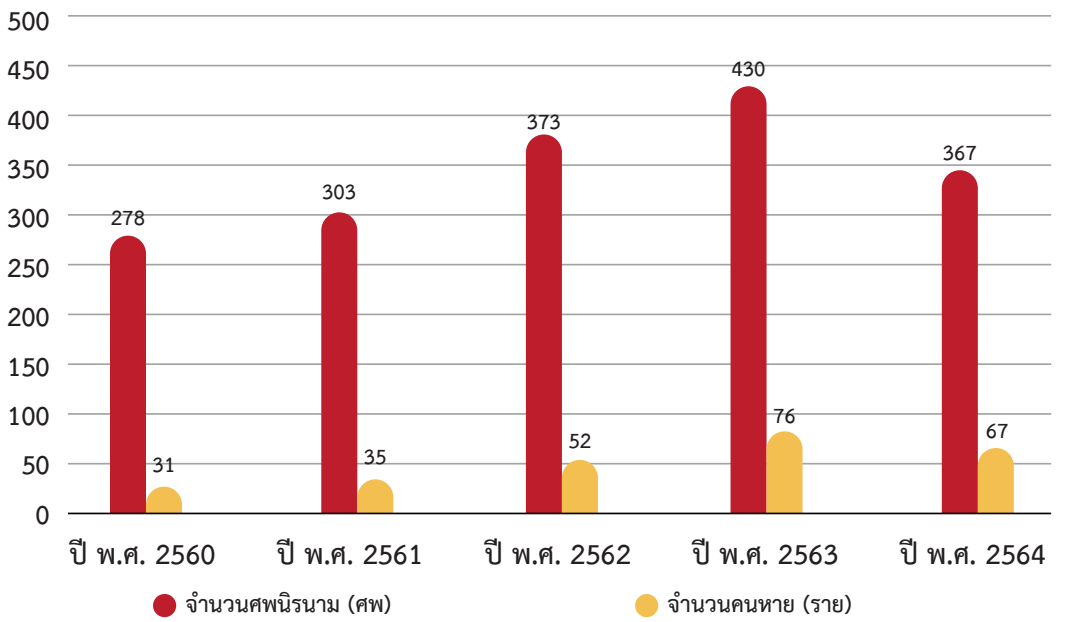
When a family member went missing, especially a child, the chances of them returning home safely were much lower if it has been a long time. The first 72 hours of being lost were critical in many countries. Tracking down a missing person as soon as possible increased chances of survival and reuniting with families. This article aims to study the use of mobile application to track missing persons in foreign countries, and to develop the "U-NAI" application on mobile devices to track missing person in Thailand. Documents and researches from abroad and in Thailand were studied as guidelines for developing the application. The study result found that families of missing person could find information about him or her through the application in a timely manner, and could report the missing case by themselves. Photos and information of the missing person could also be shared on other social media platforms. However, to successfully track the missing person, a complete database system must be available, and for ultimate benefits, the civil society should be encouraged to use the application.

Keywords: Application, Mobile device, Missing person tracking

1. บทนำ

หนึ่งในนโยบายสำคัญของรัฐบาลคือ การลดความเหลื่อมล้ำและสร้างโอกาสการเข้าถึงบริการของรัฐให้กับประชาชน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารภาครัฐ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้กระบวนการยุติธรรมเป็นไปเพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวมของประเทศ และเป็นกลไกสำคัญของรัฐในการสร้างความเป็นธรรม ความสงบเรียบร้อยของสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำนวัตกรรมเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) ระบบการทำงานที่เป็นดิจิทัลมาประยุกต์ใช้อย่างคุ้มค่า และปฏิบัติงานเทียบเท่ามาตรฐานสากล สอดคล้องกับยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตในหลาย ๆ ด้าน รวมทั้งการให้บริการภาครัฐที่ต้องการให้ประชาชนได้รับการบริการ หรือรับข้อมูลข่าวสารที่สะดวกรวดเร็วอย่างทั่วถึง ดังนั้น การพัฒนาแอปพลิเคชันจึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ภาครัฐพัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการและแก้ไขปัญหาให้กับประชาชน

หนึ่งในปัญหาที่อยู่กับสังคมไทยมาถึงปัจจุบันคือปัญหาคนหาย ซึ่งส่งผลกระทบต่อครอบครัว ชุมชน สังคม และบางครั้งส่งผลกระทบต่อประเทศ รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลบุคคลสูญหายที่ยังไม่เป็นระบบครบถ้วนสมบูรณ์ ส่งผลให้การตามหาคนหายไม่สามารถจัดการได้อย่างทันท่วงที เช่น เมื่อมีคนหายเกิดขึ้นในครอบครัว ขั้นตอนในการดำเนินการคือต้องเริ่มต้นจากเดินทางเพื่อไปแจ้งความ ณ ท้องที่เกิดเหตุ หรือเดินทางไปตามหน่วยงานต่าง ๆ หลายแห่งเพื่อตามหาคนหาย เนื่องจากประเทศไทยมีการรับแจ้งคนหายหลายหน่วยงาน ทั้งภาครัฐและภาคประชาสังคม ทำให้ข้อมูลกระจัดกระจาย ไม่มีศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลศพนิรนาม และสิ่งที่ญาติจะต้องประสบคือการเข้าถึงข้อมูลภาครัฐที่ทำได้ยาก ไม่สะดวก หรือกระทั่งไม่ทราบช่องทางในการติดต่อราชการ ประกอบกับแพทย์นิติเวชเฉพาะตามโรงพยาบาลประจำจังหวัดใหญ่ ๆ มีจำนวนจำกัด นอกจากนั้น ปัญหาคนหายยังถูกมองว่าเป็นปัญหาเฉพาะกลุ่มคนหรือปัญหาระดับครอบครัว จึงไม่ได้รับความสำคัญ ทำให้หลาย ๆ ครอบครัวต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในการออกติดตามหรือค้นหาพยานหลักฐานเอง เหตุผลสำคัญอีกประการที่ทำให้การรวบรวมข้อมูลคนหายเป็นไปได้ยากคือ ครอบครัวคนไทยเป็นครอบครัวขนาดเล็ก แยกกันอยู่ นาน ๆ จะกลับภูมิลำเนา ทำให้เมื่อหายตัวไป ครอบครัวไม่ทราบในทันที หรือการหลบหนีเข้าเมืองผิดกฎหมาย เมื่อเสียชีวิต จึงเป็นไปได้ยากที่จะค้นหาข้อมูลของครอบครัวหรือญาติพี่น้อง นอกจากนั้น ภาครัฐยังมีข้อจำกัดเรื่องขาดเครื่องมือและอุปกรณ์ ทำให้การติดตามค้นหาคนหายไม่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และแม้ภาครัฐมีข้อมูลของตนเอง แต่ยังขาดการจัดเก็บข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์และขาดการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานที่มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 1 สถิติคนหายและศพนิรนามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2564

ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

ภาพที่ 1 สถิติย้อนหลัง 5 ปี ข้อมูลคนหายและศพนิรนามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2564 ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ที่รับผิดชอบในพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และนครนายก พบว่า ข้อมูลคนหายและศพนิรนามมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สำหรับสถิติการแจ้งคนหายมีสัดส่วนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการพบศพนิรนาม เนื่องจากการแยกตัวออกจากครอบครัว การทำงานต่างถิ่นทำให้ขาดการติดต่อกับครอบครัว เมื่อสูญหายจึงทำให้ครอบครัวไม่ทราบ นอกจากนี้ยังพบว่า ศพนิรนามส่วนหนึ่งเป็นแรงงานข้ามชาติแถบเพื่อนบ้านที่เสียชีวิตโดยไม่ทราบว่าเป็นใครอีกจำนวนหนึ่งด้วย ซึ่งนับวันคนหายและศพนิรนามที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกวันจะไม่เป็นปัญหาเฉพาะของครอบครัวใดครอบครัวหนึ่ง แต่จะกลายเป็นปัญหาสังคมที่รอคอยการแก้ไข

ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2558 รัฐบาลได้ออกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสนับสนุนการปฏิบัติการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม เพื่อให้เกิดการบูรณาการปฏิบัติระหว่างหน่วยงานภาครัฐและภาคประชาสังคมเพื่อแก้ไขปัญหาคนหายและศพนิรนาม (ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ) ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2564 ได้มีการปรับปรุงแก้ไขระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ ดังกล่าว ให้ทันสมัยและสอดรับกับสถานการณ์ในปัจจุบัน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม ในฐานะฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการพัฒนาระบบการติดตามคนหาย และการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและศพนิรนามเพื่อเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลคนหายและศพนิรนามให้หน่วยงานต่าง ๆ สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลในระบบฐานข้อมูลร่วมกัน และประชาชนสามารถเข้าถึงการให้บริการภาครัฐได้อย่างสะดวกรวดเร็ว แต่จากระบบฐานข้อมูลที่ถูกพัฒนาขึ้นมายังไม่สะดวกรวดเร็วเพียงพอต่อการค้นหาผู้สูญหายในการเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตหรือการสูญหายถาวร จึงทำให้ผู้เสียชีวิตจำนวนหนึ่งกลายเป็นศพไม่มีชื่อ

หนึ่งในแนวทางแก้ไขปัญหาการติดตามคนหายในต่างประเทศพบว่า มีการพัฒนาเทคโนโลยีในรูปแบบแอปพลิเคชันเพื่อเข้ามาช่วยในการติดตามคนหาย ส่งเสริมให้ชุมชนและสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการติดตามคนหาย จึงเป็นที่มาที่ทำให้ผู้ศึกษาสนใจการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสในการติดตามคนหายให้ประชาชนที่ญาติสูญหายสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาการนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการติดตามคนหายจากกรณีศึกษาในต่างประเทศ

2.2 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน ชื่อ “อยู่ไหน (U-NAI)” ช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

3. วิธีการศึกษา

บทความนี้เป็นการศึกษาวิจัยเอกสาร (Documentary research) โดยการทบทวนวรรณกรรมจากข้อมูลทั้งในประเทศและต่างประเทศมาเป็นแนวคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการติดตามคนหาย พบว่าในต่างประเทศมีการพัฒนาเทคโนโลยีหลากหลายรูปแบบเพื่อนำมาช่วยสนับสนุนการติดตามคนหาย ซึ่งการศึกษานี้หน่วยงานของผู้ศึกษาได้นำแนวคิดจากต่างประเทศมาพัฒนาแอปพลิเคชัน ชื่อ “อยู่ไหน (U-NAI)” สำหรับใช้ในการค้นหาคนหายและพิสูจน์ศพไม่ทราบชื่อหรือศพนิรนาม ให้ประชาชนที่มีคนในครอบครัวสูญหายสามารถเข้าถึงการให้บริการจากภาครัฐได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคประชาสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยเหลือสังคมในการติดตามคนหาย

4. การทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาพบว่า ในต่างประเทศทั้งองค์กรภาครัฐและภาคประชาสังคม ให้ความสำคัญในเรื่องคนหายมาก โดยเฉพาะกรณีเด็กหาย ดังนั้น ในหลายประเทศจึงพัฒนาเทคโนโลยีช่วยในการติดตามคนหายเพื่อเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตและลดการสูญเสียให้กับครอบครัวของผู้สูญหาย ดังการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ประกอบด้วยคำว่า “Mobile” และ “Application” ซึ่งคำว่า “Mobile” คือ อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา นอกจากการใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังสามารถทำงานกับคอมพิวเตอร์ได้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ จึงมีคุณสมบัติเด่นคือ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานน้อย สำหรับแอปพลิเคชัน (Application) หมายถึง ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้เพื่อช่วยในการทำงานของผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชันจะต้องมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เพื่อเป็นตัวกลางในการใช้งานต่าง ๆ ดังนั้น “Mobile application” หมายถึง แอปพลิเคชันที่ช่วยให้การทำงานของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่และพกพา เช่น PDA (Personal Digital Assistant) สมาร์ตโฟน (Smart phone) และแท็บเล็ต (Tablet) โดยแอปพลิเคชันเหล่านี้จะทำงานในระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Operating System: Mobile OS) (ปิยธิดา ศรีพล, 2564)

การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการศึกษาครั้งนี้ได้ให้บริษัทเอกชนเป็นผู้พัฒนา โดยใช้โปรแกรม Mobile application ชื่อ Visual Studio Code บนระบบฐานข้อมูล Oracle และภาษาที่ใช้ในการพัฒนา คือ Flutter เริ่มด้วยการพัฒนาระบบใหม่ โดยแบ่งกระบวนการพัฒนาออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่ ระยะการวางแผน (Planning phase) ระยะการวิเคราะห์ (Analysis phase) ระยะการออกแบบ (Design phase) ระยะการสร้างและพัฒนา (Implementation phase) และระยะทดสอบระบบงาน (Commissioning phase)

4.2 แนวคิดหรือทฤษฎีในการออกแบบแอปพลิเคชัน

แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามการพัฒนา ได้แก่ 1. Native application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนามาด้วย Library (ชุดคำสั่ง) หรือ SDK (เครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชัน) ของระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์เคลื่อนที่นั้น ๆ โดยเฉพาะ อาทิ Android ใช้ Android SDK, iOS ใช้ Objective c, Windows Phone ใช้ C# (เฉลิมพันธ์ ธโนปจัย, 2558)

1) Native application มีข้อดีคือ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ง่ายจาก Google Play และ App Store รวมถึงสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในบางแอปพลิเคชัน หากสถานที่นั้นไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ทำให้ใช้งานสะดวก รวมถึงสะดวกในการเปิดใช้กล้องดิจิทัล GPS และรายชื่อผู้ติดต่อในระหว่างที่ใช้งานแอปพลิเคชันได้อีกด้วย แต่มีข้อเสียคือ เมื่อต้องการพัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถใช้งานกับแพลตฟอร์ม (Platform) อื่นได้ จะต้องเริ่มพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ตั้งแต่แรก ทำให้ต้นทุนในการพัฒนาสูงและใช้เวลานาน

2) Hybrid application หรือ Cross-platform application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการได้ทุกระบบปฏิบัติการ (Operating System: OS) อาศัยเฟรมเวิร์ก (Framework) ซึ่งจะใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งเป็นตัวกลางสำหรับการพัฒนา จากนั้นเฟรมเวิร์กจะทำการแปลงภาษานั้น ๆ ให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ ซึ่งทุกระบบปฏิบัติการ Hybrid application ถูกออกแบบมาให้รองรับระบบปฏิบัติการได้หลายแพลตฟอร์มในแอปพลิเคชันเดียว จึงมีข้อดีคือ ทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องเสียเวลาในการจัดทำ เพราะเขียนชุดคำสั่งแค่ครั้งเดียวแต่สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์มและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3) Web application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็นเบราว์เซอร์ (Browser) สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่าง ๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลเฉพาะส่วนที่จำเป็น เพื่อเป็นการลดทรัพยากรในการประมวลผลของตัวเครื่องสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต ทำให้สามารถดาวน์โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น ผู้ใช้งานยังสามารถใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ตในความเร็วต่ำได้ เว็บแอปพลิเคชัน (Web application) ใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ทุกเวลา หากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ต้องการใช้เว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ก็สามารถใช้แอปพลิเคชันประเภทนี้ได้ รวมถึงมีการอัปเดต แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม ข้อเสียคือ การใช้งานแอปพลิเคชันจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา และอาจไม่สามารถใช้ทรัพยากรบางอย่างของระบบได้ ทั้งนี้ ข้อดีของการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบนี้ก็คือ ใช้เวลาในการพัฒนาได้รวดเร็ว

4.3 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.3.1 สาธารณรัฐประชาชนจีน

จีนมีประชากรที่อายุมากกว่า 65 ปี มากกว่า 166 ล้านคน จึงเป็นงานที่ท้าทายสำหรับจีนในการจัดการกับปัญหาผู้สูญหาย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยทางจิต มีปัญหาด้านความจำ และเป็นโรคสมองเสื่อมจากสาเหตุความสูงวัย ในปี พ.ศ. 2559 รายงานสถาบันจงหมิน ซึ่งเป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงมหาดไทยพบว่า มีผู้สูงอายุมากกว่า 1,300 คนหายไปทุกวัน คิดเป็นเกือบ 500,000 คนต่อปี

ดังนั้น หนึ่งในแพลตฟอร์มที่นำเสนอข่าวและข้อมูลของประเทศจีน จึงได้นำเสนอผลิตภัณฑ์หลักของ ByteDance Ltd. ร่วมกับหน่วยงานด้านความมั่นคงสาธารณะ พัฒนาแอปพลิเคชันการให้บริการเกี่ยวกับบุคคลสูญหายที่ชื่อว่า “Toutiao Xunren” ซึ่งเป็นหนึ่งในฟังก์ชัน (Function) ของแอปพลิเคชันข่าว toutiao.com บนโทรศัพท์มือถือ มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยติดตามคนหายที่เป็นกลุ่มผู้สูงอายุภายในประเทศ โดยเปิดตัวเพื่อให้บริการด้านคนหายเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ประชาชนสามารถดาวน์โหลด (Download) บริการได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งแอปพลิเคชันดังกล่าวมีการเผยแพร่การแจ้งเตือนคนหายมามากกว่า 21,000 คน และช่วยให้ผู้สูญหาย จำนวน 3,400 คน สามารถกลับมาพบกับสมาชิกในครอบครัวได้อีกครั้ง (Xinhua, 2017)

ภาพที่ 2 Toutiao Xunren บนแอปพลิเคชันข่าว toutiao.com
ที่มา: GMA (2019)

เนื่องจาก Toutiao Xunren ได้ออกแบบให้มีระบบการแจ้งเตือนแบบข้อความ (Push notification) ไปยังประชาชนในท้องที่เกิดเหตุและพื้นที่ใกล้เคียงภายในรัศมี 5-10 กิโลเมตร โดยระบบจะแสดงหน้าต่างพ็อปอัป (Pop up) บนโทรศัพท์ซึ่งจะปรากฏภาพและลักษณะทางกายภาพของคนหายที่ได้รับความยินยอมจากครอบครัวก่อนการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อขอความช่วยเหลือจากชุมชนในการแจ้งเบาะแสเกี่ยวกับคนหาย โดยเกือบครึ่งหนึ่งของผู้สูงอายุที่ถูกติดตามผ่าน Toutiao Xunren เป็นโรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer)

แต่สำหรับการติดตามเด็กหายถือเป็นความท้าทายที่แตกต่างจากคดีอื่น ๆ เนื่องจากเด็กที่ถูกลักพาตัวไปตั้งแต่อายุยังน้อย แทบไม่มีความทรงจำเกี่ยวกับพ่อแม่และบ้านที่อยู่อาศัย มีลักษณะใบหน้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุที่มากขึ้น ถือเป็นความซับซ้อนและยากในการติดตามเด็กที่หายไป ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องนี้ แอปพลิเคชัน The Chinese Child Missing Prevention Platform (CCMP) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์จดจำใบหน้าโดยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ใช้เทคโนโลยีการจดจำใบหน้าข้ามวัยในการค้นหาผู้สูญหาย (Cross-age facial recognition technology) ช่วยให้เด็กที่ถูกลักพาตัวได้กลับไปพบกับครอบครัวอีกครั้ง โดยการนำภาพเด็กที่สูญหายร่วมกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ทำนายว่าเด็กคนนั้นหน้าตาเป็นอย่างไรในปัจจุบัน จากนั้นจึงเปรียบเทียบภาพนั้นกับภาพถ่ายในฐานข้อมูล ระบบจะดำเนินการจับคู่กับฐานข้อมูลของเด็กหายที่สงสัยว่าถูกลักพาตัวไป เมื่อระบบทำการจับคู่ได้จะส่งข้อมูลไปยังเจ้าหน้าที่ตำรวจและพ่อแม่เด็กเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แต่เนื่องจากการแบ่งปันข้อมูลส่วนบุคคลไปสู่สาธารณะจะทำให้เกิดปัญหาเรื่องความเป็นส่วนตัว ดังนั้น ควรจะต้องได้รับความยินยอมจากเจ้าของข้อมูลหรือครอบครัวก่อนจะเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะ (Jing et al., 2020) ความยากในการใช้เทคโนโลยีนี้นอกจากปัจจัยด้านอายุแล้ว การเปลี่ยนแปลงของสีผมและรูปลักษณ์ก็มีผลต่อความถูกต้องสำหรับการใช้เทคโนโลยีนี้ อย่างไรก็ตาม ค่าความแม่นยำถูกต้องยังมากถึงร้อยละ 96 ซึ่งต้องยืนยันความถูกต้องอีกครั้งด้วยการตรวจสารพันธุกรรม หรือดีเอ็นเอ (Deoxyribonucleic acid: DNA) (Feng, 2019)

4.3.2 สหรัฐเม็กซิโก

เม็กซิโกเป็นประเทศที่มีพรมแดนติดสหรัฐอเมริกา โดยทุกปีจะพบว่ามีจำนวนผู้สูญหายและศพนิรนามไม่ทราบชื่อจำนวนมาก ดังนั้น สำนักงานอัยการสูงสุดแห่งรัฐโซโนรา ซึ่งเป็นรัฐชายแดนในเม็กซิโกได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่จะช่วยติดตามผู้อพยพที่สูญหายข้ามพรมแดนในแอปพลิเคชันชื่อ IdSonora โดยวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแอปพลิเคชันคือ เพื่อช่วยเหลือเจ้าหน้าที่รัฐและครอบครัวผู้สูญหายในท้องถิ่น รวมทั้งระบุซากศพมนุษย์ที่พบ แอปพลิเคชันนี้จะช่วยให้สมาชิกในครอบครัวที่มีบุคคลสูญหายได้เข้าถึงข้อมูลโดยตรงจากโทรศัพท์มือถือ โดยครอบครัวผู้สูญหายสามารถเข้าไปตรวจสอบของใช้หรือทรัพย์สินติดตัวศพในแอปพลิเคชันที่เชื่อมกับฐานข้อมูลศพนิรนามของสำนักงานแพทย์นิติเวช ซึ่งเมื่อดาวน์โหลดแอปพลิเคชันแล้วจะสามารถค้นหารูปภาพของวัตถุพยาน (เสื้อผ้า เครื่องประดับ กระเป๋า ฯลฯ) และเอกลักษณ์บุคคล (รอยสัก รอยแผลเป็น ฯลฯ) ที่เกี่ยวข้องกับศพที่พบจนสามารถนำไปสู่การระบุตัวตนได้ IdSonora สามารถดาวน์โหลดได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่ายได้ใน Google Play และ App Store ในเม็กซิโก (Espinoza, 2022)

ภาพที่ 3 แอปพลิเคชัน IdSonora
ที่มา: Franco (2022)

นอกจากนี้ยังมีระบบการแจ้งเตือน Amber and alba protocol alerts ที่จะเป็นเครื่องมือในการช่วยค้นหาเด็กที่สูญหายและถูกลักพาตัว และระบบ AMBER Alert เกิดขึ้นครั้งแรกในสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ. 1996) เพื่อเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับเด็กที่สูญหายและถูกลักพาตัว ซึ่งต่อมาในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) สำนักงานพัฒนาให้ความช่วยเหลือและฝึกอบรมของกระทรวงยุติธรรมสหรัฐอเมริกา และสำนักปราบปรามยาเสพติดระหว่างประเทศและการบังคับใช้กฎหมาย ได้ร่วมมือกับรัฐบาลเม็กซิโกเพื่อเปิดตัวระบบเดียวกันในเม็กซิโก ซึ่งทำให้เป็นประเทศแรกในลาตินอเมริกาที่ใช้ระบบแจ้งเตือน AMBER Alert นับตั้งแต่เริ่มใช้ระบบการแจ้งเตือนนี้ ทำให้สามารถค้นหาตัวเด็กที่สูญหายได้ถึง 966 คน (Department of Justice, Office of Public Affairs, 2022)

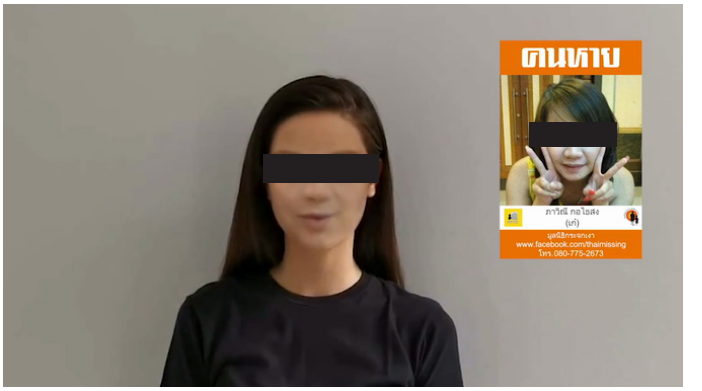
4.3.3 มูลนิธิกระจกเงา

ศูนย์ข้อมูลคนหายเพื่อต่อต้านการค้ามนุษย์ มูลนิธิกระจกเงา เป็นองค์กรภาคเอกชนที่มีภารกิจด้านหนึ่งในการติดตามคนหาย ซึ่งได้ดำเนินงานร่วมกับ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) พัฒนาแอปพลิเคชันภายใต้แนวคิดที่ว่า “การรอคอยต้องมีวันสิ้นสุด ThaiMissing Application” โดย ThaiMissing เป็นแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการเพิ่มประสิทธิภาพติดตามคนหาย โดยมุ่งเน้นให้สังคมมีส่วนร่วมในการแจ้งเบาะแส และส่งต่อข้อมูลเพื่อพาคนหายกลับคืนสู่ครอบครัวอย่าง

ปลอดภัย พร้อมทั้งผลักดันให้ปัญหาคนหายไม่ถูกตีค่าเป็นเพียงปัญหาของครอบครัวใดครอบครัวหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นปัญหาของสังคมที่ทุกคนในสังคมควรมีส่วนร่วมในการช่วยกันแก้ไขปัญหาดังกล่าว แอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการใช้งาน ประกอบด้วย 1) “รายการผู้สูญหาย” รายการนี้จะแสดงรายละเอียดพร้อมรูปภาพผู้สูญหาย รวมถึงฟังก์ชันแจ้งเตือนเมื่ออยู่ในบริเวณพื้นที่ที่คนหาย และยังสามารถค้นหาผู้สูญหายโดยใช้คำสำคัญ เลือกเพศหรือช่วงอายุต่าง ๆ 2) “การแจ้งเบาะแส” มี 2 รูปแบบ ได้แก่ การแจ้งเบาะแสทั่วไป กรณีพบผู้ที่น่าสงสัยว่าหายตัวไปจากบ้านตามสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งไม่ได้อยู่ในรายการผู้สูญหาย และการแจ้งเบาะแสบุคคล โดยเลือกจากรายชื่อที่ปรากฏอยู่ในรายการผู้สูญหายที่ปรากฏในแอปพลิเคชัน 3) “การติดตาม” จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การติดตามรายบุคคล โดยเลือกจากรายการผู้สูญหายที่มีอยู่ในระบบ และการติดตามในพื้นที่ โดยกรณีที่ผู้ใช้แอปพลิเคชันอยู่ในพื้นที่ที่มีคนหาย สามารถเลือกการติดตามโดยตั้งค่ากำหนดพื้นที่บริเวณดังกล่าว ซึ่งทางมูลนิธิกระจกเงาจะส่งแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้แอปพลิเคชันพื้นที่นั้นต่อ สำหรับฟังก์ชันสุดท้าย คือ 4) “ข้อมูลเผยแพร่” เป็นการรวบรวมเด็กหายในกรณีต่าง ๆ ที่พบตัวแล้วเพื่องดการส่งต่อข้อมูล ตลอดจนนำเสนอข่าวที่น่าสนใจและเกร็ดความรู้ที่พ่อแม่ควรรู้ก่อนพาลูกออกนอกบ้าน พร้อมคำแนะนำวิธีการป้องกันเด็กถูกลักพาตัว (อังสุมา ศรีดอกคำ, 2558) ในส่วนข้อมูลมีการรวบรวมข้อมูลคนหายลงในระบบฐานข้อมูลแต่ไม่ได้มีการเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานอื่น สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลจะต้องได้รับความยินยอมจากครอบครัวผู้สูญหายก่อนการเผยแพร่ข้อมูล เนื่องจากบางครั้งข้อมูลพฤติกรรมการสูญหายเป็นข้อมูลที่มีความอ่อนไหวอันอาจส่งผลกระทบต่อผู้สูญหายเมื่อต้องกลับมาใช้ชีวิตในสังคมโดยเฉพาะเด็กหาย

ภาพที่ 4 มูลนิธิกระจกเงาร่วมกับ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) พัฒนา ThaiMissing Application
ที่มา: ศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา (2558)

นอกจากนี้ยังได้มีการดำเนินงานร่วมกับ บริษัท BBDO กรุงเทพฯ จำกัด นำเทคโนโลยี “Deepfake” ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการปลอมแปลงอัตลักษณ์ของบุคคลด้วยปัญญาประดิษฐ์ จากการตรวจจับใบหน้าคนของปัญญาประดิษฐ์ แล้วทำการสลับและแทนที่ใบหน้าของคนที่เราเลือก เพื่อมาช่วยในการตามหาคนหาย โดยการเปลี่ยนหน้าผู้ประกาศข่าวเป็นหน้าคนหาย แล้วรายงานข่าวข้อมูลคนหาย ซึ่งจากการศึกษาจะเห็นได้ว่าสมองของมนุษย์จดจำภาพเคลื่อนไหวได้ดีกว่าภาพนิ่ง จึงทำให้การนำเทคโนโลยี Deepfake มาใช้อาจทำให้พบการแจ้งเบาะแสคนหายเพิ่มมากขึ้น และเพื่อทำให้ข้อมูลคนหายเป็นที่รู้จักมากขึ้นในที่สาธารณะ เป็นการเพิ่มโอกาสในการพบคนหายได้มากขึ้น (BBDO Bangkok, 2021)



ภาพที่ 5 เทคโนโลยี Deepfake AI
ที่มา: BBDO Bangkok (2021)

4.3.4 สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม

หนึ่งในภารกิจของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์คือ การให้บริการการรับแจ้งคนหาย การตรวจพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม และปฏิบัติหน้าที่ในฐานะสำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการพัฒนาระบบการติดตามคนหาย และการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสนับสนุนการปฏิบัติงานติดตามคนหาย และการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม พ.ศ. 2564 (ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสนับสนุนการปฏิบัติงานติดตามคนหาย และการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม พ.ศ. 2564, 2564) ได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม เพื่อให้ทุกหน่วยงานภาครัฐที่มีภารกิจด้านคนหาย คนนิรนาม และศพนิรนามนำเข้าข้อมูลในระบบฐานข้อมูล และสามารถใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลในการติดตามคนหาย พิสูจน์ศพนิรนาม เพื่อเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลคนหายและศพนิรนามของประเทศ นอกจากนี้ในส่วนประชาชนสามารถแจ้งคนหายผ่านระบบ ค้นหาข้อมูลคนหายและศพนิรนามได้บนเว็บไซต์ https://www.thaimissing.go.th จะประกอบด้วย การให้บริการ 2 ส่วน คือ เจ้าหน้าที่ และการให้บริการประชาชน ในส่วนเจ้าหน้าที่ จะต้องมีการลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบการรับแจ้งคนหายและศพนิรนาม การค้นหาข้อมูลตามสิทธิ์ที่กำหนดให้

การติดตามคดีของตัวเองและดูสถิติงานได้ สำหรับในส่วนการให้บริการประชาชน ประชาชนสามารถแจ้งคนหายผ่านระบบค้นหาข้อมูลคนหายและศพนิรนามจากรายละเอียด เช่น ชื่อ เพศ ช่วงระหว่างที่สูญหาย หรือการค้นหาจากประกาศหาญาติบนเว็บไซต์ (กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์, ม.ป.ป.)

ภาพที่ 6 ระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม
ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

ภาพแสดงตัวอย่างหน้าระบบซึ่งมีการใช้งาน 2 ส่วน คือ 1) ส่วนเจ้าหน้าที่ คือหน่วยงานต่าง ๆ สามารถเข้าใช้งานและเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกได้ตามสิทธิ์ 2) ส่วนประชาชนที่จะสามารถแจ้งคนหายผ่านระบบ และสามารถเข้าไปค้นหาภาพและข้อมูลคนหายและศพนิรนามได้ตามสิทธิ์ที่กำหนดเช่นเดียวกัน

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Neubauer et al. (2021) ได้วิจัยเรื่องการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อแจ้งเตือนให้อาสาสมัครชุมชนช่วยตามหาคนหายด้วยโรคสมองเสื่อม (Community ASAP) ในแคนาดา วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อพัฒนาและประเมินความถูกต้องและความสามารถในการใช้งานของระบบเตือนภัยในชุมชน เนื่องจากผู้ป่วยโรคสมองเสื่อมที่สูญหายโดยที่ยังติดตามไม่พบจะได้ผลที่ตามมาคือ การบาดเจ็บ การสัมผัสกับอุณหภูมิหนาวเย็น ภาวะขาดน้ำ และการเสียชีวิตหากยังไม่พบตัวภายใน 24 ชั่วโมง โดยมากกว่าครึ่งหนึ่งต้องเสียชีวิตจากการบาดเจ็บสาหัส ดังนั้นเวลาที่มีการติดตามค้นหาอย่างรวดเร็วจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งช่วยให้ผู้เผชิญเหตุคนแรกสามารถเริ่มการแจ้งเตือนผู้สูญหายที่มีภาวะสมองเสื่อมแก่อาสาสมัครในชุมชนได้ การศึกษามุ่งเน้นและอธิบายกระบวนการพัฒนาระบบเตือนภัยตามชุมชน การวิจัยระบุว่าสมาชิกของชุมชน เช่น เพื่อนบ้านและเจ้าของร้านค้า สามารถเสริมความพยายามในการค้นหาและกู้ภัยได้ด้วยลักษณะการเป็นตาวิเศษ “จับตามอง” ในการเฝ้าระวังบุคคลที่เป็นโรคสมองเสื่อมที่รายงานว่าหายตัวไป โดยสามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ iOS และ Android อาสาสมัครในชุมชนจะได้รับการแจ้งเตือนตามการตั้งค่าทางภูมิศาสตร์ และสามารถเลือกรัศมีสำหรับสถานที่เฉพาะได้ 5 ระยะ ตั้งแต่ 1, 3, 6, 12 และ 25 กิโลเมตร การออกแบบแบ่งเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 1) นำร่องบนเว็บไซต์ด้านความถูกต้องและการใช้งาน 2) ประเมินความถูกต้องและการใช้งานของระบบบนเว็บไซต์

3) ประเมินความถูกต้องและการใช้งานของแอปพลิเคชันมือถือ โดยรวมแล้ว ผลลัพธ์จากการศึกษานี้เป็นไปในเชิงบวก ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถเห็นตัวเองเป็นอาสาสมัครชุมชน หลายคนคิดว่าแอปพลิเคชันนี้ใช้งานง่ายและผู้เข้าร่วม เช่น องค์กรตำรวจเชื่อว่า การมี “สายตาในชุมชน” มากขึ้น อาจช่วยลดเวลาและทรัพยากรที่จำเป็นจากบริการของตำรวจได้ แต่สำหรับในเรื่องการเผยแพร่ข้อมูลแก่อาสาสมัคร ผู้เข้าร่วมบางคนแสดงความกังวลเกี่ยวกับการเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับผู้สูญหายที่เป็นโรคสมองเสื่อมแก่อาสาสมัครที่ลงทะเบียน ซึ่งอาจทำให้บุคคลที่เปราะบางตกอยู่ในอันตราย ผู้เข้าร่วมเหล่านี้ระบุว่าลักษณะของข้อมูลที่จะเปิดเผยจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ

Ansari et al. (2020) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android ชื่อ “Missing Person” ในการติดตามคนหายโดยใช้ระบบจดจำใบหน้า แอปพลิเคชันนี้ถูกใช้งานโดยเจ้าหน้าที่ของรัฐและบุคคลทั่วไปซึ่งสามารถจับคู่ใบหน้าได้โดยอัตโนมัติภายในระยะเวลาสั้น เนื่องจากแพลตฟอร์ม Android สร้างขึ้นสำหรับการใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ การใช้ระบบจดจำใบหน้าโดยการบันทึกตำแหน่งบนใบหน้าแล้วจับคู่ตำแหน่งเหล่านี้กับตำแหน่งบนใบหน้าของผู้ที่ถูกค้นหาในฐานข้อมูล หากคะแนนตรงกันอย่างน้อยร้อยละ 70-75 ก็จะถือว่าตรงกัน แอปพลิเคชันจะมี 3 ส่วนคือ ผู้ใช้ เจ้าหน้าที่ตำรวจ และผู้ดูแลระบบ ฐานข้อมูลจะมีการอัปเดตข้อมูลโดยอัตโนมัติและลบข้อมูลคดีที่พบคนหายแล้ว ระบบที่นำเสนอช่วยในการค้นหาผู้สูญหายในระยะเวลาสั้น การใช้งานง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย แอปพลิเคชันนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีประสิทธิภาพมากกว่าแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่ใช้งานอยู่ทั่วไปที่ทำได้เพียงการรับแจ้งและการค้นหาคนหาย ซึ่งในระบบดังกล่าวยังไม่มีในส่วนการนำระบบการจับคู่ใบหน้าโดยอัตโนมัติมาใช้ และจะมีการพัฒนาเพิ่มในส่วนระบบการแจ้งเตือนเมื่อพบข้อมูลที่ตรงกัน

สุธิตา หมายเจริญ และ พิทักษ์ศักดิ์ ทิศาภาคย์ (2561) ได้วิจัยเรื่องการสื่อสารกับสังคมเพื่อการสร้างเครือข่ายติดตามคนหายผ่านเฟซบุ๊กของศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการสื่อสารกับสังคมเพื่อสร้างเครือข่ายติดตามคนหายและผลของการสื่อสารกับสังคมเพื่อสร้างเครือข่ายผ่านเฟซบุ๊กของ “ศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา” ซึ่งเมื่อเครือข่ายได้รับรู้ข่าวสารหรือข่าวความต้องการในการช่วยเหลือ เครือข่ายจะเปลี่ยนบทบาทจากผู้อ่าน ผู้ติดตาม มาเป็นเหมือนอาสาสมัครที่คอยช่วยเหลือมูลนิธิกระจกเงา ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็น “เครือข่ายติดตามคนหายภาคประชาชน” เนื่องจากอาสาสมัครกลุ่มนี้ยินดีที่จะเข้ามามีส่วนร่วมและวางบทบาทตัวเองเข้ามาอยู่ในภารกิจเดียวกันกับมูลนิธิกระจกเงา สาเหตุที่นำตัวเองเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการติดตามคนหาย เพราะมองว่าเป็นเรื่องร่วมกันของสังคมจึงอาสาเข้ามาช่วยในสิ่งที่พวกเขาจะพอช่วยเหลือได้ นอกจากนี้ ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นพฤติกรรมการรับรู้ในประเด็นการติดตามคนหายให้กับกลุ่มสมาชิกผู้ติดตาม ซึ่งการกระตุ้นด้วยการส่งข้อมูลข่าวสารเป็นสิ่งที่ช่วยทำให้สังคมยังคงตื่นตัวและรับรู้ได้ว่าในสังคมกำลังมีคนหายตัวไป และพวกเขาสามารถเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยตามหา อีกทั้งยังมีผลต่อการสร้างจิตสำนึกสาธารณะในการสร้างความรับผิดชอบร่วมกันต่อสังคมกับสมาชิกผู้ติดตาม เพราะหลังจากการสื่อสารกับสังคมของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเฟซบุ๊กในประเด็นต่าง ๆ ก็จะได้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจากสมาชิกผู้ติดตาม ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่ยังไม่มีช่องทางการสื่อสารผ่านเฟซบุ๊ก จึงดูเหมือนว่าการติดตามคนหายเป็นเรื่องของคนในครอบครัวเล็ก ๆ ที่ต้องแบกรับความรู้สึกเอง

5. ผลการศึกษา

จากการศึกษาการแก้ไขปัญหาคนหายในอดีตที่ผ่านมาพบว่า ส่วนใหญ่ปัญหาจะได้รับการแก้ที่ปลายเหตุ เมื่อเกิดเหตุการณ์คนหาย จึงไปแจ้งความกับตำรวจ ลงบันทึกประจำวัน โดยเก็บข้อมูลเป็นเอกสาร ไม่มีการทำฐานข้อมูลออนไลน์และเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างสถานีตำรวจต่าง ๆ เพื่อรองรับการสืบค้นหาคนหาย เช่น เมื่อคนหนึ่งหายตัวไปจากเมือง ก. แต่โทรแจ้งขอความช่วยเหลือที่เมือง ข. ตำรวจของทั้งสองพื้นที่ต่างบอกว่าเป็นความรับผิดชอบในพื้นที่ของอีกฝ่าย ซึ่งตำรวจไทยมีภาระความรับผิดชอบมากมาย ตั้งแต่คดีลักขโมย ควบคุมการจราจร ปราบปรามยาเสพติด ไปจนถึงการสืบสวนคดีฆาตกรรม ส่งผลให้ปัญหาคนหายกลายเป็นปัญหาที่เจ้าหน้าที่ตำรวจให้ความสำคัญน้อยกว่าที่ควรจะเป็น ส่วนมากรายงานเรื่องคนหายจึงมักถูกรายงานในสมุดบันทึกประจำวัน โดยที่เจ้าหน้าที่ตำรวจไม่ได้ออกไปตรวจสถานที่เกิดเหตุหรือสืบสวนต่อ แต่จะส่งโทรสารรูปถ่ายของคนหายไปยังสถานีตำรวจท้องที่อื่นที่ใกล้เคียงเท่านั้น ซึ่งรูปภาพที่ไม่ชัดเจนและเลือนลางจึงทำให้กรณีคนหายจบลงแค่ตรงนั้น นอกจากนี้ ยังไม่มีการถอดบทเรียนหรือกรณีศึกษา ทำให้เจ้าหน้าที่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับคดีคนหาย โดยมักเข้าใจว่าเด็กที่สูญหายไปส่วนใหญ่เป็นเหยื่อของแก๊งรถตู้ที่ลักพาตัวไปตัดแขนขาและบังคับให้เป็นขอทาน ทั้งที่จริงแล้วเด็กกว่าร้อยละ 80 หายตัวไปด้วยความสมัครใจ ส่วนอีกร้อยละ 20 เป็นเด็กที่หายโดย “อาชญากร” ซึ่งส่วนใหญ่ถูกลักพาตัวโดยบุคคลใกล้ชิด เช่น คนในครอบครัวหรือเพื่อนของสมาชิกในครอบครัวของเด็ก และมักถูกกักขังอยู่ใกล้ ๆ ที่พักอาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อล่วงละเมิดทางเพศหรือบังคับใช้แรงงาน ดังนั้น ปัญหาคนหายจึงเป็นต้นเหตุเชื่อมโยงกับปัญหาสังคมอื่น ๆ เช่น อาชญากรรม การค้ามนุษย์ การล่วงละเมิดทางเพศ การฆาตกรรม และปัญหาร้ายแรงอื่น ๆ อีกมากมาย (ศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา, 2560)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลชื่อ ระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม ให้ทุกหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำเข้าข้อมูลและใช้ประโยชน์จากข้อมูลในระบบร่วมกัน แต่พบว่า ระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนามที่ถูกพัฒนาขึ้นมาพบว่ายังไม่สามารถตอบโจทย์ในด้านการให้บริการประชาชนที่ต้องการติดตามค้นหาคนหายอย่างสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับจากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดตามคนหายในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จพบว่า มีการพัฒนาเทคโนโลยีให้อยู่ในรูปแบบแอปพลิเคชัน รวมทั้งส่งเสริมให้ชุมชนและสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการติดตามคนหาย เนื่องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นที่นิยมแพร่หลาย มีประสิทธิภาพสูง มีขนาดเล็กกะทัดรัด สะดวกในการพกพา ทั้งยังสามารถถ่ายภาพและเป็นอุปกรณ์ระบุตำแหน่ง สถาบันนิติวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สามารถอำนวยความสะดวกรวดเร็วให้กับประชาชนและเจ้าหน้าที่ที่ใช้งาน ซึ่งแอปพลิเคชันได้เปิดให้บริการเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ในชื่อแอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)”

การทำงานของแอปพลิเคชันสามารถเชื่อมโยง รับ และส่งข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Android และ iOS ในส่วนของการพัฒนาระบบ ได้ดำเนินการจัดจ้างบริษัทเอกชนดำเนินการจากการเก็บความต้องการจากผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนามของสถาบันนิติวิทยาศาสตร์และผู้ใช้งานจากหน่วยงานรัฐที่ใช้งานระบบฐานข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดฟังก์ชันการทำงานดังนี้

1) ระบบการลงทะเบียน (Register) ผู้ใช้งานทั้งคนไทยและชาวต่างชาติสามารถดึงข้อมูลจากบัตรประจำตัวประชาชนลงในแบบฟอร์มผู้ใช้งาน

2) ระบบการตรวจสอบและยืนยันการเข้าใช้งานในระบบ (Login verify) โดยสามารถยืนยันข้อมูลและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อดึงรายละเอียดข้อมูลผู้ใช้งานจากระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม

3) ระบบการเก็บล็อก (Log) การใช้งาน โดยจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน รายละเอียดการดำเนินการ วันและเวลาที่ดำเนินการ

4) ระบบสืบค้นข้อมูล สามารถสืบค้นข้อมูลคนหายและศพนิรนามทั้งข้อมูลเบื้องต้นและแบบละเอียดได้ โดยการเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ https://www.thaimissing.go.th

5) ระบบแจ้งคนหายและศพนิรนาม สามารถแนบไฟล์ข้อมูลภาพถ่าย ส่งต่อแบ่งปันข้อมูลและภาพผ่านสื่อออนไลน์อื่น ๆ ในรูปแบบการประชาสัมพันธ์การติดตามคนหายและเพื่อการพิสูจน์ศพนิรนาม

6) ระบบการติดตามสถานะ ความคืบหน้าของคดี รวมทั้งการเผยแพร่ข้อมูล โดยการดึงข้อมูลมาจากระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม

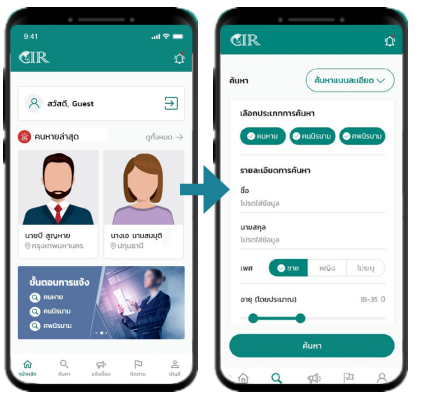
7) มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ (Automatic alert) สามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานอัตโนมัติ เมื่อมีการแจ้งคนหายในแอปพลิเคชัน โดยแจ้งเตือนผู้ใช้งานในรัศมีที่ผู้ใช้งานกำหนดเพื่อช่วยในการติดตามคนหาย

แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” สามารถดาวน์โหลดเพื่อใช้งานโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (ฟรี) ได้ที่ Google Play และ App Store ซึ่งจะเป็นช่องทางให้ประชาชนสามารถแจ้งคนหายและค้นหาคนหายได้ด้วยตนเองจากข้อมูลในระบบได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทำให้ประชาชนผู้ใช้งานระบบเครือข่าย เจ้าหน้าที่รัฐและภาคเอกชนสามารถช่วยเป็นหูเป็นตาในการติดตามคนหาย มีระบบแจ้งเตือนในพื้นที่รัศมีการค้นหาได้ถึง 50 กิโลเมตร และสามารถแจ้งเบาะแสผ่านระบบได้ ซึ่งยิ่งจำนวนเครือข่ายมาก ก็จะยิ่งสร้างโอกาสติดตามคนหายมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมียอดดาวน์โหลดในระบบปฏิบัติการ Android จำนวน 2,060 ครั้ง และระบบปฏิบัติการ iOS จำนวน 909 ครั้ง รวมจำนวนดาวน์โหลดในระบบปฏิบัติการทั้งสิ้น 2,969 ครั้ง

ภาพที่ 7 แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)”

ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

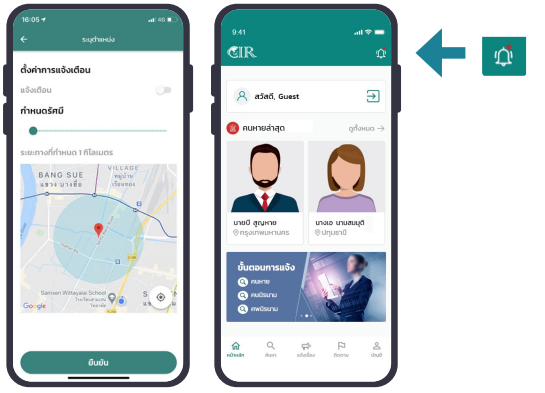
สำหรับการใช้แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” สามารถแก้ไขปัญหาคนหายได้ คือ 1) การค้นหาคนหายได้ด้วยตนเอง จากการที่ข้อมูลในแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลกลาง ทำให้ประชาชนสามารถตรวจสอบข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและทันทีว่ามีภาพและข้อมูลของคนหายหรือไม่ 2) สามารถแจ้งคนหายได้ด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชัน ทำให้สะดวกรวดเร็วในการติดตามคนหาย เพราะเมื่อมีการแจ้งคนหายแล้ว เจ้าหน้าที่จะสามารถดำเนินการตรวจสอบข้อมูลในระบบได้ทันที 3) การแบ่งปันภาพและข้อมูลของคนหายไปยังสื่อสังคมได้ด้วยตนเอง เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่ออกแบบมาให้สามารถจัดทำข้อมูลและภาพคนหายในลักษณะโปสเตอร์ (Poster) เพื่อให้ครอบครัวคนหายสามารถแบ่งปันภาพและข้อมูลไปยังสื่อสังคมอื่น ๆ เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) ไลน์ (Line) นอกจากนี้ครอบครัวคนหายสามารถติดตามสถานะคดีของตนเองได้ตลอดเวลาว่าอยู่ในขั้นตอนกระบวนการใด ทำให้ได้ทราบความคืบหน้าของคดีได้



ภาพที่ 8 การค้นหาข้อมูลคนหาย

ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

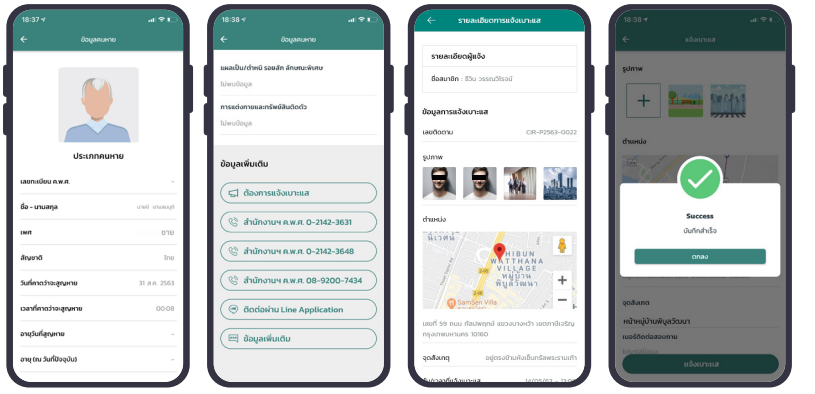
ภาพแสดงการค้นหาข้อมูลคนหายเบื้องต้นจากเมนูการค้นหา เลือกประเภทการค้นหาคือ คนหาย ในส่วนรายละเอียดการค้นหาให้ใส่ชื่อ นามสกุล เพศ อายุโดยประมาณ จากนั้นกดปุ่มค้นหา ถ้าระบบมีการแจ้งคนหายจะมีข้อมูลคนหายแสดงขึ้นมาบนหน้าจอ



ภาพที่ 9 การช่วยเหลือติดตามคนหาย

ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

นอกจากนี้แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” ยังมีการพัฒนาเพื่อให้เกิดการบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วนระหว่างภาครัฐ ภาคประชาสังคม และประชาชน ในการช่วยกันติดตามคนหาย จึงได้พัฒนาให้มีระบบการแจ้งเตือนเพื่อช่วยในการค้นหาคนหายภายในพื้นที่รัศมีการค้นหา 50 กิโลเมตร และประชาชนสามารถแจ้งเบาะแสผ่านระบบได้ ซึ่งจำนวนเครือข่ายยิ่งมาก ยิ่งสร้างโอกาสติดตามคนหายมากขึ้น



ภาพที่ 10 การแจ้งเบาะแสคนหาย

ที่มา: กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ (2565)

ที่ผ่านมามีการแจ้งคนหายผ่านทางแอปพลิเคชันมาแล้วทั้งสิ้น 42 ราย ปิดการดำเนินการได้ 18 ราย และอยู่ระหว่างดำเนินการจำนวน 24 ราย (ข้อมูลจากกองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม ณ วันที่ 10 ส.ค. 2565)

6. บทสรุป

การศึกษาแนวคิดการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการค้นหาคนหายและพิสูจน์ศพนิรนามในต่างประเทศที่หลายประเทศมีผู้สูญหายจำนวนมาก ทั้งวัยเด็ก วัยทำงาน และผู้สูงวัย พบว่า การใช้แอปพลิเคชันในการติดตามคนหายเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่จะช่วยสนับสนุนให้การติดตามคนหายมีประสิทธิภาพ ลดโอกาสการสูญหายถาวรและเสียชีวิต รวมทั้งส่งเสริมให้ชุมชน สังคม เข้ามามีส่วนร่วมในการติดตามคนหาย ดังนั้น การใช้แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” เพื่อช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ จึงเป็นหนึ่งในการนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการติดตามคนหาย ให้ประชาชนสามารถเข้าถึงการบริการภาครัฐได้อย่างสะดวกรวดเร็วมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนของประเทศ ยิ่งการค้นหานี้เกิดขึ้นได้รวดเร็วเท่าไร โอกาสการพบคนหายก็ยิ่งมีมากขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังเพิ่มโอกาสในการพิสูจน์ศพนิรนามได้มากขึ้น อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้ภาคประชาสังคมมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือสังคม โดยสามารถเชื่อมโยง รับ และส่งข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนามได้ แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” จึงถูกพัฒนาขึ้นมาบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS เป็นการให้บริการแก่ประชาชนโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย มีฟังก์ชันรองรับการทำงานหลากหลาย เช่น การแจ้งคนหาย การค้นหาคนหายได้ด้วยตนเองจากข้อมูลที่เชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูล การแบ่งปันภาพและข้อมูลของคนหายไปยังสื่อสังคมได้ด้วยตนเองในลักษณะภาพกราฟิกเพื่อขยายการค้นหาคนหายให้มีพื้นที่กว้างออกไปมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการติดตามความคืบหน้าในคดีของตนเองได้ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปและภาคประชาสังคมเข้ามามีส่วนร่วมช่วยเหลือสังคมในรูปแบบเครือข่าย การติดตามคนหายสามารถแจ้งเบาะแสและมีระบบแจ้งเตือนในพื้นที่โดยมีรัศมีการค้นหาถึง 50 กิโลเมตร เพื่อเพิ่มโอกาสการติดตามคนหายและพิสูจน์ศพนิรนามได้มากยิ่งขึ้น

7. การอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาการใช้แอปพลิเคชันเพื่อช่วยในการติดตามคนหายบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ กรณีศึกษาแอปพลิเคชัน “อยู่ไหน” โดยการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการค้นหาคนหายและพิสูจน์ศพนิรนาม ซึ่งประเทศไทยได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันชื่อ “อยู่ไหน (U-NAI)” เป็นเครื่องมือที่ภาครัฐพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยให้ครอบครัวคนหายสามารถเข้าถึงการให้บริการจากภาครัฐได้อย่างสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งสนับสนุนให้ภาคประชาสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยเหลือสังคมในการติดตามคนหาย แต่การนำแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยในการค้นหาติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม แม้ว่าจะมีความสะดวกรวดเร็วก็ตามแต่ก็พบว่า จำนวนการใช้บริการผ่านแอปพลิเคชันยังมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสถิติการแจ้งคนหายผ่านช่องทางอื่น ๆ เช่น การแจ้งโดยตรงที่สถานีตำรวจ การแจ้งคนหายผ่านระบบฐานข้อมูลฯ เนื่องจากขาดการประชาสัมพันธ์เชิงรุกประกอบกับการแจ้งคนหายมีหลายหน่วยงาน และข้อมูลยังไม่เชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงาน จึงจะต้องมีการประชาสัมพันธ์เชิงรุกให้ประชาชนทราบถึงการให้บริการผ่านแอปพลิเคชัน สำหรับข้อพึงระวังในการใช้งานอาทิ การเผยแพร่ข้อมูลประเภทข้อมูลที่มีความเปราะบาง ข้อมูลส่วนบุคคลกรณีเด็กหาย เช่น ภาพถ่าย นามสกุล

พฤติการณ์ของการสูญหายในกรณีการหนีออกจากบ้านหรือถูกล่อลวง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาที่เกี่ยวกับผลกระทบเรื่องการปกป้องความเป็นส่วนตัวและความเป็นอยู่โดยรวมของเด็ก เมื่อเด็กกลับมาใช้ชีวิตอยู่ในสังคมและชุมชน หรือกรณีศพนิรนามที่มีการเผยแพร่ภาพศพ ซึ่งเมื่อสามารถพิสูจน์ได้ว่าศพนั้นเป็นใคร ภาพศพที่เผยแพร่ออกไปอาจจะกระทบกระเทือนความรู้สึกของครอบครัว ดังนั้นสิ่งเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่พึงระวัง โดยผู้พัฒนาแอปพลิเคชันต้องศึกษาระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดการกระทบสิทธิและเสรีภาพของครอบครัวและเจ้าของข้อมูล ซึ่งเมื่อวิเคราะห์จากพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 บุคคลธรรมดา หรือนิติบุคคล เช่น บริษัท ห้างร้าน มูลนิธิ สมาคม หน่วยงาน องค์กร ร้านค้า หรืออื่นใดก็ตาม หากมีการเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลไว้ หรือมีการนำข้อมูลส่วนบุคคลไปใช้ หรือนำไปเปิดเผยไม่ว่าจะวัตถุประสงค์ใดก็ตาม จำเป็นต้องได้รับ “คำยินยอม (Consent)” จากเจ้าของข้อมูลด้วย เว้นแต่จะเป็นไปตามข้อยกเว้นที่พระราชบัญญัติกำหนดไว้ โดยหนึ่งในข้อยกเว้น คือ เพื่อป้องกันหรือระงับอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย หรือสุขภาพของบุคคล หรือจำเป็นเพื่อประโยชน์สาธารณะ และการปฏิบัติหน้าที่ในการใช้อำนาจรัฐ (พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562, 2562) ซึ่งทำให้สามารถเผยแพร่ข้อมูลคนหายและข้อมูลศพนิรนามได้เพื่อประโยชน์ในการติดตามคนหายหรือพิสูจน์ศพนิรนาม

นอกจากนี้ยังพบว่า โอกาสการพบคนหายขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รวบรวมอยู่ในระบบฐานข้อมูล จากกรณีศึกษาในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา พบว่า มีระบบการรายงานคนหายแบบรวมศูนย์ ประกอบกับมีหน่วยงานที่ดำเนินการด้านคนหายโดยเฉพาะ จึงสามารถรวบรวมข้อมูลคนหายเป็นศูนย์กลางข้อมูล ทำให้การติดตามคนหายมีโอกาสพบตัวมากขึ้น แต่สำหรับประเทศไทยเนื่องจากมีการรับแจ้งคนหายจากหลายหน่วยงาน แม้ว่าจะมีการออกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสนับสนุนการปฏิบัติงานติดตามคนหาย และการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม พ.ศ. 2564 วัตถุประสงค์ของการออกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ เพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ บูรณาการความร่วมมืออย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ มีศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลคนหายและศพนิรนามในประเทศไทย เพื่อส่งเสริมสนับสนุนภาคประชาสังคมให้เข้ามามีส่วนร่วมในการติดตามคนหาย รวมทั้งพัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางในการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลบุคคลสูญหายและการพิสูจน์ศพนิรนามเพื่อให้หน่วยงานต่าง ๆ นำเข้าข้อมูลคนหายและศพนิรนามได้ อย่างไรก็ตามพบว่า การนำเข้าข้อมูลในระบบยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้คนหายและศพนิรนามยังมีจำนวนไม่ตรงตามข้อมูลที่แท้จริง จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของแอปพลิเคชัน

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะต่อผลการศึกษา

ปัจจุบันการนำเข้าข้อมูลในระบบฐานข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ทำให้การนำข้อมูลไปใช้ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องเร่งปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ระบบฐานข้อมูลมีข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน อันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของแอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)”

เพื่อประโยชน์ในการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนามต่อไป โดยใช้เวทีคณะกรรมการ คณะอนุกรรมการตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีฯ ซึ่งคณะกรรมการมีทั้งจากภาครัฐและภาคประชาสังคมที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อขอคำแนะนำและร่วมออกแบบแอปพลิเคชัน โดยปรับให้แอปพลิเคชันมีหน้าจอเมนูที่ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในระดับที่แตกต่างกัน มีขอบเขตของการเผยแพร่ข้อมูลของผู้สูญหายที่ไม่ขัดต่อหลักกฎหมาย มีช่องทางการติดต่อกลับ สามารถคัดกรองข้อมูลความถูกต้องในการรับแจ้งผู้สูญหาย เป็นต้น ตลอดจนการต่อยอดทำวิจัยการติดตามคนหายจากการใช้แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” โดยทำการศึกษาในพื้นที่ที่มีการแจ้งคนหายในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับตำบล อำเภอ จังหวัด และภูมิภาค เป็นต้น เพื่อทราบถึงการใช้งานในภาคสนาม การได้ลงพื้นที่จริง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสิ่งที่ควรปรับปรุงและพัฒนาต่อยอด นอกจากนี้ เพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุด สอดรับกับสถานการณ์ของประเทศไทยที่กำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงวัยควรพัฒนาต่อยอดให้มีระบบจดจำใบหน้า สามารถจับคู่ใบหน้าได้โดยอัตโนมัติ และเพิ่มระบบการแจ้งเตือนเมื่อพบข้อมูลที่ตรงกัน เพื่อให้การค้นหาผู้สูญหายสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

8.2.1 จากปัญหาการขาดการประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการให้บริการแอปพลิเคชัน ทำให้สถิติการใช้งานยังมีจำนวนไม่มากเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับการแจ้งสูญหายในช่องทางอื่น ๆ ซึ่งสำนักงาน กสทช. มีภารกิจหนึ่งในด้านการกระจายเสียงและโทรทัศน์ที่สามารถช่วยสนับสนุนในด้านการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์แอปพลิเคชัน “อยู่ไหน (U-NAI)” ให้ประชาชนทุกภูมิภาคสามารถเข้าถึงแอปพลิเคชันเพื่อเข้ารับบริการดังกล่าวจากภาครัฐได้

8.2.2 สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ในฐานะฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนามเสนอแนวทางต่อที่ประชุมคณะกรรมการให้มีการรวบรวมข้อมูลคนหายและศพนิรนาม เพื่อนำไปสู่ศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลคนหายและศพนิรนามเหมือนในหลาย ๆ ประเทศ หรือเพื่อส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการในแต่ละภาคส่วนยิ่งขึ้น

รายการเอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์. (ม.ป.ป.). *CIR.* https://www.thaimissing.go.th

กองพัฒนาระบบการติดตามคนหายและการพิสูจน์ศพนิรนาม สถาบันนิติวิทยาศาสตร์. (2565). *สถิติคนหายและศพนิรนาม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2564.* (ม.ป.ท.).

เฉลิมพันธ์ ธโนปจัย. (2558). *การออกแบบแอปพลิเคชั่นเพื่อแนะนำการบริโภคผลไม้ไทย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร. http://www.sure.su.ac.th/xmlui/bitstream/id/4f5229fe-c841-49de-871a-07cfb4bb3df8/MA_%E0%B9%80%E0%B8%89%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B9%8C_%E0%B8%98%E0%B9%82%E0%B8%99%E0%B8%9B%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%A2.pdf?attempt=3

ปิยธิดา ศรีพล. (2564). การพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้ในธุรกิจสั่งอาหารเดลิเวอรี่ในจังหวัดขอนแก่น. *Journal of Buddhist Education and Research: JBER, 7*(1), 130-142. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jber/article/view/248571

พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562. (2562, 27 พฤษภาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 136 ตอนพิเศษ 69 ก. หน้า 52-95.

ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการสนับสนุนการปฏิบัติงานติดตามคนหายและการพิสูจน์คนนิรนามและศพนิรนาม พ.ศ. 2564. (2564, 27 เมษายน). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 138 ตอนพิเศษ 89 ง. หน้า 1-5.

ศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา. (2558). *สามารถโหลดแอพพลิเคชั่น ThaiMissing เพื่อช่วยตามหาคนหายได้แล้ววันนี้* [แนบรูปภาพ] [อัปเดตสถานะ]. Facebook. https://m.facebook.com/Thaimissing/photos/a.1124533067559939/1043779012302012/

ศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา. (2560, 12 กรกฎาคม). *วิธีแก้ปัญหา 'คนหาย' ที่ดีที่สุด คือ ทำให้ทุกคนมีส่วนร่วม.* School of Changemakers (SoC). https://www.schoolofchangemakers.com/knowledge/15749/

สุธิตา หมายเจริญ และพิทักษ์ศักดิ์ ทิศาภาคย์. (2561). *การสื่อสารกับสังคมเพื่อการสร้างเครือข่ายติดตามคนหายผ่านเฟซบุ๊ก ของศูนย์ข้อมูลคนหาย มูลนิธิกระจกเงา* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. https://grad.dpu.ac.th/upload/content/files/%E0%B8%9B%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%207%20%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%201/7-83.pdf

อังสุมา ศรีดอกคำ. (2558, 18 พฤษภาคม). *แอพ'ThaiMissing'ตามคนหายเติมความหวังของผู้รอคอย.* คมชัดลึก. https://www.komchadluek.net/scoop/206447

Ansari, A., Singh, A., Sagar, A., & Komal. (2020). Android based Application – Missing Person. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 7*(3), 5143-5149. https://www.irjet.net/archives/V7/i3/IRJET-V7I31031.pdf

BBDO Bangkok. (2021). *Behind the Work: Using AI Technology to Help Find Missing People.* Little Black Book. https://www.lbbonline.com/news/behind-the-work-using-ai-technology-to-help-find-missing-people

Department of Justice Office of Public Affairs. (2022, May 20). *Mexico State Amber AlertCoordinators Collaborate to Enhance Efforts In Recovering Missing And Abducted Children In Mexico.* https://www.justice.gov/opa/pr/mexico-state-amber-alert-coordinators-collaborate-enhance-efforts-recovering-missing-and

Espinoza, G. Y. (2022, May 19). *Government in Sonora launches app to find missing people, identify remains.* 12NEWS. https://www.12news.com/article/news/regional/the-border/sonora-launches-app-to-find-missing-people-identify-remains-id-sonora-mexico/75-b7c73d9b-db09-4b6e-9ab3-3cf450c178b7

Feng, D. (2019, October 8). *Cross-age face recognition tech used to find missing child.* Global Times. https://www.globaltimes.cn/content/1166268.shtml

Franco, D. (2022, May 23). *IDSonora: Una App para búsquedas e identificaciones forenses De personas desaparecidas.* Zona Docs | Periodismo en resistencia. https://www.zonadocs.mx/2022/05/23/idsonora-una-app-para-busquedas-e-identificaciones-forenses-de-personas-desaparecidas/

GMA. (2019, 25 June). *Toutiao – China's most popular News App that you can't Ignore.* Marketing to China. https://marketingtochina.com/toutiao-chinas-most-popular-news-app-that-you-cant-ignore/

Jing, Y., Margain, O., & Gupta, A. (2020, June 17). *App developers help find missing personsthrough crowdsourcing.* China Global Television Network. https://news.cgtn.com/news/2020-06-17/App-developers-help-find-missing-persons-through-crowdsourcing--RopozAARAQ/index.html

Neubauer, N., Daum, C., & Cruz, M. A. (2021). Mobile alert app to engage community volunteersto help locate missing persons with dementia. *PLoS One, 16*(7), 1-14. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8289012/

Xinhua. (2017, October 10). *Missing persons technology helps locate China's elderly.* China Story. https://www.chinastory.cn/ywdbk/chinastory/wap/en/detail/20190627/1012700000042741561602982350618310_1.html

ความนิยมรายการเด็กในยุคโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล

THE POPULARITY OF CHILDREN'S PROGRAMS ON THAI DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION

เบญญาทิพย์ ลออโรจน์วงศ์[1]
ณิชาปวีณ์ กกกำแหง[2]
ดามิยา พงศ์ตานี[3]
Benyathip Laorrojwong[1]
Nicharpawee Kokkamhaeng[2]
Damiya Pongtanee[3]

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400[1 ถึง 3]
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand[1 to 3]

Corresponding E-mail : benyathip.l@nbtc.go.th

Received Date August 17, 2021
Revised Date May 11, 2022
Accepted Date May 19, 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาสภาพตลาดปัจจุบัน รูปแบบ และเนื้อหาของรายการเด็กบนโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลของประเทศไทย ตลอดจนถอดบทเรียนจากรายการเด็กที่ประสบความสำเร็จในแง่ความนิยม เพื่อเป็นแนวทางส่งเสริมการผลิตรายการเด็กของผู้ประกอบกิจการโทรทัศน์ดิจิทัลไทย โดยวิเคราะห์จากเอกสารข้อมูลรูปแบบและเนื้อหารายการเด็ก รวมทั้งฐานข้อมูลความนิยมเฉลี่ย (เรตติ้ง) ของบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ผลการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2563 มีการกระจุกตัวของรายการประเภทการ์ตูนสัดส่วนมากกว่าครึ่งหนึ่งของรายการเด็กทั้งหมด และในทุก ๆ ปี มีรายการเด็กลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยหากเปรียบเทียบจำนวนรายการเด็กในปี พ.ศ. 2558 กับปี พ.ศ. 2563 พบว่า ลดลงถึง 3 ใน 4 ของรายการทั้งหมด นอกจากนี้รายการที่ประสบความสำเร็จในแง่ความนิยม มีรูปแบบรายการที่เฉพาะเจาะจงและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายที่ครอบคลุมมากกว่ากลุ่มเด็กและเยาวชน บทความนี้จึงได้รวบรวมข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการช่องรายการและผู้ผลิตเนื้อหารายการ โดยเสนอให้สร้างเนื้อหารายการที่มีองค์ประกอบในรูปแบบเดียวกันกับรายการที่ได้รับความนิยม หรือสร้างสรรค์รายการที่ยังมีจำนวนไม่มากนัก รวมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับ กสทช. ในฐานะผู้กำกับดูแลเนื้อหารายการ โดยให้การสนับสนุนเงินทุนและองค์ความรู้ เพื่อพัฒนาการสร้างสรรค์รายการเด็กและเพื่อรักษาพื้นที่ของรายการเด็กในโทรทัศน์ดิจิทัลของไทยให้ยังคงอยู่ต่อไป

คำสำคัญ: รายการเด็ก โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล สภาพตลาดรายการเด็ก

Abstract

This article aims to study and analyze the current market of children's programs on Thai digital terrestrial television by analyzing the program format, content, and key success factors from successful children's programs in order to promote the production of children's television programs in Thailand. The study analyzed the format and content of programs as well as the television rating data from AGB Nielsen Media Research (Thailand) Company Limited. The study found that during 2015 and 2020, number of children's programs on Thai digital terrestrial television has been continually declining. There was only three-fourth of children's programs in 2020 when compared to 2015. Moreover, the successful children's programs, in terms of rating, had specific program format and include not only children but also other target audiences. This article compiled recommendations for both network operators and content creators. It is recommended that contents with high popularity and those with limited quantity should be created. The NBTC, as a content regulator, is suggested to provide support in terms of fund and knowledge so that children's programs be developed and sustained on Thai digital terrestrial television.

Keywords: Children's program, Digital terrestrial television, Children's program market

1. บทนำ

"สื่อโทรทัศน์" นับเป็นสื่อแขนงหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการปลูกฝังและบ่มเพาะความคิดและทัศนคติของผู้รับชม โดยสื่อโทรทัศน์สามารถเป็นเครื่องมือในการปลูกฝังและบ่มเพาะให้ผู้รับชมมีความรู้และความเข้าใจต่อโลกและสังคมแวดล้อมตามสิ่งที่สื่อต้องการนำเสนอ จึงนับได้ว่า สื่อโทรทัศน์เป็นสื่อที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการประกอบสร้างความจริงทางสังคม (Social construction of reality)[1] ของผู้รับชม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้รับชมที่เปิดรับสื่อโทรทัศน์เป็นประจำ หรือเปิดรับสื่อโทรทัศน์มาเป็นเวลานานตั้งแต่เด็ก (Long-term audiences) ก็จะยิ่งได้รับอิทธิพลจากสื่อโทรทัศน์ในระยะยาว (Long-term effect) ซึ่งการปลูกฝังบ่มเพาะในระยะยาวดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นและซึมลึกจนทำให้ผู้รับชมสามารถเปลี่ยนแปลงความคิด ทัศนคติ รวมถึงพฤติกรรมไปทีละเล็กทีละน้อยอย่างเป็นธรรมชาติ โดยอิทธิพลของสื่อที่มีต่อผู้รับชมนี้เป็นไปตามทฤษฎีการบ่มเพาะจากสื่อ (Cultivation theory)[2] (กฤษริน รักษาแก้ว และนันทิยา ดวงภุมเมศ, 2560)

---

[1] **การประกอบสร้างความจริงทางสังคม** คือ การสร้างการรับรู้และเข้าใจความหมายของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic environment) ผ่านการประกอบสร้างโดยสถาบันทางสังคมประเภทต่าง ๆ (Social institutions) ที่ทำให้มนุษย์มีการรับรู้ เข้าใจ ทัศนคติ ตลอดจนพฤติกรรมที่แตกต่างกัน แม้จะอยู่ในสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) แบบเดียวกัน

[2] **ทฤษฎีการบ่มเพาะจากสื่อ** คือ ทฤษฎีที่ว่าด้วยอิทธิพลของสื่อที่มีต่อผู้รับชม โดยเชื่อว่าสื่อมีอิทธิพลต่อการประกอบสร้างความจริงทางสังคมของผู้รับชม และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความคิด ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้รับชมได้ในที่สุด

เนื้อหาที่ถูกนำเสนอผ่านสื่อโทรทัศน์นั้นมีอิทธิพลต่อความรู้และความเข้าใจต่อโลกของผู้รับชม โดยเฉพาะผู้รับชมที่อยู่ในวัยเด็กและเยาวชน ทำให้ทุกประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญกับการกำกับดูแลเนื้อหาโทรทัศน์เพื่อปกป้องเด็กและเยาวชน (Protection of minor) มากเป็นพิเศษ โดยผ่านวิธีการกำกับดูแลหลากหลายรูปแบบ เช่น การกำกับดูแลทางกฎหมาย โดยมีการกำหนดกฎเกณฑ์และข้อบังคับต่าง ๆ ได้แก่ การกำหนดลักษณะของเนื้อหารายการโทรทัศน์ที่ไม่เหมาะสม และการกำหนดการจัดระดับความเหมาะสมของรายการโทรทัศน์ตามช่วงวัย เป็นต้น การกำกับดูแลกันเองขององค์กรสื่อ เช่น การกำหนดให้มีการกำกับเนื้อหาตามกรอบจริยธรรม (Code of conduct) เป็นต้น นอกจากนี้ ตามอนุสัญญาว่าด้วยสิทธิเด็กร่วมกับสหประชาชาติ (Convention on the Rights of the Child: CRC) ยังมีการรับรองสิทธิและเสรีภาพของเด็กในการเลือกได้รับข้อมูลข่าวสารและแนวความคิดต่าง ๆ โดยไม่มีการจำกัดเขตแดน และยังกำหนดให้เด็กต้องได้รับการส่งเสริมพัฒนาการทางด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความสามารถทางกาย จิตใจ และสติปัญญา ตลอดจนการสร้างเสริมสุขภาพ ค่านิยม วัฒนธรรม ความรับผิดชอบ และความเข้าใจในสิทธิของตนผ่านสื่ออีกด้วย จึงอาจกล่าวได้ว่า สื่อโทรทัศน์ในฐานะสื่อมวลชน มีหน้าที่ที่จะต้องนำเสนอเนื้อหารายการต่าง ๆ อย่างระมัดระวัง โดยคำนึงถึงอิทธิพล โดยเฉพาะผลกระทบทางลบ (Negative effects) ของเนื้อหารายการที่จะถูกเผยแพร่ต่อเด็กและเยาวชนที่อาจจะรับชมอยู่เสมอ นอกจากนี้ สื่อโทรทัศน์เองยังต้องส่งเสริมให้เกิดรายการสำหรับเด็กและเยาวชน ที่จะช่วยให้เด็กและเยาวชนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ตามต้องการ ตลอดจนมีเนื้อหาที่สามารถส่งเสริมพัฒนาการทางด้านต่าง ๆ ของเด็กและเยาวชนด้วย (D'Arma & Steemers, 2009)

อย่างไรก็ดี จากการแข่งขันที่สูงขึ้นของอุตสาหกรรมโทรทัศน์ภายหลังจากการเปลี่ยนผ่านไปสู่โทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล (โทรทัศน์ดิจิทัล) (สำนักงาน กสทช., 2562) ประกอบกับการเกิดขึ้นของบริการ OTT TV ทำให้ผู้ประกอบการโทรทัศน์ต้องมีการปรับตัว โดยเน้นนำเสนอรายการที่เป็นที่ชื่นชอบของผู้รับชมเพื่อดึงดูดความนิยมและสร้างรายได้ให้แก่ช่อง (วิชิตโชค อินทร์เอียด, 2560) ทั้งนี้ เนื่องด้วยปัจจัยด้านการแข่งขันและปัจจัยทางธุรกิจที่รายการเด็กทำรายได้จากการออกอากาศไม่มากนักเมื่อเทียบกับกลุ่มรายการประเภทอื่น ๆ จึงส่งผลให้รายการสำหรับเด็กและเยาวชนในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลถูกลดความสำคัญลง (ดนยา วสุวัต, 2563) โดยมีจำนวนรายการลดน้อยลงอย่างต่อเนื่องในเกือบทุกประเภทรายการในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2558-2563) จนอาจกล่าวได้ว่า การลดลงของรายการเด็กเป็นปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่ของเด็กและเยาวชนในโทรทัศน์ดิจิทัลกำลังเลือนหายไป

ดังนั้น เพื่อรักษาพื้นที่ของรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัล บทความฉบับนี้จึงศึกษาวิเคราะห์รูปแบบและเนื้อหาของรายการเด็กในโทรทัศน์ดิจิทัลของไทย ตลอดจนถอดบทเรียนจากรายการเด็กที่ประสบความสำเร็จในแง่ของความนิยม รวมถึงนำเสนอตัวอย่างนโยบายของต่างประเทศ เพื่อนำมาประกอบเป็นแนวทางในการส่งเสริมการผลิตรายการเด็กของผู้ประกอบการโทรทัศน์ในประเทศไทยต่อไป

2. นิยามศัพท์

“สภาพตลาดรายการเด็ก”

สภาพตลาด (Market) ในบทความนี้ หมายถึง สถานการณ์การแข่งขันของรายการเด็กในตลาดโทรทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย โดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์จำนวนรายการเด็ก ประเภทของรายการเด็ก และกระแสความนิยมของรายการเด็ก โดยสะท้อนผ่านการวัดเรตติ้ง (TV rating)[3]

3. วิธีการศึกษา

ศึกษาด้วยการวิเคราะห์เอกสาร (Document analysis) ข้อมูลรูปแบบและเนื้อหารายการเด็ก และวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลความนิยมเฉลี่ยของบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ระหว่างปี พ.ศ. 2558-2563 เนื่องจากปี พ.ศ. 2558 เป็นจุดเริ่มต้นของการประกอบกิจการโทรทัศน์ดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ และเนื่องจากงานวิจัยจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2564 ข้อมูลปี พ.ศ. 2563 จึงเป็นข้อมูลปีล่าสุดที่จะสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้ ทั้งนี้ การศึกษานี้ทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มรายการที่ได้รับการจัดหมวดหมู่ให้อยู่ในประเภทรายการเด็กและเยาวชน และจัดประเภทย่อยของกลุ่มรายการดังกล่าว โดยอ้างอิงตามฐานข้อมูลความนิยมเฉลี่ยของบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด

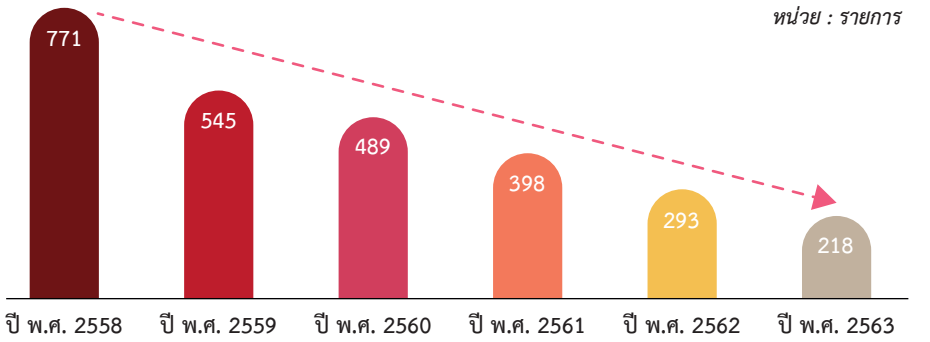
4. ผลการศึกษา

4.1 สภาพตลาดของรายการเด็กในโทรทัศน์ดิจิทัล

ข้อมูลจากบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด พบว่า นับตั้งแต่เข้าสู่ยุคของโทรทัศน์ดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบในปี พ.ศ. 2558 กลุ่มรายการสำหรับเด็กและเยาวชนมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยหากเปรียบเทียบจำนวนรายการเด็กในปี พ.ศ. 2558 กับปี พ.ศ. 2563 พบว่า มีจำนวนรายการเด็กลดลงถึงร้อยละ 71.73 หรือลดลงกว่า 553 รายการ (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในภาพที่ 1) ทั้งนี้ การลดลงของรายการเด็กในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา อาจเป็นผลมาจากการขอคืนใบอนุญาตของช่องรายการในหมวดหมู่เด็ก เยาวชน และครอบครัว เนื่องจากผลประกอบการของช่องในหมวดหมู่นี้ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีการขอคืนใบอนุญาตของช่องรายการในหมวดหมู่ดังกล่าวทั้งสิ้น 2 ครั้ง โดยครั้งแรก คือ ปี พ.ศ. 2559 ที่มีการขอคืนใบอนุญาต

[3] ความนิยมเฉลี่ยในการรับชมโทรทัศน์ หรือเรตติ้ง หมายถึง ร้อยละของจำนวนผู้รับชมที่รับชมรายการโทรทัศน์เฉลี่ยต่อ 1 นาที

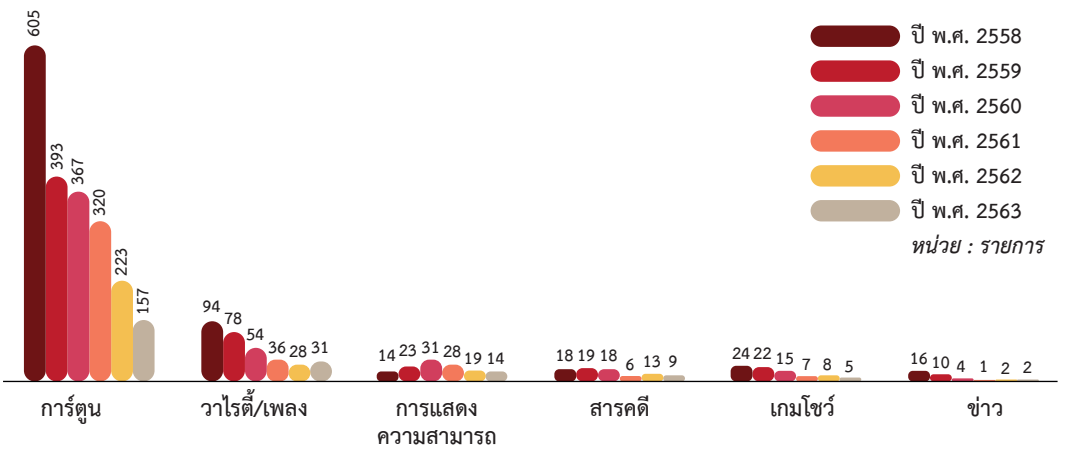
ของช่องรายการ LOCA และครั้งที่สอง คือ ปี พ.ศ. 2562 ที่มีการขอคืนใบอนุญาตของช่องรายการ 3 Family และช่องรายการ MCOT Family ส่งผลให้ในปี พ.ศ. 2563 ไม่มีช่องรายการในหมวดหมู่เด็ก เยาวชน และครอบครัว ที่ให้บริการในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลเลยแม้แต่ช่องเดียว



ภาพที่ 1 จำนวนรายการเด็กในยุคโทรทัศน์ดิจิทัล ปี พ.ศ. 2558-2563

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

เมื่อวิเคราะห์ลงลึกระดับประเภทรายการ (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในภาพที่ 2) พบว่า เกือบทุกประเภทรายการในหมวดหมู่รายการเด็กมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนรายการลดลงอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นประเภทรายการแสดงความสามารถของเด็ก (Talent show) ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย ก่อนจะค่อย ๆ ลดลงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 เป็นต้นมา นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า มีการกระจุกตัวของรายการเด็กบางประเภท โดยรายการประเภทการ์ตูน (Cartoon) เป็นรายการสำหรับเด็กในสัดส่วนที่มากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าตลอดช่วงปี พ.ศ. 2558-2563 มีรายการการ์ตูนคิดเป็นร้อยละ 75.69 ของจำนวนรายการในหมวดหมู่รายการเด็กทั้งหมด



ภาพที่ 2 จำนวนรายการในหมวดหมู่รายการเด็ก แบ่งตามรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา ปี พ.ศ. 2558-2563

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

หากพิจารณาประเภทรายการเด็กที่มีจำนวนรายการลดลงอย่างต่อเนื่องเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2558 กับปี พ.ศ. 2563[4] พบว่า ทุกประเภทรายการมีอัตราการลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 โดยประเภทรายการที่มีอัตราการลดลงสูงที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ รายการข่าวสำหรับเด็ก ลดลงถึงร้อยละ 87.50 รายการเกมโชว์เด็ก ลดลงร้อยละ 79.17 และรายการการ์ตูน ลดลงร้อยละ 74.05 (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนรายการเด็ก (แบ่งตามรูปแบบการนำเสนอเนื้อหารายการ) เปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2563

ประเภทรายการ	ปี พ.ศ. 2558	ปี พ.ศ. 2563	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	
ข่าว	16	2	▼	-87.50
เกมโชว์	24	5	▼	-79.17
การ์ตูน	605	157	▼	-74.05
วาไรตี้/เพลง	94	31	▼	-67.02
สารคดี	18	9	▼	-50.00
การแสดงความสามารถ*	14	14	=	0.00

*รายการประเภทการแสดงความสามารถเป็นประเภทรายการเดียวที่ไม่ได้มีแนวโน้มการลดลงของจำนวนรายการอย่างต่อเนื่อง ในลักษณะเดียวกับประเภทรายการอื่น ๆ ในหมวดหมู่รายการเด็ก

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

4.2 รายการเด็กที่ได้รับความนิยม

เมื่อพิจารณาค่าความนิยมเฉลี่ยจากข้อมูลโดยบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 เป็นต้นมา พบว่า รายการเด็กที่ได้รับความนิยมคือ รายการประเภทแสดงความสามารถ (ประกวดร้องเพลง) โดยในปี พ.ศ. 2558 รายการ The Voice Kids Season 3 ได้รับความนิยมสูงสุด อย่างไรก็ดี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 เป็นต้นมา รายการเด็กที่มีเรตติ้งสูงสุดคือ กลุ่มรายการไมค์ทองคำเด็ก (Season 1-5) ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในตารางที่ 2

[4] เลือกทำการเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2558 กับ พ.ศ. 2563 เนื่องจากเป็นปี พ.ศ. 2558 เป็นจุดเริ่มต้นของการประกอบกิจการโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ และเนื่องจากงานวิจัยจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2564 ข้อมูลปี พ.ศ. 2563 จึงเป็นข้อมูลปีล่าสุดที่จะสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้

ตารางที่ 2 รายการเด็กที่มีเรตติ้งสูงสุดของปี พ.ศ. 2558-2563

ปี	รายการ	ช่อง	ประเภทรายการ	เรตติ้ง (TVR)
พ.ศ. 2558	The Voice Kids Season 3	3 HD	การแสดงความสามารถ	3.577
พ.ศ. 2559	ไมค์ทองคำเด็ก	workpoint TV	การแสดงความสามารถ	5.665
พ.ศ. 2560	ไมค์ทองคำเด็ก 2	workpoint TV	การแสดงความสามารถ	4.337
พ.ศ. 2561	ไมค์ทองคำเด็ก 3	workpoint TV	การแสดงความสามารถ	3.046
พ.ศ. 2562	ไมค์ทองคำเด็ก 4	workpoint TV	การแสดงความสามารถ	2.300
พ.ศ. 2563	ไมค์ทองคำเด็ก 5	workpoint TV	การแสดงความสามารถ	1.734

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

จะเห็นได้ว่า ในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา รายการเด็กประเภทแสดงความสามารถเป็นรายการที่ประสบความสำเร็จในแง่ของความนิยม ซึ่งความสำเร็จที่เกิดขึ้นสามารถนำมาถอดบทเรียนเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมการผลิตรายการเด็กของผู้ประกอบการโทรทัศน์ในประเทศไทยได้ โดยบทความนี้วิเคราะห์องค์ประกอบรายการ จุดเด่นของรูปแบบรายการ รวมทั้งรายละเอียดของกลุ่มผู้รับชมของรายการ The Voice Kids Season 3 และกลุ่มรายการไมค์ทองคำเด็ก ดังนี้

4.2.1 รายการ The Voice Kids Season 3

องค์ประกอบรายการ

เป็นรายการโชว์เรียลลิตี้ประกวดร้องเพลงแข่งขันของเด็กอายุ 7-14 ปี โดยมีกรรมการคัดเลือกผู้เข้าแข่งขันจากทั่วประเทศประมาณ 100 คน เข้าสู่การประกวดที่มีการออกอากาศ 4 รอบด้วยกัน โดยในรอบแรก คือ รอบ Blind audition ซึ่งในรอบนี้ คณะกรรมการ (โค้ช) จะนั่งเก้าอี้หันหลังให้กับผู้เข้าแข่งขันที่ขึ้นมาร้องเพลงบนเวที เมื่อกรรมการแต่ละคนรู้สึกว่าพึงพอใจกับเสียงร้องของผู้เข้าแข่งขันคนใด ก็จะกดปุ่มที่เก้าอี้เพื่อหันมาและรับผู้เข้าแข่งขันคนนั้นให้เข้าร่วมทีม แต่ในกรณีที่มีกรรมการหันมามากกว่า 1 คน ก็จะให้สิทธิ์แก่ผู้เข้าแข่งขันในการเลือกว่าจะเข้าร่วมกับทีมใด แต่ถ้าผู้เข้าแข่งขันร้องเพลงจนจบแล้ว ไม่มีกรรมการคนไหนกดปุ่มหันมาก็ถือว่าไม่ผ่านเข้ารอบถัดไป

รอบที่สอง คือ รอบ The battle ทางโค้ชแต่ละคนจะแบ่งผู้เข้าแข่งขันในทีมของตนออกเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อให้ร้องเพลงประชันเสียงกัน ซึ่งโค้ชจะทำหน้าที่คัดเลือกผู้ที่ร้องได้ถูกใจที่สุดในแต่ละกลุ่มนั้นเป็นผู้เข้าไปสู่รอบที่สาม คือ รอบ Sing off ซึ่งผู้ที่เข้ารอบนี้จะต้องร้องเพลงเดิมที่ใช้ในการประกวดรอบ Blind audition อีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้โค้ชเลือกผู้เข้าแข่งขันที่คิดว่าดีที่สุด 2 คน จากผู้เข้ารอบทั้งหมด เข้าสู่รอบ

สุดท้าย คือ รอบ Live performance ที่จะเป็นการถ่ายทอดสด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 รอบย่อย คือ รอบรองชนะเลิศ (Semi-final) และรอบชิงชนะเลิศ (Final) โดยมีกติกาที่แตกต่างกันเล็กน้อย คือ ในรอบรองชนะเลิศจะให้ผู้เข้าแข่งขันในแต่ละทีมได้ร้องเพลงทีละคน แล้วใช้คะแนนโหวตจากผู้รับชมทางบ้านร้อยละ 50 ที่สามารถโหวตกี่ครั้งก็ได้ต่อหนึ่งหมายเลขโทรศัพท์ มารวมกับคะแนนจากโค้ชอีกร้อยละ 50 ซึ่งผู้เข้าแข่งขันที่ได้รับคะแนนสูงสุดในแต่ละทีม ทั้ง 3 คน จะได้เข้าสู่รอบชิงชนะเลิศ โดยรอบชิงชนะเลิศหรือรอบสุดท้ายนี้ จะให้ผู้เข้าแข่งขันร้องเพลงแข่งกันและตัดสินจากการใช้คะแนนโหวตจากผู้รับชมทางบ้านเพียงอย่างเดียว แต่กติกาจะแตกต่างจากรอบรองชนะเลิศคือ หนึ่งหมายเลขโทรศัพท์จะสามารถโหวตได้เพียง 1 ครั้ง และ 1 หมายเลขผู้เข้าแข่งขันเท่านั้น โดยผู้ที่ได้รับคะแนนโหวตมากที่สุด จะได้เป็น The Voice Kids เสียงจริง ตัวจริงรุ่นเด็ก พร้อมรับทุนการศึกษาจำนวน 1,000,000 บาท และโอกาสในการเซ็นสัญญากับค่ายเพลง ยูนิเวอร์ซัล มิวสิค

จุดเด่นของรูปแบบรายการ

1) เป็นรายการโชว์เรียลลิตี้ประกวดร้องเพลงแข่งขันแบบมีส่วนร่วม ไม่ว่าจะเป็นระหว่างนักร้องหรือผู้เข้าแข่งขัน กับกรรมการตัดสิน (โค้ช) ผู้รับชม (ผู้ให้คะแนนโหวต) และผู้สนับสนุนรายการ หรือสปอนเซอร์ (Sponsor)

2) เปิดกว้างในเรื่องของเกณฑ์หรือกติกาการรับผู้เข้าแข่งขัน ซึ่งนอกเหนือจากเกณฑ์อายุของผู้สมัครแล้ว รายการไม่ได้มีการปิดกั้นในเรื่องของเพศ ชนชั้น ฐานะ รูปร่างหน้าตา หรือสถานภาพทางสังคมต่าง ๆ จึงทำให้ทุกคนมีโอกาสที่จะเข้ามาเป็นผู้เข้าแข่งขันในรายการได้ ซึ่งส่งผลให้ผู้รับชมรู้สึกวางใจว่ารายการมีความยุติธรรมในการคัดเลือกผู้เข้าแข่งขัน

3) สร้างความตื่นเต้นร่วมกันของผู้เข้าแข่งขัน กรรมการ ครอบครัวหรือบุคคลใกล้ชิดของผู้เข้าแข่งขัน และผู้รับชม ร่วมกับการใช้เทคนิคการถ่ายทำหรือมุมกล้อง เพื่อให้สามารถจับรายละเอียดความรู้สึกต่าง ๆ ถ่ายทอดไปสู่ผู้รับชมทางบ้านให้รู้สึกเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของรายการ

4) มีความแตกต่างจากรายการเรียลลิตี้ทั่วไป เนื่องจากไม่ได้เน้นการถ่ายทอดชีวิตส่วนตัวประจำวันหรือการสร้างความสัมพันธ์ของผู้เข้าแข่งขัน แต่มุ่งเน้นเรื่องการแข่งขันร้องเพลงเท่านั้น โดยจะถ่ายทอดให้เห็นในแง่มุมตัวตนของผู้เข้าแข่งขัน ชีวิตและประสบการณ์ก่อนหน้าที่จะได้เข้ามาแข่งขัน ความฝัน ความหวัง และแรงจูงใจในการเข้ามาแข่งขัน รวมไปถึงการฝึกฝนของผู้เข้าแข่งขัน ซึ่งมีการเชิญผู้ช่วยโค้ชที่เป็นผู้มีประสบการณ์เข้ามาช่วยให้คำแนะนำในการร้องเพลง ทำให้ผู้เข้าแข่งขันได้เรียนรู้เทคนิคการใช้เสียง การคัดเลือกเพลง หรือเรียนรู้วิธีและรูปแบบการร้องต่าง ๆ เพื่อให้สามารถพัฒนาการร้องเพลง หรือเป็นการดึงศักยภาพของผู้เข้าแข่งขันออกมา ทำให้ผู้รับชมได้เห็นถึงรายละเอียดการพัฒนาทักษะที่มีประโยชน์

กลุ่มผู้รับชมรายการ

จากข้อมูลค่าความนิยมเฉลี่ย หรือเรตติ้ง โดยบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ของรายการ The Voice Kids Season 3 (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า รายการได้รับความนิยมสูงสุดจากกลุ่มผู้รับชมที่อยู่ในช่วงอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป (เรตติ้ง 4.368) และผู้รับชมเพศหญิงให้ความสนใจในการรับชมมากกว่าผู้รับชมเพศชาย (เรตติ้ง 4.343 และ 2.775 ตามลำดับ) ส่วนเมื่อพิจารณาตามเขตพื้นที่การรับชม พบว่า ได้รับความนิยมค่อนข้างสูงจากผู้รับชมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีเรตติ้งสูงถึง 6.899 นอกจากนี้ยังพบว่า รายการได้รับความนิยมในเขตหัวเมืองต่างจังหวัดด้วยเช่นกัน โดยมีเรตติ้งประมาณ 4.276

ตารางที่ 3 ข้อมูลค่าความนิยมเฉลี่ย หรือเรตติ้ง ของรายการ The Voice Kids Season 3

เรตติ้งเฉลี่ย (ทั่วประเทศ)		เรตติ้งแยกตามเขตพื้นที่		เรตติ้งแยกตามเพศ	
3.577		กรุงเทพฯ และปริมณฑล	6.899	เพศหญิง	4.343
		ต่างจังหวัดทั่วประเทศ	3.001		
		• ต่างจังหวัด (เขตเทศบาลเมือง)	4.276	เพศชาย	2.775
		• ต่างจังหวัด (นอกเขตเทศบาลเมือง)	2.531		

เรตติ้งแยกตามอายุ										
อายุ 4-5 ปี	อายุ 6-9 ปี	อายุ 10-14 ปี	อายุ 15-19 ปี	อายุ 20-24 ปี	อายุ 25-29 ปี	อายุ 30-34 ปี	อายุ 35-39 ปี	อายุ 40-44 ปี	อายุ 45-49 ปี	อายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป
2.223	2.547	3.912	3.088	2.233	2.788	3.180	3.301	3.948	4.095	4.368

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

4.2.2 รายการไมค์ทองคำเด็ก ปี พ.ศ. 2559-2563

องค์ประกอบรายการ

เป็นรายการที่เปิดโอกาสให้ผู้ที่มีความรักการร้องเพลงลูกทุ่ง หรือมีความสามารถพิเศษในด้านอื่น ๆ ซึ่งมีอายุไม่เกิน 12 ปี เข้ามาร่วมแข่งขัน โดยแบ่งการแข่งขันออกเป็น 3 รอบหลัก รอบแรก คือ รอบคัดเลือก (Audition) โดยคัดเลือกมาจากผู้สมัครทั้งหมดจาก 4 ภาค (ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้) ซึ่งมีประมาณ 100 คน เพื่อขึ้นเวทีแข่งขัน แล้วคณะกรรมการทั้ง 3 คน รวมถึงทีมงานที่อยู่เบื้องหลังจะช่วยกันพิจารณาคัดเลือกผู้เข้าแข่งขันให้เหลือเพียง 30 คน โดยแบ่งเกณฑ์ในการเลือกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ กลุ่มเด็กที่มีความน่ารักสดใส กลุ่มเด็กที่มีเสียงดี และกลุ่มเด็กที่มีเรื่องราวชีวิตที่น่าประทับใจหรือควรได้กำลังใจหรือการช่วยเหลือเป็นพิเศษ เพื่อฝึกฝนกับครูที่มีความเชี่ยวชาญในการร้องเพลงก่อนจะเข้าสู่รอบที่สอง คือ รอบรองชนะเลิศ ซึ่งจะให้ผู้รับชมทางบ้านมีส่วนร่วมในการตัดสิน โดยการโหวตให้แก่ผู้แข่งขัน

ที่ตนเองชื่นชอบ และผู้ที่ได้รับคะแนนโหวตมากที่สุด 4 อันดับแรก จะได้เข้าสู่รอบสุดท้าย คือ รอบชิงชนะเลิศ ซึ่งจะแบ่งการแข่งขันออกเป็น 2 รอบย่อย คือ รอบเพลงถนัด และรอบเพลงคู่ศิลปิน โดยลำดับในการแข่งขันรอบเพลงคู่ศิลปินจะขึ้นกับลำดับคะแนนที่ได้รับในรอบการร้องเพลงถนัด (คนได้น้อยสุดขึ้นร้องก่อน) โดยเมื่อการแข่งขันสิ้นสุด ผู้ที่ได้คะแนนรวมจากทั้ง 2 รอบย่อยมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะการแข่งขัน พร้อมได้รับทุนการศึกษาจำนวน 200,000 บาท และผู้แข่งขันที่ได้อันดับที่ 2, 3 และ 4 จะได้รับทุนการศึกษาเช่นกัน ยกเว้นในปี พ.ศ. 2563 ที่ผู้ชนะได้รับทุน 100,000 และอันดับที่เหลือได้รับทุน 30,000 บาท

จุดเด่นของรูปแบบรายการ

1) เปิดกว้างในเรื่องของเกณฑ์หรือกติกาการรับสมัครผู้เข้าแข่งขัน โดยไม่ได้มีการปิดกั้นในเรื่องของเพศ ชนชั้น ฐานะ รูปร่างหน้าตา หรือสถานภาพทางสังคมต่าง ๆ จึงทำให้ทุกคนมีโอกาสที่จะเข้ามาเป็นผู้เข้าแข่งขันในรายการได้

2) สร้างความตื่นเต้นร่วมกันระหว่างผู้เข้าแข่งขันกับกรรมการ ครอบครัวหรือบุคคลใกล้ชิดของผู้เข้าแข่งขัน และผู้รับชม เช่น มีการให้รางวัลพิเศษอย่างทุนการศึกษาในรอบรองชนะเลิศซึ่งไม่เกี่ยวกับผลโหวต โดยคณะกรรมการจะเป็นผู้ที่ให้คะแนนเพื่อตัดสินว่าเด็กคนนั้นจะได้รับทุนการศึกษาหรือไม่ ซึ่งสร้างกำลังใจและทำให้มีความรู้สึกร่วมลุ้นไปพร้อม ๆ กันทั้งผู้เข้าแข่งขัน ผู้ใกล้ชิดหรือครอบครัวของเด็ก จนถึงผู้รับชมทางบ้าน รวมถึงมีการถ่ายทอดเรื่องราวที่สร้างความรู้สึกร่วมเป็นระยะ ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นการแข่งขันที่มีการแนะนำให้รู้จักผู้เข้าแข่งขันผ่านเรื่องราวในชีวิตและประสบการณ์ก่อนหน้าที่จะได้เข้ามาแข่งขัน ความฝัน ความหวัง และแรงจูงใจในการเข้ามาแข่งขัน

กลุ่มผู้รับชมรายการ

จากข้อมูลค่าความนิยมเฉลี่ยโดยบริษัท เอจีบี นีลเส็น มีเดีย รีเสิร์ช (ประเทศไทย) จำกัด ของรายการไมค์ทองคำเด็กตลอด 5 ปี (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในตารางที่ 4) พบว่า ฐานผู้รับชมส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป และกลุ่มที่ให้ความสนใจมากที่สุดเป็นกลุ่มอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป โดยรายการไมค์ทองคำเด็กปี พ.ศ. 2559 ได้รับความนิยมจากกลุ่มช่วงอายุนี้เป็นอย่างมาก โดยมีเรตติ้งสูงถึง 9.040 นอกจากนี้ รายการยังได้รับความนิยมจากผู้รับชมเพศหญิงมากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทั้ง 5 ปี และเมื่อพิจารณาโดยแบ่งตามเขตพื้นที่ จะเห็นได้ว่า รายการได้รับความนิยมจากผู้รับชมในแต่ละพื้นที่แทบจะไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ดี รายการไมค์ทองคำเด็กมีเรตติ้งเฉลี่ยทั่วทั้งประเทศลดลงมาโดยตลอดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559

ตารางที่ 4 ข้อมูลค่าความนิยมเฉลี่ย หรือเรตติ้ง ของรายการไมค์ทองคำเด็ก ปี พ.ศ. 2559-2563

	ปี พ.ศ. 2559	ปี พ.ศ. 2560	ปี พ.ศ. 2561	ปี พ.ศ. 2562	ปี พ.ศ. 2563
เรตติ้งเฉลี่ย (ทั่วประเทศ)	5.665	4.337	3.046	2.300	1.734
เรตติ้งแยกตามเขตพื้นที่					
กรุงเทพฯ และปริมณฑล	5.448	4.996	3.039	2.091	1.753
ต่างจังหวัดทั่วประเทศ	5.702	4.225	3.047	2.335	1.731
ต่างจังหวัด (เขตเทศบาลเมือง)	5.470	4.317	3.288	2.651	2.031
ต่างจังหวัด (เขตนอกเทศบาลเมือง)	5.786	4.191	2.961	2.222	1.623
เรตติ้งแยกตามเพศ					
เพศหญิง	6.428	4.913	3.474	2.748	2.123
เพศชาย	4.867	3.735	2.597	1.829	1.327
เรตติ้งแยกตามอายุ					
อายุ 4-5 ปี	3.543	2.641	1.670	1.297	1.015
อายุ 6-9 ปี	4.309	2.554	1.715	1.357	0.873
อายุ 10-14 ปี	4.485	3.168	1.880	1.133	0.693
อายุ 15-19 ปี	3.221	2.135	1.563	1.227	1.052
อายุ 20-24 ปี	2.964	2.110	1.747	0.917	0.759
อายุ 25-29 ปี	3.040	2.084	1.425	1.095	0.860
อายุ 30-34 ปี	4.013	3.354	1.707	1.332	0.850
อายุ 35-39 ปี	3.549	2.320	1.704	1.225	0.925
อายุ 40-44 ปี	5.348	4.049	2.635	1.437	0.912
อายุ 45-49 ปี	7.325	5.791	3.285	2.365	1.867
อายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป	9.040	6.835	5.323	4.241	3.185

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

4.3 การวิเคราะห์ที่มาเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของรายการเด็กที่ได้รับความนิยม

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบรายการ รูปแบบรายการ จุดเด่น และกลุ่มผู้รับชมของรายการ The Voice Kids และรายการไมค์ทองคำเด็ก สามารถสรุปการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของรายการเด็กที่ได้รับความนิยมสูงสุดในแต่ละปี (ปี พ.ศ. 2558-2563) ได้ดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างรายการ The Voice Kids และไมค์ทองคำเด็ก

The Voice Kids	ไมค์ทองคำเด็ก
ประเภทรายการ	
รายการประเภทแสดงความสามารถ (การประกวดร้องเพลง) โดยมีผู้เข้าแข่งขันอายุระหว่าง 7-14 ปี	รายการประเภทแสดงความสามารถ (การประกวดร้องเพลง) โดยมีผู้เข้าแข่งขันอายุไม่เกิน 12 ปี
รูปแบบการแข่งขัน	
เป็นการแข่งขันประเภทเดี่ยว แต่มีการแบ่งทีมในการฝึกซ้อมตามผู้ฝึกสอน หรือ “โค้ช” ของผู้เข้าแข่งขัน ส่วนกติกาการตัดสินมีทั้งการใช้คณะกรรมการและการตัดสินโดยผู้รับชม เพื่อหาผู้ชนะเลิศที่จะได้รับเงินรางวัลและได้เซ็นสัญญาเป็นศิลปินเพียงคนเดียว	เป็นการแข่งขันประเภทเดี่ยว โดยไม่มีการแบ่งทีม ใช้กติกาการตัดสินจากคณะกรรมการและการตัดสินจากผู้รับชม โดยมีเงินรางวัลเป็นทุนการศึกษาสำหรับผู้เข้าแข่งขันหลายคน ทั้งผู้ที่ชนะเลิศ และรองชนะเลิศอีก 3 อันดับ โดยลดหลั่นกันไปตามลำดับ
การสร้างการมีส่วนร่วมของผู้รับชม	
<u>สร้างการมีส่วนร่วมของผู้รับชมผ่านการแข่งขัน</u> มีรูปแบบและกติกาการแข่งขันในแต่ละรอบที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดอารมณ์ร่วมและความแปลกใหม่ในแต่ละรอบ ด้วยเสน่ห์ที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะในรอบ Blind audition ที่เป็นเอกลักษณ์สำคัญของรายการ ซึ่งสร้างโอกาสให้ผู้รับชมมีอารมณ์ร่วมไปกับการโน้มน้าวผู้เข้าแข่งขันของโค้ชแต่ละท่าน <u>สร้างการมีส่วนร่วมของผู้รับชมผ่านสิทธิ์การตัดสิน</u> แม้ในรอบแรก ๆ จะตัดสินการแข่งขันโดยโค้ช แต่ในรอบสุดท้ายจะเป็นการตัดสินผ่านการโหวต ทำให้ผู้รับชมสามารถเข้ามามีส่วนร่วมกับการแข่งขันได้โดยตรง <u>สร้างความผูกพันของผู้รับชมต่อผู้เข้าแข่งขัน</u> โดยใช้การนำเสนอเรื่องราว บุคลิก และความหวังของผู้เข้าแข่งขัน รวมทั้งถ่ายทอดความสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้าแข่งขันกับโค้ชและเพื่อนร่วมทีม ตลอดจนสร้างเรื่องราวการฝึกซ้อมและพัฒนาการของผู้เข้าแข่งขันผ่านรายการ	<u>สร้างการมีส่วนร่วมของผู้รับชมผ่านการแข่งขัน</u> มีการให้เงินรางวัลพิเศษในบางรอบ เพื่อสร้างความตื่นเต้นและทำให้ผู้รับชมได้ติดตามเอาใจช่วยผู้เข้าแข่งขัน <u>สร้างการมีส่วนร่วมของผู้รับชมผ่านสิทธิ์การตัดสิน</u> ตั้งแต่รอบรองชนะเลิศจะเป็นการตัดสินผ่านการโหวต ทำให้ผู้รับชมสามารถเข้ามามีส่วนร่วมกับการแข่งขันได้โดยตรง <u>สร้างความผูกพันของผู้รับชมต่อผู้เข้าแข่งขัน</u> โดยใช้การนำเสนอเรื่องราว บุคลิก และความหวังของผู้เข้าแข่งขัน นอกจากนี้ ยังมีการใช้จุดเด่นของผู้เข้าแข่งขันเป็นเกณฑ์ เช่น กลุ่มเด็กที่มีความน่ารักสดใส กลุ่มเด็กที่มีเสียงดี และกลุ่มเด็กที่มีเรื่องราวชีวิตที่น่าประทับใจหรือควรได้กำลังใจหรือการช่วยเหลือเป็นพิเศษ ซึ่งสามารถสร้างความรู้สึกร่วมและความรู้สึกอยากเอาใจช่วยให้กับผู้รับชมได้มาก นอกจากนั้นแล้ว ยังมีการฉายภาพการฝึกซ้อมและพัฒนาการของผู้เข้าแข่งขันผ่านรายการ เพื่อให้ผู้รับชมมีความต้องการที่จะร่วมลุ้นและร่วมให้กำลังใจผู้เข้าแข่งขันไปพร้อมกัน

The Voice Kids	ไมค์ทองคำเด็ก
กลุ่มผู้รับชมของรายการ	
จำแนกตามช่วงอายุ กลุ่มอายุ 40 ปีขึ้นไป (โดยได้รับความนิยมสูงสุดจากกลุ่มอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป)	จำแนกตามช่วงอายุ กลุ่มอายุ 40 ปีขึ้นไป (โดยได้รับความนิยมสูงสุดจากกลุ่มอายุตั้งแต่ 50 ปีขึ้นไป)
จำแนกตามเพศ เพศหญิงสูงกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ	จำแนกตามเพศ เพศหญิงสูงกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ
จำแนกตามเขตพื้นที่ เขตกรุงเทพมหานคร และเขตหัวเมืองในต่างจังหวัด	จำแนกตามเขตพื้นที่ ไม่แตกต่างกันในแต่ละเขตพื้นที่

จากตารางการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า ในด้านของกลุ่มผู้รับชมของทั้ง 2 รายการ มีความเหมือนกันในแง่ของกลุ่มช่วงอายุที่เป็นฐานในการรับชม คือ กลุ่มอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป โดยอาจเป็นเพราะในช่วงอายุนี้เป็นวัยที่มีครอบครัวและมีลูกซึ่งอยู่ในช่วงวัยที่อยู่ในเกณฑ์การประกวด ทำให้มีความรู้สึกร่วมหรือให้ความสนใจรายการมากกว่าคนกลุ่มอายุอื่น ๆ นอกจากนี้ จากข้อมูลเรตติ้งยังพบว่า กลุ่มผู้รับชมที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ให้ความสนใจรายการเด็กมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบเรตติ้งจากกลุ่มช่วงอายุอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่กลุ่มช่วงอายุดังกล่าว เป็นกลุ่มผู้รับชมที่เปิดรับสื่อโทรทัศน์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงวัยอื่น ๆ (สำนักงาน กสทช., 2564) ส่วนเมื่อพิจารณาในด้านของเพศ พบว่า ผู้รับชมเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเป็นเพราะรายการเด็กมีการสื่อถึงเรื่องความสัมพันธ์ของครอบครัว เน้นการมีความรู้สึกร่วม ทำให้ผู้หญิงให้ความสนใจมากกว่า

อย่างไรก็ดี หากพิจารณาในด้านของเขตพื้นที่ในการรับชมกลับพบความแตกต่างของ 2 รายการ โดยรายการ The Voice Kids มีฐานของผู้รับชมอยู่ในเขตเมืองเป็นหลักทั้งในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเขตหัวเมืองในต่างจังหวัด ส่วนรายการไมค์ทองคำเด็กนั้นได้รับความนิยมไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละเขตพื้นที่ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการรับสมัครผู้เข้าแข่งขันของรายการไมค์ทองคำเด็กมีการกระจายสถานที่ในการรับสมัครที่มากกว่ารายการ The Voice Kids ทำให้มีฐานผู้รับชมที่กระจายตัวไปตามทุกพื้นที่ทั่วประเทศ อย่างไรก็ดี เป็นที่น่าสังเกตว่า รายการเด็กที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับ 1 มีเรตติ้งโดยภาพรวมลดลงมาโดยตลอดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 เป็นต้นมา โดยอาจมีปัจจัยจากเนื้อหาหรือรูปแบบของรายการที่ขาดความแปลกใหม่และขาดความหลากหลาย จนทำให้ผู้รับชมมีความสนใจที่จะรับชมน้อยลง ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นอาจเป็นสาเหตุให้ผู้ประกอบการช่องรายการมองว่า รายการเด็กไม่สามารถตอบโจทย์ความคุ้มค่าในการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแข่งขันทางธุรกิจ จึงทำให้รายการเด็กในภาพรวมมีจำนวนลดน้อยลงตามไปด้วย

4.4 ตัวอย่างนโยบายส่งเสริมและกำกับดูแลรายการเด็กในต่างประเทศ

เนื่องจากรายการเด็กโดยส่วนใหญ่อาจไม่ใช่รายการที่ตอบโจทย์ความคุ้มค่าในด้านการผลิตและการแข่งขันทางธุรกิจมากนัก ทำให้การรักษาไว้ซึ่งพื้นที่ของรายการเด็กมีปัญหาที่แตกต่างกันออกไปตามบริบทของแต่ละประเทศ ซึ่งในบทความฉบับนี้จะนำเสนอตัวอย่างนโยบายส่งเสริมและกำกับดูแลรายการเด็กภายใต้บริบทของสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สหราชอาณาจักร ตั้งแต่หลัง พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นต้นมา ปัญหาของพื้นที่รายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินของสหราชอาณาจักรไม่ได้อยู่ที่จำนวนหรือเวลาการออกอากาศของรายการเด็กที่มีจำนวนลดลง เนื่องจากตามสถิติพบว่า รายการเด็กมีจำนวนรายการและเวลาการออกอากาศที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงต้นยุค พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) อย่างไรก็ตาม จากสถิติของสหราชอาณาจักรพบว่า สัดส่วนของรายการเด็กที่ออกอากาศทางโทรทัศน์ภาคพื้นดินมีการกระจุกตัวของเนื้อหารายการที่มาจากต่างประเทศ กล่าวคือ มีจำนวนรายการที่ถูกซื้อสำเร็จจากต่างประเทศมาเพื่อออกอากาศทางโทรทัศน์เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่รายการเด็กที่เป็นการผลิตเองในประเทศ หรือเกิดจากการสร้างสรรค์รายการใหม่เป็นการเฉพาะมีสัดส่วนลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่รายการเด็กไม่สามารถทำรายได้ได้มากนัก ทำให้สถานีโทรทัศน์ต่าง ๆ เลือกที่จะใช้วิธีซื้อเนื้อหารายการมาออกอากาศแทนที่จะลงทุนผลิตรายการเด็กขึ้นมาใหม่ ซึ่งจากเหตุนี้เอง ทำให้รัฐบาลของสหราชอาณาจักรเริ่มโครงการสนับสนุนเงินทุนสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการผลิตและสร้างสรรค์รายการขึ้นใหม่ (Original content) เพื่อออกอากาศในช่องโทรทัศน์สาธารณะ (Public service broadcasting) โดยผู้ประกอบการที่สนใจสามารถขอรับเงินอุดหนุนได้มากถึงร้อยละ 50 ของต้นทุนการผลิตและเผยแพร่เนื้อหาทั้งหมด ซึ่งรัฐบาลสหราชอาณาจักรได้จัดงบประมาณในการสนับสนุนมากถึง 60 ล้านปอนด์ (Department for Digital, Culture, Media & Sport & The Rt Hon Karen Bradley MP, 2017)

สหรัฐอเมริกา ประเด็นที่น่าสนใจในนโยบายที่เกี่ยวข้องกับรายการเด็กของสหรัฐอเมริกาคือการกำหนดให้สถานีโทรทัศน์ต้องมีการออกอากาศรายการเด็กเพื่อส่งเสริมการศึกษาและข้อมูลข่าวสารในเด็กและเยาวชน โดยมีข้อกำหนดใหม่โดยคณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสาร (Federal Communications Commission: FCC) ในฐานะผู้กำกับดูแลระบุว่า สถานีโทรทัศน์จะต้องมีการออกอากาศรายการเด็กที่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาและข้อมูลข่าวสารในเด็กและเยาวชน ระหว่างเวลา 6.00-22.00 น. โดยแต่ละรายการต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 30 นาที ยกเว้นสถานีที่ได้รับอนุญาตให้ออกอากาศน้อยกว่า 30 นาทีได้ นอกจากนี้ ยังกำหนดให้แต่ละสถานีต้องมีการออกอากาศรายการเด็กเพื่อส่งเสริมการศึกษาและข้อมูลข่าวสารในเด็กและเยาวชนไม่น้อยกว่า 156 ชั่วโมงต่อปีอีกด้วย (Federal Communications Commission, 2021)

5. การอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษา พบว่า รายการเด็กของประเทศไทยมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สภาพตลาดรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลของไทยซบเซาลงอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังพบว่า มีการกระจุกตัวของประเภทเนื้อหารายการ คือ รายการประเภทการ์ตูน ซึ่งมีสัดส่วนค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับรายการประเภทอื่นอีกด้วย สะท้อนให้เห็นว่า ยังมีช่องว่างในตลาดที่ผู้ผลิตรายการสามารถสร้างสรรค์รายการเด็กใหม่ ๆ ในหลากหลายประเภทรายการ

และเมื่อพิจารณารูปแบบรายการเด็กที่ประสบความสำเร็จในด้านความนิยม พบว่า ปัจจัยสำคัญในการสร้างสรรค์ให้รายการเด็กประสบความสำเร็จด้านความนิยมนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนารูปแบบรายการให้มีความน่าติดตาม โดยอาจต้องมีรูปแบบรายการที่สร้างความกลัวการตกยุค (Fear of Missing Out : FOMO)[5] ให้แก่ผู้รับชม เพื่อเร่งเร้าให้มีการรับชมรายการแบบสดตามผังรายการมากขึ้น รวมทั้งต้องมีการเล่าเรื่อง (Story telling) ที่สามารถดึงดูดผู้รับชมให้รับชมรายการได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อรักษาความนิยมของผู้รับชมต่อรายการอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ การสร้างเนื้อหารายการโดยคำนึงถึงการตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ นอกเหนือไปจากกลุ่มเด็กและเยาวชนเองก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถช่วยให้เกิดความสำเร็จด้านความนิยมของรายการเด็กได้ด้วย อย่างไรก็ดี เพื่อให้รายการสามารถรักษาความนิยมได้อย่างต่อเนื่อง ผู้ผลิตรายการจำเป็นต้องพิจารณาปรับเปลี่ยนและสร้างความแปลกใหม่ให้กับรายการอยู่บ้างเป็นระยะ (พรสุรีย์ วิภาศรีนิมิต, 2560)

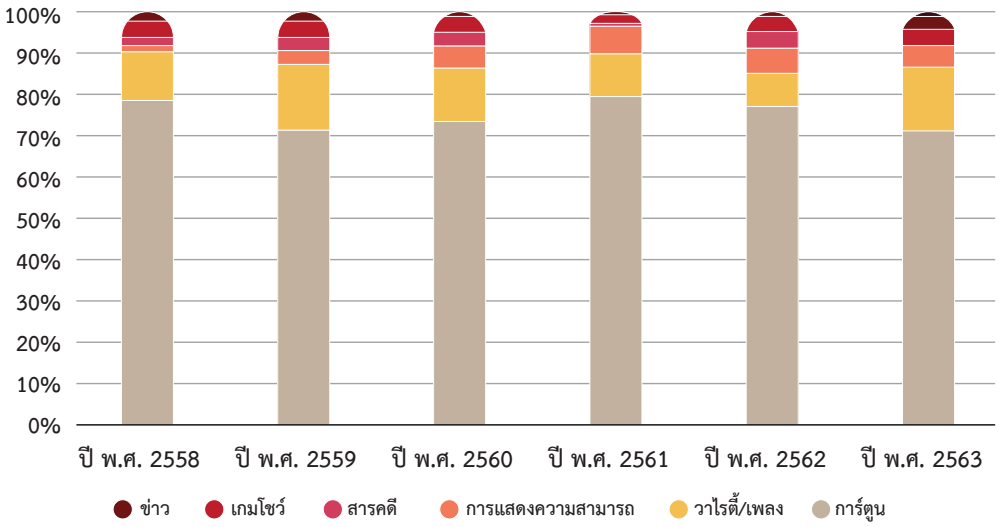
นอกจากนี้ ยังพบว่า การส่งเสริมการผลิตรายการเด็กโดยการวางนโยบายสนับสนุนให้เกิดการสร้างสรรค์รายการเด็กนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง อย่างไรก็ดี บทบาทและแนวนโยบายอาจมีความแตกต่างกันได้ตามแต่สภาพตลาดและบริบทของแต่ละประเทศที่แตกต่างกัน

6. บทสรุป

6.1 ด้านสภาพตลาด

จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสภาพตลาดรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลของไทย พบว่า จำนวนรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลไทยลดลงอย่างต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญ โดยรายการเด็กในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนรายการเด็กลดลงถึงร้อยละ 71.73 หรือลดลงกว่า 513 รายการ เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2558

[5] Fear of Missing Out หรือ FOMO หมายถึง ความกังวลว่าจะพลาดโอกาสอะไรบางอย่าง กลัวที่จะรู้ไม่เท่าคนอื่น รวมถึงการกลัวตกกระแส



ภาพที่ 3 สัดส่วนจำนวนรายการเด็ก จำแนกตามประเภทรายการ ปี พ.ศ. 2558-2563

ที่มา: AGB Nielsen Media Research (2021)

นอกจากนี้ หากวิเคราะห์ลงลึกไปถึงจำนวนรายการของแต่ละประเภทรายการเด็ก (ดังที่ผู้เขียนแสดงไว้ในภาพที่ 3) พบว่า สัดส่วนของจำนวนรายการการ์ตูนเมื่อเปรียบเทียบกับรายการเด็กประเภทอื่นๆ มีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 70 ในทุกปี ในขณะที่รายการประเภทเกมโชว์ ข่าว และสารคดีรวมกันทั้ง 3 ประเภท มีสัดส่วนน้อยกว่าร้อยละ 10 เสมอในทุกปี

6.2 ด้านรูปแบบและเนื้อหารายการ

ในส่วนของการวิเคราะห์รายการที่ประสบความสำเร็จทางด้านความนิยม พบว่า รายการเหล่านี้เป็นรายการประเภทรายการแสดงความสามารถและเป็นรายการประกวดความสามารถด้านการร้องเพลงทั้งหมด ทั้งนี้ หากพิจารณาจากรูปแบบรายการและการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย พบว่า สามารถสรุปจุดแข็งที่อาจส่งผลต่อความสำเร็จทางด้านความนิยมของรายการเหล่านี้ได้ดังตารางที่ 6 นี้

ตารางที่ 6 ปัจจัยการประสบความสำเร็จด้านความนิยมของรายการเด็ก

องค์ประกอบด้านรูปแบบรายการ	องค์ประกอบด้านการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย
1. ใช้จุดเด่นที่เป็นรายการประเภทการแข่งขันมาดึงดูดผู้รับชมให้รับชมรายการตามเวลาที่ออกอากาศ เพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์รับทราบผลการแข่งขันก่อนรับชมด้วยตนเอง (Spoiler)	1. การเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลายมากกว่ากลุ่มเด็กและเยาวชน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กลุ่มผู้รับชมตั้งแต่อายุ 40 ปีขึ้นไป มีความนิยมรับชมรายการเด็กค่อนข้างสูง และกลุ่มผู้รับชมเหล่านี้ก็เป็นกลุ่มอายุผู้รับชมที่มีพฤติกรรมการรับชมโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลตามผังรายการสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ
2. มีการสร้างความผูกพันของผู้รับชมต่อผู้เข้าแข่งขันด้วยการบอกเล่าเรื่องราวชีวิตส่วนตัว ความฝัน ตลอดจนฉายให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เข้าแข่งขัน เพื่อดึงดูดให้ผู้รับชมติดตามรับชมรายการอย่างต่อเนื่อง	2. รายการเด็กที่ประสบความสำเร็จด้านความนิยมได้รับความนิยมจากกลุ่มผู้รับชมเพศหญิงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

6.3 ด้านนโยบายด้านการส่งเสริมและกำกับรายการเด็กของต่างประเทศ

ในส่วนด้านนโยบายด้านการส่งเสริมและกำกับรายการเด็กของต่างประเทศ ได้ศึกษานโยบายของสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา สามารถสรุปได้ว่า เพื่อให้สามารถรักษาพื้นที่ของรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินต่อไปได้ แม้จะเป็นประเภทรายการที่ไม่สามารถสร้างกำไรทางธุรกิจได้มากนัก ผู้ที่มีหน้าที่ในการกำกับดูแลจำเป็นต้องก้าวเข้ามามีบทบาทในการสนับสนุน ส่งเสริม และออกกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่ารายการเด็กจะยังมีพื้นที่ในโทรทัศน์ภาคพื้นดิน

7. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา วิเคราะห์ และอภิปรายผลสภาพตลาดรายการเด็กในยุคโทรทัศน์ดิจิทัล รวมทั้งการถอดบทเรียนจากรายการที่ประสบความสำเร็จ รวมถึงตัวอย่างการใช้นโยบายเพื่อรักษาไว้ซึ่งรายการเด็กในต่างประเทศ สามารถสรุปข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการช่องรายการ ผู้ผลิตเนื้อหารายการ และข้อเสนอแนะสำหรับสำนักงาน กสทช. ในฐานะผู้กำกับดูแลเนื้อหารายการในโทรทัศน์ดิจิทัล เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการส่งเสริมการผลิตรายการเด็กในโทรทัศน์ภาคพื้นดินในระบบดิจิทัลในบริบทของประเทศไทยได้ดังนี้

7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการ

7.1.1 ในกรณีต้องการผลิตรายการให้ได้รับความนิยมในการรับชมผ่านหน้าจอโทรทัศน์

1) เมื่อพิจารณารายการเด็กที่ประสบความสำเร็จในแง่ความนิยมตามที่ได้อภิปรายผลไปนั้น พบว่า รายการเหล่านี้ไม่ได้มีกลุ่มเป้าหมายเป็นเด็กและเยาวชนเพียงเท่านั้น แต่มีกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้ใหญ่ช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นกลุ่มช่วงวัยที่มีพฤติกรรมการรับชมโทรทัศน์ค่อนข้างมาก และมีแนวโน้มที่จะรับชมรายการประเภทนี้อยู่แต่เดิม ดังนั้น หากต้องการให้รายการสามารถดึงดูดผู้รับชมได้มากขึ้น ผู้ประกอบการจึงควรผลิตรายการที่สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายมากขึ้น

2) ออกแบบรูปแบบรายการให้ผู้รับชมต้องรับชมแบบออกอากาศสด (Live) หรือออกแบบรายการที่สามารถดึงดูดให้ผู้รับชมมีอารมณ์ร่วมไปกับรายการได้มาก เพื่อให้รายการมีความแปลกใหม่น่าสนใจและเป็นที่น่าติดตาม

7.1.2 ผู้ประกอบการสามารถสร้างความแตกต่างอย่างสร้างสรรค์โดยการผลิตรายการเด็กที่ในตลาดมีจำนวนรายการยังไม่มากนัก (นอกเหนือจากรายการการ์ตูนและรายการแสดงความสามารถ) เช่น รายการประเภทเกมโชว์ หรือรายการประเภทสารคดีและข่าว เป็นต้น

7.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับองค์กรกำกับดูแลด้านการสื่อสาร

การรักษาพื้นที่ตลาดของรายการเด็กเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของเด็กและเยาวชนนั้น ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องได้รับการสนับสนุนจากองค์กรกำกับดูแล หรือสำนักงาน กสทช. ซึ่งจากการวิเคราะห์และอภิปรายผลเห็นว่า สำนักงาน กสทช. ควรมีมาตรการส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ประกอบการผลิตรายการสำหรับเด็กและเยาวชน ดังต่อไปนี้

7.2.1 มีมาตรการสนับสนุนเงินทุน (Funding) สำหรับผู้ประกอบการที่สร้างสรรค์รายการเด็กโดยเฉพาะในกลุ่มรายการที่ยังมีช่องว่างในตลาดค่อนข้างมาก (มีจำนวนรายการน้อย) ซึ่งได้แก่ กลุ่มรายการประเภทข่าวสารสาระสำหรับเด็ก เช่น รายการสารคดีและรายการข่าว รวมทั้งพิจารณาให้การสนับสนุนรายการสำหรับเด็กที่ได้รับการออกแบบรูปแบบรายการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเสริมคุณภาพชีวิตและพัฒนาการของเด็กอย่างเหมาะสม

7.2.2 มีมาตรการสนับสนุนด้านองค์ความรู้และพัฒนาบุคลากรสำหรับสร้างสรรค์รายการเด็ก เช่น ส่งเสริมให้มีการบริหารจัดการองค์ความรู้ (Knowledge management) ด้านการผลิตเนื้อหารายการโดยกลุ่มผู้สร้างสรรค์เนื้อหารายการ หรือจัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการ (Workshop) การสร้างสรรค์เนื้อหารายการที่เหมาะสมและเป็นที่ต้องการของเด็กตามพัฒนาการในช่วงวัยต่าง ๆ เป็นต้น

รายการเอกสารอ้างอิง

กฤษริน รักษาแก้ว และนันทิยา ดวงภุมเมศ. (2560). อิทธิพลของรายการในสื่อใหม่ที่มีต่อมุมมองต่อโลกของเด็กและเยาวชน. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts), 10*(3), 152-169.

ดนยา วสุวัต. (2563). แนวทางการปรับตัวของรายการโทรทัศน์สำหรับเด็กอายุ 4-6 ปี ในยุคดิจิทัล. *วารสารนิเทศศาสตร์ธุรกิจบัณฑิตย์, 14*(1), 232-259.

พรสุรีย์ วิภาศรีนิมิต. (2560). แนวทางการผลิตรายการโทรทัศน์สำหรับเด็กและเยาวชนให้เป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยม. *วารสารนิเทศศาสตร์ธุรกิจบัณฑิตย์, 11*(2), 113-143.

วิชิตโชค อินเอียด. (2560). แนวทางการกำกับการนำเสนอเนื้อหาละครโทรทัศน์ที่ไม่เหมาะสมต่อเด็กและเยาวชน. *วารสารวิชาการ กสทช. ประจำปี 2560, 1*(1), 288-315.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2562). *5 ปีบนเส้นทางทีวีดิจิตอล บทเรียนและการเปลี่ยนแปลง.* ลัคเฮง สตูดิโอ.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2564). *รายงานการศึกษาผลกระทบของกิจการกระจายเสียงและกิจการโทรทัศน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจไทยภายหลังการเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบดิจิตอล.* ลัคเฮง สตูดิโอ.

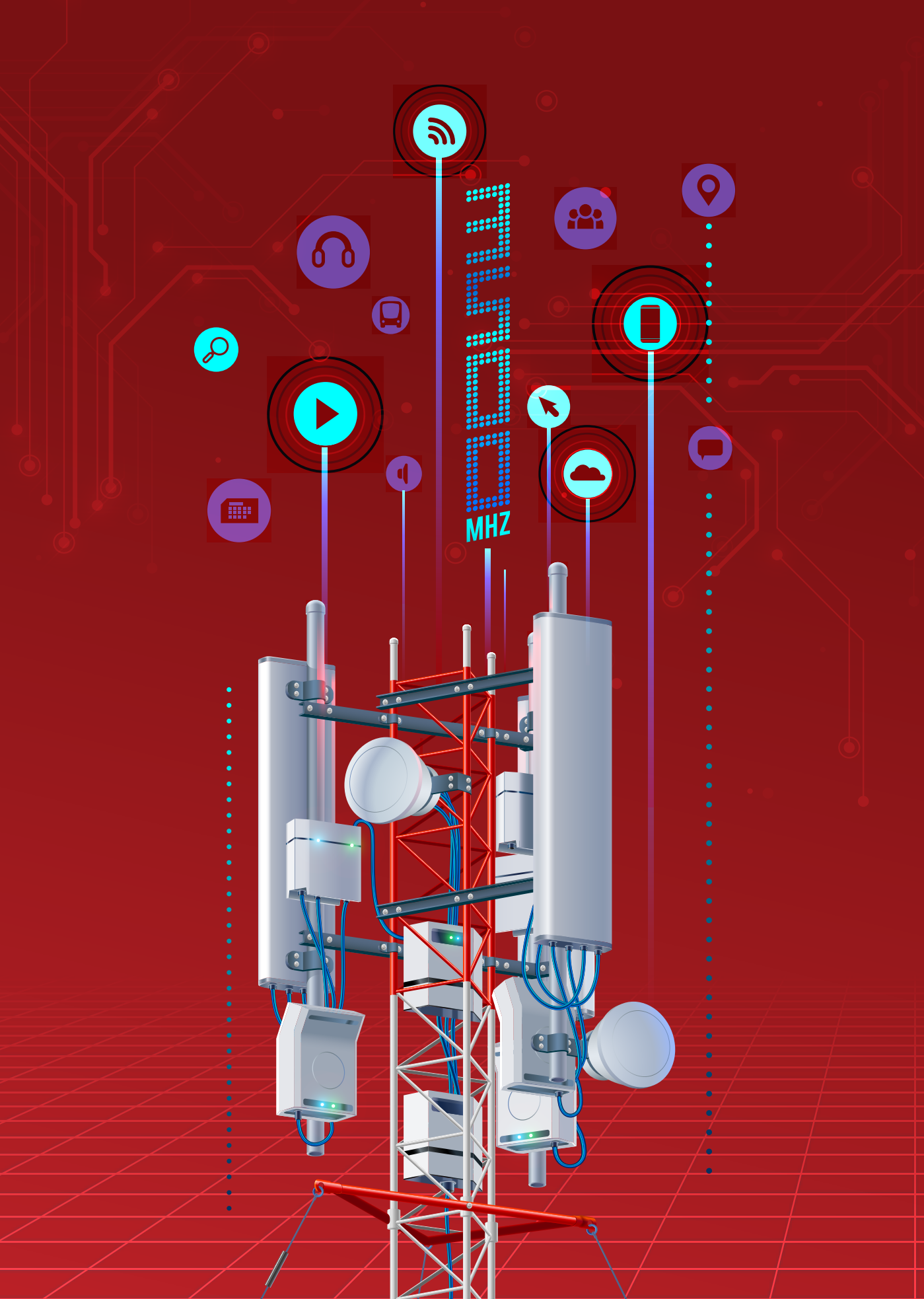
AGB Nielsen Media Research. (2021). Arianna Analysis Software [Computer software]. (2021, August 13).

D'Arma, A., & Steemers, J. (2009). Review of Ofcom policy investigation: "The future of children's television programming". *Cultural Trends, 18*(1), 77-82.

Department for Digital, Culture, Media & Sport & The Rt Hon Karen Bradley MP. (2017, December 30). *£60 million boost to UK children's television [Press release].* GOV.UK. https://www.gov.uk/government/news/60-million-boost-to-uk-childrens-television

Federal Communications Commission. (2021, January). *Children's Educational Television.* https://www.fcc.gov/consumers/guides/childrens-educational-television

CHILDREN TV


3200
MHZ

ปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิล

KEY SUCCESS FACTORS IN REFARMING OF 3500 MHZ BAND: LESSON LEARNED FROM BRAZIL

ประถมพงศ์ ศรีนวล

Pratompong Srinuan

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand

Corresponding E-mail: pratompong.s@nbtc.go.th

Received Date July 26, 2021
Revised Date May 2, 2022
Accepted Date May 19, 2022

บทคัดย่อ

คลื่นความถี่ได้ถูกจัดสรรแก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลมากกว่า 600 MHz แต่ยังไม่เพียงพอกับการให้บริการด้วยเทคโนโลยี 5G คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จึงได้ถูกกำหนดให้นำมาจัดสรรให้ใช้ในเทคโนโลยี 5G ทั้งนี้ ปัจจุบันประเทศไทยยังมีการใช้งานคลื่นความถี่นี้ในการให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมและโทรคมนาคมประจำที่ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz สหพันธ์สาธารณรัฐบราซิล (ประเทศบราซิล) มีการใช้งานคลื่นความถี่ดังกล่าวในการให้บริการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมมากกว่าร้อยละ 30 ของครัวเรือน และปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่นี้ให้สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมและกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลได้สำเร็จ บทความนี้จึงศึกษาปัจจัยความสำเร็จของการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ของประเทศบราซิล และนำเสนอแนวทางการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย โดยสัมภาษณ์ผู้มีส่วนร่วมในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ของประเทศบราซิล ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ทำให้การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย การระบุเหตุผลความจำเป็น วัตถุประสงค์ ตลอดจนการกำหนดทางเลือกที่เป็นได้ทั้งทางเศรษฐกิจและทางเทคนิค นอกจากนี้ การพิจารณาปัญหาการรบกวนกัน การหาแนวทางแก้ไขที่เป็นระบบโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ดำเนินการได้สำเร็จ

คำสำคัญ: การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ ปัจจัยความสำเร็จ คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz

Abstract

More than 600 MHz of frequency bands were allocated for International Mobile Telecommunications: IMT services, however, they were insufficient for 5G technology. The 3500 MHz frequency band was therefore allocated for the 5G technology. Currently, the 3500 MHz frequency band is provided for both satellite television and fixed-satellite services in Thailand, and thus it needs to be refarmed. In the Federative Republic of Brazil, over 30 percent of households depended on the 3500 MHz frequency band for satellite television services. The country had successfully refarmed the frequency so that it could be used for both satellite television and fixed-satellite services. This paper aims to study the key success factors of the spectrum refarming of 3500 MHz frequency band in Brazil as well as to propose the refarming guidelines for Thailand through interviews with people involved in Brazil's refarming process. The results revealed that the key success factors were the clear objectives and practical technical and economic options. Moreover, the frequency interference problem solving using scientific principles and the participating of stakeholders were also key success factors for spectrum refarming.

Keywords: Spectrum refarming, Key success factors, 3500 MHz frequency band

1. บทนำ

การใช้งานบริการอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ (Mobile broadband) ของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงระยะเวลากว่า 4 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2560-2563) มีอัตราการเติบโตของการใช้งานข้อมูลผ่านโครงข่ายเคลื่อนที่ต่อคนต่อเดือน (Mobile data consumption per subscriber per month) เกือบร้อยละ 30 ต่อปี[1] และเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าเทคโนโลยี 5G กำลังเข้ามามีส่วนสำคัญในอุตสาหกรรมสื่อสารโทรคมนาคม ด้วยคุณลักษณะของเทคโนโลยีที่ช่วยให้ 1) ความเร็วการรับส่งข้อมูล 1 Gbps (Gigabit per second: Gbps) ในระดับเทียบเท่ากับอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ประจำที่ 2) ความล่าช้าในการรับส่งสัญญาณที่ต่ำประมาณ 1 มิลลิวินาที (Millisecond: Ms) และ 3) จำนวนเครื่องอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อได้มากกว่า 1 ล้านเครื่องต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมากกว่าเทคโนโลยีที่ใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันอย่างเทคโนโลยี 4G หรือ Long Term Evolution (LTE) หลายเท่าตัว นอกจากนี้ เทคโนโลยี 5G ยังสามารถนำไปใช้งานในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้อีกด้วย

[1] ปริมาณการใช้งานข้อมูลผ่านโครงข่ายเคลื่อนที่ต่อคนต่อเดือนในปี พ.ศ. 2560 เฉลี่ยอยู่ที่ 7.76 กิกะไบต์ต่อคนต่อเดือน และการใช้งานเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 21.55 กิกะไบต์ต่อคนต่อเดือนในปี พ.ศ. 2563

ความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่ที่เพิ่มสูงขึ้นและเทคโนโลยี 5G ส่งผลให้ความต้องการคลื่นความถี่เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ แม้ว่าการจัดสรรคลื่นความถี่ให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (Global Mobile Supplier Association: GSA) จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจุบันมีปริมาณคลื่นความถี่จัดสรรมากกว่า 600 MHz แต่ยังน้อยกว่าปริมาณคลื่นความถี่ที่สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunications Union: ITU) ได้เสนอแนะถึงปริมาณคลื่นความถี่ที่เหมาะสมที่จะรองรับการใช้งานรวมถึงเทคโนโลยี 5G ในอนาคต จะต้องอยู่ที่ 1340 MHz และ 1960 MHz ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อยและมากตามลำดับ นอกจากนี้ ITU ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคลื่นความถี่ที่สามารถนำมาใช้งานในเทคโนโลยี 5G ทั้งคลื่นความถี่ย่านต่ำ ย่านกลาง และย่านสูง ซึ่งรวมถึงคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ที่ประชุมใหญ่ระดับโลกว่าด้วยวิทยุคมนาคม (World Radiocommunication Conference: WRC) เห็นชอบให้เป็นคลื่นความถี่หลักในการใช้บริการเทคโนโลยี 5G สามารถใช้งานได้ในทุกภูมิภาค และคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz นี้ได้รับความนิยมจากหน่วยงานกำกับดูแลในภูมิภาคยุโรป (เขตภูมิภาคที่ 1 ตามคำจำกัดความของ ITU[2]) เนื่องจากเป็นคลื่นความถี่ที่ผู้ผลิตอุปกรณ์ได้พัฒนาอุปกรณ์โครงข่ายและอุปกรณ์ปลายทางออกมาอย่างแพร่หลาย และในเขตภูมิภาคนี้ได้นำคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz มาใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลอยู่แล้ว

ประเทศในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกอยู่เขตภูมิภาคที่ 3 มีการนำคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz มาใช้ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม (Fixed-Satellite Service: FSS) โดยปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ในเขตภูมิภาคนี้ได้มีการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่และจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ใช้ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล รายงานว่ามี 8 ประเทศในภูมิภาคนี้ที่ได้จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เพื่อให้บริการ 5G ได้แก่ เครือรัฐออสเตรเลีย (ออสเตรเลีย) สาธารณรัฐประชาชนจีน (จีน) เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น นิวซีแลนด์ สาธารณรัฐฟิลิปปินส์ (ฟิลิปปินส์) และสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) ทั้งนี้ ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรืออาเซียนมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมค่อนข้างหนาแน่น และยังอยู่ในขั้นตอนการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่หรือการเตรียมการในการจัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวเพื่อใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการเคลื่อนที่และกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม ได้แก่ ราชอาณาจักรกัมพูชา (กัมพูชา) มาเลเซีย สาธารณรัฐสหภาพเมียนมา (เมียนมา) สาธารณรัฐสิงคโปร์ (สิงคโปร์) สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม (เวียดนาม) และประเทศไทย (ดูตารางที่ 1 ประกอบ)

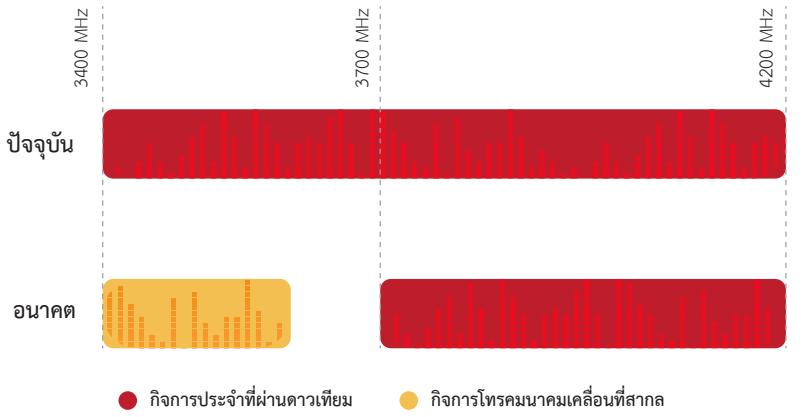
[2] ประเทศที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน จำเป็นต้องจัดสรรคลื่นความถี่ให้แก่กิจการที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Harmonize) เพื่อป้องกันการรบกวนกันในการใช้งาน (Interference) ในกิจการที่ต่างกัน

ตารางที่ 1 สถานะการนำคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz มาจัดสรรเพื่อรองรับเทคโนโลยี 5G ของประเทศในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิก

ประเทศ	สถานะ	ช่วงคลื่นความถี่ (MHz)
ออสเตรเลีย	จัดสรรแล้ว	3400-3700
บังกลาเทศ	กำลังพิจารณา	3400-3700
ภูฏาน	ทดลอง/ทดสอบ	3500-3700
กัมพูชา	เตรียมการที่จะจัดสรร	3300-3700
จีน	จัดสรรแล้ว	3400-3600
เขตบริหารพิเศษฮ่องกง แห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน	จัดสรรแล้ว	3300-3600
อินโดนีเซีย	กำลังพิจารณา	3300-3700
ญี่ปุ่น	จัดสรรแล้ว	3600-4100
ลาว	กำลังพิจารณา	3300-3700
เขตบริหารพิเศษมาเก๊า	เตรียมการที่จะจัดสรร	3300-3700
มาเลเซีย	เตรียมการที่จะจัดสรร	3400-3600
เมียนมา	เตรียมการที่จะจัดสรร	3400-3600
เนปาล	เตรียมการที่จะจัดสรร	3300-3700
นิวซีแลนด์	จัดสรรแล้ว	3600-3750
	เตรียมการที่จะจัดสรร	3400-3600
	เตรียมการที่จะจัดสรร	3750-3800
ปากีสถาน	กำลังพิจารณา	3300-3600
ฟิลิปปินส์	จัดสรรแล้ว	3300-3600
เกาหลีใต้	จัดสรรแล้ว	3400-3700
	เตรียมการที่จะจัดสรร	3700-4000
สิงคโปร์	เตรียมการที่จะจัดสรร	3450-3650
ศรีลังกา	เตรียมการที่จะจัดสรร	3400-3800
ไต้หวัน	จัดสรรแล้ว	3300-3575
ประเทศไทย	เตรียมการที่จะจัดสรร	3400-3700
เวียดนาม	เตรียมการที่จะจัดสรร	3700-4000
	กำลังพิจารณา	3300-3400

ที่มา: GSMA (2020)

สำหรับประเทศไทย กสทช. ได้ปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ในหลายย่านความถี่[3] โดย กสทช. ได้ให้ความเห็นชอบแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับบริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT spectrum roadmap) พ.ศ. 2562-2566 ซึ่งกำหนดให้คลื่นความถี่ 3400-3700 MHz ที่กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมใช้งานในการให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในปัจจุบัน ดังภาพที่ 1 จะต้องมีการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่มาเป็นกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล เนื่องจากคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่สำคัญอย่างมากในการให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้บริการด้วยเทคโนโลยี 5G ที่อุปกรณ์โครงข่ายและเครื่องลูกข่ายพัฒนาไปอย่างมาก



ภาพที่ 1 สถานภาพใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในปัจจุบันและแนวทางการปรับปรุงคลื่นความถี่ในอนาคต
ที่มา: สำนักงาน กสทช. (2564)

อย่างไรก็ดี ประเทศไทยได้มีการใช้งานคลื่นความถี่นี้อย่างหนาแน่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมที่นำมาให้บริการโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมที่มีการใช้งานในครัวเรือนกว่า 12 ล้านครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 56 ของครัวเรือนทั้งหมด โดย กสทช. ได้ดำเนินนโยบายเปลี่ยนผ่านการแพร่ภาพระบบพื้นดินจากแอนะล็อก (Analog) เป็นดิจิทัล (Digital) ที่มีการประมูลโทรทัศน์ดิจิทัลเมื่อปี พ.ศ. 2556 ประกอบกับคลื่นความถี่นี้ บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ใช้ในการให้บริการแก่ผู้ให้บริการช่องโทรทัศน์ดาวเทียมได้สิ้นอายุสัมปทานในเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 จึงถือเป็นโอกาสที่ดีที่จะปรับปรุงคลื่นความถี่นี้เพื่อใช้ในการสนับสนุนการให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยี 5G ที่มีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศไทยมีความคล้ายคลึงกับประเทศบราซิลที่มีการใช้งานบริการโทรทัศน์ดาวเทียมอย่างหนาแน่น หน่วยงานกำกับดูแลกิจการสื่อสารของบราซิล (Autoridade Nacional de Comunicações: Anacom) ได้ปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz อย่างเป็นระบบเมื่อปี พ.ศ. 2563

[3] การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ของประเทศไทยรวมถึงการเรียกคืนคลื่นความถี่ในกรณีคลื่นความถี่ย่าน 2600 MHz และการคืนใบอนุญาตประกอบกิจการโทรทัศน์ในคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz โดยทำการระบุความชัดเจนเกี่ยวกับคลื่นความถี่ ปริมาณคลื่นความถี่ และปีที่จะทำการจัดสรรไว้ในแผนการจัดสรรคลื่นความถี่สำหรับบริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล พ.ศ. 2562-2566

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยความสำเร็จของการดำเนินการปรับปรุงคลื่นความถี่ของประเทศบราซิล ทั้งประเด็นทางเทคนิค ประเด็นการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจ และประเด็นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และนำเสนอแนวทางการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่สำหรับประเทศไทย ตลอดจนการดำเนินการที่เกี่ยวข้องอื่น เช่น การเตรียมการประมูลคลื่นความถี่ โดยใช้วิธีการศึกษาสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้ง Anacom และ Global System for Mobile Communications (GSMA) ที่เป็นหน่วยงานกลางของอุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยได้ตั้งเป็นประเด็นคำถามเชิงลึก เพื่อจะได้ทราบรายละเอียดและเหตุของการดำเนินการปรับปรุงดังกล่าว โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของการศึกษาการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ส่วนที่ 2 เป็นการทบทวนวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่นี้ ส่วนที่ 3 วิธีการศึกษาซึ่งรวมถึงเหตุผลที่เลือกประเทศบราซิลเป็นกรณีศึกษา ส่วนที่ 4 และ 5 นำเสนอผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้มาจากกรณีศึกษาประเทศบราซิล

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การใช้งานและการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศต่าง ๆ ในเอเชีย

การใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz อาจกล่าวได้ว่ามีความแตกต่างเล็กน้อยตามภูมิภาค ซึ่งเป็นไปตามข้อบังคับวิทยุของ ITU โดยหน่วยงานกำกับดูแลในประเทศในสหภาพยุโรป จะกำหนดให้คลื่นความถี่ 3400-3800 MHz สามารถใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (International Mobile Telecommunications: IMT) โดยสามารถใช้งานได้ทั้งเทคโนโลยี 4G และ 5G

สหรัฐอเมริกามีการใช้งานคลื่นความถี่ 3550-3700 MHz ซึ่งใช้เทคโนโลยี Time Division Duplex (TDD) ในการให้บริการ สำหรับแอฟริกาและเอเชียได้กำหนดให้คลื่นความถี่ 3300-3600 MHz สามารถใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล (IMT) เนื่องจากในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นความถี่ 3700-4200 MHz มีการใช้งานในกิจการสื่อสารผ่านดาวเทียมในหลายประเทศของภูมิภาคนี้ อาทิ กัมพูชา สาธารณรัฐอินโดนีเซีย (อินโดนีเซีย) มาเลเซีย เมียนมา สิงคโปร์ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ทั้งคลื่นความถี่ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม

ในช่วงระยะเวลา 4-5 ปีที่ผ่านมา ประเทศในภูมิภาคเอเชียหลายประเทศได้ทำการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เพื่อนำมาใช้งานในเทคโนโลยี 5G เช่น สาธารณรัฐเกาหลี (เกาหลีใต้) จีน ญี่ปุ่น เขตปกครองพิเศษฮ่องกง และสิงคโปร์ (Handford, 2019a) เป็นต้น ทั้งนี้ แต่ละประเทศมีวิธีการ เงื่อนไขข้อจำกัดของการจัดสรรคลื่นความถี่ ตลอดจนวิธีการในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ให้พร้อมใช้งานที่แตกต่างกันดังนี้

1) เกาหลีใต้

เกาหลีใต้เป็นประเทศแรกในภูมิภาคเอเชียที่จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ได้สำเร็จ เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 (3420-3700 MHz) โดยใช้วิธีการประมูลเป็นวิธีการในการจัดสรรและสามารถจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz และ 28 GHz ให้แก่ผู้ให้บริการโทรคมนาคมรายใหญ่ทั้ง 3 ราย ทั้งนี้ ผู้ให้บริการสามารถทำการขยายโครงข่าย 5G ให้สามารถใช้งานได้ในเดือนธันวาคมปีเดียวกัน

2) จีน

อาจกล่าวได้ว่าจีนเป็นประเทศที่สองที่มีการจัดสรรคลื่นความถี่ที่สามารถใช้งานในเทคโนโลยี 5G ได้ โดยกระทรวงอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ministry of Industry and Information Technology: MIIT) ของจีนได้จัดสรรคลื่นความถี่ 3400-3500 MHz และ 3500-3600 MHz ให้แก่ China Telecom และ China Unicom ตามลำดับ เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และได้จัดสรรคลื่นความถี่ 2515-2675 MHz หรือ 2600 MHz จำนวน 160 MHz ให้แก่ China Mobile เมื่อปลายปี พ.ศ. 2562 ทั้งนี้ MIIT ได้จัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวให้แก่ผู้ให้บริการทั้ง 3 ราย ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจด้วยวิธีการจัดสรรให้เฉพาะเจาะจง โดยให้เหตุผลว่าการจัดสรรดังกล่าวจะทำให้ผู้ให้บริการมีการลงทุนและการให้บริการที่มีประสิทธิภาพมากกว่า อีกทั้งยังส่งเสริมให้พัฒนาบริการด้วยเทคโนโลยี 5G ได้อีกด้วย (Handford, 2019b)

3) ญี่ปุ่น

กระทรวงการสื่อสารและกิจการภายใน (Ministry of Internal Affairs and Communications: MIC) ได้จัดสรรคลื่นความถี่ 3600-4000 MHz จำนวน 400 MHz เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีการคัดเลือก (Beauty contest) ให้แก่ผู้ให้บริการ 4 ราย รายละ 100 MHz ได้แก่ 1) NTT Docomo 2) KDDI 3) Rakuten และ 4) Softbank อีกทั้งยังจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 4.5 GHz และ 28 GHz ให้แก่ผู้ให้บริการดังกล่าวอีกด้วย (Marti, 2019) MIC ได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้ให้บริการที่ได้รับจัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวจะต้องวางโครงข่ายให้ครอบคลุมร้อยละ 50 ของพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ภายในระยะเวลา 5 ปี อย่างไรก็ดี Docomo และ KDDI ได้วางเป้าหมายในการขยายโครงข่าย 5G ให้ครอบคลุมมากกว่าร้อยละ 90 ของพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ภายในระยะเวลา 5 ปี ในขณะที่ Softbank และ Rakuten ได้กำหนดเป้าหมายไว้ที่ร้อยละ 64 และ 56 ตามลำดับ ทั้งนี้ ผู้ให้บริการทั้ง 4 รายจะเริ่มให้บริการ 5G เชิงพาณิชย์ภายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งจะมีการจัดมหกรรมกีฬาโอลิมปิกฤดูร้อนที่นครโตเกียว

4) เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน

สำนักงานกำกับดูแลกิจการสื่อสารแห่งฮ่องกง (Office of Communications Authority: OFCA) ได้จัดสรรคลื่นความถี่ 3400-3600 MHz จำนวน 200 MHz ด้วยวิธีการประมูล โดยในย่านความถี่นี้ OFCA ได้กำหนดให้มีแถบความถี่ป้องกัน (Guard band) อยู่ที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างกิจการ IMT และกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ Satellite Master Antenna Television (SMATV) ที่มีอยู่ถึง 1,600 สถานี นอกจากนี้ OFCA ได้กำหนดให้มีการติดตั้งระบบป้องกันและย้ายสถานีภาคพื้นโลกของดาวเทียมให้อยู่ในพื้นที่ที่กำหนด เพื่อลดผลกระทบของการรบกวนกันของการให้บริการทั้งสองกิจการอีกด้วย (Handford, 2019a)

การจัดสรรคลื่นความถี่นี้ประสบความสำเร็จไปด้วยดี สามารถจัดสรรคลื่นความถี่ได้ทั้งหมดให้แก่ผู้ให้บริการ 4 ราย คือ 1) CMHK 2) HKT 3) SmarTone และ 4) HTCL โดยผู้ให้บริการมีสิทธิที่จะใช้คลื่นความถี่ได้ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2563 และต้องจ่ายเงินเข้ากองทุนเพื่อที่จะสนับสนุนการอัปเกรดอุปกรณ์ของระบบ SMATV ภายในวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 (OFCA, 2019)

5) สิงคโปร์

สิงคโปร์เป็นอีกประเทศหนึ่งที่หน่วยงานกำกับดูแลกิจการสื่อสาร (Infocomm Media Development Authority: IMDA) ก็มีความพยายามที่จะจัดสรรคลื่นความถี่ 3400-3600 MHz นี้ โดยระบุว่าคลื่นความถี่นี้อาจจะสามารถนำมาจัดสรรได้ภายหลังปี พ.ศ. 2564 เนื่องจากสิงคโปร์และประเทศเพื่อนบ้านอาทิ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย ยังมีการใช้งานคลื่นความถี่นี้ในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมอย่างหนาแน่น (Handford, 2019d) และอาจใช้แนวทางการจัดสรรที่คำนึงถึงการอยู่ร่วมกันระหว่าง 2 กิจการเช่นเดียวกับกรณีของเขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีนที่กำหนดให้มีแถบความถี่ป้องกันอยู่ที่ 100 MHz และการกำหนดพื้นที่เฉพาะของสถานีภาคพื้นโลกของดาวเทียม (Handford, 2019a) สิ่งที่น่าสนใจในการจัดสรรคลื่นความถี่ 3400-3600 MHz ของสิงคโปร์คือ การแบ่งคลื่นความถี่นี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) 100 MHz สำหรับไม่มีข้อจำกัดในการใช้งาน (Unrestricted use) และมีข้อจำกัดในการใช้งาน (Restricted use) หรือพื้นที่ภายในอาคารและพื้นที่ใต้ดิน และ 2) 50 MHz สำหรับ Unrestricted use (Handford, 2019c)

2.2 การใช้งานคลื่นความถี่และแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในภูมิภาคลาตินอเมริกา

ค่าเฉลี่ยของปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลของภูมิภาคลาตินอเมริกาอยู่ที่ 490 MHz โดยประเทศบราซิลมีปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่สำหรับกิจการนี้สูงสุดอยู่ที่ 700 MHz ในขณะที่สาธารณรัฐเอกวาดอร์ (เอกวาดอร์) มีปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ต่ำสุดอยู่ที่ 280 MHz (รายละเอียดตารางที่ 2) อย่างไรก็ดี ปริมาณการใช้งานคลื่นความถี่ของแต่ละประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกาต่ำกว่าที่ ITU ได้ทำการประมาณการไว้ว่าปริมาณคลื่นความถี่ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีประชากรอยู่หนาแน่นและเบาบางควรจะอยู่ที่ 1960 MHz และ 1340 MHz ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรสำหรับกิจการ IMT ของแต่ละประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกา

ประเทศ	ปริมาณความถี่จัดสรรสำหรับกิจการ IMT (MHz)
บราซิล	700
เม็กซิโก	650
เปรู	562
อุรุกวัย	515
คอสตาริกา	510
โคลอมเบีย	485
ชิลี	470
กัวเตมาลา	467
อาร์เจนตินา	410
โดมินิกัน	340
เอกวาดอร์	280
ITU คาดการณ์	
พื้นที่ที่ประชากรอยู่อาศัยหนาแน่น	1960
พื้นที่ที่ประชากรอยู่อาศัยเบาบาง	1340

ที่มา: GSMA (2020)

GSMA (2020) รายงานว่า การจัดสรรประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกา ยกเว้นสาธารณรัฐอาร์เจนตินา (อาร์เจนตินา) ได้จัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ไว้ในตารางจัดสรรคลื่นความถี่ของแต่ละประเทศและสามารถใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในปริมาณที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น บราซิล และสาธารณรัฐกัวเตมาลา (กัวเตมาลา) จัดสรรคลื่นความถี่ 3300-3600 MHz ในขณะที่สาธารณรัฐชิลี (ชิลี) สาธารณรัฐโคลอมเบีย (โคลอมเบีย) เอกวาดอร์ และสาธารณรัฐโอเรียนทัลอุรุกวัย (อุรุกวัย) จัดสรรคลื่นความถี่ 3300-4200 MHz ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การจัดสรรคลื่นความถี่ 3300-4200 MHz ของประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกา

ประเทศ	การจัดสรรตามตารางจัดสรรคลื่นความถี่	การจัดสรรตามข้อแนะนำของ ITU
บราซิล	3300-3600	3300-4200
เม็กซิโก	3300-3400	3300-4200
เปรู	3300-3800	3400-3800
อุรุกวัย	3300-4200	3300-4200
คอสตาริกา	3300-3625	3300-4200
โคลอมเบีย	3300-4200	3300-4200
ชิลี	3300-4200	3300-4200
กัวเตมาลา	3300-3600	3300-4200
อาร์เจนตินา	ไม่ได้จัดสรร	3300-4200
โดมินิกัน	3300-3700	3300-4200
เอกวาดอร์	3300-4200	3300-4200

ที่มา: GSMA (2020)

2.3 การใช้งานและแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในกิจการต่าง ๆ ของประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกา

เมื่อพิจารณาถึงการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ใน 3 กิจการ คือ 1) กิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม 2) กิจการประจำที่ และ 3) ว่างพร้อมใช้งาน จะพบว่า

2.3.1 ประเทศในภูมิภาคนี้ จำนวน 7 จาก 11 ประเทศ มีการใช้งานคลื่นความถี่ 3700-4200 MHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม

2.3.2 อาร์เจนตินา บราซิล และเอกวาดอร์ มีการใช้งานคลื่นความถี่ 3600-4200 MHz สำหรับกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม

2.3.3 ประเทศในภูมิภาคนี้ จำนวน 8 จาก 11 ประเทศ ที่ได้ทำการให้คลื่นความถี่ 3300-3400 MHz มีสถานะว่างพร้อมที่จะจัดสรร[4]

[4] รายละเอียดดู 5G and the 3.3-3.8 GHz Range in Latin America (p. 22), by GSMA, 2020.

ความต้องการใช้งานคลื่นความถี่เพิ่มสูงขึ้นจากปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมเคลื่อนที่ที่เพิ่มสูงขึ้น โดย GSMA (2020) ได้คาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2568 เทคโนโลยี 5G จะมีสัดส่วนร้อยละ 7 ของเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมที่มีใช้งานอยู่ในภูมิภาคนี้ ทั้งนี้ เทคโนโลยี 4G จะยังคงเป็นเทคโนโลยีหลักในการให้บริการสื่อสารไร้สายในภูมิภาค จึงเป็นสาเหตุให้แต่ละประเทศในภูมิภาคลาตินอเมริกามีแผนที่จะจัดสรรคลื่นความถี่ให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) 3300-3600 MHz ประกอบด้วย อาร์เจนตินา สาธารณรัฐโดมินิกัน (โดมินิกัน) เอกวาดอร์ กัวเตมาลา และสหรัฐเม็กซิโก (เม็กซิโก)

2) 3300-3700 MHz ประกอบด้วย บราซิล ชิลี โคลอมเบีย และสาธารณรัฐคอสตาริกา (คอสตาริกา)

3) 3300-3800 MHz ประกอบด้วย สาธารณรัฐเปรู (เปรู) และอุรุกวัย

ทั้งนี้ ชิลี บราซิล เม็กซิโก เปรู และโคลอมเบีย จะเป็นกลุ่มประเทศแรกที่จะจัดสรรคลื่นความถี่ดังกล่าวสำหรับให้บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ภายในปี พ.ศ. 2564 นี้ (GSMA, 2020)

3. วิธีการศึกษา

3.1 การเลือกประเทศที่จะใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับประเทศไทย

จากที่ได้กล่าวในส่วนที่ 2 ว่าคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เป็นคลื่นความถี่ที่ทุกเขตภูมิภาคสามารถนำไปใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลได้ ซึ่งในเขตภูมิภาคที่ 1 นั่นคือ ยุโรป ได้นำคลื่นความถี่ไปให้บริการในกิจการโทรคมนาคมอย่างแพร่หลายตั้งแต่การใช้งานในเทคโนโลยี 4G สำหรับเขตภูมิภาคที่ 2 และเขตภูมิภาคที่ 3 นั้น คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ยังมีการใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียมเป็นส่วนใหญ่ และเริ่มมีหลายประเทศดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ เช่น เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีนและบราซิล สำหรับการเลือกประเทศเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา มีคุณลักษณะดังนี้ 1) จำนวนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2) ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรแก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล 3) ความหนาแน่นของการใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม และ 4) แผนการจัดสรรคลื่นความถี่นี้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบคุณลักษณะของประเทศไทยและบราซิล

คุณลักษณะ	บราซิล	ประเทศไทย
จำนวนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่	มีผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 ราย คือ Vivo, Claro, TIM และ Oi โดยมีส่วนแบ่งตลาดของผู้ให้บริการที่ใหญ่ที่สุด คือ ร้อยละ 37[a]	มีผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 ราย คือ AIS, TrueMove, Dtac และ NT และส่วนแบ่งตลาดของผู้ให้บริการที่ใหญ่ที่สุด คือ ร้อยละ 45
ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรแก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล	700 MHz	620 MHz
ความหนาแน่นของการใช้งานในกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม	ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมจำนวน 22 ล้านครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 30.6 ของครัวเรือนทั้งหมด	ผู้รับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม จำนวน 12 ล้านครัวเรือน[b] หรือคิดเป็นร้อยละ 56.3 ของครัวเรือนทั้งหมด
แผนการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz	Anacom มีแผนที่จะนำคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จำนวน 300 MHz มาทำการประมูลร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz 2300 MHz และ 26 GHz โดยจะทำการประมูลในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564	กสทช. มีแผนที่จะนำคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz มาทำการประมูลร่วมกับคลื่นความถี่ย่าน 1800 MHz และ 28 GHz โดยจะทำการประมูลภายในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565

หมายเหตุ : [a] Brazil: Wireless service market share 2020, by operator, by statista, 2021.

[b] สรุปผลที่สำคัญ การมีอุปกรณ์รับชมรายการโทรทัศน์ในครัวเรือน พ.ศ. 2562, โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2562.

ประเทศไทยมีคุณลักษณะและแนวนโยบายในการปรับปรุงคลื่นความถี่ใกล้เคียงกับประเทศบราซิล กล่าวคือ มีจำนวนผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เท่ากัน จำนวน 4 ราย แม้ว่าผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่รายใหญ่ที่สุดของประเทศไทยจะมีส่วนแบ่งตลาดมากกว่าประเทศบราซิลเล็กน้อย อีกทั้ง ปริมาณคลื่นความถี่ที่จัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ทั้งประเทศไทยและบราซิลมีการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในการรับชมโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม (Television Receiver Only: TVRO) ที่ค่อนข้างหนาแน่น โดยมีครัวเรือนมากกว่าร้อยละ 30 ใช้งาน TVRO และทั้งสองประเทศมีแผนการจัดสรรคลื่นความถี่ที่ชัดเจนสามารถนำมาจัดสรรให้แก่กิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากล โดยมีกำหนดช่วงเวลาและคลื่นความถี่ที่จะนำมาจัดสรร ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในตารางที่ 4

3.2 วิธีการศึกษา

การศึกษาปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิลนี้ ใช้วิธีการศึกษาโดยการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth interview) และมีลักษณะการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) ที่มีการกำหนดประเด็นคำถามไว้ล่วงหน้าและส่งให้แก่ผู้ให้สัมภาษณ์ ซึ่งเป็นผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ของประเทศบราซิล คือ Mr. Cristain Gomez และ Mr. Luiz Zoghbi ทั้งนี้ ได้กำหนดประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ ดังนี้

1) เหตุผลความจำเป็นในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิล

2) ทางเลือกในการปรับปรุงคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ตลอดจนวิธีการพิจารณาในการตัดสินใจในการเลือกแต่ละทางเลือก

3) การดำเนินการศึกษาด้านเทคนิค ทั้งด้านการรบกวนกันระหว่างกิจการและการทดสอบอื่นที่เกี่ยวข้อง

การสัมภาษณ์เป็นการดำเนินการแบบเผชิญหน้า (Face-to-face) โดยให้ผู้ให้สัมภาษณ์นำเสนอตามคำถามที่ได้ส่งไปให้ล่วงหน้า และผู้สัมภาษณ์ซักถามเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจที่ชัดเจน

4. ผลการศึกษา

การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของบราซิล

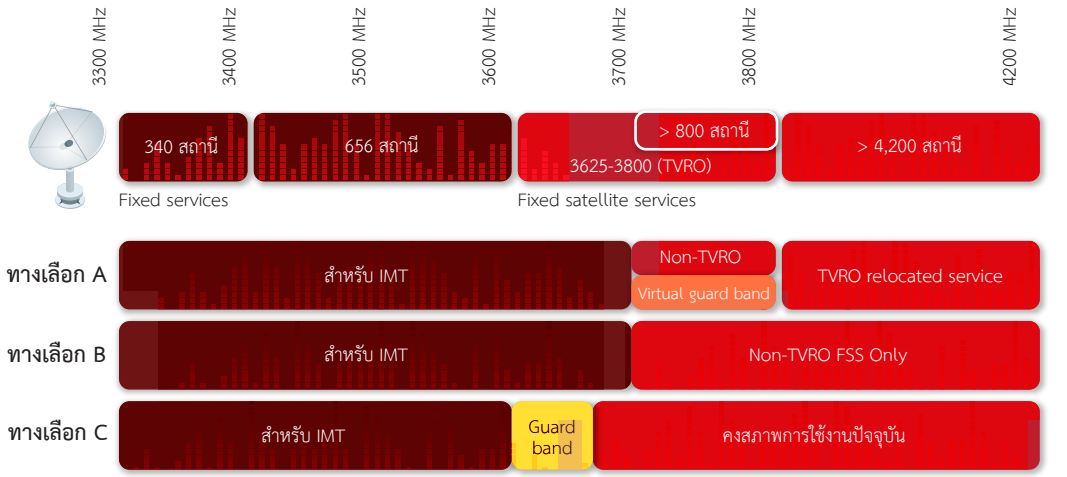
4.1 เหตุผลความจำเป็นในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz

Anacom ต้องการนำคลื่นความถี่จำนวน 700 MHz มาจัดสรรเพิ่มเติมให้แก่ผู้ให้บริการโทรคมนาคมเคลื่อนที่เนื่องจากมีความต้องการใช้งานอินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์เคลื่อนที่เพิ่มสูงขึ้น และต้องการนำเทคโนโลยี 5G มาใช้งาน โดยจะทำการประมูลใน 4 คลื่นความถี่ คือ 700 MHz, 2300 MHz, 3500 MHz และ 26 GHz พร้อมกัน (GSMA, 2020) ในปี พ.ศ. 2564 นี้ โดย Anacom จะนำคลื่นความถี่ 3300-3700 MHz ซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานในกิจการประจำที่ (Fixed service) และกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม เพื่อการรับชมโดยเฉพาะ

Anacom จึงได้เริ่มการศึกษาทางเลือก ผลกระทบของการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz และการศึกษาทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการนำคลื่นความถี่ไปใช้งานร่วมกัน ทั้งในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลและกิจการประจำที่ผ่านดาวเทียม โดยเริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงกันยายน พ.ศ. 2563

4.2 ทางเลือกในการดำเนินการและการศึกษาผลกระทบของปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz

Anacom ได้พิจารณา 3 ทางเลือกในการดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ดังภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 สถานการณ์ใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในปัจจุบันเปรียบกับทางเลือกต่าง ๆ
ที่มา: GSMA (2020) (ดัดแปลงโดยผู้เขียน)

ทางเลือก A การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่านเหนือกว่า 3.8 GHz โดยกำหนดระยะแถบความถี่ป้องกันที่ 100 MHz เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้ หากกิจการ IMT มีการใช้งานเพิ่มขึ้นและมีการใช้งานในคลื่นความถี่ 3700-3800 MHz ให้นำระบบตัวกรองสัญญาณ (Filter) เข้ามาใช้

ทางเลือก B การย้ายกิจการ TVRO ไปใช้งานในช่วงความถี่ย่าน Ku band ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนผ่านย่านความถี่ ซึ่งกรณีนี้ แม้ว่า TVRO จะถูกย้ายออกจากย่านความถี่ C-band แต่กิจการ FSS ซึ่งเป็นกิจการเดิมยังคงมีการใช้งานอยู่

ทางเลือก C การให้ TVRO ยังคงใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่ย่าน 3625 MHz เดิมและพิจารณาการรบกวนกันของคลื่นความถี่เป็นรายกรณี เนื่องจาก TVRO เป็นกิจการที่ถูกใช้ในพื้นที่ชนบท ทั้งนี้ กิจการ IMT ถูกใช้งานในคลื่นความถี่เดียวกันมีพื้นที่การใช้งานอยู่ในตัวเมือง ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้งานของทั้งสองกิจการแม้ว่าจะใช้งานอยู่ในคลื่นความถี่เดียวกันแต่เป็นการใช้งานต่างพื้นที่ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้น้อยที่จะเกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ระหว่างกิจการ ทั้งนี้ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์รบกวนกันของคลื่นความถี่ให้นำหลักการใช้งานตัวกรองสัญญาณเข้ามาปรับใช้เป็นรายกรณีเพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป

LCA Consulting ได้ทำการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของทางเลือกที่ Anacom นำเสนอ[5] พบว่า ทางเลือก A เป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ แม้ว่า TVRO มีบทบาทสำคัญกับกิจการกระจายเสียงของประเทศบราซิลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 (ค.ศ. 1980) แต่ภายหลังเมื่อมีการจัดสรรคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz เพื่อการเปลี่ยนผ่านระบบโทรทัศน์จากแอนะล็อกสู่ดิจิทัลในปี พ.ศ. 2557 (ค.ศ. 2014) ประกอบกับนโยบาย Analogue Switch Off (ASO) ซึ่งรัฐบาลอุดหนุนภาคประชาชนโดยการแจกกล่องโทรทัศน์ดิจิทัล (Set Top Box: STBs) ให้กับผู้ที่มีรายได้น้อย ทำให้อัตราการใช้งาน TVRO ในบราซิลลดลงจากจำนวนผู้ใช้งาน 22 ล้านคนเหลือ 6 ล้านคน อย่างไรก็ดี จากการสำรวจข้อมูลของ Anacom พบว่า TVRO ในปัจจุบันถูกใช้งานโดยผู้มีรายได้น้อยและโดยมากจะถูกใช้งานในพื้นที่ห่างไกลจากตัวเมืองและมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ TVRO ในการรับชมโทรทัศน์ ดังนั้น จึงเป็นประเด็นเชิงนโยบายที่ภาครัฐจะต้องจัดสรรค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหัวรับสัญญาณ (Low-Noise Block Feedhorn: LNBF) ให้แก่ครัวเรือนที่จะได้รับผลกระทบจากการปรับปรุงคลื่นความถี่นี้ เพื่อให้สามารถรับชมโทรทัศน์ได้ต่อไป

การให้บริการ IMT โดยมากผู้ใช้บริการจะกระจุกตัวในพื้นที่เมือง ดังนั้น การใช้งานร่วมกันระหว่าง TVRO และกิจการ IMT ในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz จึงไม่ก่อให้เกิดการรบกวนกันของคลื่นความถี่ เนื่องจากเป็นการให้บริการบนย่านความถี่เดียวกันแต่ให้บริการต่างพื้นที่ นอกจากนี้ GSMA ได้ให้ข้อสังเกตว่า ถึงแม้ว่าการให้บริการ IMT ในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ในเขตพื้นที่ชนบทจะไม่ได้รับการตอบรับและมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนน้อย อย่างไรก็ดี พื้นที่เหล่านี้ยังคงจำเป็นที่จะต้องมีบริการ IMT เพื่อใช้เป็นเครือข่ายโทรคมนาคมหลักที่ใช้งานการติดต่อสื่อสาร ทั้งนี้ หากเกิดเหตุรบกวนกันของคลื่นความถี่ให้พิจารณาหลักการตัวกรองสัญญาณเพื่อใช้แก้ปัญหาเป็นรายกรณี

4.3 การศึกษาทางด้านเทคนิคและการทดสอบที่เกี่ยวข้อง

Anacom ได้ทำการศึกษาทางด้านเทคนิค 2 ส่วน คือ 1) ระยะแถบความถี่ป้องกันที่เหมาะสมในการป้องกันการรบกวนกันระหว่างกิจการ IMT และ FSS และ 2) คุณลักษณะทางเทคนิคของ LNBF ที่สามารถป้องกันการรบกวนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.1 การกำหนดระยะแถบความถี่ป้องกันที่เหมาะสม

แม้ว่า Anacom ได้กำหนดให้กิจการ IMT และ FSS สามารถใช้งานในคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ได้ แต่ก็ยังมีความกังวลถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิคที่จะก่อให้เกิดการรบกวนกัน จึงได้กำหนดให้มีระยะแถบความถี่ป้องกันอยู่ที่ 100 MHz (GSMA, 2020) โดยสามารถทราบจากการกำหนดขนาดคลื่นความถี่ที่จะนำมาประมูล คือ

[5] ผู้ให้บริการโทรคมนาคมได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาให้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นในการดำเนินการในแต่ละทางเลือกที่กำหนด

1) ขนาด 100 MHz จำนวน 2 ชุด และ 80 MHz จำนวน 1 ชุด สำหรับการให้บริการทั่วประเทศ

2) ขนาด 60 MHz จำนวน 1 ชุด สำหรับการให้บริการในภูมิภาค

3) ขนาด 60 MHz จำนวน 1 ชุด สำหรับการให้บริการในภูมิภาค สำรองให้เฉพาะผู้ให้บริการรายเล็ก

4.3.2 การกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคของ LNBF ที่เหมาะสม

Anacom ได้ทำการทดสอบภาคสนาม (Field trial) การอยู่ร่วมกันระหว่าง 2 กิจการ โดยทำการทดสอบใน 2 ช่วงเวลา และช่วงคลื่นความถี่ที่แตกต่างกัน คือ

ช่วงที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเมษายน พ.ศ. 2563 ได้ทำการทดสอบตามข้อกำหนด ดังนี้

1) ใช้งานคลื่นความถี่ IMT ที่ 3300-3600 MHz และ TVRO ที่ 3700-4200 MHz โดยกำหนดระยะแถบความถี่ป้องกันไว้ที่ 100 MHz

2) ทดสอบโดยรับ-ส่งสัญญาณของกิจการ IMT ทั้งเทคโนโลยี 4G และ 5G ที่ปริมาณความกว้างแถบความถี่ (Bandwidth) 60 MHz

3) ทดสอบด้วยจานรับสัญญาณ TVRO ที่มีขนาดของจานรับสัญญาณที่แตกต่างกัน คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5, 1.6, 1.9 และ 2.4 เมตร และใช้ LNBF ทั้งที่มีระบบกรองสัญญาณและไม่มีระบบกรอง

4) ทดสอบในสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด นั่นคือ หัวเสาสัญญาณของ IMT เข้าหาจานรับสัญญาณ TVRO

ช่วงที่ 2 พฤษภาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2563 โดยได้ทำการทดสอบที่มีการเปลี่ยนแปลงการรับ-ส่งสัญญาณของกิจการ IMT เป็นเทคโนโลยี 5G เท่านั้น ที่ปริมาณแบนด์วิดท์ 100 MHz และขนาดของจานรับสัญญาณที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 และ 1.7 เมตร ซึ่งเป็นขนาดที่มีการใช้งานแพร่หลายในบราซิล

เมื่อสิ้นสุดการทดสอบทั้ง 2 ช่วง Anacom ได้เผยแพร่ผลการทดสอบภาคสนามและข้อมูลคุณลักษณะของ LNBF ที่เหมาะสมให้แก่ผู้ผลิตและนำเข้าอุปกรณ์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตและ/หรือนำเข้าอุปกรณ์ LNBF ที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างกิจการ IMT และ TVRO ได้

Anacom ใช้ระยะเวลาเตรียมการปรับปรุงคลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz เกือบ 3 ปี กว่าจะนำคลื่นความถี่นี้มาประมูลในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 คือ ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ที่มีการประกาศนโยบายการพัฒนาโครงข่ายสื่อสารความเร็วสูงด้วยเทคโนโลยี 5G (Tomas, 2021) การประมูลคลื่นความถี่ครั้งนี้จะเป็นการประมูลที่นำคลื่นความถี่ออกมาจัดสรรมากที่สุดในประวัติศาสตร์ของบราซิล โดยจะนำคลื่นความถี่ย่าน 700 MHz, 2300 MHz และ 3500 MHz และคาดการณ์ว่าโครงข่าย 5G จะมีความครอบคลุมทุกเมืองใหญ่ของประเทศภายในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 และจะสามารถนำรายได้เข้ารัฐได้มากถึง 8,600 ล้านเหรียญสหรัฐฯ นอกจากนี้ Anacom ยังกำหนดให้ผู้ชนะการประมูลสามารถนำค่าใช้จ่ายในการลงทุนในการวางโครงข่าย 5G มาหักออกจากเงินประมูลอีกด้วย (Marti, 2021)

5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาจะพบว่าปัจจัยความสำเร็จที่ทำให้การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ซึ่งส่งผลให้ Anacom สามารถนำคลื่นความถี่ย่านนี้มาประมูลเพื่อจัดสรรสำหรับการใช้งานในกิจการโทรคมนาคมเคลื่อนที่สากลได้ มีดังนี้

5.1 การระบุเหตุผลความจำเป็นและวัตถุประสงค์ ตลอดจนการกำหนดทางเลือกในการดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ที่ชัดเจน ซึ่งครอบคลุมทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมด ทั้งทางเลือกที่เป็นสภาพการใช้งานปัจจุบัน (ทางเลือก C) ทางเลือกที่เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้งานทั้งหมด (ทางเลือก B) และทางเลือกที่มีการเปลี่ยนแปลงบางส่วน (ทางเลือก A) ซึ่งการกำหนดทางเลือกดังกล่าวเป็นการกำหนดทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้การศึกษาผลกระทบของแต่ละทางเลือกเป็นไปอย่างรอบด้าน

5.2 การศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจของแต่ละทางเลือกที่กำหนดโดย Anacom ซึ่งได้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมของการใช้งาน TVRO และนโยบายการเปลี่ยนผ่านระบบโทรทัศน์จากแอนะล็อกสู่ดิจิทัล แม้ว่าจะเป็นการดำเนินการโดยผู้ให้บริการโทรคมนาคม แต่ Anacom ก็นำผลการศึกษามาพิจารณาร่วมในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz นี้

5.3 การคำนึงสภาพการใช้งานจริงของจานรับสัญญาณดาวเทียมในปัจจุบัน โดยขยายระยะเวลาการทดสอบทางเทคนิคเพื่อให้สะท้อนสภาพการใช้งานจริงในปัจจุบัน เป็นการดำเนินการที่รอบคอบ อันเป็นผลให้ Anacom สามารถที่จะเผยแพร่ข้อมูลคุณลักษณะของ LNBF ที่เหมาะสมกับทางเลือกได้

6. บทสรุป

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยความสำเร็จในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz พบว่า การระบุเหตุผลความจำเป็นและวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ที่ชัดเจน ตลอดจนการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและผลกระทบทางเทคนิคที่มีการอธิบายรายละเอียดที่ชัดเจน และคำนึงถึงสภาพการใช้งานจริงในปัจจุบัน เป็นปัจจัยความสำเร็จของการดำเนินการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ของประเทศบราซิล

7. ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz สำหรับประเทศไทย

จากการศึกษารายงาน เอกสารที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์ผู้แทน GSMA ขอสรุปบทเรียนและข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงคลื่นความถี่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลื่นความถี่ที่มีการใช้งานอยู่อย่างหนาแน่นในปัจจุบันไว้ ดังนี้

7.1 การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาผลกระทบทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมที่รอบด้าน คำนึงถึงผู้ได้รับผลกระทบ และจะต้องให้ระยะเวลาแก่ผู้ได้รับผลกระทบในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ ดังจะเห็นได้จาก Anacom ใช้ระยะเวลากว่า 3 ปี ในการศึกษาทางเลือกที่เหมาะสม ผลกระทบ และแนวทางการแก้ไขปัญหาการรบกวน ตลอดจนกำหนดเงื่อนไขการใช้งานภายหลังการประมูลที่ทำให้ผู้ใช้งานคลื่นความถี่ทั้ง 2 กิจการใช้งานร่วมกันในย่านความถี่เดียวกันได้ ดังนั้น การกำหนดแผนบริหารคลื่นความถี่ที่ศึกษาถึงรายละเอียดและผลกระทบที่ชัดเจนของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกลุ่มต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดการบริหารความถี่ที่มีประสิทธิภาพ และประเทศไม่เสียโอกาสในการนำคลื่นความถี่มาจัดสรรได้ทันต่อความต้องการและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

7.2 การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ควรพิจารณาถึงทางเลือกที่เป็นไปได้ทุกทางเลือก ทั้งความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ และความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือวิศวกรรม Anacom ได้คำนึงถึงทางเลือกของผู้ให้บริการ TVRO ที่สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ย่านอื่น คือ Ku band เนื่องจากเป็นคลื่นความถี่ที่สามารถให้บริการ TVRO ได้ ซึ่งทางเลือกนี้ กสทช. อาจจะนำมาพิจารณาในการปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ย่าน 3500 MHz ได้ เนื่องจากนอกจากจะสามารถนำคลื่นความถี่ตั้งแต่ 3400-4200 MHz จำนวน 800 MHz มาใช้ในกิจการ IMT ที่สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้มากกว่า FSS แล้วยังเป็นทางเลือกให้ผู้ให้บริการ TVRO พิจารณาแพลตฟอร์มใหม่ที่เหมาะสมในการให้บริการ TVRO แต่อย่างไรก็ดี กสทช. จะต้องคำนึงถึงต้นทุนที่จะเกิดขึ้น ทั้งต้นทุนการเยียวยาชดเชยการเปลี่ยนไปใช้เทคโนโลยีใหม่ และต้นทุนการเยียวยาชดเชยผู้ที่มีสิทธิในการใช้งานคลื่นความถี่เดิม

7.3 การปรับปรุงการใช้คลื่นความถี่ที่จะต้องมีการใช้งานร่วมกันของ 2 กิจการ จำเป็นต้องพิจารณาปัญหาการรบกวนกันเป็นพิเศษ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและเป็นวิทยาศาสตร์ ดังเช่น Anacom ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะของ LNBF ที่สามารถกรองคลื่นความถี่ที่ใช้ในกิจการ IMT ได้ และศึกษาถึงระยะแถบความถี่ป้องกันที่เหมาะสมที่ทำให้ทั้ง 2 กิจการสามารถใช้งานร่วมกันได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณผู้บริหารระดับสูงของสายงานกิจการโทรคมนาคมที่ให้โอกาสในการทำงานเกี่ยวกับการจัดสรรคลื่นความถี่ตลอดช่วงระยะเวลาเกือบสิบปีที่ผ่านมา ทำให้มีโอกาสได้ศึกษาวิธีการจัดสรรคลื่นความถี่และมีส่วนร่วมในการประมูลคลื่นความถี่ที่ผ่านมา และขอบคุณคุณศิริพร พุกกะเวส และคุณกัลยพัชร แก้วเวชบุตร สำหรับการจดบันทึกการประชุมและบทสัมภาษณ์ และที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาเสียสละเวลาให้ข้อคิดเห็นทั้งในโครงร่างของบทความและรายละเอียดเนื้อหา Special thanks to Cristian Gomez and Luiz Zoghbi for sharing information and fruitful discussion in several meetings over the past year.

รายการเอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2564). *รายงานประเมินผลกระทบการปรับปรุงการใช้งานคลื่นความถี่ย่าน 3500 เมะเฮิรตซ์.* https://www.nbtc.go.th

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2562). *สรุปผลที่สำคัญ การมีอุปกรณ์รับชมรายการโทรทัศน์ในครัวเรือน พ.ศ. 2562.* http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านICT/เทคโนโลยีในครัวเรือน/2562/TV_62.pdf

GSMA. (2020). *5G and the 3.3-3.8 GHz Range in Latin America.* https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2020/11/5G-and-3.5-GHz-Range-in-Latam.pdf

Handford, R. (2019a). *Essential protection or throwback? Guard bands will free up the C-band.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/essential-protection-or-throwback-guard-bands-will-free-up-the-c-band/

Handford, R. (2019b). *China's backing of 2.6 GHz for 5G could influence other countries.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/chinas-backing-of-2-6-ghz-for-5g-could-influence-other-countries/

Handford, R. (2019c). *Singapore's proposed 5G band plan faces opposition.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/singapores-proposed-5g-band-plan-faces-opposition/

Handford, R. (2019d). *Singapore eyes 5G network rollout in 2020.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/singapore-eyes-5g-network-rollout-in-2020/

Marti, M. R. (2019). *Japan assigns 5G spectrum for $14.5 billion.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/japan-assigns-5g-spectrum-for-14-5-billion/

Marti, M. R. (2021). *Brazil puts $8.5 billion price tag on 5G spectrum.* PolicyTracker. https://www.policytracker.com/brazil-puts-8-5-billion-price-tag-on-5g-spectrum/

Office of Communications (OFCA). (2019). *Successful Conclusion of Auction of 5G Spectrum in 3.5 GHz band.* https://www.ofca.gov.hk/en/news_info/press_releases/index_id_2005.html

Statista. (2021). *Brazil: wireless service market share 2020,* by operator. https://www.statista.com/statistics/758503/mobile-telephony-market-share-brazil-operator/

Tomas, J. P. (2021). *Brazilian government confirms 5G auction for August: report.* RCRWirelessNews. https://www.rcrwireless.com/20210701/5g/brazilian-government-confirms-5g-auction-august-report

มัลแวร์เรียกค่าไถ่: ภัยคุกคามองค์กรที่ไม่อาจมองข้าม

RANSOMWARE: A CORPORATE THREAT THAT CANNOT BE OVERLOOKED

พนา อังกาบ[1]

เทอดพงษ์ แดงสี[2]

Pana Ungkap[1]

Therdpong Daengsi[2]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10800[1 และ 2]

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok 10800 Thailand[1 and 2]

Corresponding E-mail : therdpong.d@rmutp.ac.th

Received Date August 16, 2021
Revised Date May 22, 2022
Accepted Date May 30, 2022

บทคัดย่อ

มัลแวร์เรียกค่าไถ่เป็นภัยคุกคามทางไซเบอร์รูปแบบหนึ่งที่สามารถสร้างผลกระทบในวงกว้างหรืออาจสร้างความเสียหายให้กับองค์กรได้อย่างมหาศาล บทความนี้จึงศึกษาเกี่ยวกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในมิติที่เกี่ยวข้องกับผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร และพนักงานในองค์กรต่าง ๆ โดยศึกษาจากเอกสารและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุมตั้งแต่วิวัฒนาการ หลักการทำงาน รูปแบบและกลยุทธ์ในการโจมตี รวมทั้งแนวทางในการรับมือมัลแวร์เรียกค่าไถ่ นอกจากนี้ ยังได้รวบรวมข่าวและเหตุการณ์ที่รายงานผ่านสื่ออินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ทั้งที่เกิดขึ้นในประเทศและต่างประเทศ จากการศึกษาพบว่า มัลแวร์เรียกค่าไถ่เป็นการขัดขวางการเข้าถึงข้อมูลด้วยการเข้ารหัสข้อมูลหรือล็อกการใช้งานเครื่องมือหรือระบบทั้งหมด มีรูปแบบการโจมตีที่หลากหลาย โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือต้องการเงินค่าไถ่จากองค์กรภาคเอกชนขนาดใหญ่ หน่วยงานภาครัฐ และโครงสร้างพื้นฐานระดับประเทศ ซึ่งการเรียกค่าไถ่ในระดับร้ายแรงที่สุด จะไม่สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลได้แบบถาวรแม้จะได้รับเงินค่าไถ่แล้วก็ตาม ดังนั้น หน่วยงานทั้งภาคเอกชนและภาครัฐจะต้องสร้างการตระหนักรู้สำหรับภัยคุกคามทางไซเบอร์ในองค์กรรูปแบบนี้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การอบรมถ่ายทอดความรู้ส่งเสริมบุคลากรระดับต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ดูแลระบบสารสนเทศและผู้ใช้งาน ให้มีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นสำหรับการป้องกันและรับมือกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการถูกโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่

คำสำคัญ: มัลแวร์เรียกค่าไถ่ ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ ภัยคุกคามทางไซเบอร์ การโจมตีทางไซเบอร์ เหยื่อ

Abstract

Ransomware became a form of cyber threats that was able to broadly impact or may enormously damage organizations. This article aims to transfer knowledge and enhance awareness associated with ransomware among related stakeholders, namely system administrators, executives, and staff within the organizations. The authors had studied and collected related information about ransomware, including its evolution, concept, form, and strategies, and also the guidelines to deal with ransomware. In addition, the news about ransomware in Thailand and overseas reported on the Internet was also assembled. From this study, it was found that ransomware obstructed the information access by logging in or locking all the tools and systems. There were various kinds of ransomware. Most cases of ransomware targeted large private corporations, government organizations and national infrastructure systems. The most serious ransomware was the case that the files were permanently lost although the ransom had been paid. Therefore, both private and public organizations needed to raise awareness of the cyber threats in their organizations through various processes, such as training, knowledge transfer, and capacity enhancing of personnel at different levels, in particular information system administrators and users, so that they were knowledgeable and capable of preventing and dealing with problems that might occur from ransomware attacks. Able of preventing and dealing with problems that may occur from ransomware attacks.

Keywords: Ransomware, Cybersecurity, Cyber threats, Cyber attacks, Victims

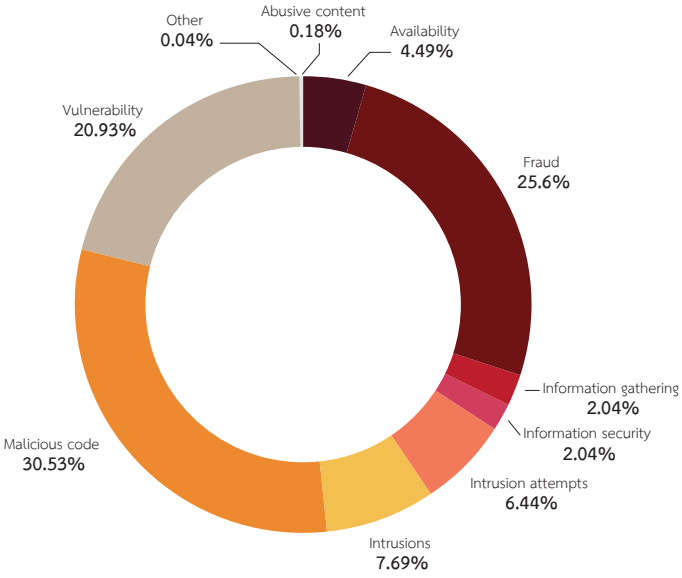
1. บทนำ

มัลแวร์เรียกค่าไถ่ (Ransomware) เป็นมัลแวร์ (Malware) รูปแบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อโจมตีข้อมูลส่วนตัวบนคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานหรือองค์กรต่าง ๆ เพื่อเรียกค่าไถ่หรือขู่กรรโชกทรัพย์ทางดิจิทัล โดยใช้วิธีการเข้ารหัสข้อมูล (Encrypt) แบบเฉพาะทำให้ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือใช้งานระบบได้ จนกว่าจะมีการจ่ายเงินค่าไถ่เพื่อกู้ข้อมูลด้วยรหัสจากผู้ที่ทำการโจมตี ระบบจึงสามารถกลับมาใช้งานได้ปกติ (“Ransomware หรือมัลแวร์เรียกค่าไถ่ฯ”, 2563) อย่างไรก็ตาม การโจมตีทางไซเบอร์ (Cyber attacks) ด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ของผู้ไม่ประสงค์ดี อาจไม่ได้จำกัดเฉพาะเรื่องความต้องการเงินค่าไถ่เท่านั้น แต่อาจโจมตีด้วยวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การก่อกวนสร้างความเดือดร้อน ความท้าทาย และวัตถุประสงค์ทางการเมือง เป็นต้น

การโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่สามารถเป็นได้ทั้งแบบออฟไลน์และออนไลน์ ในแบบออฟไลน์อาจจะใช้วิธีโจมตีเป้าหมายโดยติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูล (Storage device) แต่ส่วนใหญ่ผู้ที่โจมตีจะใช้วิธีออนไลน์โดยการส่งลิงก์ (Link) ที่แฝงมัลแวร์เรียกค่าไถ่อยู่ภายในไปยังอีเมลและข้อความแชต หรือแม้กระทั่งบนเว็บไซต์เพื่อหลอกล่อให้เป้าหมายติดตั้งลงบนเครื่องโดยไม่ทันระวังตัว เมื่อผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ติดมัลแวร์เรียกค่าไถ่นี้ จะไม่สามารถใช้งานระบบหรือเปิดใช้งานไฟล์ได้ และจะมีหน้าต่างแจ้งเตือนขึ้นมาเป็นการบอกวิธีการจ่ายเงินเพื่อรับรหัสปลดล็อกข้อมูล โดยผู้โจมตีมักจะใช้ช่องทางการรับเงินในรูปแบบสกุลเงินดิจิทัลบิตคอยน์ (Bitcoin: BTC) หรือสกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrency) ประเภทอื่น ๆ เนื่องจากทำการตรวจสอบได้ยาก

จากรายงานทางสถิติของสหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2563 (ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย, 2564ก) พบการแพร่กระจายมัลแวร์เรียกค่าไถ่เพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติในเดือนมีนาคม ซึ่งสูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์ถึงร้อยละ 148 ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ที่ทางรัฐบาลออกคำสั่งเรื่องมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส มีการส่งเสริมให้พนักงานทำงานจากที่บ้านโดยการเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของหน่วยงาน นอกจากนี้ยังพบว่าองค์กรในภาคการเงินได้ตกเป็นเป้าหมายหลักของการโจมตีจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่มากถึงร้อยละ 52 ซึ่งเกิดความเสียหายและส่งผลกระทบต่อองค์กรเป็นอย่างมาก

ทั้งนี้ ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทยได้จำแนกประเภทของภัยคุกคามทางไซเบอร์ (Cyber threats) ตามวัตถุประสงค์ของการโจมตี ออกเป็น 10 ประเภท และรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำเป็นสถิติที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2563 (ดังแสดงในภาพที่ 1) ซึ่งพบว่า การโจมตีด้วยซอฟต์แวร์ที่เป็นอันตรายหรือซอฟต์แวร์ไม่พึงประสงค์ (Malicious software หรือ Malicious code) หรือที่นิยมเรียกกันสั้น ๆ ว่า มัลแวร์ (Malware) มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 30.5 (ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย, 2564ข) ซึ่งมากที่สุดเมื่อเทียบกับภัยคุกคามรูปแบบอื่น โดยการโจมตีประเภทนี้ครอบคลุมมัลแวร์ชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นไวรัส (Virus) ม้าโทรจัน (Trojan horse) หรือโทรจัน (Trojan) สปายแวร์ (Spyware) แอดแวร์ (Adware) หนอน หรือเวิร์ม (Worm) และมัลแวร์เรียกค่าไถ่ เป็นต้น (“รู้กันยัง Malicious Code ฯ”, 2558)



ภาพที่ 1 การจำแนกประเภทภัยคุกคามทางไซเบอร์ (มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2563)
ที่มา: ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย (2564ข)

นอกจากนี้ ยังมีรายงานจากบริษัทที่เชี่ยวชาญในการป้องกันมัลแวร์เรียกค่าไถ่แห่งหนึ่งได้รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของค่าไถ่ในไตรมาสที่ 3 ของปี พ.ศ. 2563 อยู่ที่ 178,254 ดอลลาร์สหรัฐฯ (ประมาณ 5.5 ล้านบาท) (Freedman, 2020) และในรายงานยังระบุด้วยว่า ช่องทางการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ส่วนใหญ่มาจากโปรแกรมควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกล รองลงมาคือ การหลอกลวงทางอีเมลหรืออีเมลฟิชชิง (E-mail phishing) และช่องโหว่ของระบบ (Vulnerability) ตามลำดับ (Freedman, 2020) ซึ่งมีความสอดคล้องกับความจำเป็นในการทำงานที่บ้าน (Work from Home) ที่เพิ่มขึ้นที่เป็นผลมาจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 ทำให้มีองค์กรที่เปิดการใช้งานโปรแกรมควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลมากขึ้น และมีการคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2564 ธุรกิจทั่วโลกจะตกเป็นเหยื่อการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในทุก ๆ 11 วินาที (Freedman, 2020) และค่าใช้จ่ายในการป้องกันการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่สำหรับธุรกิจทั่วโลกอาจจะสูงถึงสองหมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐฯ นอกจากนี้มีการประมาณการความเสียหายทั่วโลกที่เกี่ยวข้องกับการโจมตีทางไซเบอร์จะสูงถึง 6 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐฯ

จากสถิติและรายงานที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปัญหามัลแวร์เรียกค่าไถ่เป็นภัยคุกคามรูปแบบใหม่ที่มีแนวโน้มขยายตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นภัยคุกคามองค์กรที่บุคลากรทุกระดับภายในองค์กรต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนต้องให้ความสำคัญและไม่ควรมองข้าม ดังนั้น เพื่อสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการ หลักการทำงาน และลักษณะการโจมตี ระดับชั้นการเรียกค่าไถ่ กลไกการจ่ายเงินค่าไถ่ ตลอดจนข่าวสารเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และเพื่อให้บุคลากรทุกระดับในองค์กร ตลอดจนนักศึกษา นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไป มีความตระหนักรู้ถึงภัยที่อาจคุกคามองค์กรของตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้จากบทความนี้ไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยคุกคามที่อาจเกิดจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่มีแนวโน้มความเสียหายเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. วิธีการศึกษา

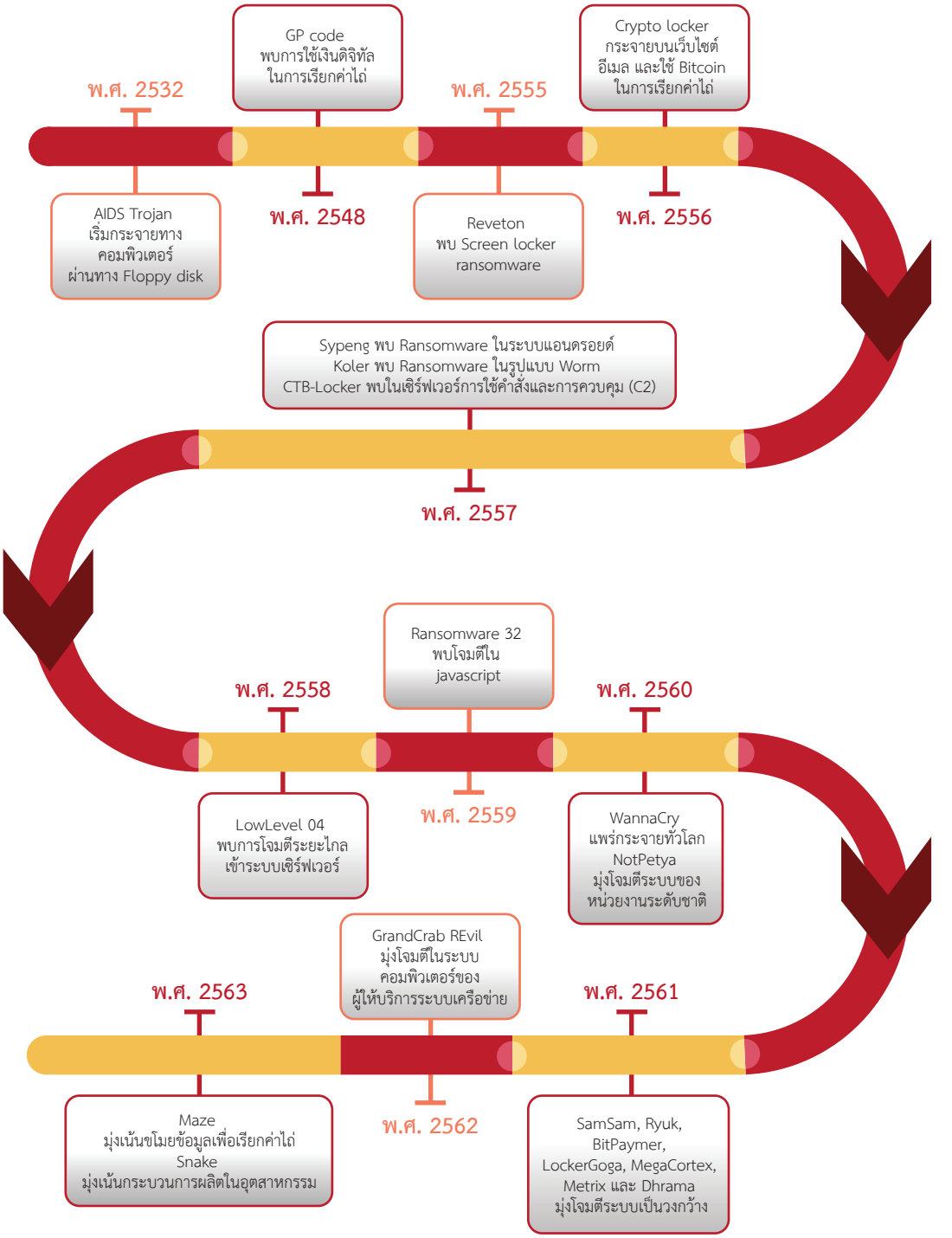
บทความนี้ศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต โดยช่องทางหลักที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือ กูเกิลสกอลาร์ (Google scholar) ซึ่งเป็นช่องทางที่มีความสามารถในการเข้าถึงบทความวิจัยและบทความวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูลอื่น ๆ เช่น ฐานข้อมูล Scopus โดยใช้คำว่า “Ransomware” เป็นคำสำคัญในการค้นหา จากนั้นคัดเลือกบทความที่มีชื่อและเนื้อหาในบทคัดย่อที่สอดคล้องกับเค้าโครงบทความที่ผู้วิจัยกำหนดไว้มากที่สุดมาทำการศึกษาในรายละเอียด นอกจากนี้ ผู้เขียนยังสืบค้นข้อมูลด้วยคำสำคัญทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษอื่น ๆ เพื่อรวบรวมข่าวสารเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่ทันสมัยและเรียบเรียงเป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาในบทความนี้

3. การศึกษารายประเด็น

จากการศึกษาสามารถจำแนกประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้ 8 ประเด็นหลัก ดังนี้

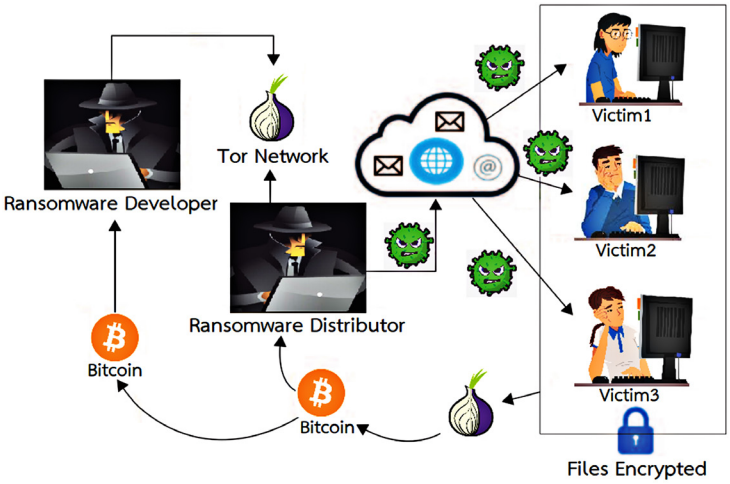
3.1 วิวัฒนาการของมัลแวร์เรียกค่าไถ่

แนวคิดเรื่องการใช้ไฟล์ข้อมูลหรือคอมพิวเตอร์ของเหยื่อเป็นตัวประกันหรือการล็อกไม่ให้ใช้งานเครื่องแล้วเรียกค่าไถ่นั้นมีมานานแล้ว (“วิวัฒนาการของ Ransomwareฯ”, 2563) โดยมีรายงานว่าเมื่อ พ.ศ. 2523 มีการขโมยเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วส่งจดหมายเรียกค่าไถ่ที่บ้าน หลังจากนั้นก็พัฒนากลายมาเป็นมัลแวร์เรียกค่าไถ่ โดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ตัวแรกที่ได้รับการจดบันทึกคือ AIDS Trojan ซึ่งแพร่กระจายผ่านแผ่นบันทึกหรือแผ่นดิสก์ (Floppy disk) เมื่อ พ.ศ. 2532 เหยื่อต้องจ่ายค่าไถ่ผ่านไปรษณีย์เพื่อกู้ไฟล์ข้อมูลและมัลแวร์เรียกค่าไถ่ดังกล่าวจึงถือเป็นต้นกำเนิดของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในปัจจุบัน ซึ่งวิวัฒนาการมัลแวร์เรียกค่าไถ่สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 อย่างไรก็ตาม พบว่าการสร้างมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในปัจจุบันสามารถทำได้ง่ายขึ้นดังตัวอย่างในภาพที่ 3 โดยนักพัฒนาโปรแกรมบางส่วนได้หันมาสร้างมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในรูปแบบ Ransomware-as-a-Service (RaaS) เพื่อจำหน่ายให้กับผู้ซื้อในตลาดมืดหรือตลาดใต้ดิน โดยนักพัฒนาอาจจะได้ส่วนแบ่งเงินเรียกเก็บค่าไถ่ในแต่ละครั้ง (Sood et al., 2018)



ภาพที่ 2 วิวัฒนาการมัลแวร์เรียกค่าไถ่จนถึงปัจจุบัน

ที่มา: “Sophos 2020 Threat Report” (2019) (ดัดแปลงโดยผู้เขียน)



ภาพที่ 3 วงจรการสร้างมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในตลาดมืด
ที่มา: Sood et al. (2018)

3.2 หลักการทำงานของมัลแวร์เรียกค่าไถ่

มัลแวร์เรียกค่าไถ่แบ่งออกเป็นสองประเภทหลัก ๆ (Savage et al., 2015) ได้แก่ ประเภทคริปโต (Crypto) ที่มุ่งเน้นการเข้ารหัสข้อมูล เช่น การเข้ารหัสข้อมูลเอกสาร หรือไฟล์ต่าง ๆ ที่มีค่าบนเครื่องผู้ใช้งาน ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ ส่วนอีกประเภทเรียกว่า ประเภทล็อกเกอร์ (Locker) ซึ่งอาจโจมตีด้วยการล็อกการใช้งานทั้งระบบ ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกโจมตีได้ อย่างไรก็ตาม สำหรับหลักการทำงานทั่วไปของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในบทความนี้จะอธิบายเพิ่มเติมเฉพาะมัลแวร์เรียกค่าไถ่ประเภทคริปโตเท่านั้น เนื่องจากเป็นประเภทเดียวกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ส่วนใหญ่ที่เคยแพร่ระบาด เช่น WannaCry เป็นต้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 การแทรกซึม มัลแวร์เรียกค่าไถ่ต้องถูกติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ของเหยื่อเพื่อเริ่มไฟล์กระบวนการเข้ารหัส นักพัฒนามัลแวร์เรียกค่าไถ่จะแทรกซึมเข้าสู่ระบบด้วยการหลอกล่อเหยื่อให้ติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ โดยอาศัยช่องโหว่ของระบบรักษาความมั่นคงปลอดภัย หรือผ่านโปรแกรมควบคุมเครื่องจากระยะไกล เช่น การส่งอีเมลเพื่อหลอกเหยื่อซึ่งอาจจะเป็นพนักงานฝ่ายบัญชีว่ามีการส่งใบแจ้งหนี้ส่งมาให้เพื่อให้เหยื่อเปิดไฟล์ แต่ความจริงคือไฟล์ดังกล่าวเป็นไฟล์หลอก พอเหยื่อหลงกลเปิดไฟล์ ก็จะเป็นการเรียกใช้งานโค้ดสำหรับติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ของเหยื่อ

3.2.2 การรับกุญแจเข้ารหัส เมื่อมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้แทรกซึมเข้าไปในระบบแล้วจะพยายามทำการรับกุญแจเข้ารหัสข้อมูล ซึ่งมักเป็นกุญแจสมมาตรเนื่องจากเข้ารหัสได้รวดเร็ว ซึ่งกระบวนการนี้จะต้องอาศัยการสื่อสารและทำงานร่วมกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่ติดตั้งบนระบบหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ของเหยื่อ

3.2.3 การเข้ารหัสข้อมูล มัลแวร์เรียกค่าไถ่จะทำการค้นหาไฟล์เฉพาะ เช่น .docx, .xlsx, .pdf, และ .jpg เพื่อเข้ารหัสเฉพาะไฟล์ แต่ยอมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ยังคงใช้งานได้ และทำการเข้ารหัสข้อมูลทีละไฟล์โดยใช้กุญแจสมมาตร หลังจากเข้ารหัสเสร็จสมบูรณ์ กุญแจสมมาตรบนเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกทำลายทันทีเพื่อป้องกันการกู้คืนกุญแจ

3.2.4 การข่มขู่เรียกค่าไถ่และวิธีการจ่ายเงินค่าไถ่ มีการแจ้งเกี่ยวกับเงินค่าไถ่ให้แก่เหยื่อและอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ตลอดจนวิธีการกู้คืนไฟล์ซึ่งการจ่ายเงินค่าไถ่โดยปกติจะใช้สกุลเงินดิจิทัล และชำระผ่านระบบความปลอดภัยที่ไม่ระบุตัวตน (The onion router: Tor) แต่หลังจากจ่ายเงินค่าไถ่แล้วก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะได้รับกุญแจถอดรหัสข้อมูล หรือแม้แต่เมื่อได้รับกุญแจดังกล่าวแล้ว ก็ไม่รับประกันว่าจะสามารถกู้คืนไฟล์ทั้งหมดได้

3.3 ลักษณะการโจมตีของมัลแวร์เรียกค่าไถ่

กลยุทธ์หรือเทคนิคที่ผู้โจมตีใช้ในการโจมตีเหยื่อหรือแพร่กระจายมัลแวร์เรียกค่าไถ่ไปยังเหยื่อมีหลายรูปแบบ ได้แก่ (Challita, 2018; Gallegos-Segovia et al., 2017; Sood et al., 2018)

3.3.1 การโจมตีด้วยการดาวน์โหลด มี 3 แบบ ประกอบด้วย 1) การโจมตีในลักษณะซ่อนตัว ซึ่งหมายถึงการที่เบราว์เซอร์แสดงผลหน้าเว็บไซต์โดยไม่ได้รับอนุญาต แล้วโค้ด (Code) จะถูกเรียกใช้งาน และดาวน์โหลดมัลแวร์เรียกค่าไถ่ทันที 2) การโจมตีโดยตรงซึ่งเป็นการดาวน์โหลดมัลแวร์เรียกค่าไถ่โดยตรงจากโดเมน (Domain) ที่เป็นอันตราย และ 3) การโจมตีทางอ้อมซึ่งหมายถึงการดาวน์โหลดมัลแวร์เรียกค่าไถ่โดยอาศัยช่องโหว่ของระบบในการโจมตี

3.3.2 การโจมตีด้วยอีเมลฟิชชิง เป็นการโจมตีที่แพร่หลายเพื่อหลอกล่อให้ผู้ใช้งานเปิดสิ่งที่แนบมาหรือดึงดูดเพื่อคลิกเว็บไซต์ที่ฝังมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ในทั้งสองกรณีไฟล์แนบที่ดาวน์โหลดมาสามารถเปิดใช้งานโค้ดที่เป็นอันตรายเพื่อดาวน์โหลดไฟล์มัลแวร์เรียกค่าไถ่โดยอาศัยช่องโหว่ของระบบ หรือใช้ฟังก์ชันบางอย่างของระบบปฏิบัติการในทางที่ผิด อย่างไรก็ตาม การโจมตีด้วยอีเมลฟิชชิงส่วนใหญ่มักจะอาศัยการโจมตีด้วยการดาวน์โหลดร่วมด้วย

3.3.3 การโจมตีผ่านโฆษณามัลแวร์ มักใช้โฆษณาและข้อเสนอเลียนแบบโฆษณาของจริงเพื่อแพร่กระจายมัลแวร์ โดยมุ่งเป้าไปที่การดาวน์โหลดมัลแวร์เรียกค่าไถ่ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ปกติ แต่มีการส่งต่อไปเว็บไซต์ที่แฝงมัลแวร์เรียกค่าไถ่

3.3.4 การโจมตีผ่านโพรโทคอลอาร์ดีพี (Remote Desktop Protocol: RDP) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันนี้มีการทำกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านระบบออนไลน์กันอย่างแพร่หลาย จึงมีการเปิดใช้งานโพรโทคอลอาร์ดีพี เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงเครื่องของผู้ใช้จากระยะไกลผ่านพอร์ต (Port) เช่น พอร์ต 3389 เพื่อกำหนดค่าหรือช่วยในการแก้ไขปัญหา ผู้ไม่ประสงค์ดีจึงหาวิธีการในการติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ผ่านช่องทางนี้

3.3.5 การโจมตีด้วยวิศวกรรมสังคม (Social engineering) เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ในการหลอกล่อหรือโน้มน้าวจิตใจของเหยื่อที่มีมานานแล้ว โดยอาศัยจุดอ่อนของเหยื่อ เช่น ความประมาทและความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ปัจจุบันการโจมตีนี้มักแฝงหรือถูกใช้ร่วมกับการโจมตีอื่น เช่น การฟิชชิง (Phishing) การโจมตีด้วยวิศวกรรมสังคม อาจกระทำโดยอาศัยเทคนิคง่าย ๆ เช่น การปลอมเป็นเจ้าหน้าที่แล้วแอบติดตั้งมัลแวร์เรียกค่าไถ่บนเครื่องหรือระบบของเหยื่อผ่านแฟลชไดรฟ์ (Flash drive)

3.3.6 การโจมตีผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social network) การโจมตีรูปแบบนี้จะมีการแบ่งปันข้อความที่มียูอาร์แอล (Universal Resource Locators: URL) หรือลิงก์ที่เป็นอันตรายระหว่างผู้ใช้ที่อยู่ในกลุ่มเครือข่ายสังคมออนไลน์เดียวกัน หากผู้ใช้ที่ได้รับข้อความคลิกลิงก์ดังกล่าว จะเกิดการดาวน์โหลดมัลแวร์เรียกค่าไถ่ลงในเครื่องทันที

3.3.7 การโจมตีผ่านแอปพลิเคชันที่เก็บข้อมูลบนคลาวด์ (Cloud) ผู้โจมตีใช้แอปพลิเคชันที่เก็บข้อมูลบนคลาวด์ในการโจมตี และแบ่งปันลิงก์ต่อสาธารณะผ่านอีเมลฟิชชิง เพื่อหลอกให้กดลิงก์สำหรับดาวน์โหลดไฟล์มัลแวร์เรียกค่าไถ่

3.3.8 การโจมตีผ่านช่องโหว่ของระบบ มัลแวร์เรียกค่าไถ่ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดเป้าหมายการเรียกใช้โค้ดที่สามารถโจมตีช่องโหว่ของระบบปฏิบัติการได้ เช่น EternalBlue เป็นช่องโหว่ของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Microsoft Windows) ที่มัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry และ Petya 14 ใช้ในการแพร่กระจาย

3.3.9 การโจมตีด้วยการสุ่มรหัสผ่าน เป็นการโจมตีโดยการสุ่มรหัสผ่านที่ผู้ใช้ไม่ได้ตั้งไว้ให้รัดกุมเพื่อเข้าสู่ระบบ ซึ่งสามารถโจมตีได้จากการควบคุมระยะไกล เมื่อผู้โจมตีเข้าระบบได้แล้วก็สามารถเปิดใช้งานโค้ดที่เป็นอันตรายเพื่อดาวน์โหลดไฟล์มัลแวร์เพื่อทำการโจมตีได้

3.4 ระดับชั้นของการเรียกค่าไถ่

สำหรับระดับชั้นของการเรียกค่าไถ่ สามารถแบ่งตามลักษณะของการถอดรหัสและการจัดการข้อมูลของเหยื่อหรือผู้เสียหาย โดยจัดเป็น 3 ระดับ ดังนี้ (Sood et al., 2018)

3.4.1 การเรียกค่าไถ่ระดับที่ 1 เป็นการเข้ารหัสข้อมูลเท่านั้น และจะมีการปลดล็อกหรือถอดรหัสให้หากมีการจ่ายเงินค่าไถ่ตามต้องการ โดยไม่มีการควบคุมไฟล์ข้อมูลเหล่านั้นอีกแต่อย่างใด

3.4.2 การเรียกค่าไถ่ระดับที่ 2 นอกจากจะเข้ารหัสข้อมูลแล้ว ยังขโมยข้อมูลอีกด้วย เมื่อได้ค่าไถ่แล้วมีการถอดรหัสให้ แต่ยังสำเนาข้อมูลเก็บไว้เพื่อควบคุมหรือเรียกร้องบางอย่างในภายหลัง

3.4.3 การเรียกค่าไถ่ระดับที่ 3 ผู้โจมตีจะไม่ทำการถอดรหัสข้อมูลให้ แม้ว่าจะได้รับเงินค่าไถ่จากเหยื่อแล้วก็ตาม นั่นหมายความว่าข้อมูลของเหยื่อที่ถูกเรียกค่าไถ่ จะไม่สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลได้แบบถาวร

3.5 กลไกการจ่ายเงินค่าไถ่

กลไกการจ่ายเงินค่าไถ่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ (โจ ไทดี, 2564; Sood et al., 2018)

3.5.1 แจ้งหมายเลขบัญชีให้เหยื่อทราบ เพื่อให้ทำการจ่ายเงินค่าไถ่ในรูปแบบของเงินอิเล็กทรอนิกส์ (eCurrency) เช่น บิตคอยน์ ซึ่งการจ่ายเงินค่าไถ่รูปแบบนี้ เหยื่อจะต้องทำการเปิดบัญชีบิตคอยน์เพื่อทำการฝากเงินและโอนเงินตามคำแนะนำของผู้โจมตีซึ่งไม่ต้องการให้มีการระบุตัวตนของผู้โจมตี

3.5.2 บังคับให้เหยื่อดาวน์โหลดไคลเอนต์ระบบความปลอดภัยที่ไม่ระบุตัวตน ซึ่งเป็นบริการที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้คนสามารถท่องอินเทอร์เน็ตได้โดยไม่เปิดเผยตัวตน ทำให้เหยื่อสามารถสื่อสารผ่านเบราว์เซอร์ Tor เพื่อเปิดใช้งานการจ่ายเงินค่าไถ่แบบไม่ระบุตัวตนได้

3.5.3 จ่ายเงินค่าไถ่ การจ่ายเงินนี้อาจเป็นการจ่ายด้วยสกุลเงินอิเล็กทรอนิกส์ใดก็ได้ที่มิจฉาชีพออนไลน์กำหนด ซึ่งเหยื่อจะต้องระบุหมายเลขประจำตัวที่มัลแวร์เรียกค่าไถ่ให้มา และถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแจ้งเตือนเพื่อรับข้อมูลซึ่งถือเป็นความลับสำหรับใช้ในการถอดรหัสข้อมูล

3.6 เหตุการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่

3.6.1 เหตุการณ์ในต่างประเทศ จากการศึกษานี้พบว่า มัลแวร์เรียกค่าไถ่มักจะมุ่งเน้นโจมตีหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถส่งผลกระทบกับประชาชนทั่วไปในวงกว้าง โดยมีวัตถุประสงค์ในการโจมตีที่หลากหลาย แต่โดยส่วนใหญ่มักต้องการเงินจากค่าไถ่เป็นหลัก ดังตัวอย่างเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในต่างประเทศที่ได้รวบรวมไว้ ดังนี้

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ระบบคอมพิวเตอร์จัดการตั๋วและระบบอีเมลของรถไฟฟ้าในเมืองซานฟรานซิสโก สหรัฐอเมริกา ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี ทำให้ต้องเปิดให้บริการฟรีในช่วงที่เกิดปัญหา (“San Francisco Rail System Hacker Hacked”, 2016) และถูกเรียกค่าไถ่ข้อมูลเป็นจำนวน 100 บิตคอยน์ (ปัจจุบันประมาณ 145 ล้านบาท) พร้อมขู่ว่าจะเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวของพนักงานและลูกค้าออกสู่สาธารณะ อย่างไรก็ตาม หน่วยงานมีประสบการณ์การแก้ปัญหาระบบควบคุมการเดินรถ จึงมีระบบสำรองที่ช่วยให้กู้คืนระบบหลักให้กลับมาเป็นปกติได้อย่างรวดเร็ว

ปี พ.ศ. 2560 ระบบการรักษาพยาบาลในอังกฤษ และส่วนอื่น ๆ ของยุโรป ได้ถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry ทำให้โรงพยาบาลหลาย ๆ แห่งต้องหยุดการให้บริการ นอกจากนี้ มัลแวร์ดังกล่าวยังได้ส่งผลกระทบไปอีกหลายประเทศทั่วโลก โดยลุกลามไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ 200,000 เครื่อง (Chappell, 2017; Rousseau, 2017; “The top 5 UK ransomware attacks”, n.d.) และเมื่อต้นไตรมาสที่ 3 ปีเดียวกัน Maersk ซึ่งเป็นบริษัทขนส่งสินค้าทางทะเลรายใหญ่ของเดนมาร์ก ได้ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ NotPetya โจมตี (Thomson, 2017) ทำให้ระบบต่าง ๆ ภายในท่าเรือ 76 แห่งทั่วโลกใช้งานไม่ได้และต้องปิดระบบเครือข่ายภายในองค์กรหลายวัน รวมถึงระบบอีเมลด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อรายรับในไตรมาสนั้นที่ลดลงกว่า 200 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (6,600 ล้านบาท)

ในอีก 1 ปีถัดมา (พ.ศ. 2561) ได้มีเหตุการณ์ที่มัลแวร์เรียกค่าไถ่ SamSam โจมตีระบบการจ่ายเงินค่าสาธารณูปโภคออนไลน์ของเมืองแอตแลนตา ในรัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนเมษายน โดยค่าไถ่ที่ผู้โจมตีเรียกร้องคือ 6 บิตคอยน์ เป็นเงิน 7,600 ล้านบาท (มูลค่า ณ วันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2564) สำหรับการถอดรหัสคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่ได้รับผลกระทบ ทำให้ผู้บริหารเมืองต้องใช้เงิน 2.6 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ในการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญในการแก้ไขระบบ (Newman, 2018; O'Donnell, 2018)

กลางไตรมาสที่ 3 พ.ศ. 2563 Garmin ซึ่งเป็นบริษัทเทคโนโลยีได้แจ้งปิดระบบและบริการต่าง ๆ ทั่วโลก ได้ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถโจมตีโดยเรียกค่าไถ่สูงถึง 10 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ (ปัจจุบันประมาณ 332 ล้านบาท) ซึ่งส่งผลทำให้บริการต่าง ๆ ของ Garmin Connect ไม่สามารถใช้งานได้ โดยมีรายงานว่า Garmin ยอมจ่ายเงินค่าไถ่เพื่อกู้คืนระบบ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญเชื่อว่ามัลแวร์เรียกค่าไถ่ดังกล่าวคือ WastedLocker (Abrams, 2020) หลังจากนั้นราว 2 เดือน โรงพยาบาลแห่งมหาวิทยาลัยดุสเซนดอร์ฟ (University Hospital Düsseldorf) ในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ได้ถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาลขัดข้อง จึงไม่สามารถรับผู้ป่วยนอกและรักษาแบบฉุกเฉินได้ ต้องส่งตัวผู้ป่วยรายหนึ่งไปยังโรงพยาบาลที่อยู่ห่างออกไปกว่า 30 กิโลเมตร และเสียชีวิตระหว่างทาง อย่างไรก็ตาม ตำรวจได้ติดต่อและแจ้งผู้โจมตีว่าระบบที่ถูกโจมตีเป็นระบบคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาล ผู้โจมตีจึงได้มอบกุญแจดิจิทัลให้เจ้าหน้าที่ทำการกู้คืนระบบเพื่อให้ระบบกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง (Abrams, 2020)

จากนั้นในเดือนตุลาคมปีเดียวกัน มัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่ชื่อ DoppelPaymer ถูกใช้ในการโจมตีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของเมืองฮอลล์เคาตี้ ในรัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา ซึ่งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ดังกล่าวเชื่อมต่อกับหลายระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบจัดการการเลือกตั้งซึ่งจัดเก็บข้อมูลของผู้มีสิทธิ์เลือกตั้งบางส่วนเอาไว้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากทางเมืองฮอลล์เคาตี้ไม่ยอมจ่ายเงินค่าไถ่ ผู้โจมตีจึงได้ทำการเผยแพร่ตัวอย่างข้อมูลที่ผู้โจมตีได้ไป โดยข้อมูลดังกล่าวมีข้อมูลส่วนบุคคล เช่น หมายเลขประกันสังคม ซึ่งถือเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้มีสิทธิ์เลือกตั้งรวมอยู่ด้วย ซึ่งกรณีนี้ถือเป็นกรณีแรกในปี พ.ศ. 2563 ที่การโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานการเลือกตั้งที่เกี่ยวโยงกับการเลือกตั้งประธานาธิบดีในเดือนพฤศจิกายน (Fung, 2020; Hobbs, 2020)

3.6.2 เหตุการณ์ในประเทศไทย จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีการรายงานและเปิดเผยข้อมูล พบว่ามีเหตุการณ์การโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ในประเทศไทยเกิดขึ้นหลายครั้ง ดังที่ผู้เขียนได้สรุปไว้ในภาพที่ 4 ซึ่งอธิบายได้พอสังเขปดังนี้

พ.ศ. 2558	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศแจ้งเตือนภัยจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่ครั้งแรก หลังจากมีการตรวจพบอีเมลที่มีผู้หลอกโจมตีจำนวนมาก
พ.ศ. 2560	• มัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry โจมตีเซิร์ฟเวอร์เกมออนไลน์ Garena บริษัทแจ้งปิดระบบจนกว่าจะแก้ไขเสร็จ • มัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีระบบป้ายโฆษณาดิจิทัลบนถนนวิทยุและถนนวิภาวดี กรุงเทพมหานคร • สำนักงานตำรวจแห่งชาติถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry โจมตี ทำให้ไม่สามารถแจ้งเหตุด่วนเหตุร้ายผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้
พ.ศ. 2562	โรงงาน Hoya Corporation ในประเทศไทยถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี ทำให้ไม่สามารถดูคำสั่งซื้อและออกใบแจ้งหนี้ได้
พ.ศ. 2563	• การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ Maze โจมตี ทำให้ไม่สามารถใช้แอปพลิเคชันค่าบริการได้ • บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) (ThaiBev) ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ Maze โจมตี ทำให้ไม่สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลได้ • โรงพยาบาลสระบุรีถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี ทำให้ข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วยสูญหาย
พ.ศ. 2564	• G-Able บริษัทให้บริการเครือข่ายสารสนเทศถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีและถูกลักลอบนำข้อมูลออกจากระบบมากกว่า 100 MB • สายการบินบางกอกแอร์เวย์ส (Bangkok Airways) ถูกกลุ่ม LockBit กลุ่มแฮกเกอร์สายมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีและลักลอบนำข้อมูลออกจากระบบมากกว่า 200 GB

ภาพที่ 4 สรุปลำดับเหตุการณ์มัลแวร์เรียกค่าไถ่ในประเทศไทย

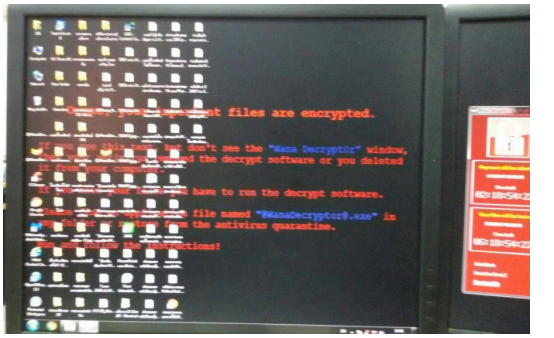
ต้นไตรมาสที่ 2 พ.ศ. 2558 ศูนย์เทคโนโลยีและสารสนเทศ (The Technology and Information Centre: TIC) ได้ออกแถลงการณ์แจ้งเตือนผู้ใช้คอมพิวเตอร์ว่ามีการส่งมัลแวร์เรียกค่าไถ่แพร่กระจายทางอีเมล โดยใช้ชื่อหัวเรื่องที่มีคำว่า “บัญชีถูกล็อก” หรือ “ถูกระงับ” ซึ่งอีเมลเหล่านี้มีไฟล์แนบหลอกให้เข้าไปเปิดไฟล์ แล้วเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกล็อก และถูกเรียกให้จ่ายค่าไถ่ด้วยเงินบิตคอยน์มูลค่า 650 ดอลลาร์สหรัฐฯ (ประมาณ 20,000 บาท) เพื่อแลกกับรหัสปลดล็อกคอมพิวเตอร์ โดยตำรวจสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมทางเทคโนโลยี มีการตรวจพบถึง 82 อีเมลที่มีผู้หลอกโจมตีซึ่งเผยแพร่โดยเครื่องแม่ข่ายอีเมลในประเทศไทย โดยทางศูนย์ฯ ได้แนะนำให้ผู้ที่ได้รับอีเมลลักษณะดังกล่าวให้ลบทิ้งทันที มัลแวร์เรียกค่าไถ่ดังกล่าวเป็นมัลแวร์เรียกค่าไถ่ประเภท CTB Locker ซึ่งมีต้นกำเนิดในสหพันธรัฐรัสเซียและยูเครน (Eakkapop, 2015)

กลางเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 เครื่องแม่ข่ายเกมออนไลน์ Garena Online (Thailand) ถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry ซึ่งเพิ่งโจมตีหลายประเทศทั่วโลก เกมออนไลน์ชื่อ Blade & Soul ได้ทำการปิดระบบออนไลน์ เนื่องจากเครื่องแม่ข่ายถูกโจมตี แล้วบริษัทได้กู้คืนระบบและสามารถกู้คืนข้อมูลของผู้เล่นแต่ละคนไว้ได้เหมือนเดิมเมื่อเกมกลับมาออนไลน์ได้ และผู้เล่นสามารถเล่นเกมต่อจากจุดที่เคยเล่นไว้ได้ทันที (Fredrickson, 2017)

ในช่วงเดือนเดียวกัน (15 พฤษภาคม พ.ศ. 2560) มีการเผยแพร่ภาพบนทวิตเตอร์ (Twitter) ซึ่งเป็นภาพป้ายโฆษณาดิจิทัลบนถนนวิทยุ (ดังภาพที่ 5) และถนนวิภาวดี กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีข้อความที่แสดงให้เห็นว่า ระบบของป้ายโฆษณาดิจิทัลดังกล่าวถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry จากเหตุการณ์นี้สำนักงานตำรวจแห่งชาติแจ้งเตือนให้ทุกหน่วยงานระมัดระวังในการดาวน์โหลดไฟล์จากอินเทอร์เน็ตเพื่อจำกัดความเสี่ยงของการติดมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry (Thaivisa, 2017) อย่างไรก็ตาม 5 วันถัดมา สำนักงานตำรวจแห่งชาติได้เปิดเผยว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry โจมตีระบบคอมพิวเตอร์ของศูนย์รับแจ้งเหตุฉุกเฉิน 191 ของจังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดฉะเชิงเทรา (ดังภาพที่ 6) ทำให้ระบบไม่สามารถรองรับการรับแจ้งเหตุ (“งานเข้า ศูนย์ฯ 191 โดนมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีฯ”, 2560)

ภาพที่ 5 ป้ายโฆษณาดิจิทัลบนถนนวิทยุ ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี

ที่มา: Thaivisa (2017)



ภาพที่ 6 คอมพิวเตอร์ของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ WannaCry โจมตี

ที่มา: “งานเข้า ศูนย์ฯ 191 โดนมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีฯ” (2560)

นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า บริษัท HOYA Corporation ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ออปติกจากญี่ปุ่นถูกโจมตีทางไซเบอร์เมื่อปลายเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ทำให้ต้องปิดสายการผลิตบางส่วนในประเทศไทยเป็นเวลา 3 วัน ทั้งนี้บริษัทเปิดเผยว่า คอมพิวเตอร์ราว 100 เครื่องติดมัลแวร์ที่ออกแบบมาเพื่อขโมยข้อมูล นอกจากนี้ ยังทำให้พนักงานไม่สามารถดูคำสั่งซื้อได้ และคอมพิวเตอร์ที่สำนักงานใหญ่ในญี่ปุ่นก็ได้รับผลกระทบไปด้วย จึงไม่สามารถออกใบแจ้งหนี้ได้ ส่งผลทำให้กำลังการผลิตของโรงงานลดลงประมาณร้อยละ 60 (Gatlan, 2019) ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 มัลแวร์เรียกค่าไถ่ Maze ได้โจมตีการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผ่านทางอีเมล ส่งผลให้ประชาชนไม่สามารถจ่ายค่าไฟผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้ (“การไฟฟ้าฯ”, 2563) กฟภ. จึงได้ปิดระบบเพื่อแก้ไขปัญหาและเปิดระบบใหม่ แล้วถูกโจมตีซ้ำด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่อีกครั้งในอีกไม่กี่วันถัดมา ซึ่งครั้งนี้มีเจ้าหน้าที่ของศูนย์ความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติได้เข้ามาร่วมตรวจสอบระบบและร่วมให้คำแนะนำในการกู้คืนระบบ (Varghese, 2020) จากนั้นในช่วงต้นเดือนสิงหาคมปีเดียวกัน

บริษัท ไทยเบฟเวอเรจ จำกัด (มหาชน) ก็ได้ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ Maze โจมตีระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับที่มีการโจมตี กฟภ. และมีรายงานของกลุ่ม Maze ที่ระบุรายละเอียดของบริษัทที่ตกเป็นเหยื่อของการโจมตีดังกล่าวด้วย รวมถึงการระบุชื่อไฟล์ที่เข้ารหัสเรียกค่าไถ่ขนาด 713 MB โดยผู้โจมตีประกาศว่าให้เวลา 10 วัน ในการดำเนินการจ่ายค่าไถ่ (Lebowski, 2020)

นอกจากนี้ยังมีกรณีของโรงพยาบาลสระบุรีที่เป็นข่าวดัง ซึ่งถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ชื่อ Voidcrypt/Spade ซึ่งเข้าโจมตีเมื่อวันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2563 (ณัชธนัท จุโฬทก, 2563) ส่งผลให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เครือข่ายระบบโทรศัพท์ภายในโรงพยาบาล รวมถึงฐานข้อมูลของผู้ป่วยและภาพสแกนเวชระเบียนผู้ป่วยไม่สามารถใช้งานได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่า ตามที่มีข่าวการเรียกเงินค่าไถ่จำนวน 200,000 บิตคอยน์ (ประมาณ 63,000 ล้านบาท) ในสื่อนั้นไม่เป็นความจริง นอกจากกรณีของโรงพยาบาลสระบุรียังมีรายงานด้วยว่าที่โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ก็เคยถูกโจมตีเช่นกันเมื่อ พ.ศ. 2562 (“แคสเปอร์สกี้กระตุ้นโรงพยาบาลไทยฯ”, 2563)

สำหรับกรณีล่าสุด มัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้โจมตีบริษัทผู้บริการด้านระบบสารสนเทศชั้นนำแห่งหนึ่งในประเทศไทย เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2564 โดยกลุ่มที่ชื่อว่า BlackMatter ซึ่งได้ประกาศการโจมตีระบบของบริษัท G-Able ซึ่งเป็นบริษัทที่ให้บริการด้านการป้องกันระบบและเครือข่ายสารสนเทศ ส่งผลให้ข้อมูลในระบบถูกล็อก ในรายงานข่าวระบุว่า มีการอ้างในเว็บไซต์ของกลุ่ม BlackMatter ว่าได้นำไฟล์ข้อมูลออกมาจากระบบของบริษัทดังกล่าวมากกว่า 100 กิกะไบต์ และมีการปล่อยไฟล์จำนวนหนึ่งออกมาเพื่อเป็นการยืนยันว่ากลุ่มดังกล่าวมีการครอบครองไฟล์ข้อมูลอยู่จริง อย่างไรก็ตาม ทางบริษัทได้ชี้แจงว่าบริษัทได้ตรวจพบความผิดปกติของระบบเครือข่ายจากมัลแวร์ประเภทหนึ่ง และได้เข้าควบคุมและกู้คืนระบบที่ได้รับผลกระทบแล้วจากระบบสำรองข้อมูล และระบุว่าเหตุการณ์นี้ไม่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานของบริษัทและลูกค้าแต่อย่างใด (“G-Able ถูกเรียกค่าไถ่ฯ”, 2564)

สำหรับกรณีสุดท้ายในบทความนี้ ในช่วงต้นเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 มีรายงานข่าวว่าสายการบินบางกอกแอร์เวย์ส (Bangkok Airways) ได้ทำการแจ้งเตือนลูกค้าให้รีบทำการเปลี่ยนรหัสผ่าน และติดต่อกับผู้ให้บริการบัตรเครดิตโดยด่วน เนื่องจากบริษัทถูกกลุ่มแฮ็กเกอร์ LockBit โจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ และมีรายงานว่า มีข้อมูลเกี่ยวกับธุรกิจกว่า 200 GB ถูกเผยแพร่ออกมา หลังจากที่บริษัทฯ ปฏิเสธที่จะจ่ายเงินค่าไถ่ อย่างไรก็ตาม มีข้อมูลส่วนตัวของผู้โดยสารที่เคยใช้บริการถูกปล่อยออกมาด้วย เช่น ชื่อ-นามสกุล เบอร์โทรศัพท์ อีเมล ที่อยู่ ข้อมูลหนังสือเดินทาง และเลขบัตรเครดิต เป็นต้น (“ข้อมูลลูกค้า Bangkok Airways”, 2564)

3.7 มาตรการเตรียมพร้อมรับมือมัลแวร์เรียกค่าไถ่

เพื่อรองรับปัญหามัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กร ผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบสารสนเทศตลอดจนผู้ใช้งานควรดำเนินการดังนี้ (สุรชัย ฉัตรเฉลิมพันธุ์ และเทอดพงษ์ แดงสี, 2563, น. 4-5; Gallegos-Segovia et al., 2017; Microsoft, n.d.; Sood et al., 2018)

3.7.1 ดำเนินการสำรองข้อมูลระบบ การดำเนินการอย่างแรกและเป็นการดำเนินการที่ได้ผลดีที่สุดคือ การกู้คืนจากข้อมูลสำรอง ดังนั้น การสำรองข้อมูลควรทำอย่างสม่ำเสมอและสมบูรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสำรองข้อมูลสำคัญหลาย ๆ ครั้งเป็นสิ่งที่จำเป็น นอกจากนี้การสำรองข้อมูลบนคลาวด์จะดีกว่าการเก็บรักษาสำเนาในเครื่อง เนื่องจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่สามารถค้นหาและลบหรือเข้ารหัสข้อมูลสำรองบนโฮสต์ (Host) และเครือข่ายได้ หากไม่สามารถสำรองข้อมูลบนบริการคลาวด์ได้ การสำรองข้อมูลจะต้องแยกออกจากกัน เช่น การสำรองข้อมูลจากระบบของสำนักงานใหญ่ การเก็บไว้บนระบบจัดเก็บข้อมูลของสำนักงานสาขาที่มีความมั่นคงปลอดภัย เป็นต้น ในกรณีที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ควรทำการสำรองข้อมูลและลองทำการคืนค่าไฟล์เมื่อถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่

3.7.2 ดำเนินการอัปเดตระบบ มัลแวร์เรียกค่าไถ่บางตัว เช่น WannaCry และ Petya ใช้ประโยชน์จากช่องโหว่ที่เป็นที่รู้จักในระบบปฏิบัติการในการแพร่กระจายตัวเอง ดังนั้น การอัปเดตระบบปฏิบัติการให้ทันสมัยอยู่เสมอจะช่วยป้องกันมัลแวร์เรียกค่าไถ่ดังกล่าวได้ นอกจากนั้นแล้ว ต้องทำการอัปเดตโปรแกรมทั้งหมดที่มีการใช้งานด้วย เช่น เบราว์เซอร์ เนื่องจากอาจมีช่องโหว่ให้ถูกโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้เช่นกัน

3.7.3 ดำเนินการควบคุมการเข้าถึงเว็บไซต์และเนื้อหาที่มีความเสี่ยง โดยทั่วไปแผนกไอทีมีบทบาทและหน้าที่ในการจัดการเกี่ยวกับความเสี่ยงจากภัยคุกคามจากมัลแวร์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม สำหรับองค์กรขนาดใหญ่จะมีกลุ่มงานที่ดูแลด้านความมั่นคงปลอดภัยโดยเฉพาะ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเข้าถึงเว็บไซต์และเนื้อหาที่มีความเสี่ยงหรืออาจเป็นแหล่งแพร่มัลแวร์ต่าง ๆ โดยทำการขึ้นบัญชี หรือแบล็กลิสต์ (Blacklist) ของโดเมนเนม (Domain name) ที่ไม่เหมาะสมหรือเสี่ยงที่จะเป็นแหล่งแพร่มัลแวร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโดเมนเนมหรือไอพีแอดเดรส (IP address) ที่มัลแวร์ใช้ในการสร้างโดเมนเนมปลอมแบบสุ่มด้วยอัลกอริทึม DGA (Domain Generation Algorithms: DGA)

3.7.4 ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมและระบบป้องกัน โปรแกรมป้องกันไวรัส (Antivirus software) รวมถึงมัลแวร์เรียกค่าไถ่จะสแกนไฟล์ที่น่าสงสัยทั้งหมดและทำการวิเคราะห์ว่าไฟล์เหล่านั้นปลอดภัยหรือไม่ และหากตรวจพบก็จะทำการหยุดการทำงานของมัลแวร์เหล่านั้น ส่วนไฟร์วอลล์ (Firewall) เป็นระบบที่สามารถป้องกันการรับส่งข้อมูลที่เป็นอันตราย เช่น การสื่อสารจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่ไปยังเครื่องแม่ข่ายระบบคำสั่งและการควบคุมซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้มัลแวร์เรียกค่าไถ่ทำงานได้ นอกจากนี้ องค์กรควรมีระบบวีพีเอ็น (Virtual Private Network: VPN) สำหรับให้พนักงานสามารถเข้าถึงระบบสารสนเทศขององค์กรผ่านเครือข่ายสาธารณะได้อย่างปลอดภัย

3.7.5 ปิดการใช้งานยูทิลิตีของวินโดวส์ที่ไม่จำเป็น มัลแวร์เรียกค่าไถ่ (บางตัว) สามารถลบไฟล์ Visio Stencil (VSS) บนวินโดวส์ได้ ด้วยการใช้งานวินโดวส์ยูทิลิตี (Utility program) ที่มีความสามารถในการลบไฟล์ VSS และในทำนองเดียวกัน Windows Script Host (WSH) ก็มักจะมีมัลแวร์เรียกค่าไถ่บางตัวที่ถูกพัฒนาบนพื้นฐานของ JavaScript นำไปใช้งานในทางที่ผิดด้วย ดังนั้นจึงควรปิดการใช้งานวินโดวส์ยูทิลิตีที่ไม่จำเป็นซึ่งรวมไปถึงสคริปต์ PowerShell ด้วย

3.7.6 ใช้รหัสผ่านที่คาดเดาได้ยาก มัลแวร์เรียกค่าไถ่บางตัว เช่น WYSIWYE และ SamSam สามารถโจมตีระบบได้ด้วยการสุ่มเดารหัสผ่านของ RDP login ซึ่งเป็นโพรโทคอล (Protocol) ที่ใช้สำหรับโปรแกรมควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกล อย่างไรก็ตาม ปัญหานี้เป็นปัญหาที่สามารถป้องกันได้ง่าย ๆ ด้วยการตั้งรหัสผ่านสำหรับการเข้าถึงระยะไกล (Remote access) ทั้งหมดให้มีความซับซ้อนและคาดเดาได้ยาก รวมไปถึงการกำหนดนโยบายที่เหมาะสมบนไฟร์วอลล์เพื่อสกัดกั้นทราฟฟิก (Traffic) ที่ไม่ได้รับอนุญาตหรือไม่มีสิทธิ์ในการเข้าถึงระบบ

3.7.7 ดำเนินการฝึกอบรมและการสร้างความตระหนักรู้ให้กับพนักงาน ดำเนินการฝึกอบรมและสร้างความตระหนักรู้ให้กับพนักงานด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การอบรมถ่ายทอดความรู้ การแนะนำให้หลีกเลี่ยงการดาวน์โหลดจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถือ ให้ระวังในการเปิดไฟล์แนบที่หลอกล่อด้วยคำหรือเนื้อหาที่ดูน่าสนใจ เช่น ใบแจ้งหนี้ (ยกเว้นกรณีที่ส่งมาจากแหล่งที่เชื่อถือได้) ห้ามกดหรือคลิกลิงก์หรือยูอาร์แอลที่น่าสงสัย ไม่รู้จัก หรือไม่น่าเชื่อถือ และหลีกเลี่ยงการต่อแฟลชไดรฟ์ที่ไม่รู้จักหรือไม่น่าเชื่อถือ เป็นต้น และอาจรวมถึงการจำลองการโจมตีเพื่อให้พนักงานมีความตระหนักและรู้เท่าทันภัยทางไซเบอร์

3.7.8 ดำเนินการจัดทำแผนฉุกเฉินและแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ เพื่อให้องค์กรสามารถดำเนินงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่องแม้จะประสบปัญหาวิกฤตที่อาจเกิดจากการถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ควรมีการจัดทำแผนฉุกเฉินหรือแผนบริหารความต่อเนื่อง โดยจะต้องทำการศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการโจมตีของมัลแวร์ต่าง ๆ มีการวิเคราะห์และคาดการณ์ความเสี่ยง ตลอดจนกำหนดแผนฟื้นฟู อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการทดสอบแผนและมีการซ้อมแผน เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนหากพบปัญหาในระหว่างการทดสอบหรือซ้อมแผน

3.7.9 ติดตามข่าวสารช่องโหว่หรือภัยคุกคามต่าง ๆ ควรติดตามข่าวสารเกี่ยวกับช่องโหว่หรือภัยคุกคามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ (Cybersecurity) เช่น ข่าวสารจากที่เผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ของศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย (ไทยเซิร์ต) เป็นต้น รวมถึงการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับวิธีการป้องกันมัลแวร์เรียกค่าไถ่และมัลแวร์หรือการโจมตีอื่น ๆ เพื่อไม่ให้ตกเป็นเหยื่อของเหล่าผู้ไม่หวังดีหรือมิจฉาชีพออนไลน์ และเพื่อความปลอดภัยขององค์กรและตัวผู้ใช้งานเอง

3.8 มาตรการรับมือเมื่อถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่

เพื่อให้สามารถรับมือได้อย่างทันท่วงทีในกรณีที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ในองค์กรถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ผู้ดูแลระบบสารสนเทศควรดำเนินการตามมาตรการต่อไปนี้ (โจ ไทดี, 2564; “About the Project”, n.d.; Avast, n.d.; Elradi et al., 2021; Microsoft, n.d.)

3.8.1 ดำเนินการตัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายทุกช่องทาง โดยถอดสายแลน (Local Area Network: LAN) ปิดการทำงานของอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) ตลอดจนฮอตสปอต (Hot spot) และเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลหรือบลูทูท (Bluetooth) เพื่อหยุดการแพร่กระจายมัลแวร์เรียกค่าไถ่ไปยังคอมพิวเตอร์และเครื่องแม่ข่ายอื่น ๆ

3.8.2 ตรวจสอบขอบเขตการแพร่กระจายของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ โดยตรวจสอบแฟ้มข้อมูลหรือโฟลเดอร์ (Folder) ที่มีการใช้งานร่วมกันกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นและตรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้น รวมไปถึงอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย เช่น สตอเรจ (Storage) และที่ไม่ได้เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย เช่น ฮาร์ดดิสก์ภายนอก (External hard disk) หรือแฟลชไดรฟ์ นอกจากนี้ควรตรวจสอบด้วยว่าไฟล์ข้อมูลที่จัดเก็บอยู่บนคลาวด์ เช่น Google Drive, DropBox เป็นต้น ถูกมัลแวร์เรียกค่าไถ่ล็อกการเข้าถึงหรือไม่

3.8.3 ตรวจสอบและระบุประเภทและชื่อของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ เมื่อมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตีเครื่องคอมพิวเตอร์ของเหยื่อหรือเป้าหมายแล้ว จะแสดงข้อความบนหน้าจอเพื่อแจ้งให้เหยื่อทราบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกควบคุมโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่แล้ว พร้อมกับข้อความเรียกค่าไถ่ หากต้องการกู้คืนข้อมูล ในกรณีที่เป็นการโจมตีในระดับองค์กร ผู้ดูแลระบบจะต้องตรวจสอบแล้วระบุให้ได้ว่าถูกโจมตีด้วยมัลแวร์ใด เพื่อประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการร้องขอความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญหรือบริษัทที่ให้บริการระบบรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์

3.8.4 ตอบสนองอย่างเหมาะสม การตอบสนองอาจแตกต่างกันไปตามสถานการณ์และความรุนแรง ในกรณีที่เป็นองค์กร ต้องทำการแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบสารสนเทศและหัวหน้าส่วนงานให้รับทราบ (ซึ่งอาจรวมไปถึงการแจ้งข่าวสารไปยังชุมชนออนไลน์ที่เกี่ยวข้องให้ได้รับทราบด้วยเพื่อเป็นการเตือนภัย) ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญไม่แนะนำให้จ่ายเงินค่าไถ่ เพราะไม่มีอะไรรับประกันว่าจะสามารถกู้คืนไฟล์ข้อมูลได้ สำหรับแนวทางที่ควรปฏิบัติ ปกติจะเริ่มต้นด้วยการค้นหาข้อมูลสำรอง และหาวิธีลบมัลแวร์เรียกค่าไถ่ออกจากระบบหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติด แล้วทำการกู้คืนข้อมูลจากชุดข้อมูลที่มีการสำรองไว้ อย่างไรก็ตาม หากต้องการที่จะถอดรหัสไฟล์ข้อมูล จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคที่อาจมีการเผยแพร่ไว้ในชุมชนออนไลน์หรือเว็บไซต์ของผู้ให้บริการด้านการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปัจจุบันมีมัลแวร์เรียกค่าไถ่หลายตัวที่สามารถถอดรหัสได้แล้ว และเมื่อสามารถแก้ไขปัญหาได้ ควรมีการถอดบทเรียนจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง

4. ผลจากการศึกษารายประเด็นและอภิปรายผล

จากการศึกษารายประเด็นนี้พบว่า มัลแวร์เรียกค่าไถ่มีต้นกำเนิดมาจากการใช้ไฟล์ข้อมูลหรือคอมพิวเตอร์ของเหยื่อเป็นตัวประกันเมื่อกว่า 40 ปีที่แล้ว ก่อนที่จะมีวิวัฒนาการมาเป็นมัลแวร์เรียกค่าไถ่ดังเช่นปัจจุบัน ซึ่งมัลแวร์เรียกค่าไถ่ที่เคยแพร่ระบาดส่วนใหญ่เป็นประเภทคริปโตที่มุ่งเน้นการเข้ารหัสข้อมูลแล้วข่มขู่เรียกค่าไถ่ สำหรับลักษณะการโจมตีก็มีหลายรูปแบบ เช่น การโจมตีด้วยการดาวน์โหลด การโจมตีด้วยอีเมลฟิชชิง การโจมตีผ่านช่องโหว่ของระบบ และการโจมตีด้วยการสุ่มรหัสผ่าน เป็นต้น การเรียกค่าไถ่แบ่งได้ 3 ระดับ โดยระดับที่ 3 ร้ายแรงที่สุด เพราะแม้จะได้รับเงินค่าไถ่แล้วก็จะไม่สามารถเปิดไฟล์ข้อมูลได้แบบถาวร แม้เหยื่อจะโอนเงินเพื่อจ่ายค่าไถ่ในรูปแบบของเงินอิเล็กทรอนิกส์ เช่น บิตคอยน์ แล้วก็ตาม ในช่วง 5-6 ปีที่ผ่านมาพบเหตุการณ์การโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ครั้งใหญ่ ๆ หลายครั้ง ทั้งในและต่างประเทศ เช่น เหตุการณ์ที่ Garmin ซึ่งเป็นบริษัทเทคโนโลยีได้ถูกโจมตีเมื่อช่วงไตรมาสที่ 3 พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นช่วงไล่เลี่ยกับเหตุการณ์การโจมตีโรงพยาบาลสระบุรีที่เป็นข่าวดังในประเทศไทย ที่ส่งผลให้ไม่สามารถเข้าถึงระบบต่าง ๆ รวมถึงข้อมูลเวชระเบียนผู้ป่วยได้ ดังนั้น ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องภายในองค์กรจะต้องมีมาตรการเตรียมพร้อมรับมือมัลแวร์เรียกค่าไถ่ เช่น การสำรองข้อมูล การอัปเดตระบบ การฝึกอบรม และการสร้างความตระหนักรู้ให้กับบุคลากร และการจัดทำแผนฉุกเฉินและแผนความต่อเนื่องทางธุรกิจ เป็นต้น นอกจากนี้ จะต้องเตรียมมาตรการรับมือเมื่อถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่เอาไว้ด้วย ซึ่งมาตรการเตรียมพร้อมรับมือการโจมตีและรับมือเมื่อถูกโจมตีแต่ละข้อที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยล้วนมีความสำคัญในมิติที่แตกต่างกันที่ผู้เกี่ยวข้องไม่ควรละเลย อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามมาตรการดังกล่าว จำเป็นจะต้องมีงบประมาณสนับสนุนที่อาจเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างสูงในช่วงปีแรกที่ดำเนินการ ซึ่งเป็นประเด็นที่ผู้บริหารองค์กรต้องเป็นผู้พิจารณาและดำเนินการขับเคลื่อนเพื่อให้ได้มาซึ่งงบประมาณสำหรับการลงทุนในมาตรการต่าง ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจประเมินค่ามิได้หากถูกโจมตีโดยมัลแวร์เรียกค่าไถ่

จากการศึกษานี้ ชัดเจนว่า มัลแวร์เรียกค่าไถ่สามารถทำการขัดขวางการเข้าถึงข้อมูลด้วยการเข้ารหัสข้อมูลหรือการล็อกการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธีล็อกการใช้งานเครื่องหรือระบบทั้งหมด ผู้โจมตีอาจใช้มัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วยวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย แต่วัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อต้องการเงินค่าไถ่จากองค์กรต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคเอกชนขนาดใหญ่ หน่วยงานภาครัฐ และโครงสร้างพื้นฐานระดับประเทศ เพื่อให้การโจมตีมีผลกระทบในวงกว้าง เช่น ระบบรถไฟขนส่งผู้โดยสาร ระบบขนส่งสินค้า โรงพยาบาล โรงผลิตไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม คาดว่ามีองค์กรขนาดเล็กจำนวนหนึ่งที่ถูกโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วยเช่นกัน เพียงแต่ไม่เป็นข่าวตามสื่อต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจุบันมีการโจมตีผ่านโปรแกรมควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานจากบ้านที่เพิ่มขึ้นอย่างมากในปัจจุบัน อันเป็นผลมาจากการแพร่ระบาดของโควิด-19 ที่ทำให้มีการเปิดการใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้โพรโทคอลอาร์ดีพีมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าพฤติกรรมของมัลแวร์เรียกค่าไถ่ได้เปลี่ยนไป โดยผู้โจมตีจะขโมยข้อมูลออกมาก่อน จากนั้นจึงทำการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อเรียกค่าไถ่โดยแสดงข้อความแจ้งบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังนำตัวอย่างข้อมูลที่ขโมยออกไปแนบกับอีเมลเพื่อขู่กรรโชกว่าจะนำข้อมูลเผยแพร่ในโลกออนไลน์หากไม่ได้รับการจ่ายเงินภายในเวลาที่กำหนด

5. บทสรุป

จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า มัลแวร์เรียกค่าไถ่เป็นภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่สามารถสร้างผลกระทบและสร้างความเสียหายให้กับองค์กรได้อย่างคาดไม่ถึง อย่างไรก็ตาม หากผู้ดูแลระบบสารสนเทศและผู้ใช้งานมีความตระหนักและปฏิบัติตามมาตรการและข้อเสนอแนะในการรับมือมัลแวร์เรียกค่าไถ่อย่างเหมาะสม เช่น การสำรองข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ ปรับปรุงระบบปฏิบัติการของระบบวินโดวส์ให้เป็นเวอร์ชันล่าสุด การงดเยี่ยมชมเว็บไซต์ที่มีความเสี่ยงหรือไม่น่าเชื่อถือ และการฝึกอบรมและการสร้างความตระหนักรู้ให้กับพนักงาน เป็นต้น จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงและบรรเทาปัญหาที่เกิดจากภัยคุกคามรูปแบบนี้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรขนาดใหญ่ หน่วยงานรัฐและหน่วยงานที่กำกับดูแลจะต้องปรับตัวให้ทันกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ชนิดนี้ และควรมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับมัลแวร์เรียกค่าไถ่ ตลอดจนภัยคุกคามรูปแบบอื่น ๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและความตระหนักรู้ให้กับผู้ใช้งาน ในขณะที่ผู้ใช้งานก็ควรรู้เท่าทันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและภัยคุกคามทางไซเบอร์ที่อาจมากับเทคโนโลยีนี้ นอกจากนี้ควรสังเกตและตรวจสอบความผิดปกติของระบบคอมพิวเตอร์อย่างสม่ำเสมอ ไม่เปิดเอกสารแนบอีเมล ลิงก์เว็บไซต์ที่ไม่น่าเชื่อถือ โดยควรตรวจสอบที่มาให้แน่ใจก่อนเปิดอ่าน หากสงสัยว่ามีมัลแวร์เรียกค่าไถ่ฝังตัว ให้ยกเลิกการแชร์ไฟล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแชร์พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลกับภายนอก และต้องรายงานเหตุการณ์ต่อผู้ดูแลระบบสารสนเทศหรือผู้เกี่ยวข้องทันที เพื่อเป็นการแจ้งเตือนและป้องกันไม่ให้มัลแวร์เรียกค่าไถ่แพร่กระจายในวงกว้าง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต บทความนี้นำเสนอเฉพาะมัลแวร์เรียกค่าไถ่เท่านั้น ทั้งนี้ในปัจจุบัน มีภัยคุกคามทางไซเบอร์รูปแบบอื่น ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยผู้ไม่ประสงค์ดีที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับองค์กรได้ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน จึงควรมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและนำเสนอประเด็นเหล่านั้นในโอกาสต่อไป

6.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร หน่วยงานรัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลองค์กรหรือหน่วยธุรกิจต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.) สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ (ก.ล.ต.) และกระทรวงพาณิชย์ เป็นต้น อาจออกประกาศที่มีผลบังคับให้องค์กรหรือหน่วยธุรกิจที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลจัดหาระบบสำรองข้อมูลและจัดทำแผนสำรองฉุกเฉินเพื่อรับมือกับการถูกโจมตีทางไซเบอร์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต ซึ่งจะต้องครอบคลุมกรณีที่ถูกโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ด้วย อย่างไรก็ตาม ควรมีบทเฉพาะกาลที่มีการกำหนดกรอบเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้องค์กรหรือหน่วยงานที่ต้องปฏิบัติตามประกาศได้มีเวลาเตรียมความพร้อมเพื่อการดำเนินการดังกล่าวด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

รายการเอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฯ ยอมรับ โดนมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี ทำแอพล่มข้ามอาทิตย์. (2563, 18 มิถุนายน). ข่าวสดออนไลน์. https://www.khaosod.co.th/special-stories/news_4340712

ข้อมูลลูกค้า Bangkok Airways หลุดกว่า 200GB หลังบริษัทฯ ปฏิเสธจ่ายค่าไถ่ให้กลุ่มแฮคเกอร์ LockBit. (2564). Droidsans. https://droidsans.com/bangkok-airways-data-leak-following-ransomeware-hack-lockbit/#:~:text=Bangkok%20Airways%20ออกมาประกาศ,เร่งตรวจสอบและพยายาม

แคสเปอร์สกี้กระตุ้นโรงพยาบาลไทยล่าตัวเอาโทษ หลังถูกแรนซัมแวร์เล่นงาน. (2563, 10 กันยายน). ผู้จัดการออนไลน์. https://mgronline.com/cyberbiz/detail/9630000092735

งานเข้า ศูนย์ฯ 191 โดนมัลแวร์เรียกค่าไถ่โจมตี ปชช. แจ้งเหตุ. (2560, 20 พฤษภาคม). ไทยรัฐออนไลน์. https://www.thairath.co.th/news/crime/947410

โจ ไทดี. (2564). *จ่ายค่าไถ่ให้แฮกเกอร์ : สองมุมมองของผู้เชี่ยวชาญว่าควรทำหรือไม่.* บีบีซีนิวส์. https://www.bbc.com/thai/international-57185714

ณัชธนัท จุโฬทก. (2563). *อัปเดตความคืบหน้า RANSOMWARE รพ.สระบุรี ได้อะไรกลับมาแล้ว.* แบไต๋. https://www.beartai.com/news/it-thai-news/478322

รู้กันยัง Malicious Code ภัยคุกคามไซเบอร์อันดับ 1 ของไทย และเป็นภัยเสี่ยงด้านชำระเงินออนไลน์อีกด้วย. (2558). เดลิเทค. https://www.dailytech.in.th/malicious-code

วิวัฒนาการของ Ransomware และวิธีรับมือโดย CrowdStrike. (2563). เทคทอร์คไทย. https://www.techtalkthai.com/the-evolution-of-ransomware-by-crowdstrike

ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย. (2564ก). *VMWare เผยสถิติการโจมตีจากมัลแวร์เรียกค่าไถ่เพิ่มขึ้น 148 % จากสถานการณ์ COVID-19.* ไทยเซิร์ต. https://www.thaicert.or.th/newsbite/2020-04-16-02.html

ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย. (2564ข). *สถิติภัย.* ไทยเซิร์ต. https://www.thaicert.or.th/statistics/statistics2020.html

สุรชัย ฉัตรเฉลิมพันธุ์ และเทอดพงษ์ แดงสี. (2563). การเสริมสร้างความตระหนักรู้เท่าทันภัยทางไซเบอร์ของบุคลากรในองค์กร: กรณีการจำลองการโจมตีด้วยฟิชชิ่ง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี, 4*(2), 1-11.

About the Project. (n.d.). No More Ransome. https://www.nomoreransom.org/en/about-the-project.html

Abrams, L. (2020). *Confirmed Garmin received decryptor for WastedLocker ransomware.* Bleeping Computer. https://www.bleepingcomputer.com/news/security/confirmed-garmin- received-decryptor-for-wastedlocker-ransomware

Avast. (n.d.). *เครื่องมือถอดรหัสแรนซัมแวร์ฟรี.* https://www.avast.com/th-th/ransomware-decryption-tools

Challita, A. (2018). *The four most popular methods hackers use to spread ransomware.* ITProPortal. https://www.itproportal.com/features/the-four-most-popular-methods-hackers-use-to-spread-ransomware/

Chappell, B. (2017). *WannaCry Ransomware: What we know Monday.* NPR. https://www.npr.org/sections/thetwoway/2017/05/15/528451534/wannacry-ransomware-what-we-know-Monday

Eakkapop, T. (2015). *Cybercops warn of wave of ransomware in Thailand.* The Phuket News. https://www.thephuketnews.com/cybercops-warn-of-wave-of-ransomware-in-thailand-52135.php

Elradi, M. D., Mohamed, M. H., & Ali, M. E. (2021). Ransomware Attack: Rescue-checklist Cyber Security Awareness Program. *Artificial Intelligence Advances, 3*(1), 57-62. http://dx.doi.org/10.30564/aia.v3i1.3162

Fredrickson, T. (2017, May 15). *Garena game in Thailand shut down by cyber-attack.* Bangkok Post. https://www.bangkokpost.com/learning/advanced/1249843/garena-game-in-thailand-shut-down-by-cyber-attack

Freedman, L. F. (2020). *Ransomware Attacks Predicted to Occur Every 11 Seconds in 2021 with a Cost of $20 Billion.* The National Law Review. https://www.natlawreview.com/ article/ransomware-attacks-predicted-to-occur-every-11-seconds-2021-cost-20-billion

Fung, B. (2020). *Ransomware hits election infrastructure in Georgia county.* CNN Business. https://edition.cnn.com/2020/10/22/tech/ransomware-election-georgia/index.html

G-Able ถูกเรียกค่าไถโดยมัลแวร์ BlackMatter ข้อมูลบางส่วนถูกเผยแพร่. (2564). Blognone. https://www.blognone.com/node/124406

Gallegos-Segovia, P. L., Bravo-Torres, J. F., Larios-Rosillo, V. M., Vintimilla-Tapia, P. E., Yuquilima-Albarado, I. F., & Jara-Saltos, J. D. (2017). *Social engineering as an attack vector for ransomware. CHILECON* (pp. 1-6). IEEE.

Gatlan, S. (2019). *Cyber Attack Shuts Down Hoya Corp's Thailand Plant for Three Days.* Bleeping Computer. https://www.bleepingcomputer.com/news/security/cyber-attack-shuts-down-hoya-corps-thailand-plant-for-three-days/

Hobbs, D. T. (2020). *Hacker Releases Georgia County Election Data After Ransom Not Paid.* The Wall Street Journal. https://www.wsj.com/articles/hacker-releases-georgia-county-election-data-after-ransom-not-paid-11603923101

Lebowski, D. (2020). *Thaibev ถูกแฮ็กเกอร์โจมตีเรียกค่าไถ่ จาก MAZE Ransomware ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเคยโดนไปก่อนหน้านี้.* Droidsans. https://droidsans.com/thaibev-maze-ransomware/

Microsoft. (n.d.). *ปกป้องพีซีของคุณจากแรนซัมแวร์.* https://support.microsoft.com/th-th/windows/ปกป้องพีซีของคุณจากแรนซัมแวร์-08ed68a7-939f-726c-7e84-a72ba92c01c3

Newman, L. H. (2018). *Atlanta spent $2.6 M to recover from a $52,000 ransomware scare.* WIRED. https://www.wired.com/story/atlanta-spent-26m-recover-from-ransomware-scare

O'Donnell, L. (2018). *Ransomware attack cripples several Atlanta city systems.* Threat Post. https://threatpost.com/ransomware-attack-cripplesseveral-atlanta-city systems/130739

Ransomware หรือมัลแวร์เรียกค่าไถ่ คืออะไร เกิดจากอะไร และ Ransomware มีกี่ประเภท. (2563). ไทยแวร์. https://tips.thaiware.com/1381.html

Rousseau, A. (2017). *WCRY/WanaCry Ransomware Technical Analysis. Elastic.* https://www.elastic.co/blog/wcrywanacry-ransomware-technical-analysis

San Francisco Rail System Hacker Hacked. (2016). Krebs on Security. https://krebsonsecurity.com/2016/11/san-francisco-rail-system-hacker-hacked

Savage, K., Coogan, P., & Lau, H. (2015). *The Evolution of ransomware.* Florida State University. https://its.fsu.edu/sites/g/files/imported/storage/images/information-security-and-privacy-office/the-evolution-of-ransomware.pdf

Sood, K. A., Bajpai, P. & Enbody, R. (2018). Evidential Study of Ransomware Cryptoviral Infections and Countermeasures. *ISACA Journal, 5*(5), 1-10. https://www.isaca.org/-/media/files/isacadp/project/isaca/articles/journal/2018/volume-5/evidential-study-of-ransomware_joa_eng_1018.pdf

Sophos 2020 Threat Report. (2019). Sophos. https://www.sophos.com/en-us/medialibrary/PDFs/technical-papers/sophoslabs-uncut-2020-threat-report.pdf

Thaivisa. (2017, May 15). *WannaCry ransomware hits the heart of Bangkok.* The Nation Thailand. https://www.nationthailand.com/national/30315265

The top 5 UK ransomware attacks. (n.d.). Acronis. https://www.acronis.com/en-gb/articles/ransomware-attacks/

Thomson, I. (2017). *NotPetya ransomware attack cost us $300 m – shipping giant Maersk.* The Register. https://www.theregister.com/2017/08/16/notpetya_ransomware_attack_cost_us_300m_says_shipping_giant_maersk

Varghese, S. (2020). *Attackers hit Thai power authority using Maze ransomware.* IT Wire. https://www.itwire.com/security/attackers-hit-thai-power-authority-using-maze-ransomware.html

5G

สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G

SERVICE-BASED ARCHITECTURE OF CORE NETWORK ARCHITECTURE FOR 5G TECHNOLOGY

พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ[1]

พิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช[2]

Pongpisit Wuttidittachotti[1]

Phisit Pornpongtechavanich[2]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800[1]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล ประจวบคีรีขันธ์ 77110[2]

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand[1]

Rajamangala University of Technology Rattanakosin Wang Klai Kangwon Campus, Prachuap Khiri Khan 77110 Thailand[2]

Corresponding E-mail : pongpisit.w@itd.kmutnb.ac.th

Received Date August 30, 2021
Revised Date May 18, 2022
Accepted Date May 30, 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและอธิบายการทำงานของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ โดยศึกษาจากเอกสารและแหล่งข้อมูลมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการประกอบไปด้วย 11 ฟังก์ชันที่รับผิดชอบการทำงานต่าง ๆ ซึ่งส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายแกนกลาง 5G ประกอบด้วย ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย ฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่าย ฟังก์ชันการเลือกชิ้นส่วนเครือข่าย ฟังก์ชันการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร ฟังก์ชันการควบคุมนโยบาย ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ ฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน และเครือข่ายข้อมูล ซึ่งการศึกษานี้จะช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจการทำงานของเทคโนโลยี 5G อันจะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนางานวิจัย หรือนำ 5G มาใช้ในวงกว้างและเป็นประโยชน์มากขึ้น เช่น แอปพลิเคชันทางการแพทย์ที่สามารถทำงานได้แบบเวลาจริงในการควบคุมการผ่าตัดระยะไกล รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ และเครือข่ายไร้สายที่มีความมั่นคงปลอดภัยมากขึ้น

คำสำคัญ: สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ 5G เครือข่ายแกนกลาง

Abstract

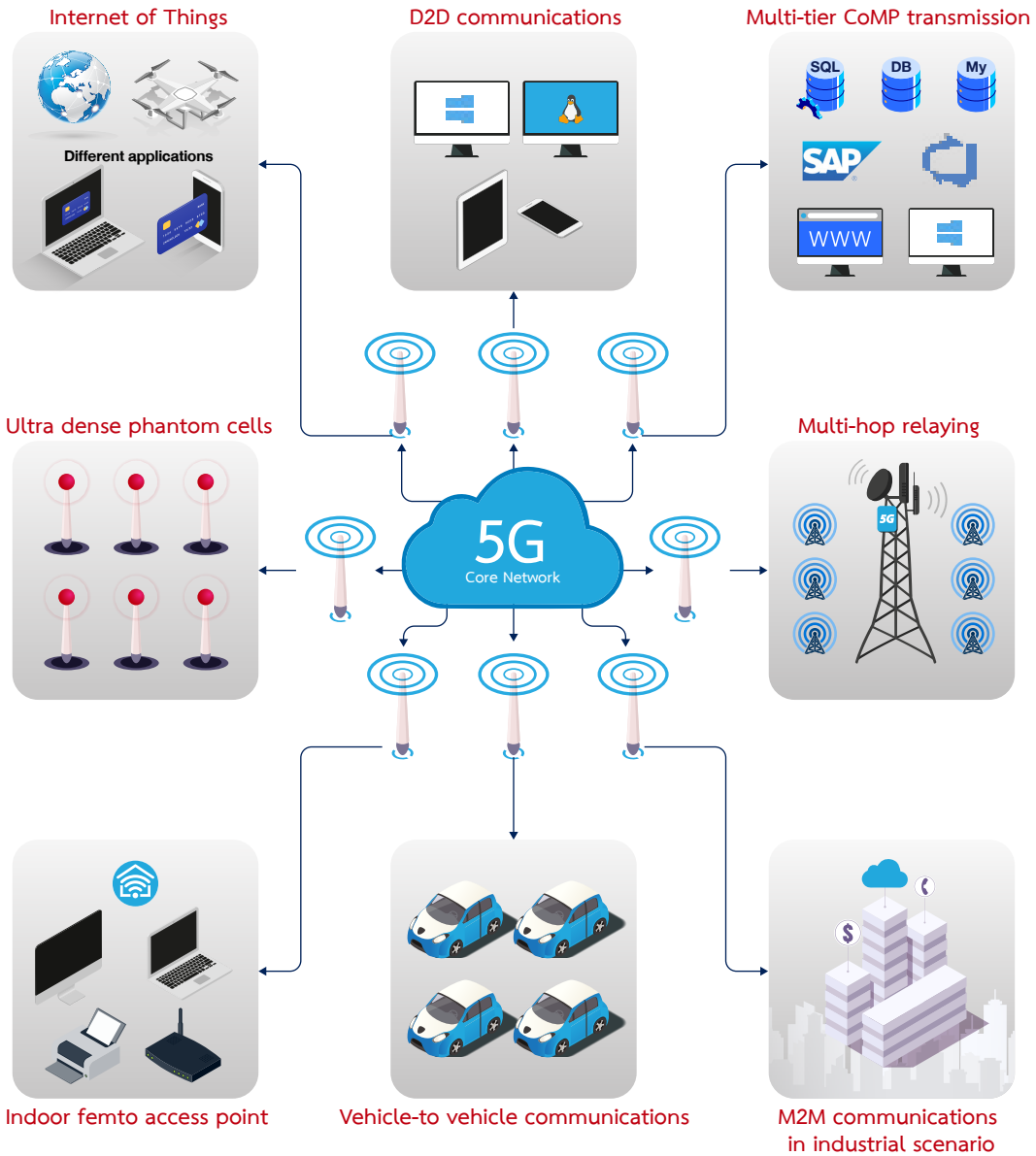
This academic paper aims to study and explain the essential elements of 5G technology, especially the Service-Based Architecture (SBA) by studying from documents and relevant standard sources. The results found that the SBA consists of 11 key functions which are responsible for 5G network operation including network exposure function, NF repository function, network storage function, network slice selection function, unified data management, policy control function, session management function, access and mobility management function, user plane function, authentication server function, application function, and data network. This will help readers gain a deeper understanding of how 5G technology works and lead to research development or applying 5G appropriately. For example, a real-time application to control remote medical surgeries, self-driving vehicles and a more secure wireless network.

Keywords: Service based architecture, 5G, Core network

1. บทนำ

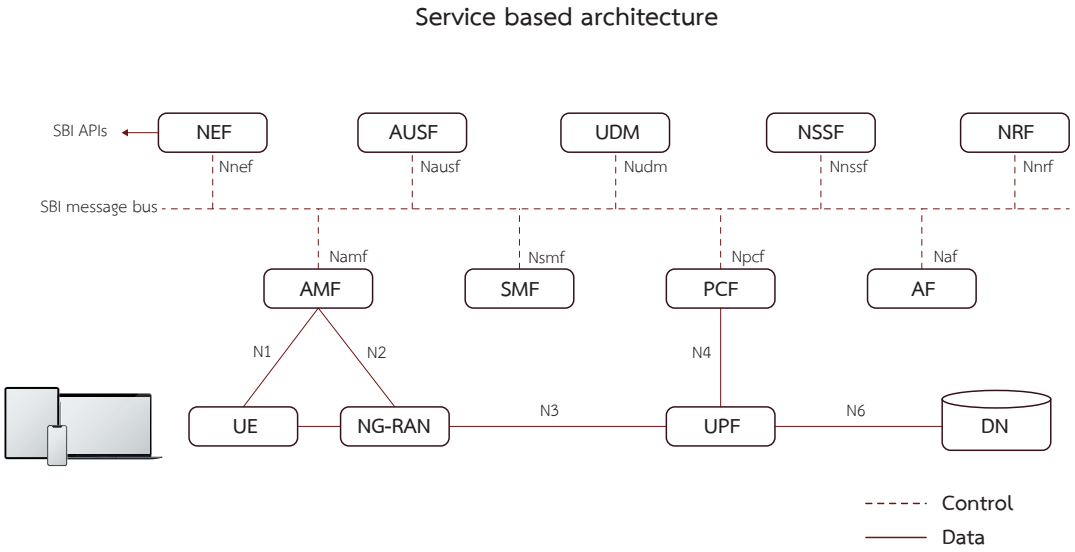
โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 5 หรือ 5G (The fifth generation of mobile communications network) เป็นระบบที่มีความสามารถในการรองรับการสื่อสารและบริการ ทั้งแบบข้อความ เสียง ภาพ และภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนรองรับการใช้งานบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตของผู้ใช้งานที่ใช้ในการเข้าถึงบริการและแอปพลิเคชันต่าง ๆ (เทอดพงษ์ แดงสี และพิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช, 2562, น. 164) นอกจากนี้ยังรองรับการใช้งาน (Industry M2M communications) การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ (D2D communications) และการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเคลื่อนที่ (Mobile cloud computing) ดังภาพที่ 1 โดยในระบบ 5G จะมีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่ 1) การเข้าถึงเครือข่าย 5G (5G Access Network: 5G-AN) 2) เครือข่ายแกนกลาง (5G Core network: 5GC) และ 3) อุปกรณ์ใช้งาน (Use Equipment: UE) (Dryjanski, 2017) อย่างไรก็ตาม เพื่อตอบสนองรูปแบบการใช้งานที่หลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้งาน รวมไปถึงการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ โครงข่าย 5G จำเป็นต้องอาศัยเครือข่ายแกนกลาง 5G ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาให้มีสถาปัตยกรรมที่แตกต่างและมีความสามารถสูงขึ้นกว่าโครงข่ายเดิม (4G/LTE) โดยสถาปัตยกรรมของเครือข่ายแกนกลางต้องผ่านการปฏิวัติเปลี่ยนแปลงปัจจัยในขับเคลื่อนพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังนวัตกรรม ซึ่งเครือข่ายแกนกลางประกอบด้วย 1) สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ (Serviced Based Architecture: SBA) 2) การไม่เก็บสถานะ (Stateless) 3) การจัดแบ่งทรัพยากรระบบประมวลผล (Network slicing) และ

4) แกนกลางที่ใช้ร่วมกัน (Common core) (Samsung, 2019) ซึ่งในส่วนของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G เป็นสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ มีองค์ประกอบภายในเครือข่ายที่มีฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ที่ซับซ้อน ดังภาพที่ 2 ดังนั้น บทความนี้จึงศึกษาการทำงานของสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G ในเชิงลึก เพื่ออธิบายให้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจการทำงานมากขึ้น

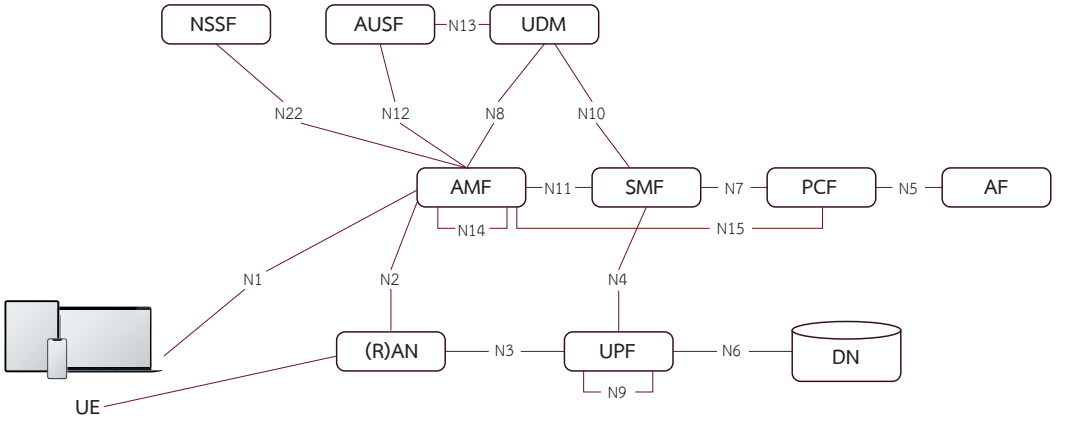


ภาพที่ 1 แผนภาพองค์ประกอบภายในเครือข่ายแกนกลาง 5G

ที่มา: ElSawy et al. (2015) (ปรับปรุงภาพโดยผู้เขียน)



(ก) องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ



(ข) ตัวประสานอ้างอิงของสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ

ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ

ที่มา: 3GPP (2021c) (ปรับปรุงภาพโดยผู้เขียน)

หมายเหตุ : N* ในภาพที่ 2 คือ ตัวประสานอ้างอิงหรืออินเทอร์เฟซ (Reference interface) ระหว่างการให้บริการต่าง ๆ โดยใช้เป็นหมายเลข เช่น N1, N2, N3, ... เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ

2.2 เพื่ออธิบายการทำงานของสถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ

3. การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเกี่ยวกับ 5G ในประเทศไทย มีนักวิชาการและหน่วยงานด้านโทรคมนาคมรวบรวมข้อมูลไว้ในบทความต่าง ๆ มากมาย ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมได้มีงานวิจัยเกี่ยวข้องที่ได้กล่าวถึงการศึกษาในหัวข้อเดียวกันไว้ดังนี้

สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2561) ได้มีการรายงานบทวิเคราะห์เชิงวิชาการ ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ ประเด็น “5G & Disruptive Technology Supporting Thailand 4.0: Challenges and Opportunities” ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลนำเสนอเป็นบทสรุปของผู้บริหารที่เกี่ยวกับ 5G แนวโน้มการนำเครือข่าย 5G ไปใช้ เทคโนโลยีที่รองรับและทำงานควบคู่กันไปเอาไว้เพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครือข่าย 5G ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (สำนักงาน กสทช.) (2561ก) ในรายงานไตรมาส 1 ของปี พ.ศ. 2561 มีประเด็นระบบและเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับ 5G การประยุกต์ใช้งาน 5G ในภาคส่วนต่าง ๆ รวมถึงคลื่นความถี่ที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของ 5G เพื่อเป็นมาตรฐานและแนวทางในการศึกษาใช้งานระบบเครือข่าย 5G สำนักงาน กสทช. (2561ข) ได้รายงานในไตรมาส 3 ของปี พ.ศ. 2561 เรื่องเทคโนโลยี 5G แนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ 5G ของต่างประเทศและความท้าทายของประเทศไทย โดยแสดงให้เห็นว่าต่างประเทศมีสถาปัตยกรรมเกี่ยวกับการใช้งานเครือข่าย 5G อย่างไร รวมทั้งแนวโน้มความสำเร็จและทิศทางที่จะเกิดขึ้นกับประเทศไทยในอนาคต

เทอดพงษ์ แดงสี และพิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช (2562) ได้เขียนบทความวิชาการเรื่อง 5G เทคโนโลยีการสื่อสารแห่งทศวรรษหน้า ซึ่งได้นำเสนอภาพรวมและสถานการณ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารโทรคมนาคมยุค 5G โดยอธิบายวิวัฒนาการของเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ ปัจจัยที่ขับเคลื่อนให้เกิดเทคโนโลยี 5G เทคโนโลยีสำคัญที่สนับสนุน 5G ข้อกำหนดที่สำคัญ ๆ สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยี 5G ตลอดจนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะที่โดดเด่นของเทคโนโลยี เช่น อัตราการรับส่งข้อมูลที่เร็วกว่า 4G ถึง 20 เท่า และการประวิงเวลาที่ต่ำมาก

กอบชัย บุญทอง (2562) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องการสร้างกรอบแนวคิดด้านความมั่นคงปลอดภัยบนเครือข่าย 5G โดยศึกษาสถาปัตยกรรมความมั่นคงปลอดภัยของเครือข่าย 5G ที่นำเสนอโดย 3GPP (3GPP access and non-3GPP access) และศึกษากรอบแนวคิดของการคาดการณ์เพื่อป้องกันตัวเองบนสภาพแวดล้อมเครือข่าย 5G ที่ได้รับการทดสอบโดยสมาพันธ์ด้านการสื่อสารของยุโรปที่มีการออกแบบสถาปัตยกรรม 5G สำหรับการตอบสนองที่คาดการณ์ไว้ในอนาคต

ศิรวิชญ์ กิตติวิชญกุล และคณะ (2563) ได้เรียบเรียงหนังสือเรื่อง เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G โดยการสนับสนุนของกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ เป็นการรวบรวมหลักการและเหตุผลที่มีการผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนผ่านไปสู่ 5G แนะนำถึงโจทย์อุตสาหกรรมและกรณีการใช้งานที่สำคัญของ 5G รวมถึงให้รายละเอียดเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านโครงข่ายและคลื่นวิทยุที่จะถูกนำมาใช้กับเทคโนโลยีการสื่อสารในยุค 5G เช่น กรอบการทำงานสถาปัตยกรรม ช่องสัญญาณ เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า บทความหรืองานวิจัยจะกล่าวถึงเครือข่าย 5G ในประเด็นลักษณะการใช้งาน ลักษณะการทำงาน และสถาปัตยกรรมเครือข่าย 5G แบบองค์รวม ซึ่งจากจุดนี้เองทำให้มีแนวคิดศึกษาสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลาง 5G ในเชิงลึก เพื่อให้ผู้สนใจสามารถเข้าใจได้อย่างแท้จริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในองค์กรหรือหน่วยงานของตนเองได้ในอนาคต

4. ผลการศึกษา

การใช้งานสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการช่วยปรับปรุงการทำงานของระบบเครือข่ายในลักษณะโมดูล ช่วยให้องค์ประกอบเครือข่ายหรือฟังก์ชันเครือข่าย (Network Function: NF) ใน 5G สื่อสารซึ่งกันและกันผ่านตัวประสานอ้างอิงที่ใช้บริการ ช่วยให้การแยกฟังก์ชันเครือข่ายมีฟังก์ชันการทำงานที่แม่นยำยิ่งขึ้น โดยฟังก์ชันเครือข่ายแต่ละชุดให้บริการแก่ฟังก์ชันเครือข่ายอื่น ๆ ในสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ ฟังก์ชันเครือข่ายเหล่านี้สื่อสารซึ่งกันและกันโดยใช้ตัวประสานอ้างอิง (Representational State Transfer: REST) ที่เปิดกว้างมากกว่าโพรโทคอลโทรคมนาคมแบบดั้งเดิม เช่น Diameter

แนวคิดสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการนี้มาจากการผสานสองแนวคิดหลักระหว่างไมโครเซอร์วิส (Microservice) และสถาปัตยกรรมแบบเน้นบริการ (Service Oriented Architecture: SOA) ที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยในระดับความละเอียดของบริการไมโครเซอร์วิสมีขนาดเล็กซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยหนึ่ง สอง หรือสามโมดูล และเน้นที่จุดประสงค์เดียว มีบริบทที่มีขอบเขตซึ่งส่วนประกอบบริการถูกผูกไว้กับข้อมูลของตัวเองและเพื่อการใช้งานของตัวเอง ส่วนอีกด้านหนึ่ง สถาปัตยกรรมแบบเน้นบริการถูกพัฒนาสำหรับบริการขนาดใหญ่ มีรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่จำเป็นและเป็นขั้นตอน และการส่งข้อความจำนวนมาก (5G-PPP, 2018)

ดังนั้น สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการสามารถแก้ปัญหาในทางปฏิบัติได้มากมาย แนวคิดหลักคือการรักษารูปแบบสถาปัตยกรรมแบบเดียวกันของไมโครเซอร์วิส แต่เพื่อเพิ่มความละเอียดของบริการที่นำมาใช้ ดังนั้น สามารถกล่าวได้ว่าสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการเป็นแนวทางผสมระหว่างไมโครเซอร์วิสและสถาปัตยกรรมแบบเน้นบริการ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบสถาปัตยกรรมในรูปแบบต่าง ๆ

สถาปัตยกรรม / เกณฑ์	สถาปัตยกรรมแบบเน้นบริการ (SOA)	ไมโครเซอร์วิส (Microservice)	สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ (SBA)	การติดตั้งระบบแบบเป็นกลุ่มเดียว (Monolithic)
ความคล่องตัว (Agility)	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
การนำไปใช้ (Deployment)	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
ความสามารถในการทดสอบ (Testability)	ต่ำ	สูง	กลาง	กลาง
ความสามารถในการปรับขนาด (Scalability)	กลาง	สูง	กลาง	ต่ำ
ประสิทธิภาพ (Performance)	ต่ำ	กลาง	กลาง	สูง
ความง่าย (Simplicity)	ต่ำ	กลาง	กลาง	สูง

ที่มา: Ford & Richards (2015)

ทุกฟังก์ชันเครือข่ายในสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการ (Service producer) และผู้ใช้บริการ (Service consumer) สำหรับแต่ละฟังก์ชันเครือข่าย การสื่อสารทั้งหมดนี้ใช้ JavaScript Object Notation (JSON) ในการสื่อสารซึ่งกันและกัน ซึ่งทำให้เสร็จสมบูรณ์โดยใช้หนึ่งในสองกลไก ดังนี้

กลไกการตอบสนองคำขอ (Request-response mechanism) ฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ใช้บริการร้องขอฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ให้บริการสำหรับบริการผ่านคำขอ HTTP/2 และฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ให้บริการปฏิบัติตามคำร้องขอนั้น

กลไกการแจ้งสมาชิก (Subscribe-notify mechanism) ฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ใช้บริการลงทะเบียนรับเหตุการณ์บางอย่างของฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ให้บริการ และฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ให้บริการจะแจ้งให้ฟังก์ชันเครือข่ายที่เป็นผู้ใช้บริการทราบเมื่อเหตุการณ์เฉพาะนั้นเกิดขึ้น

สถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G ดังภาพที่ 2 เป็นสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ ออกแบบให้มีองค์ประกอบภายในเครือข่ายที่มีทั้งหมด 11 ฟังก์ชัน ดังนี้

4.1 ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย (Network Exposure Function: NEF)

ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย มีการทำงานที่สามารถรองรับฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1) การเปิดเผยความสามารถและเหตุการณ์ (Capabilities and events)

2) ความสามารถและเหตุการณ์ของฟังก์ชันเครือข่ายอาจได้รับการเปิดเผยอย่างมั่นคงปลอดภัยจากฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย เช่น ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน (Application functions) และการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลแบบขอบโครงข่ายหรือเอดจ์คอมพิวติง (Edge computing)

3) การจัดเก็บและดึงข้อมูล จะใช้ตัวประสานอ้างอิงมาตรฐาน (Node) เพื่อจัดเก็บหรือดึงข้อมูลโดยจะเชื่อมต่อไปยังฟังก์ชันที่เก็บรวบรวมข้อมูล (Unified Data Repository: UDR)

ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่ายสนับสนุนการเปิดเผยความสามารถและเหตุการณ์ การจัดหาที่มั่นคงปลอดภัยของสารสนเทศจากแอปพลิเคชันภายนอกไปยังเครือข่าย 3GPP รวมไปถึงการแปลสารสนเทศภายในหรือภายนอก โดยฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่ายปรากฏในมาตรฐาน 5G ในส่วนของเกตเวย์ชายขอบ (Border gateway) ที่มีการตระหนักถึงบริการ (Service aware) ซึ่งจะช่วยให้ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน (Application Function: AF) ภายนอกสามารถสื่อสารกับเครือข่าย 5G ได้อย่างมั่นคงปลอดภัย (Rommer et al., 2019)

ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่ายรองรับการโต้ตอบกับแอปพลิเคชันภายนอกและยังแสดงถึงความสามารถของเครือข่าย (Network capabilities) 5G ที่สามารถใช้งานได้กับแอปพลิเคชันที่หลากหลาย เป็นเรื่องที่น่าสนใจสำหรับการเปิดโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ สำหรับผู้ให้บริการแอปพลิเคชันที่เปิดใช้งานบริการเครือข่ายขั้นสูงได้ การทำงานหลักรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนจากฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย คือ การอนุญาตให้แอปพลิเคชันภายนอกสามารถเรียกและเชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อดำเนินการบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันนั้น ๆ ได้

การเปิดเผยบริการ (Service exposure) ถือเป็นหนึ่งในความสามารถที่สำคัญของโครงข่าย 5G การเปิดเผยและการให้บริการเฉพาะอย่างมีความสำคัญต่อการสร้างเครือข่ายที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable networks) และสามารถจัดการกับโหลดที่ขอบโครงข่าย (Edge loads) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกกับธุรกิจด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และสร้างโอกาสทางการค้าใหม่ ๆ จากเทคโนโลยี 5G ได้

นอกจากนี้ การทำแพ็กเกจบริการระดับที่สูงกว่า (Prepackaging higher-level services) เช่น การสตรีมวิดีโอความหน่วงต่ำ (Low latency) และการคิดค่าบริการแบบย้อนกลับ (Reverse charging) ก็สามารถทำได้โดยการใช้ความสามารถของฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่ายและฟังก์ชันการเปิดเผยความสามารถในการให้บริการ (Service Capability Exposure Functions: SCEF) ตลอดจนการสร้างฟังก์ชันพร้อมใช้งานที่สามารถกระจายการเก็บข้อมูลผ่านคลังเก็บข้อมูลแบบเปิด (Open repositories) ซึ่งในบางกรณีอาจเกี่ยวข้องกับเฟรมเวิร์กการคำนวณชายขอบ (Edge computing frameworks) (3GPP, 2021a; 3GPP, 2021c; Friman et al., 2019)

4.2 ฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่าย (NF Repository Function: NRF)

ฟังก์ชันเครือข่ายที่สร้างขึ้นโดยวิธีไมโครเซอร์วิสจะถูกพัฒนาเป็นข่ายบริการที่สมบูรณ์ (Complete service mesh) ด้วยการค้นหาบริการ (Service discovery) การจัดโหลดให้สมดุลกัน (Load balancing) การเข้ารหัส (Encryption) การพิสูจน์ตัวตน (Authentication) และการอนุญาตใช้งาน (Authorization) การใช้งานไซด์คาร์ (Sidecar) สำหรับการสื่อสารระหว่างการบริการ การใช้งานไซด์คาร์จะทำให้การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกันอย่างต่อเนื่อง เช่น ทำให้ iPad กลายเป็นหน้าจอที่ 2 หรือหน้าจอแยกให้กับเครื่อง MAC ได้ ซึ่งในการใช้งานเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องนั้น อุปกรณ์ต้องเปิดสัญญาณเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายหรือไวไฟ (Wi-Fi) และเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลหรือบลูทูท (Bluetooth) และต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบ

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการนั้นใช้ขอบข่ายงานหรือเฟรมเวิร์กการค้นหาแบบรวมศูนย์ (Centralized discovery framework) ที่ใช้ประโยชน์จากฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่าย กล่าวคือ มีการเก็บรักษาบันทึกของกรณีตัวอย่าง (Instance) และบริการสนับสนุนต่าง ๆ ของฟังก์ชันเครือข่าย ซึ่งช่วยให้สามารถใช้กรณีตัวอย่างในการติดตาม (Subscribe) และสามารถรับแจ้งการลงทะเบียนจากกรณีตัวอย่างฟังก์ชันเครือข่ายในประเภทที่กำหนด นอกจากนี้ฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่ายยังรองรับการค้นหาบริการโดยรับการร้องขอการค้นพบ (Discovery requests) จากกรณีตัวอย่างฟังก์ชันเครือข่ายและรายละเอียดที่สนับสนุนบริการเฉพาะของกรณีตัวอย่างฟังก์ชันเครือข่าย (3GPP, 2021b)

4.3 ฟังก์ชันการเลือกชิ้นส่วนเครือข่าย (Network Slice Selection Function: NSSF)

การจัดแบ่งทรัพยากรระบบประมวลผลเป็นความสามารถพื้นฐานใหม่ของโครงสร้างพื้นฐาน 5G ซึ่งจะนำไปสู่ความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้งาน (Deployment flexibility) ในระดับสูงและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient resource utilization) เมื่อปรับใช้บริการเครือข่ายและแอปพลิเคชันที่หลากหลาย โดยชิ้นส่วนเครือข่ายต้นทางถึงปลายทาง (End to end) เชิงตรรกะ (Logical) จะมีความสามารถที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Pre-determined capabilities) ทั้งลักษณะการรับส่งข้อมูลและข้อตกลงระดับการให้บริการรวมถึงทรัพยากรเสมือนจริงที่จำเป็นสำหรับการให้บริการตามความต้องการของผู้ให้บริการเสมือน

(Mobile Virtual Network Operator: MVNO) หรือกลุ่มสมาชิก (Group of subscribers) ซึ่งจะใช้งานร่วมกันกับฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งาน (User Plane Function: UPF) ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน (Session Management Function: SMF) และฟังก์ชันการควบคุมนโยบาย (Policy Control Function: PCF)

กรณีตัวอย่างฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ (Access and Mobility Management Function: AMF) ที่ให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งาน (User Equipment: UE) ที่เป็นสมาชิกอยู่ทั้งหมด ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์ผู้ใช้งานถูกจำกัดไว้ที่ 8 อุปกรณ์ โดยใช้การระบุชิ้นส่วนเครือข่ายผ่านข้อมูลความช่วยเหลือในการเลือกแบ่งชิ้นส่วนเครือข่ายแบบเดี่ยว (Single Network Slice Selection Assistance Information: S-NSSAI) การเลือกกรณีตัวอย่างการแบ่งชิ้นส่วนเครือข่าย (Network slice instance) ถูกเรียกใช้โดยฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่แรกที่ได้รับการร้องขอการลงทะเบียนอุปกรณ์ผู้ใช้งาน (UE registration request) ซึ่งจะดึงชิ้นส่วนที่ได้รับอนุญาต (Permitted slices) จากองค์ประกอบของการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร (Unified Data Management: UDM) จากนั้นจะทำการร้องขอกรณีตัวอย่างชิ้นส่วนเครือข่ายที่เหมาะสมจากฟังก์ชันการเลือกชิ้นส่วนเครือข่าย

4.4 ฟังก์ชันการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร

ฟังก์ชันการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร เป็นส่วนที่ให้บริการสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการอื่น ๆ เช่น ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน และฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย โดยทั่วไปแล้วการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรจะได้รับการยอมรับว่าเป็นที่เก็บข้อความแบบมีสถานะ (Stateful message store) โดยมีข้อมูลอยู่ในหน่วยความจำภายในเครื่อง อย่างไรก็ตามการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรอาจจะไม่เก็บสถานะก็ได้ ซึ่งจะเก็บข้อมูลภายนอกไว้ที่จัดเก็บรวบข้อมูลแบบครบวงจร (Unified Data Repository: UDR) นั้นคล้ายคลึงกับเซิร์ฟเวอร์ลงทะเบียนตั้งต้น (Home Subscriber Server: HSS) ซึ่งให้ข้อมูลรับรองการตรวจสอบสิทธิ์ (Authentication credentials) ในขณะที่ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่และฟังก์ชันการจัดการเซสชันใช้เพื่อดึงข้อมูลสมาชิกและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

4.5 ฟังก์ชันการควบคุมนโยบาย (Policy Control Function: PCF)

ฟังก์ชันการควบคุมนโยบาย สนับสนุนเฟรมเวิร์กนโยบายแบบครบวงจร (Unified policy framework) ภายในโครงสร้างพื้นฐาน 5G สำหรับกำกับดูแลพฤติกรรมเครือข่าย โดยฟังก์ชันการควบคุมนโยบายจะเข้าถึงข้อมูลการสมัครสมาชิกจากการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรซึ่งจำเป็นในการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบาย จากนั้นจะสร้างกฎนโยบาย (Policy rules) ที่เหมาะสมไปยังฟังก์ชันระนาบการควบคุมเพื่อให้สามารถบังคับใช้ได้ ซึ่งฟังก์ชันการควบคุมนโยบายนั้นคล้ายคลึงกับฟังก์ชันนโยบายและกฎการเรียกเก็บเงิน (Policy and Charging Rules Function: PCRF) ในสถาปัตยกรรมวิวัฒนาการของระบบหลักเครือข่าย (Evolved Packet Core: EPC)

4.6 ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน (Session Management Function: SMF)

ฟังก์ชันการจัดการเซสชันเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของ 5G สถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ ฟังก์ชันการจัดการเซสชันมีหน้าที่หลักในการโต้ตอบกับระนาบข้อมูล (Data plane) โดยจะแยกส่วนข้อมูลออกจากกัน สร้างการอัปเดตและลบเซสชันโดยใช้หน่วยโพรโทคอลของข้อมูล (Protocol Data Unit: PDU) อีกทั้งการจัดการบริบทเซสชันด้วยฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งาน

ฟังก์ชันการจัดการเซสชันภายในสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการทั้งที่ให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานและสถานีฐานใหม่เรียกว่า gNB หรือเรียกว่า gNodeB โดยใช้ฟังก์ชันโพรโทคอลแอปพลิเคชันรุ่นต่อไป (Next Generation Application Protocol: NGAP) เพื่อส่งข้อความไปยังชั้นที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ (Non Access Stratum: NAS) ผ่านตัวประสานอ้างอิง N1 หรือ N2 (ดังภาพที่ 2) เพื่อขอเซสชันใหม่ ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ได้รับการร้องขอเหล่านี้และจัดการกับสิ่งต่าง ๆ สำหรับการเชื่อมต่อหรือการเคลื่อนที่ในขณะที่ส่งต่อข้อกำหนดการจัดการเซสชันผ่านตัวประสานอ้างอิง N11 (ดังภาพที่ 2) ไปยังฟังก์ชันการจัดการเซสชัน

ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่จะกำหนดว่าฟังก์ชันการจัดการเซสชันใดเหมาะสมที่สุดในการจัดการการร้องขอการเชื่อมต่อโดยการสอบถามฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่ายโดยตัวประสานนั้นและตัวประสานอ้างอิง N11 (ดังภาพที่ 2) ระหว่างฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ และเฉพาะฟังก์ชันการจัดการเซสชัน ที่กำหนดโดยฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่ายโดยใช้บัสข้อความ (Message bus) ตามตัวประสานที่อิงบริการ (Service Based Interface: SBI) ไปยังองค์ประกอบสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการทั้งหมดที่เชื่อมต่ออยู่บัสข้อความตามตัวประสานการบริการใช้หลักการของมาตรฐานการให้บริการเว็บเซอร์วิส (Restful API) ผ่านการโยกย้ายตำแหน่งข้อความหลายมิติรุ่น 2 (Hypertext Transfer Protocol 2: HTTP/2) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเว็บที่ช่วยลดความยุ่งยากและช่วยเร่งการปรับใช้บริการเป็นอย่างมาก

การเรียกใช้ตัวประสานที่อิงบริการพื้นฐานสำหรับการลงทะเบียนและค้นหาฟังก์ชันการจัดการเซสชันต่อข้อความ 3GPP TS 23.502 ที่ได้รับผ่านตัวประสานอ้างอิง N11 (ดังภาพที่ 2) เป็นการสั่งงานเพื่อเพิ่ม แก้ไข หรือลบเซสชันหน่วยโพรโทคอลของข้อมูลทั่วทั้งระนาบผู้ใช้งาน

ฟังก์ชันการจัดการเซสชันจะส่งข้อความถึงฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งานผ่านตัวประสานอ้างอิง N4 โดยใช้โพรโทคอลควบคุมการส่งต่อแพ็กเก็ต (Packet Forwarding Control Protocol: PFCP) ซึ่งคล้ายคลึงกับโพรโทคอลส่งต่อข้อมูล (Open flow) โดยธรรมชาติแล้วโพรโทคอลควบคุมการส่งต่อแพ็กเก็ตจะใช้พอร์ต 8805 ยูดีพี (User Datagram Protocol: UDP) และมีการกำหนดไว้ในมาตรฐานของตัวเฉพาะรีลิส 14 (Release 14 specifications) เพื่อรองรับการแบ่งระนาบการควบคุมและผู้ใช้งาน (Control and User Plane Separation: CUPS)

ในระหว่างการสร้างเซสชันหรือการแก้ไขฟังก์ชันการจัดการเซสชันยังโต้ตอบกับฟังก์ชันการควบคุมนโยบายผ่านตัวประสานอ้างอิง N7 (ดังภาพที่ 2) และข้อมูลโปรไฟล์ผู้สมัครสมาชิก (Subscriber profile information) ที่เก็บไว้ในฟังก์ชันการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรในตัวประสานอ้างอิง N10 (ดังภาพที่ 2) ซึ่งตั้งสมมติฐานว่าบทบาทก่อนหน้านี้ทำงานโดยเซิร์ฟเวอร์ลงทะเบียนตั้งต้นโดยใช้บัสข้อความตามตัวประสานที่อิงบริการนั้น ฟังก์ชันการควบคุมนโยบายจะมีพื้นฐานของเฟรมเวิร์กนโยบาย (Policy framework) อีกทั้งรวมถึงคุณภาพของบริการหรือคิวโอเอส (Quality of Service: QoS) และกฎการเรียกเก็บเงินรวมถึงการเลือกการจัดแบ่งทรัพยากรระบบประมวลผล (Network slice) ซึ่งถูกควบคุมโดยฟังก์ชันการเลือกชิ้นส่วนเครือข่าย

การแยกฟังก์ชันระนาบการควบคุมอื่น ๆ จากระนาบผู้ใช้ ในขณะที่ใช้งานพร้อมกับฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ สมมติว่าฟังก์ชันบางส่วนที่ดำเนินการก่อนหน้านี้โดยฟังก์ชันการทำงานของ 4G ในการจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือ (Mobility Management Entity: MME) นั้น ฟังก์ชันการจัดการเซสชันจะทำหน้าที่ของเซิร์ฟเวอร์ดีเอชซีพี (Dynamic Host Configuration Protocol: DHCP) และระบบจัดการที่อยู่ไอพี (IP Address Management: IPAM)

เมื่อรวมกับฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งานแล้ว ฟังก์ชันการจัดการเซสชันจะเก็บบันทึกสถานะเซสชันหน่วยโพรโทคอลของข้อมูลโดยใช้หมายเลขเซสชันหน่วยโพรโทคอลของข้อมูล 24 บิต (24 bit PDU Session ID) ฟังก์ชันการจัดการเซสชันตั้งค่าของพารามิเตอร์การกำหนดค่า (Configuration) ในฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งานที่กำหนดพารามิเตอร์ควบคุมทราฟฟิก (Traffic steering parameters) และตรวจสอบให้แน่ใจถึงเส้นทางที่เหมาะสมของแพ็กเก็ตในขณะการส่งมอบแพ็กเก็ตที่เข้ามาผ่านการแจ้งเตือนข้อมูลดาวน์ลิงก์ (Downlink data notification) (Rommer et al., 2019)

ในสถาปัตยกรรมของ 4G วิวัฒนาการของระบบหลักเครือข่ายเป็นการส่งข้อความโดยใช้เส้นทางเกตเวย์ (Serving Gateway: SGW) ถึงการจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือ โดยฟังก์ชันการจัดการเซสชันมีหน้าที่ตรวจสอบว่าคำขอที่ให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานนั้นสอดคล้องกับการสมัครสมาชิกของผู้ใช้และการคิดค่าบริการการเชื่อมต่อหรือไม่ ซึ่งทำได้โดยการโต้ตอบกับฟังก์ชันการเรียกเก็บเงิน (Charging Function: CHF) ที่กำหนดภายใน 3GPP TS 32.255

เพื่อตอบสนองความต้องการด้านสถาปัตยกรรมของ 5G ฟังก์ชันการจัดการเซสชันจะต้องได้รับการออกแบบและส่งมอบอย่างสมบูรณ์ในรูปแบบฟังก์ชันเครือข่ายแบบคลาวด์เนทีฟ (Cloud-native) ซึ่งปรับใช้แบบไดนามิกและปรับขนาดตามความต้องการได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ซับซ้อนเป็นพิเศษของส่วนประกอบการควบคุมความพร้อมใช้งานสูง (High availability control components) ที่มีการเรียกใช้แบบอะซิงโครนัสข้ามโครงสร้างพื้นฐานที่มีความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ที่ต้องการการบำรุงรักษาของสถานะในระยะยาวและระยะสั้น (Long and short lived state maintenance)

ฟังก์ชันเหล่านี้ต้องใช้รูปแบบการออกแบบที่กำหนดขึ้นสำหรับการสร้างและปรับใช้เว็บแอปพลิเคชันที่มีความยืนหยุ่นได้อย่างมากเพื่อปรับให้เหมาะสมกับข้อจำกัดของเครือข่ายการสื่อสารแบบเรียลไทม์ (Real time)

มาตรฐานการให้บริการ REST โดยธรรมชาติแล้วเป็น Stateless และ 3GPP ได้กำหนดฟังก์ชันการจัดเก็บข้อมูลแบบโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Data Storage Functions: UDSF) ซึ่งสามารถใช้งานโดยฟังก์ชันเครือข่ายใด ๆ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและการกระจายโหลด อย่างไรก็ตาม หลักการออกแบบเหล่านี้จะต้องส่งมอบในฟังก์ชันการจัดการเซสชัน 5G บนคลาวด์อย่างแท้จริง

4.7 ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ (Access and Mobility Management Function: AMF)

ด้วยฟังก์ชันการทำงานของ 4G การจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือได้ถูกแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ใน 5G โดยฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ได้รับการเชื่อมต่อและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเซสชันทั้งหมดจากการลงทะเบียนอุปกรณ์ผู้ใช้งานผ่านตัวประสานอ้างอิง N1 หรือ N2 (ดังภาพที่ 2) แต่หน้าที่หลักของการจัดการการเชื่อมต่อและภารกิจการจัดการการเคลื่อนที่ข้อความทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเซสชันจะถูกส่งต่อผ่านตัวประสานอ้างอิง N11 (ดังภาพที่ 2) ไปยังฟังก์ชันการจัดการเซสชัน

เนื่องจากเครือข่ายมือถือประกอบด้วยฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่จำนวนมาก จึงใช้ตัวระบุฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ที่เป็นเอกลักษณ์ทั้งโลก (Globally Unique AMF Identifier: GUAMI) ที่ให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานทำการระบุในข้อความ สิ่งแรกที่จะถูกส่งไปยังฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ผ่านโครงข่ายการเข้าถึงบนคลื่นวิทยุ (Radio Access Network: RAN) การใช้งานใช้ได้กับทั้งการเข้าถึง 3GPP และการเข้าถึงที่ไม่ใช่ 3GPP นอกจากนี้ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ที่เป็นเอกลักษณ์ทั้งโลกยังรับรองว่าข้อความจากการให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานได้ถูกลงทะเบียนผ่านเครือข่ายการเข้าถึง ข้อมูลทั้งสองจะได้รับการส่งต่อไปยังฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่เดียวกัน โดยมีฟังก์ชัน N3IWF (Non-3GPP Interworking Function) ทำหน้าที่กำหนดเส้นทางข้อความที่ออกจาก 5G ของโครงข่ายการเข้าถึงบนคลื่นวิทยุ

4.8 ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ (User Plane Function: UPF)

ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสถาปัตยกรรมระบบโครงสร้างพื้นฐาน 3GPP แกนกลาง 5G ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้แสดงถึงวิวัฒนาการของระนาบข้อมูล (Data plane) ของกลยุทธ์การแยกระนาบการควบคุมและผู้ใช้งาน (Control and User Plane Separation: CUPS) มีการนำมาใช้เป็นส่วนขยาย (Extension) ของกรอบสำหรับการให้บริการเสียงและข้อมูล (Evolved Packet Cores: EPCs) ที่มีอยู่แล้วโดย 3GPP ในมาตรฐานของตัวเฉพาะรีลิส 14

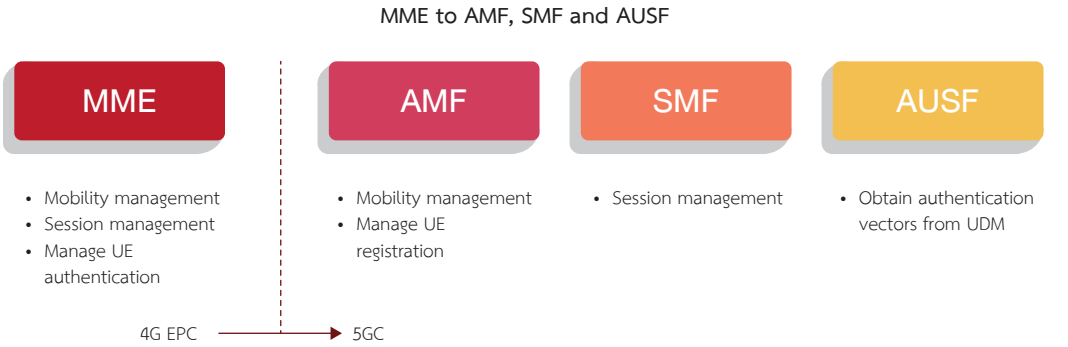
การแยกระนาบการควบคุมและผู้ใช้งานแยกการควบคุมแพ็กเก็ตเกตเวย์ (Packet Gateway: PGW) และฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ ทำให้สามารถกระจายการส่งต่อข้อมูลคอมโพเนนต์ (Data Forwarding Component: PGW-U) วิธีนี้ช่วยให้การประมวลผลแพ็กเก็ตและการรวมทราฟฟิก (Traffic aggregation) ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพของเครือข่ายมากขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานแบนด์วิดท์ (Bandwidth) อีกทั้งยังช่วยลดการทำงานของเครือข่ายการจัดการสัญญาณการส่งสัญญาณ (Handling Signaling Traffic: PGW-C) ในการควบคุมแพ็กเก็ตเกตเวย์ของการจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือ

เป้าหมายหลักของการแยกระนาบการควบคุมและผู้ใช้งานคือเพื่อรองรับการใช้งาน 5G มาตรฐานคลื่นวิทยุใหม่ (New Radio: NR) ทำให้สนับสนุนแอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอัตราการส่งข้อมูลที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การดำเนินการแยกระนาบการควบคุมและผู้ใช้อย่างสมบูรณ์เป็นข้อเสนอที่ซับซ้อน ซึ่งให้ประโยชน์เพียงเล็กน้อยจากฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งาน 5G เช่น การแบ่งส่วนเครือข่าย เป็นต้น

โดยการปรับใช้ภายในโครงสร้างพื้นฐานการคำนวณเนทีฟคลาวด์แบบไดนามิกของฟังก์ชันการเคลื่อนที่ในส่วนผู้ใช้งานจะมอบบริการพื้นฐานการประมวลผลแพ็กเก็ตสำหรับสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ (Rahnema & Dryjanski, 2017)

4.9 ฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน (Authentication Server Function: AUSF)

เครือข่าย 5G ได้รับการออกแบบมาเพื่อทำให้การแบ่งแยกระหว่างฟังก์ชันการควบคุมและระนาบผู้ใช้ชัดเจน ทำให้สามารถใช้งานได้โดยฟังก์ชันโครงข่ายเสมือน (Network Function Virtualization: NFV) และซอฟต์แวร์กำหนดค่าบนระบบเครือข่าย (Software Defined Networking: SDN) ฟังก์ชันการจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือในสถาปัตยกรรมของ 4G เป็นพัฒนาการของระบบหลักเครือข่าย ได้รับการกระจายระหว่างฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน และฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ฟังก์ชัน MME ได้รับการกระจายเป็น AMF, SMF และ AUSF
ที่มา: Shepherd (2018) (ปรับปรุงภาพโดยผู้เขียน)

ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ ทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของบทบาทของ 4G การจัดการการเคลื่อนที่ของเครื่องมือถือ ซึ่งนั่นคือการจัดการการเคลื่อนที่ของฟังก์ชัน การจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ การเชื่อมต่อสัญญาณชั้นที่ไม่สามารถเข้าถึงได้กับการให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งาน และจัดการขั้นตอนการลงทะเบียนให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งาน นอกจากนี้ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ยังรับผิดชอบการจัดเพจจิ้ง (Paging) ด้วย

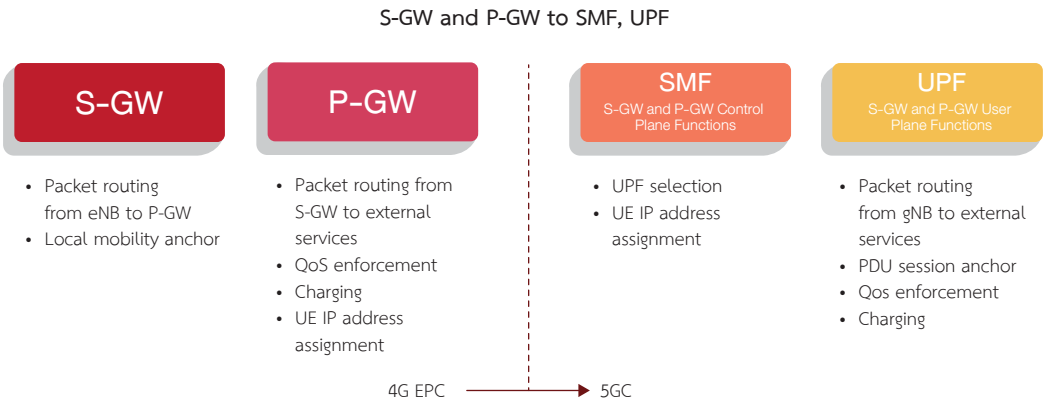
การพิสูจน์ตัวตนสมาชิกระหว่างการลงทะเบียนหรือการลงทะเบียนซ้ำกับ 5G ได้รับการจัดการโดยฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน ซึ่งได้รับการพิสูจน์ตัวตน (Authentication vectors) จากการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร

แกนกลาง 5G ฟังก์ชันการจัดการเซสชันของ 4G การจัดการการเคลื่อนที่ของคลื่นโทรศัพท์มือถือและรวมฟังก์ชันระนาบการควบคุมบางส่วนของเกตเวย์ให้บริการ (Serving Gateway: S-GW) และเกตเวย์เครือข่ายข้อมูลสาธารณะ (Public data Network Gateway: P-GW) โดยฟังก์ชันการจัดการเซสชันจะทำการจัดสรรที่อยู่ไอพีให้กับการบริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งาน

ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้รวมฟังก์ชันการรับส่งทราฟฟิกของผู้ใช้ที่ดำเนินการก่อนหน้านี้โดยเกตเวย์ให้บริการและเกตเวย์เครือข่ายข้อมูลสาธารณะในสถาปัตยกรรมของ 4G วิวัฒนาการของระบบหลักเครือข่ายโดยฟังก์ชันระนาบผู้ใช้จะยึดการใช้ที่อยู่ไอพีของการบริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานปริมาณการใช้ทราฟฟิกอัปลิงก์โดยรวมนั้นมาจากการบริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานไปยังสถานีฐาน gNB ไปยังฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ และนอกจากนี้ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ยังมีฟังก์ชันบังคับใช้งาน QoS

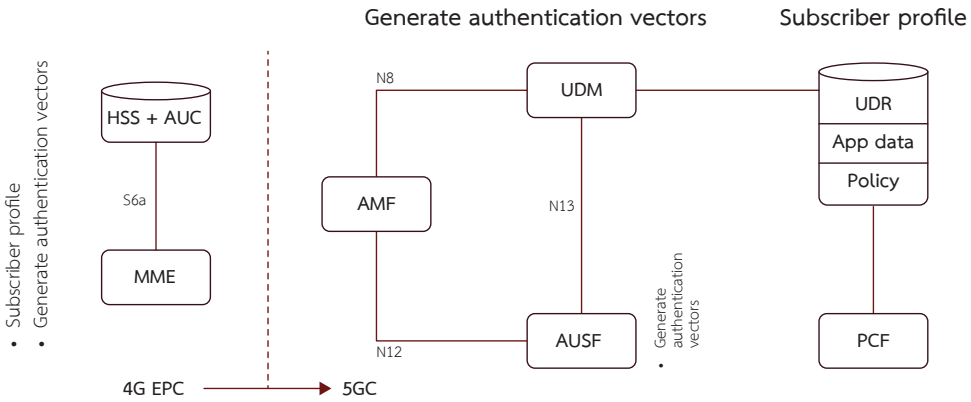
เกตเวย์ให้บริการและเกตเวย์เครือข่ายข้อมูลสาธารณะในสถาปัตยกรรมของ 4G วิวัฒนาการของระบบหลัก เครือข่ายเกตเวย์ให้บริการและเกตเวย์เครือข่ายข้อมูลสาธารณะได้รับการรวมและแยกออกเป็นฟังก์ชันระนาบการควบคุมและระนาบผู้ใช้ และถูกนำเข้าสู่ฟังก์ชันการจัดการเซสชันและฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ (ดังภาพที่ 4)

เมื่อการให้บริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานอยู่ในโหมดแทรฟฟิกดาวน์ลิงก์ว่าง (Idle mode downlink traffic) จะถูกบัฟเฟอร์ไว้ที่ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ จากนั้นฟังก์ชันระนาบผู้ใช้จะส่งสัญญาณไปยังฟังก์ชันการจัดการเซสชัน ซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่เพื่อเริ่มขั้นตอนการเพจจิ้ง



ภาพที่ 4 สองเกตเวย์ใน 4G EPC, S-GW และ P-GW ได้รับการรวมและแยกออกเป็นฟังก์ชันระนาบการควบคุมและระนาบผู้ใช้ และถูกนำเข้าสู่ SMF และ UPF

ที่มา: Shepherd (2018) (ปรับปรุงภาพโดยผู้เขียน)



ภาพที่ 5 การบริหารจัดการ Subscriber, Policy, and other Data

ที่มา: Shepherd (2018) (ปรับปรุงภาพโดยผู้เขียน)

ในการจัดการสมาชิกและข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับสมาชิก ข้อมูลเฉพาะแอปพลิเคชัน และข้อมูลนโยบาย สามารถเก็บไว้ในที่เก็บรวบรวมข้อมูลกลางโดยการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรมีส่วนติดต่อกับฟังก์ชันเครือข่าย เช่น ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ และฟังก์ชันการจัดการเซสชันเพื่อให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องพร้อมใช้งานกับฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่และฟังก์ชันการจัดการเซสชัน (ดังภาพที่ 5)

การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลกลางสามารถจัดเก็บข้อมูลที่มีโครงสร้างที่สามารถเปิดเผยกับฟังก์ชันเครือข่าย ในขณะเดียวกันฟังก์ชันการจัดเก็บข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้างมีไว้สำหรับการจัดเก็บและการดึงข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้างโดยฟังก์ชันเครือข่ายที่เหมาะสม การบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรจะสร้างรูปแบบการพิสูจน์ตัวตนเมื่อมีการร้องขอโดยใช้ฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน

4.10 ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน (Application Function: AF)

ฟังก์ชันของแอปพลิเคชันเป็นตัวดำเนินการ เช่น การเข้าถึงฟังก์ชันการเปิดรับเครือข่าย (Network exposure function) สำหรับการดึงทรัพยากร การโต้ตอบกับฟังก์ชันการควบคุมนโยบายสำหรับการควบคุมนโยบายแอปพลิเคชัน การรับส่งข้อมูล การเปิดเผยบริการแก่ผู้ใช้ปลายทาง เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบกับสถาปัตยกรรมของ 4G วิวัฒนาการของระบบหลักเครือข่ายมีฟังก์ชันคล้ายกับฟังก์ชันของแอปพลิเคชันของเครือข่าย 4G

4.11 เครือข่ายข้อมูล (Data Network: DN)

หนึ่งในภารกิจหลักของระบบ 5G (5G System: 5GS) คือให้การเชื่อมต่อข้อมูลแก่การบริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานไปยังเครือข่ายข้อมูล เช่น อินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการบุคคลที่สาม ผู้ให้บริการเครือข่ายข้อมูลเฉพาะสำหรับจุดศูนย์รวมมัลติมีเดียของเครือข่าย (IP Multimedia Subsystem: IMS) หรือเครือข่ายข้อมูลเฉพาะ เช่น โรงงาน เป็นต้น ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน ของ 5GS มีหน้าที่รับผิดชอบในการตั้งค่าการเชื่อมต่อสำหรับการบริการแก่อุปกรณ์ผู้ใช้งานไปยังเครือข่ายข้อมูล รวมถึงการจัดการระนาบผู้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อนั้น การจัดการเซสชันจึงเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของ 5GS

หนึ่งในเป้าหมายการออกแบบที่มีการจัดการเซสชันใน 5G คือความยืดหยุ่นในการรองรับกรณีการใช้งาน 5G ที่หลากหลาย เช่น ประเภทโพรโทคอลเซสชัน หน่วยโพรโทคอลของข้อมูลที่แตกต่างกัน จะใช้ตัวเลือกที่แตกต่างกันสำหรับวิธีจัดการกับเซสชันและการบริการที่ต่อเนื่อง รวมถึงสถาปัตยกรรมระนาบผู้ใช้ที่ยืดหยุ่น

5. การอภิปรายผล

สถาปัตยกรรมเครือข่ายแกนกลาง 5G เป็นสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการ ออกแบบให้มีองค์ประกอบภายในเครือข่ายที่มีฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ทั้งหมด 11 องค์ประกอบ คือ ฟังก์ชันการเปิดเผยของเครือข่าย ฟังก์ชันที่เก็บข้อมูลฟังก์ชันเครือข่าย ฟังก์ชันการเลือกชิ้นส่วนเครือข่าย ฟังก์ชันการบริการจัดการข้อมูลแบบครบวงจร ฟังก์ชันการควบคุมนโยบาย ฟังก์ชันการจัดการเซสชัน ฟังก์ชันการจัดการการเข้าถึงและการเคลื่อนที่ ฟังก์ชันระนาบผู้ใช้ ฟังก์ชันเซิร์ฟเวอร์การพิสูจน์ตัวตน ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน และเครือข่ายข้อมูล ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีการทำงานเฉพาะและมีการประสานการทำงานร่วมกัน การเข้าใจฟังก์ชันการทำงานเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ศึกษา รวมถึงนักวิจัยในสายงานต่าง ๆ สามารถเกิดแนวคิดในการออกแบบ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประยุกต์ในการทำงานกับเทคโนโลยี 5G ได้ดีขึ้น เนื่องจากสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G จะมีฟังก์ชันอนุญาตให้ประยุกต์เปลี่ยนแปลงการทำงานได้หลากหลาย เช่น ในฟังก์ชันของแอปพลิเคชันจะอนุญาตให้บุคคลที่มั่นใจว่ามีความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งานฟังก์ชันสามารถ

ประยุกต์การใช้งานต่าง ๆ ได้ เช่น การเพิ่มการนำทางในร่มที่แม่นยำในอาคารที่มีความซับซ้อน เช่น สนามบิน สถานีรถไฟ โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า งานแสดงสินค้า สำนักงาน พื้นที่อุตสาหกรรม เป็นต้น อีกทั้งจากมุมมองของผู้เขียนมองว่าหลายภาคส่วนเริ่มรู้จักและใช้งาน 5G มากขึ้น แต่เทคโนโลยี 5G ยังมีเรื่องที่น่าสนใจให้ศึกษาอีกมาก บทความนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่จะเป็นพื้นฐานในการศึกษาเทคโนโลยี 5G เชิงลึกและกว้างยิ่งขึ้นไปได้อีก อย่างไรก็ตาม จากการที่ประชาชนไทยเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีมากกว่าผู้พัฒนาหรือสร้างเทคโนโลยี การเข้าถึงเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อให้ประเทศไทยมีนักวิจัย นักออกแบบ นักพัฒนาสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมที่มีความสามารถในการแข่งขันทางดิจิทัลสูงขึ้น การปรับปรุงประสิทธิภาพและการนำเทคโนโลยี 5G ไปใช้ประโยชน์มากขึ้นนั้นยังต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน ทั้งในส่วนระหว่างภาครัฐ เอกชน ภาคการศึกษา และประชาชนที่ต้องทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องในการส่งเสริมและสนับสนุนทุนวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับนานาชาติได้อย่างแท้จริง

6. บทสรุป

5G ถือเป็นเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคมที่สามารถรองรับความต้องการการใช้งานที่เพิ่มขึ้นและหลากหลายเป็นอย่างมาก มีองค์ประกอบและกระบวนการทำงานจำนวนมากเพื่อตอบสนองความต้องการใหม่ ๆ ซึ่งในบทความนี้ได้นำเสนอการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G ซึ่งจะทำให้ผู้อ่านมีความเข้าใจองค์ประกอบในสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการที่ทำหน้าที่รับผิดชอบต่าง ๆ สำหรับเครือข่าย 5G ในมุมกว้างและเชิงลึกมากขึ้น นอกเหนือไปจากแนวทางการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี 5G ที่ปรากฏอยู่ในหลาย ๆ บทความ โดยการศึกษาสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G จะช่วยให้ผู้อ่านเกิดองค์ความรู้ที่จะสามารถประยุกต์และออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมดิจิทัลได้ในอนาคตต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

จากการใช้งานเทคโนโลยี 5G ที่เริ่มแพร่หลายมากขึ้น มีการใช้งานจากภาคส่วนต่าง ๆ สามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยต่าง ๆ เช่น การศึกษาคุณภาพการให้บริการ การประยุกต์ใช้งาน 5G สำหรับการผ่าตัดหรือรักษาระยะไกลของแพทย์ การควบคุมรถยนต์แบบเรียลไทม์ การทำงานร่วมกับอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การใช้เทคโนโลยี 5G สำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนความจริงอย่าง Virtual Reality (VR) และ Augmented Reality (AR) การเกษตรร่วมกับการใช้โดรนและปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งการใช้เทคโนโลยี 5G จะเพิ่มประสิทธิภาพ

การใช้งานให้กับผู้ใช้ใกล้เคียงกับเวลาจริง ทำให้ทำงานได้ทันกับสถานการณ์ที่ต้องการการตอบสนองแบบทันทีทันใด อย่างไรก็ตาม การใช้งานเหล่านี้ควรคำนึงถึงความมั่นคงปลอดภัยของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อด้วย ด้วยเหตุนี้การศึกษาสถาปัตยกรรมแบบอิงบริการของเครือข่ายแกนกลางสำหรับเทคโนโลยี 5G จึงเป็นสิ่งจำเป็น

7.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

ในสถานการณ์ที่มีการแพร่ระบาดของโควิด-19 ประชาชนจำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ตมากขึ้นในการทำงาน เพราะไม่สามารถรวมกลุ่มหรือปฏิบัติงานในสถานที่ได้ เครือข่าย 5G สามารถให้การเชื่อมต่อที่มีความเร็วสูง ตอบสนองต่อการทำงาน และการศึกษาในพื้นที่ห่างไกลได้ แต่ปัจจุบันมีราคาที่ค่อนข้างสูงสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ ในเชิงกิจการสื่อสาร หน่วยงานกำกับดูแลอาจพิจารณาหาแนวทางส่งเสริมให้มีการใช้ 5G แพร่หลายมากขึ้นในประเทศไทย โดยการส่งเสริมให้มีแพ็กเกจราคาประหยัดสำหรับการเรียนออนไลน์ของนักเรียน นักศึกษา และช่วยเหลือประชาชนให้เข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ และใช้เทคโนโลยี 5G ในการทำงานเพื่อก้าวไปสู่สังคมดิจิทัลอย่างแท้จริง นอกจากนี้ ควรพิจารณากำหนดมาตรฐานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ให้บริการ 5G เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้บริการในการเชื่อมต่อกับเครือข่าย 5G

รายการเอกสารอ้างอิง

กอบชัย บุญทอง. (2562). *กรอบแนวคิดด้านความมั่นคงปลอดภัยบนเครือข่าย 5G*, [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิตที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

เทอดพงษ์ แดงสี และพิสิฐ พรพงศ์เตชวาณิช. (2562). 5G: เทคโนโลยีการสื่อสารแห่งทศวรรษหน้า. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 15*(2), 162-180.

ศิรวิชญ์ กิตติวิชญกุล, ณัฏฐณรงค์ นิลจันทร์, จตุพร ดวงทอง, อนุสรณ์ วงค์ษา และกฤติยาภรณ์ เหมือดขุนทด. (2563). *เทคโนโลยีการสื่อสารยุค 5G.* มิตรพัฒนาการพิมพ์ (1992).

สมาคมโทรคมนาคมแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2561). *รายงานบทวิเคราะห์เชิงวิชาการ ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ ประเด็น "5G & Disruptive Technology supporting Thailand 4.0 : Challenges and Opportunities".* http://www.tct.or.th/images/document/25620705/ExSum _Report_5G_Thai_final_v20_final_submit.pdf

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2561ก). *5G: คลื่นและเทคโนโลยี.* http://www.nbtc.go.th/getattachment/Services/quarter2560/เอกสารแนบ.pdf.aspx

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2561ข). *เทคโนโลยี 5G: แนวทางการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่ 5G ของต่างประเทศและความท้าทายของประเทศไทย.* http://www.nbtc.go.th/getattachment/Services/quarter2560/ปี-2561/35337/เอกสารแนบ.pdf.aspx

3GPP. (2021a). *5G; 5G System; Network Exposure Function Northbound APIs; Stage 3 (3GPP TS 29.522 version 16.6.0 Release 16).* ETSI. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129500_129599/129522/16.06.00_60/ts_129522v160600p.pdf

3GPP. (2021b). *5G; 5G System; Network function repository services; Stage 3 (3GPP TS 29.510 version 16.8.0 Release 16).* ETSI. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/129500_129599/129510/16.08.00_60/ts_129510v160800p.pdf

3GPP. (2021c). *5G; System architecture for the 5G System (5GS) (3GPP TS 23.501 version 16.8.0 Release 16).* ETSI. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/123500_123599/123501/16.08.00_60/ts_123501v160800p.pdf

5G-PPP. (2018). *5G-PPP Software Network Working Group From Webscale to Telco, the Cloud Native Journey.* https://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2018/07/5GPPP-Software-Network-WG-White-Paper-23052018-V5.pdf

Dryjanski, M. (2017). *5G Core Network – a Short Overview.* Grandmetric. https://www.grandmetric.com/2017/06/05/5g-core-network-a-short-overview/

ElSawy, H., Dahrouj, H., Al-Naffouri, Y. T., & Alouini, M. (2015). Virtualized Cognitive Network Architecture for 5G Cellular Networks. *IEEE Communications Magazine, 53*(7), 78-84.

Ford, N., & Richards, M. (2015, July). *Service-Based Architectures: Structure, Engineering Practices, and Migration.* O'Reilly Media.

Friman, J., Ek, M., Chen, P., Manocha, J., & Soares, J. (2019). *Service exposure: A CRITICAL CAPABILITY IN A 5G WORLD.* Ericsson. https://www.ericsson.com/49dde5/assets/local/reports-papers/ericsson-technology-review/docs/2019/service-exposure-in-5g.pdf

Rahnema, M., & Dryjanski, M. (2017). *From LTE to LTE-Advanced Pro and 5G.* Grandmetric. https://www.grandmetric.com/knowledge-base/research/from-lte-to-lte-advanced-pro-and-5g-book/

Rommer, S., Hedman, P., Olsson, M., Frid, L., Sultana, S., & Mulliga, C. (2019). *5G Core Networks: Powering Digitalization 1st Edition.* Academic Press.

Samsung. (2019). *Technical Report 5G Core Vision, Vol.1.* https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/global/business/networks/insights/white-paper/5g-core-vision/5G-Core-Vision-Samsung-5G-Core-Vol.1.pdf

Shepherd, P. (2018). *Discover 5G Core Network Functions compared to 4G LTE.* Linkedin. https://www.linkedin.com/pulse/discover-5g-core-network-functions-compared-4g-lte-paul-shepherd

บทความปริทัศน์

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้สู่พลเมืองดิจิทัล

DEVELOPING LEARNING SKILLS FOR DIGITAL CITIZENSHIP

ญาศินี เกิดผลเสริฐ
Yasinee Kertpolsert

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ กรุงเทพฯ 10400
Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission,
Bangkok 10400 Thailand

Corresponding E-mail : yasinee.k@nbtc.go.th

Received Date July 18, 2022
Revised Date October 26, 2022
Accepted Date October 31, 2022

บทคัดย่อ

ความฉลาดทางดิจิทัลเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อนำไปสู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัล ซึ่งเป็นพื้นฐานสู่การเป็นพลเมืองดิจิทัล เพื่อศึกษาบทบาทของ กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัลสู่การพัฒนาประเทศไทย พร้อมทั้งเสนอข้อเสนอแนะต่อการเสริมสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลในประเทศไทย โดยศึกษาเอกสารทางวิชาการและรายงานวิจัยทั้งของประเทศไทยและต่างประเทศ ผลการศึกษาพบว่า การจะเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์ รู้เท่าทันสื่อ จะต้องมีทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัล 8 ประการ ได้แก่ เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล การจัดการการระรานทางไซเบอร์ การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย การจัดการความเป็นส่วนตัว การคิดอย่างมีวิจารณญาณ รอยเท้าดิจิทัล และความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล ซึ่ง กสทช. และสำนักงาน กสทช. มีบทบาทในการให้ความรู้ ออกนโยบายและแนวปฏิบัติเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคอย่างต่อเนื่องในการขับเคลื่อนความเป็นพลเมืองดิจิทัลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศไทย ทั้งนี้ หากมีการผสมผสานการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม จะเป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย

คำสำคัญ: พลเมืองดิจิทัล การเรียนรู้ การรู้เท่าทันดิจิทัล ความฉลาดทางดิจิทัล

Abstract

Digital intelligence is one of the 21st century's essential skills. To achieve the digital citizenship, digital intelligence needs to be developed so that people can earn their living and have good quality of life. This article aims to study the learning skills and digital intelligence, which are the foundation of digital citizenship, among Thai people in order to review the roles of the NBTC and the NBTC Office in encouraging digital citizen to drive Thailand forward. Suggestions were also proposed in a bid to forge the digital citizenship in Thailand. From reviewing academic documents and researches both in Thailand and from overseas, it was found that in order to be a smart digital citizen with digital literacy, and to achieve the digital intelligence quotient, eight skills need to be developed, namely, digital citizen identity, screen time management, cyberbullying management, network security management, privacy management, critical thinking, digital footprint, and digital empathy. The roles of the NBTC and the NBTC Office were to educate, set up policies, and create guidelines for consumer protection on a continual basis in order to move Thailand forward with digital citizenship. An appropriate use of digital technologies in learning and education would set a standard of smart and safe use of technologies for innovative creation.

Keywords: Digital citizenship, Learning, Digital literacy, Digital intelligent quotient

1. บทนำ

ในสังคมปัจจุบัน เทคโนโลยีไม่ได้มีบทบาทเพียงแค่อำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตและการสื่อสารของคนในสังคมเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มุมมอง วิธีคิด ทัศนคติ ค่านิยมทางสังคม และวัฒนธรรมของผู้ใช้อีกด้วย (ฐิตินัน บุญภาพ คอมมอน, 2556) เทคโนโลยีสร้างความท้าทายให้กับคนในสังคมทุกช่วงวัยจนเกิดเป็นสังคมดิจิทัลที่ทำให้มนุษย์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เชื่อมโยง และผสานกันด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้เทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะการติดต่อสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูล หรือแม้แต่การทำธุรกรรมการเงิน เทคโนโลยีสารสนเทศจึงมีส่วนในการขับเคลื่อนให้เกิดเป็นสังคมดิจิทัล การใช้ชีวิตอย่างสมดุลในโลกดิจิทัลจึงเป็นเรื่องยากและท้าทายผู้คนรุ่นใหม่ในปัจจุบัน

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับเรื่องดังกล่าวอย่างจริงจังหลังจากที่รัฐบาลผลักดันนโยบายเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับระบบเศรษฐกิจ โดยกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมได้ให้ความสำคัญและกำหนดไว้ในแผนพัฒนายุทธศาสตร์ที่ 3 ว่าด้วยการสร้างสังคมคุณภาพและทั่วถึงเท่าเทียมด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีเป้าหมายให้ประชาชนทุกคนมีความตระหนัก มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะ

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์และสร้างสรรค์ (Ministry of Digital Economy and Society, 2016 อ้างถึงในศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564) ทั้งนี้ ความฉลาดทางดิจิทัล หรือ DQ เป็นผลจากการศึกษาและพัฒนาของ DQ Institute ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เกิดจากความร่วมมือกันของภาครัฐและเอกชนทั่วโลก ได้ดำเนินงานประสานงานกับเวทีเศรษฐกิจโลก World Economic Forum (WEF) ที่มุ่งให้เด็ก ๆ ทุกประเทศได้รับการศึกษาด้านทักษะพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพ และใช้ชีวิตบนโลกออนไลน์อย่างปลอดภัยด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสมัยใหม่ ระดับทักษะความฉลาดทางดิจิทัลของเด็กไทยตามรายงาน DQ report 2018 ยังอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้ เนื่องจากสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ และ DQ Institute ร่วมกันทำโครงการ #DQEveryChild โดยศึกษาเด็กไทยอายุระหว่าง 8-12 ปีทั่วประเทศ จำนวน 1,300 คน ผ่านแบบสำรวจออนไลน์ DQ screen time test ชุดเดียวกันกับเด็กประเทศอื่น ๆ รวมกลุ่มตัวอย่างทั่วโลกทั้งสิ้น 37,967 คน พบว่า เด็กไทยมีความเสี่ยงจากภัยออนไลน์ถึงร้อยละ 60 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของการศึกษาครั้งนี้จาก 29 ประเทศทั่วโลก อยู่ที่ร้อยละ 56 ภัยออนไลน์ที่พบจากการศึกษาชุดนี้ ได้แก่ การกลั่นแกล้งบนโลกออนไลน์ การถูกล่อลวงออกไปพบคนแปลกหน้าจากสื่อสังคมออนไลน์ ปัญหาการเล่นเกม เด็กติดเกม ปัญหาการเข้าถึงสื่อลามกอนาจาร ดาวน์โหลดภาพหรือวิดีโอที่ยั่วยุอารมณ์ทางเพศ และพูดคุยเรื่องเพศกับคนแปลกหน้าในโลกออนไลน์ ดังนั้น ทักษะความฉลาดทางดิจิทัลจึงควรที่จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพและความสามารถของเยาวชนไทยและรวมถึงประชากรไทยทุกคน (สุวรรณี ไวท์ และคณะ, 2564) ด้วยเหตุนี้ การให้ความสำคัญกับพลเมืองในยุคดิจิทัลจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ โดยเฉพาะสถาบันการศึกษามีหน้าที่ต้องเตรียมทักษะให้ผู้เรียนมีความพร้อมให้มากกว่าภายในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะในการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน การรู้เท่าทันสื่อ การรู้เท่าทันเทคโนโลยี ความเป็นผู้นำ การทำงานให้มีประสิทธิภาพ และการเข้าสังคม และทักษะที่ต้องเพิ่มเข้ามาเป็นอย่างยิ่ง ได้แก่ การเสพสื่อออนไลน์ การหาข้อมูลร่วมกับผู้อื่นทางออนไลน์ การคัดกรองข่าวลวง (Fake news) และการใช้ชีวิตอย่างสมดุลบนโลกดิจิทัล การทำให้ผู้เรียนมีความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ) ร่วมกับการมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเผชิญกับความท้าทายกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคต (ธนวัฒน์ เจริญษา และสุภาณี เส็งศรี, 2563)

ความฉลาดทางดิจิทัลและทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมจึงเป็นหนึ่งในทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เพื่อนำไปสู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัล (Digital citizenship) ที่จะสามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพจึงจัดเป็นทักษะเชิงประยุกต์ (Applied skills) ที่ต้องผสานทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เน้นการอยู่บนพื้นฐานความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารและความร่วมมือ (บุญชนก ธรรมวงศา, 2561) ทั้งนี้ ในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ต้องมีการผสมผสานความฉลาดทางดิจิทัลซึ่งถือเป็นทักษะร่วมของทุกคนในสังคม ได้แก่ เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล (Digital citizen identity) การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล (Screen time management) การจัดการการระรานทางไซเบอร์ (Cyberbullying management) การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย (Cyber security management) การจัดการความเป็นส่วนตัว (Privacy management) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) รอยเท้าดิจิทัล

(Digital footprint) และความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล (Digital empathy) หากบุคคลมีการผสมผสานทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถทั้ง 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัล จะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการบริหารจัดการตนเอง รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทันสื่อ เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม และเรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย (ธนวัฒน์ เจริญษา และสุภาณี เส็งศรี, 2563)

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัล ซึ่งเป็นพื้นฐานสู่การเป็นพลเมืองดิจิทัล

2.2 ศึกษาบทบาทของ กสทช. และสำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัลสู่การพัฒนาประเทศไทย

2.3 เสนอข้อเสนอแนะต่อการเสริมสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลในประเทศไทย

3. วิธีการศึกษา

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ (Documentary study) โดยเป็นเอกสารชั้นรองหรือเอกสารทุติยภูมิ (Secondary document) ได้แก่ บทความทางวิชาการ บทความวิจัย บทสัมภาษณ์ และรายงานวิจัย ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ โดยมีวิธีการคัดเลือกจากเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องทางวิชาการ มีการอ้างอิงผลงานจากต่างประเทศ และมีบทวิเคราะห์ที่เป็นประโยชน์ต่อการขับเคลื่อนความเป็นพลเมืองดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถทั้ง 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัล แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความเป็นพลเมืองดิจิทัลในประเทศไทย และบทบาทของ กสทช. และสำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัล โดยนำบทวิเคราะห์ของผู้นิพนธ์มาประกอบกับการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยของประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของข้อมูลก่อนสังเคราะห์และนำเสนอผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของบทความต่อไป

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ความเป็นพลเมืองดิจิทัล (Digital citizenship) หมายถึง ความเป็นพลเมืองที่มีความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตในการบริหารจัดการ ควบคุม กำกับตน รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทัน เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบ เรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย พลเมืองดิจิทัลจึงต้องตระหนักถึงโอกาสและความเสี่ยงในโลกดิจิทัล และเข้าใจถึงสิทธิและความรับผิดชอบในโลกออนไลน์ โดยความเป็นพลเมืองดิจิทัล ประกอบด้วย มิติที่ 1 การเคารพสิทธิของบุคคลอื่น ประกอบด้วย ด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณ ด้านการเข้าถึงและสิทธิที่เท่าเทียมกันในการใช้อินเทอร์เน็ต ด้านกฎหมายและการละเมิดสิทธิในการใช้อินเทอร์เน็ต มิติที่ 2 การให้ความรู้ ประกอบด้วย ด้านความรู้และทักษะในการสื่อสาร ด้านการรู้เท่าทันสื่อเพื่อเรียนรู้ ถ่ายทอด และการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี ด้านความรู้ในเชิงพาณิชย์เพื่อการติดต่อซื้อขายออนไลน์ตามกติกา มิติที่ 3 การปกป้องความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย ประกอบด้วย ด้านความถูกต้องและความรับผิดชอบในการใช้ ด้านความปลอดภัยในการใช้เพื่อปกป้องความเป็นส่วนตัว ด้านการดูแลสุขภาพกายและใจเพื่อป้องกันผลกระทบจากโลกดิจิทัล ทั้งนี้ การเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์จึงต้องมีทักษะที่สำคัญนั่นคือ ความฉลาดทางดิจิทัล

4.2 ความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ) หมายถึง กลุ่มความสามารถทางสังคม อารมณ์ และการรับรู้ที่จะทำให้คนคนหนึ่งสามารถเผชิญกับความท้าทายของชีวิตดิจิทัลและสามารถปรับตัวให้เข้ากับชีวิตดิจิทัลได้ ความฉลาดทางดิจิทัลครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และค่านิยมที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตในฐานะสมาชิกของโลกออนไลน์ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ทักษะการใช้สื่อและการเข้าสังคมในโลกออนไลน์ มีองค์ประกอบ 8 ประการ ประกอบด้วย เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล การจัดการการระรานทางไซเบอร์ การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย การจัดการความเป็นส่วนตัว การคิดอย่างมีวิจารณญาณ รอยเท้าดิจิทัล และความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล

4.3 เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล (Digital citizen identity) ซึ่งเป็น 1 ใน 8 ขององค์ประกอบของ DQ เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัลเป็นความสามารถในการสร้างและบริหารจัดการอัตลักษณ์ที่ดีของตนเองไว้ได้อย่างดีทั้งในโลกออนไลน์และโลกความจริง อัตลักษณ์ที่ดี คือ การที่ผู้ใช้สื่อดิจิทัลสร้างภาพลักษณ์ในโลกออนไลน์ของตนเองในแง่บวก ทั้งความคิด ความรู้สึก และการกระทำ โดยมีวิจารณญาณในการรับส่งข่าวสารและแสดงความคิดเห็น มีความเห็นอกเห็นใจผู้ร่วมใช้งานในสังคมออนไลน์ และรู้จักรับผิดชอบต่อการกระทำ ไม่กระทำการที่ผิดกฎหมายและจริยธรรมในโลกออนไลน์

5. ผลการศึกษา

5.1 ความหมายและองค์ประกอบของความเป็นพลเมืองดิจิทัล

ความเป็นพลเมืองดิจิทัลเป็นพลเมืองที่มีความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตในการบริหารจัดการ ควบคุม กำกับตน รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทัน เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบ เรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย พลเมืองดิจิทัลจึงต้องตระหนักถึงโอกาสและความเสี่ยงในโลกดิจิทัล เข้าใจถึงสิทธิและความรับผิดชอบในโลกออนไลน์ โดยความเป็นพลเมืองดิจิทัลนับเป็นมาตรฐานหนึ่งทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาที่เสนอโดยสมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ (International Society for Technology in Education: ISTE) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงความเข้าใจประเด็นทางสังคม วัฒนธรรม และความเป็นมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ และปฏิบัติตนอย่างมีจริยธรรมและตามครรลองกฎหมายให้ใช้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างปลอดภัย ถูกกฎหมาย ซึ่งมีความสำคัญในทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อันเป็นทักษะสำคัญที่จะทำให้เป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์ (ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2561)

ในปี ค.ศ. 2007 Ribble & Bailey ได้จำแนกองค์ประกอบของพฤติกรรมที่ทำให้เกิดความเป็นพลเมืองดิจิทัลออกเป็น 9 องค์ประกอบ และต่อมาได้ศึกษาวิจัยเพิ่มเติมและได้จัด 9 องค์ประกอบนั้นเป็น 3 มิติ ดังนี้ (Ribble & Bailey, 2007 อ้างถึงในพักตร์วิภา โพธิ์ศรี, 2561)

มิติที่ 1 เคารพสิทธิของบุคคลอื่น (Respect) ประกอบด้วย

1) ด้านจริยธรรมและจรรยาบรรณ (Digital etiquette)

2) ด้านการเข้าถึงและสิทธิที่เท่าเทียมกันในการใช้อินเทอร์เน็ต (Digital access)

3) ด้านกฎหมายและการละเมิดสิทธิในการใช้อินเทอร์เน็ต (Digital law)

มิติที่ 2 ให้ความรู้ (Educate) ประกอบด้วย

4) ด้านความรู้และทักษะในการสื่อสาร (Digital communication)

5) ด้านการรู้เท่าทันสื่อ เพื่อเรียนรู้ถ่ายทอดและการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี (Digital literacy)

6) ด้านความรู้ในเชิงพาณิชย์ เพื่อการติดต่อซื้อขายออนไลน์ตามกติกา (Digital commerce)

มิติที่ 3 ปกป้องความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย (Protect) ประกอบด้วย

7) ด้านความถูกต้องและความรับผิดชอบในการใช้ (Digital rights & responsibilities)

8) ด้านความปลอดภัยในการใช้เพื่อปกป้องความเป็นส่วนตัว (Digital security: Self-protection)

9) ด้านการดูแลสุขภาพกายและใจเพื่อป้องกันผลกระทบจากโลกดิจิทัล (Digital health & wellness)

นอกจากนี้ Moonsun (2016, อ้างถึงในสุภิญญา กลางณรงค์ และณภัทร เรืองนภากุล, 2564) ยังได้นิยามความเป็นพลเมืองดิจิทัลออกเป็น 3 มิติ คือ

1) มิติความรู้เกี่ยวกับสื่อและสารสนเทศ ซึ่งพลเมืองดิจิทัลต้องมีความรู้และสามารถเข้าถึง ใช้สร้างสรรค์ ประเมิน สังเคราะห์ และสื่อสารข้อมูลข่าวสารผ่านเครื่องมือดิจิทัล

2) มิติจริยธรรม พลเมืองดิจิทัลจะต้องใช้อินเทอร์เน็ตได้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม มีความรับผิดชอบ ตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดต่อสังคม เคารพสิทธิและความรับผิดชอบออนไลน์

3) มิติการมีส่วนร่วมทางการเมืองและสังคม พลเมืองดิจิทัลจะสามารถมีส่วนร่วมทางการเมือง เศรษฐกิจและสังคม โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือ

การจะเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์จึงต้องมีทักษะที่สำคัญนั่นคือ ความฉลาดทางดิจิทัล โดยความฉลาดทางดิจิทัล คือ กลุ่มความสามารถทางสังคม อารมณ์ และการรับรู้ ที่จะทำให้คนคนหนึ่งสามารถเผชิญกับความท้าทายของชีวิตดิจิทัล และสามารถปรับตัวให้เข้ากับชีวิตดิจิทัลได้ ความฉลาดทางดิจิทัลครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ ทัศนคติ และค่านิยมที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตในฐานะสมาชิกของโลกออนไลน์ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ทักษะการใช้สื่อและการเข้าสังคมในโลกออนไลน์ (สรานนท์ อินทนนท์, 2563) ความฉลาดทางดิจิทัลเป็นผลจากการศึกษาและพัฒนาของ DQ Institute หน่วยงานที่เกิดจากความร่วมมือกันของภาครัฐและเอกชนทั่วโลก หารือกันในเวทีเศรษฐกิจโลก World Economic Forum (WEF) ที่มุ่งมั่นให้เด็ก ๆ ทุกประเทศได้รับการศึกษาด้านทักษะพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพและใช้ชีวิตบนโลกออนไลน์อย่างปลอดภัยด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสมัยใหม่ ความฉลาดทางดิจิทัลเป็นกรอบแนวคิดที่ครอบคลุมความสามารถทางเทคนิคความรู้ความเข้าใจและความคิดทางสังคมที่มีพื้นฐานอยู่ในค่านิยมทางศีลธรรมที่ช่วยให้บุคคลเผชิญกับความท้าทายทางดิจิทัล โดยบทความนี้จะกล่าวถึงทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถ 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัลในระดับพลเมืองดิจิทัล ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อในรูปแบบที่ปลอดภัย รับผิดชอบและมีจริยธรรม ดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนี้ (ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2562)

ภาพที่ 1 DQ framework

ที่มา: DQ Institute (n.d., as cited in Buchanan, 2018)

5.1.1 เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล

เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัลเป็นความสามารถในการสร้างและบริหารจัดการอัตลักษณ์ที่ดีของตนเองไว้ได้อย่างดีทั้งในโลกออนไลน์และโลกความจริง อัตลักษณ์ที่ดี คือ การที่ผู้ใช้สื่อดิจิทัลสร้างภาพลักษณ์ในโลกออนไลน์ของตนเองในแง่บวก ทั้งความคิด ความรู้สึก และการกระทำโดยมีวิจารณญาณในการรับส่งข่าวสารและแสดงความคิดเห็น มีความเห็นอกเห็นใจผู้ร่วมใช้งานในสังคมออนไลน์และรู้จักรับผิดชอบต่อการกระทำ ไม่กระทำการที่ผิดกฎหมายและจริยธรรมในโลกออนไลน์ เช่น การละเมิดลิขสิทธิ์ การกลั่นแกล้ง หรือการใช้วาจาที่สร้างความเกลียดชังผู้อื่นทางสื่อออนไลน์ ดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การส่งเสริมเอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล
ที่มา: สรานนท์ อินทนนท์ (2563)

5.1.2 การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล

การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัลเป็นความสามารถควบคุมตนเองในการจัดสรรเวลาใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลและเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้งานสื่อสังคม (Social media) และเกมออนไลน์ (Online games) ด้วยความรับผิดชอบต่อตนเอง สามารถบริหารเวลาที่ใช้อุปกรณ์ดิจิทัล รวมไปถึงการควบคุมเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างโลกออนไลน์และโลกความเป็นจริง อีกทั้งตระหนักถึงอันตรายและสุขภาพจากการใช้เวลาหน้าจอนานเกินไปและผลเสียของการเสพติดสื่อดิจิทัล

5.1.3 การจัดการการระรานทางไซเบอร์

การจัดการการระรานทางไซเบอร์เป็นความสามารถในการป้องกันตนเอง การมีภูมิคุ้มกันในการรับมือและจัดการกับสถานการณ์การกลั่นแกล้งบนอินเทอร์เน็ตได้อย่างชาญฉลาด การใช้อินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือหรือช่องทางเพื่อป้องกันการเกิดการคุกคาม ล่อลวง กลั่นแกล้งบนโลกอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคมออนไลน์ โดยกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเด็กจนถึงเด็กวัยรุ่น การระรานทางไซเบอร์คล้ายกันกับการกลั่นแกล้งในรูปแบบอื่น หากแต่การกลั่นแกล้งประเภทนี้จะกระทำผ่านสื่อออนไลน์หรือสื่อดิจิทัล เช่น การส่งข้อความ

ทางโทรศัพท์ ผู้กลั่นแกล้งอาจจะเป็นเพื่อนร่วมชั้น คนรู้จักในสื่อสังคมออนไลน์ หรืออาจจะเป็นคนแปลกหน้าก็ได้ แต่ส่วนใหญ่ผู้ที่กระทำจะรู้จักกับผู้ที่ถูกกลั่นแกล้ง รูปแบบของการระรานส่วนใหญ่เป็นการว่าร้าย ใส่ความ ข่มขู่ทำร้าย หรือใช้ถ้อยคำหยาบคาย การคุกคามทางเพศผ่านสื่อออนไลน์ การแอบอ้างตัวตนของผู้อื่น การแบล็กเมล (Blackmail) การหลอกลวง การสร้างกลุ่มในโซเชียลเพื่อโจมตีโดยเฉพาะ

5.1.4 การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย

การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่ายเป็นความสามารถในการสำรวจ ตรวจสอบ การป้องกันและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบเครือข่าย ป้องกันข้อมูลด้วยการสร้างระบบความปลอดภัยที่เข้มแข็งและป้องกันการโจรกรรมข้อมูลหรือการถูกโจมตีออนไลน์ได้ มีทักษะในการรักษาความปลอดภัยของตนเองในโลกออนไลน์ การรักษาความปลอดภัยของตนเองในโลกไซเบอร์คือ การปกป้องอุปกรณ์ดิจิทัลข้อมูลที่จัดเก็บและข้อมูลส่วนตัวไม่ให้เสียหาย สูญหาย หรือถูกโจรกรรมจากผู้ไม่หวังดีในโลกไซเบอร์

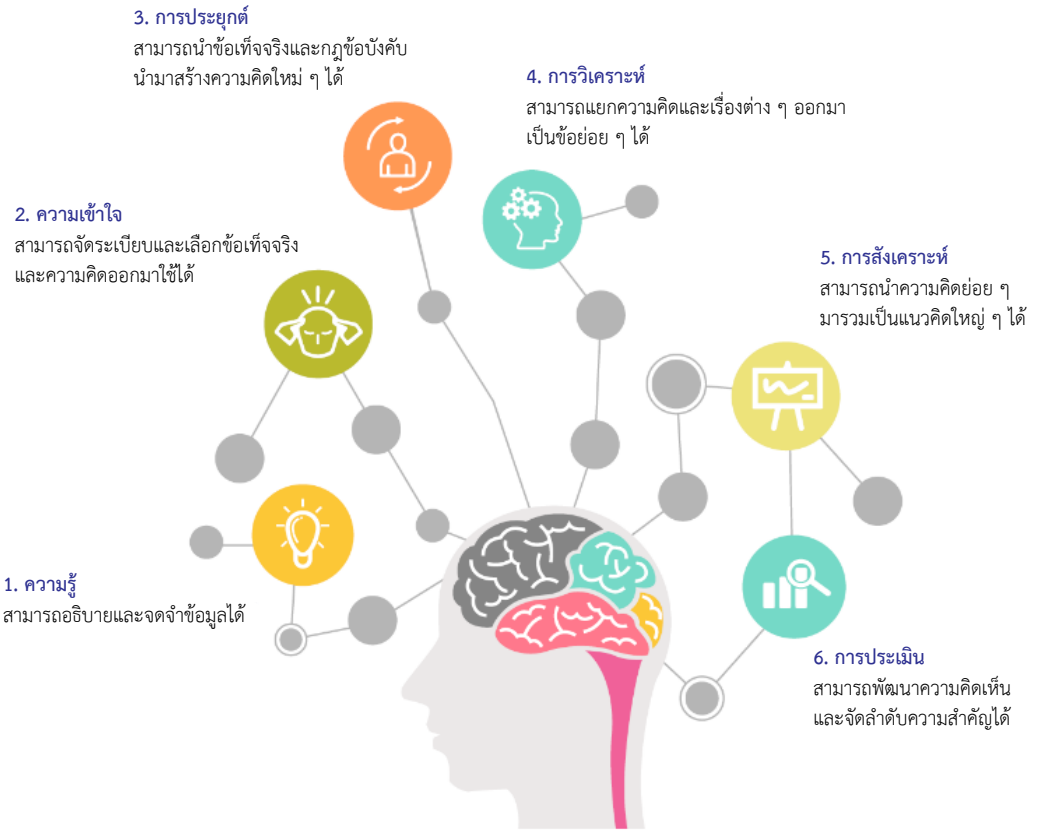
5.1.5 การจัดการความเป็นส่วนตัว

การจัดการความเป็นส่วนตัวเป็นความสามารถในการจัดการกับความเป็นส่วนตัวของตนเองและของผู้อื่น การใช้ข้อมูลออนไลน์ร่วมกัน การแบ่งปันผ่านสื่อดิจิทัล ซึ่งรวมถึงการบริหารจัดการ รู้จักป้องกันข้อมูลส่วนบุคคลของตนเอง เช่น การส่งต่อข้อมูลต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือดิจิทัล หรือการแบ่งปัน การขโมยข้อมูลอัตลักษณ์ โดยต้องมีความสามารถในการฝึกฝนใช้เครื่องมือหรือวิธีการในการป้องกันข้อมูลตนเองได้เป็นอย่างดี รวมถึงปกปิดการสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ในเว็บไซต์ เพื่อรักษาความเป็นส่วนตัว ความเป็นส่วนตัวในโลกออนไลน์ คือ สิทธิการปกป้องข้อมูลความเป็นส่วนตัวในโลกออนไลน์ของผู้ใช้งานที่บุคคลหรือการบริหารจัดการข้อมูลส่วนตัว รวมถึงการใช้ดุลยพินิจปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลที่เป็นความลับของผู้อื่น

5.1.6 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการตัดสินของบุคคลว่า ควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ ควรทำหรือไม่ควรทำ บนความคิดเชิงเหตุและผล มีความสามารถในการวิเคราะห์แยกแยะระหว่างข้อมูลที่ถูกต้องและข้อมูลที่ผิด ข้อมูลที่มีเนื้อหาเป็นประโยชน์และข้อมูลที่เข้าข่ายอันตราย ข้อมูลติดต่อทางออนไลน์ที่น่าตั้งข้อสงสัยและน่าเชื่อถือ เมื่อใช้อินเทอร์เน็ต ทราบว่าเนื้อหาใดมีประโยชน์ รู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ สามารถวิเคราะห์และประเมินข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายได้ เข้าใจรูปแบบการหลอกลวงต่าง ๆ ในสื่อดิจิทัล เช่น ข่าวปลอม เว็บไซต์ปลอม ภาพตัดต่อ ข้อมูลอันเป็นเท็จ ดังแสดงในภาพที่ 3

การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณที่ดี มีองค์ประกอบดังนี้



ภาพที่ 3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ที่มา: สรานนท์ อินทนนท์ (2563)

5.1.7 ร่องรอยทางดิจิทัล

การเข้าใจธรรมชาติของการใช้ชีวิตในโลกดิจิทัลว่าจะหลงเหลือร่อยรอยข้อมูลทิ้งไว้เสมอ รวมไปถึงเข้าใจผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อการดูแลสิ่งเหล่านี้อย่างมีความรับผิดชอบ รอยเท้าดิจิทัล คือ คำที่ใช้เรียกร่องรอยการกระทำต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานทิ้งรอยเอาไว้ในโลกออนไลน์ สื่อสังคม เว็บไซต์ หรือโปรแกรมสนทนา เช่นเดียวกับรอยเท้าของคนเดินทาง ข้อมูลดิจิทัล เช่น การลงทะเบียนอีเมล การโพสต์ข้อความหรือรูปภาพ เมื่อถูกส่งเข้าโลกไซเบอร์แล้ว จะทิ้งร่อยรอยข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานไว้ให้ผู้อื่นติดตามได้เสมอแม้ผู้ใช้งานจะลบไปแล้ว ดังนั้น หากเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมายศีลธรรม ก็อาจมีผลกระทบต่อชื่อเสียงและภาพลักษณ์ของผู้กระทำ กล่าวง่าย ๆ ว่า รอยเท้าดิจิทัล คือ ทุกสิ่งทุกอย่างในโลกอินเทอร์เน็ตที่บ่งบอกถึงเรื่องของเรา

5.1.8 ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล

ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัลเป็นความสามารถในการเข้าใจผู้อื่น การตอบสนองความต้องการของผู้อื่น การแสดงความเห็นใจและการแสดงน้ำใจต่อผู้อื่นบนโลกดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม มีปฏิสัมพันธ์อันดีต่อคนรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นพ่อ แม่ ครู เพื่อนทั้งในโลกออนไลน์และในชีวิตจริง ไม่ด่วนตัดสินผู้อื่นจากข้อมูลออนไลน์แต่เพียงอย่างเดียว และจะเป็นกระบอกเสียงให้ผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือในโลกออนไลน์

จะเห็นว่าความฉลาดทางดิจิทัลในระดับพลเมืองดิจิทัลเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนและบุคคลทั่วไปในการสื่อสารในโลกออนไลน์เป็นอย่างยิ่ง ทั้งเอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล การจัดการการระรานทางไซเบอร์ การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย การจัดการความเป็นส่วนตัว การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ร่องรอยทางดิจิทัล และความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล หากบุคคลมีทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัลทั้ง 8 ประการ จะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตในการบริหารจัดการ ควบคุม กำกับตน รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทัน เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม เพื่อการเรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัยต่อไป

5.2 ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองดิจิทัล

จากงานวิจัย Digital Intelligence Quotient (DQ): A conceptual framework & methodology for teaching and measuring digital citizenship ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งเสริมความฉลาดทางดิจิทัลประกอบด้วยความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม แบ่งตามทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและความสามารถทั้ง 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัล ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้ (DQ Institute, 2017)

ตารางที่ 1 สมรรถนะในการส่งเสริมความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมเพื่อนำไปสู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัล

สมรรถนะ	ความรู้	ทักษะ	ทัศนคติ/พฤติกรรม
เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล	ความรู้เกี่ยวกับสื่อทางดิจิทัลและเทคโนโลยี	• ทักษะในการระบุตัวตนทางดิจิทัล • ความเป็นพลเมืองโลก	• พฤติกรรมที่สอดคล้องกันของผู้บริโภคสื่อ • ความซื่อสัตย์ • สมรรถนะส่วนบุคคล
การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล	ความรู้เกี่ยวกับการจัดการบริหารเวลา การใช้งานสื่อบนหน้าจอ การทำงานที่หลากหลาย และผลกระทบจากการใช้งาน	ทักษะการบริหารจัดการเวลา	• พฤติกรรมการใช้สื่อ • การควบคุมตนเอง

สมรรถนะ	ความรู้	ทักษะ	ทัศนคติ/พฤติกรรม
การจัดการการระรานทางไซเบอร์	ความรู้เกี่ยวกับการจัดการการระรานทางไซเบอร์และผลกระทบต่อความสัมพันธ์	• ทักษะการควบคุมอารมณ์ • ทักษะการจัดการเมื่อเผชิญสถานการณ์การระรานทางไซเบอร์	• พฤติกรรมเมื่อต้องเกี่ยวข้องกับการระรานทางไซเบอร์ • ทัศนคติต่อการระรานทางไซเบอร์ • ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น
การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย	ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย	• ทักษะการจัดการความปลอดภัยของข้อมูลส่วนตัว • ทักษะที่จะป้องกันและจัดการกับอันตรายของระบบเครือข่าย	• พฤติกรรมในการจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย • ทัศนคติในเรื่องการจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย
การจัดการความเป็นส่วนตัว	ความรู้เกี่ยวกับการจัดการความเป็นส่วนตัวของข้อมูล	• ทักษะการป้องกันความเป็นส่วนตัวของข้อมูลตนเองและผู้อื่น • ทักษะในการบริหารจัดการ	• พฤติกรรมในการแบ่งปันข้อมูลส่วนบุคคล • ทัศนคติในการแบ่งปันข้อมูลส่วนบุคคล
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	การรู้เท่าทันสื่อและข้อมูล	• ทักษะในการป้องกันสื่อและข่าวที่หลอกลวง • ทักษะในการป้องกันการติดต่อกับบุคคลอันตราย • ทักษะในการรับรู้สื่อที่ไม่เหมาะสมและอันตราย	• พฤติกรรมและทัศนคติในการรับรู้สื่อ • การมีวิจารณญาณในการรับรู้ข้อมูล • การไม่เสพสื่อที่อันตรายและคุกคามทางเพศ • การควบคุมการสนทนาและติดต่อกับบุคคลแปลกหน้า
ร่องรอยทางดิจิทัล	ความรู้เกี่ยวกับร่องรอยทางดิจิทัลและการติดตาม	ทักษะในการควบคุมร่องรอยทางดิจิทัลและการติดตาม	• พฤติกรรมเกี่ยวกับร่องรอยทางดิจิทัล • ทัศนคติเกี่ยวกับร่องรอยทางดิจิทัล
ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล	ความรู้เกี่ยวกับความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล	ทักษะในการควบคุมการใช้งานสื่อด้วยความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีโดยไม่ตัดสินผู้อื่น	ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

ที่มา: DQ Institute (2017)

จากตารางที่ 1 พบว่า ทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถทั้ง 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัล ประกอบด้วย สมรรถนะทั้งความรู้ ทักษะและพฤติกรรมในการส่งเสริมความฉลาดทางดิจิทัลที่แตกต่างกัน อาทิ การส่งเสริมเอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับสื่อทางดิจิทัลและเทคโนโลยี ทักษะในการระบุอัตลักษณ์ตัวตน และความเป็นพลเมืองโลก (Global citizenship) รวมถึงการรับรู้สมรรถภาพและศักยภาพที่มีอยู่ภายในตัวเอง การส่งเสริมความฉลาดทางดิจิทัลด้านความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล ประกอบด้วย ทักษะในการสื่อสารในโลกออนไลน์ที่ถูกต้อง และความสามารถในการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น

นอกจากนี้ ผู้เขียนได้ศึกษารายงานการวิจัยเรื่อง ความเป็นพลเมือง: บทสำรวจสถานะความเป็นพลเมืองกับการรู้ดิจิทัล (ศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564) โดยการวิจัยนี้ใช้การวิจัยเชิงปริมาณในการสำรวจการรู้ดิจิทัลของพลเมืองในระบอบประชาธิปไตยของไทย (Survey research) จำนวน 400 ชุด จากจังหวัดตัวแทน 4 ภาค ได้แก่ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ในประเทศไทย โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic random sampling) จากรายชื่อประชากรของจังหวัดที่ได้รับการสุ่มเพื่อเป็นตัวแทนของภาค 4 ภาคซึ่งแบ่งภาคแบบกว้าง โดยเรียงรายชื่อของทุกหน่วยประชากรเป็นระบบตามบัญชีรายชื่อ และใช้ตัวเลขสัดส่วนของขนาดกลุ่มตัวอย่างและประชากรของจังหวัด มาใช้เป็นช่วงของการสุ่มประชากร เริ่มสุ่มประชากรหน่วยแรกด้วย และสุ่มหน่วยต่อไปนับจากช่วงสัดส่วนที่คำนวณไว้ และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อเก็บข้อมูลข้อเสนอแนะในการพัฒนาพลเมืองให้รู้ดิจิทัล ด้วยการสนทนากลุ่มและสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 13 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation coefficient) โดยมีวัตถุประสงค์วิจัยเพื่อศึกษาการรู้ดิจิทัลของพลเมืองในระบอบประชาธิปไตยของไทย ความสัมพันธ์ระหว่างพลเมืองในระบอบประชาธิปไตยของไทยกับการรู้ดิจิทัล และศึกษาแนวทางส่งเสริมการรู้ดิจิทัลให้กับพลเมืองในระบอบประชาธิปไตย

จากผลการวิจัยเชิงปริมาณดังกล่าวพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีการรู้ดิจิทัลในระดับมากและมีความสัมพันธ์กับความเป็นพลเมืองในระบอบประชาธิปไตย โดยเฉพาะพลเมืองที่ใส่ใจต่อเรื่องส่วนรวม จากข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า ประเทศไทยมีองค์ความรู้เพื่อส่งเสริมการรู้ดิจิทัลให้กับพลเมืองอยู่จำนวนไม่น้อย อาทิ ผลงานของสถาบันสื่อเด็กและเยาวชน (สสย.) ทำการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของเด็กตั้งแต่ประถมวัย ประถมศึกษา มัธยมต้น มัธยมปลาย มหาวิทยาลัย วัยทำงาน และวัยสูงอายุ หรือการวิจัยของมูลนิธิการศึกษาเพื่อสร้างพลเมืองไทย (Thai Civic Education Foundation: TCE Foundation) เพื่อพัฒนาคู่มือเกี่ยวกับการเรียนรู้ดิจิทัลของพลเมืองในทุกช่วงวัย โดยผสานเข้ากับองค์ความรู้เรื่องการรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศและสื่อดิจิทัล (Media Information and Digital Literacy: MIDL) ขณะที่สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Transactions Development Agency: ETDA) ได้นำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาต่อยอดเป็นงานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะการสื่อสารและการพัฒนาคู่มือการรู้เท่าทันดิจิทัล (Digital literacy)

นอกจากนั้นยังพบอีกว่า ความสามารถในการใช้ดิจิทัลของคนไทยขึ้นอยู่กับช่วงวัยที่มีความแตกต่างของการเรียนรู้ดิจิทัลและทักษะในการใช้ จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าผู้ที่เป็นดิจิทัลเนทีฟ (Digital native) หรือเกิดในยุคดิจิทัลจะมีความสามารถในการเรียนรู้ดิจิทัลได้รวดเร็ว และมีระดับความสามารถในการใช้ดิจิทัลได้สูงกว่าผู้ที่อพยพดิจิทัล (Digital migrant) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัยทำงานและผู้สูงอายุ ซึ่งถึงแม้ว่าจะสามารถใช้งานดิจิทัลได้ แต่ทักษะในการใช้งานดิจิทัลจะน้อยกว่ากลุ่มดิจิทัลเนทีฟโดยเปรียบเทียบประเด็นนี้ ผลเชิงปริมาณจากงานวิจัยได้ยืนยันความแตกต่างของการรู้ดิจิทัลของช่วงวัยเรื่องของช่วงอายุ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มช่วงอายุ 57 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าทุกกลุ่ม และช่วงอายุน้อยกว่า 24 ปี ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าทุกกลุ่ม และสอดคล้องกับแนวคิดดิจิทัลเนทีฟ โดยแสดงผลชัดเจนด้านทักษะในการใช้ดิจิทัล ตั้งแต่ระดับพื้นฐานในการเข้าใช้งาน การอ่าน การเขียน การโพสต์ข้อความ การแสดงความเห็น ผลระดับกลางคือ การส่งต่อข้อมูล ผลระดับสูงคือ การเป็นผู้ผลิตและสร้างสรรค์สื่อดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ ผลระดับสูงที่สุดคือ ระดับของการตรวจสอบและแก้ไข ในการศึกษาชี้ให้เห็นว่า พลเมืองไทยส่วนใหญ่มีระดับการเป็นพลเมืองดิจิทัลในเรื่องของการใช้งานแค่ระดับพื้นฐานแลระดับกลางเท่านั้น กล่าวคือ สามารถเข้าใช้เว็บไซต์ได้ สามารถอ่าน สืบค้น เขียนโต้ตอบ และส่งต่อข้อมูลดิจิทัลได้เท่านั้น ส่วนใหญ่ยังไม่มีทักษะในการผลิตและสร้างสรรค์สื่อดิจิทัลด้วยตัวเอง และยังขาดความตระหนักรู้ในการปกป้องตรวจสอบข้อมูลก่อนเชื่อและส่งต่อไปยังผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่ผลเชิงปริมาณที่แม้ค่าคะแนนภาพรวมการรู้ดิจิทัลทั้งความสามารถและพฤติกรรมจะอยู่ในระดับมาก แต่ค่าคะแนนที่อยู่ในลำดับต่ำที่สุดคือ การดัดแปลงและสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลระดับสูงดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม รองศาสตราจารย์ยืน ภู่วรวรรณ (2564) ได้กล่าวว่า ชีวิตวิถีใหม่อยู่กับการใช้ดิจิทัลในการทำกิจกรรมต่าง ๆ การพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในเรื่องแรก คือ “ทักษะการแก้ปัญหา” การคิดอย่างเป็นระบบเพื่อใช้เทคโนโลยีช่วยแก้ปัญหา ทักษะนี้เน้นความสามารถในการแสวงหาความรู้ นำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และวางลำดับการคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและเหมาะสม

ทักษะที่สอง คือ “ความคิดสร้างสรรค์” คือ ความสามารถในการคิดหรือออกแบบสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพ มีประโยชน์ หรือคุ้มค่ากว่าของเดิมที่มีอยู่ รวมไปถึงการต่อยอดแนวคิดเดิม ๆ สู่สิ่งใหม่ โดยการทำให้เกิดการเรียนรู้ ด้วยการนำเอาความรู้มาสร้างสรรค์ คิด และทำต่อได้ด้วยตนเอง ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการพัฒนาและสร้างนวัตกรรมให้เกิดขึ้น

ความฉลาดทางดิจิทัลรวมถึงการเห็นคุณค่าของเทคโนโลยีดิจิทัล เห็นความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี เรียนรู้และเข้าใจเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ และรู้ทันเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม สามารถดำเนินชีวิตร่วมกับเทคโนโลยีอย่างมีความสุข ต้องเข้าใจว่าเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้มากและเร็ว ต้นทุนต่ำ สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อการเรียนรู้ได้ในทุกระดับ ตั้งแต่การเรียนรู้ระดับบุคคล ระดับกลุ่ม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือการเรียนรู้ร่วมกัน

ความฉลาดทางดิจิทัลยังเกี่ยวโยงกับการทำงานที่ใช้ดิจิทัล การเข้าใจชีวิตในโลกยุควิถีใหม่ที่ต้องพึ่งพาดิจิทัล เข้าใจว่าดิจิทัลเกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่อย่างไร ต้องใช้ชีวิตอย่างมีค่า สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมดิจิทัลในโลกไซเบอร์ได้อย่างมีความสุข สามารถปฏิบัติตัวได้เหมาะสม มีกาลเทศะ มีคุณธรรม มีจริยธรรม สามารถยอมรับในความแตกต่างของผู้อื่นได้ ซึ่งเรื่องนี้เป็นเรื่องจำเป็นที่จะลดความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในประเทศได้มาก นอกจากนี้ สิทธิในการกระทำ การแสดงออกในการสื่อสาร หรือเสรีภาพในการนำเสนอ ต้องมาพร้อมกับความรับผิดชอบ ซึ่งรวมถึงความรับผิดชอบต่อตนเองและความรับผิดชอบต่อสังคม การกระทำต้องไม่เข้าข่ายละเมิดสิทธิผู้อื่น หมิ่นประมาท หรือกระทำผิดกฎหมาย และต้องมีความรับผิดชอบเมื่อกระทำในพื้นที่สาธารณะ การกระทำการสร้างสื่อและเผยแพร่สื่อต้องไม่ให้ผิดกฎหมาย การใช้สิทธิและเสรีภาพอย่างถูกต้องพร้อมรับผิดชอบจะทำให้การอยู่ร่วมกันในสังคมมีความสงบสุข การกระทำที่ไม่ขัดต่อกฎหมายโดยคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรม ศีลธรรมอันดีงามของสังคม ถือเป็นพื้นฐานที่ทุกคนพึงต้องทราบ เพื่อจะอยู่ในโลกไซเบอร์ที่มีการเชื่อมโยงผู้คนจากทุกประเทศให้รับรู้ข่าวสารร่วมกันอย่างมีความสุข

5.3 แนวโน้มและทิศทางของพลเมืองดิจิทัลในปัจจุบัน

รายงานการวิจัยเรื่อง ความเป็นพลเมือง: บทสำรวจสถานะความเป็นพลเมืองกับการรู้ดิจิทัล (ศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564) ได้ศึกษางานวิจัย โดย รศ. ดร.อุษา บิ๊กกิ้นส์ กล่าวว่า “แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้ดิจิทัลของพลเมืองไทยต้องมีการส่งเสริมอย่างน้อยใน 2 เรื่อง คือ การคุ้มครองตนเอง (Self-protection) และการคุ้มครองทางสังคม (Social protection) โดยการคุ้มครองตนเองมี 3 เรื่อง 1) การสร้างสมดุลทางกายภาพและไซเบอร์ เด็กปัจจุบันไม่มีสมดุลในเรื่องการใช้เวลา เราต้องสร้างสมดุล 2) การฝึกการคิดวิเคราะห์ เราต้องเสริมเรื่องนี้เพราะเป็นเรื่องหลักในการใช้สื่อดิจิทัล และ 3) การจัดการความปลอดภัยกับสื่อดิจิทัลซึ่งเป็นปัญหากับทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เราต้องปลูกฝังกับทุกคน ส่วนเรื่องการคุ้มครองสังคม อย่างแรกคือต้องมีมารยาททางดิจิทัล ส่วนที่สอง คือ เสรีภาพและสิทธิในทางดิจิทัล เรามีเสรีภาพในการเสนอความเห็น แต่ในขณะเดียวกันแต่ละคนก็มีเสรีภาพในการแสดงความเห็นของเขาเช่นกัน สุดท้ายเป็นเรื่องจิตสำนึกในโลกดิจิทัล ซึ่งสิ่งนี้จะสัมพันธ์กับเรื่องของการคุ้มครองตนเองและสังคมของดิจิทัล หากสามารถผลักดันเรื่องนี้ในทุกส่วนเข้าไปในการใช้ดิจิทัลนั้นก็จะช่วยให้เกิดจิตสำนึกได้” (อุษา บิ๊กกิ้นส์, 2564 อ้างถึงในศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564)

นอกจากนี้ ศ. ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ ยังกล่าวว่า “สิ่งที่พลเมืองดิจิทัลจำเป็นต้องมีคือ วัคซีนดิจิทัล คือ ต้องรู้เท่าทันดิจิทัล ต้องเป็นคน 3D นั่นคือ มีการรู้เท่าทันดิจิทัล นอกเหนือจากนี้จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนากำลังคนทุกภาคส่วน ในอย่างน้อย ๆ 3 องค์ประกอบ คือ KSA ซึ่งรวมกันเป็นสมรรถนะ โดย K ในที่นี้ คือ ความรู้ (Knowledge) S คือ ทักษะ (Skill) คือ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันและสามารถแก้ไขปัญหาได้ ส่วน A คือ มีเจตคติในการใช้ดิจิทัลที่ดี (Attitude) หรือที่เรียกว่ามีความฉลาดทางดิจิทัล ซึ่งอันนี้สำคัญมาก เพราะเราจะพบว่า ตอนนี้มีปัญหาในการใช้ดิจิทัลมาก ๆ ทั้งด้านบวก ด้านลบ เราต้องสร้างความฉลาดทางดิจิทัลขึ้นมา เนื่องจากเป็นชุดความสามารถทั้งการรับรู้ สติปัญญา อารมณ์ สังคมที่จะทำให้คน

ในยุคดิจิทัลสามารถเผชิญหน้ากับความท้าทาย ทำให้เขาสามารถปรับตัวกับโลกดิจิทัลได้" จากผลการวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในส่วนของเนื้อหาที่พึงตระหนักในการพัฒนาองค์ความรู้สำหรับส่งเสริมพลเมืองดิจิทัลนั้น อย่างน้อยควรมีองค์ประกอบ (3D) ดังต่อไปนี้ (ปณิตา วรรณพิรุณ, 2564 อ้างถึงในศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564)

5.3.1 การเข้าถึงดิจิทัล (Digital access) ซึ่งหมายถึง การเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ต และการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต

5.3.2 การใช้ดิจิทัล (Digital usage) ซึ่งประกอบด้วย การค้นหาข้อมูล การโพสต์ การส่งต่อข้อมูล หรือการแชร์ การตรวจสอบข้อมูล การเข้าใช้แพลตฟอร์มระดมความเห็นต่าง ๆ การใช้งานโซเชียลมีเดีย

5.3.3 การรู้เท่าทันดิจิทัล (Digital literacy) ซึ่งประกอบด้วย

1) การรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศและสื่อดิจิทัล ควรมีลักษณะเป็นองค์รวม เป็นการเรียนรู้แบบไม่แยกส่วน อาทิ เป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างสื่อสารสนเทศประเภทต่าง ๆ ไม่เฉพาะสื่อดิจิทัล ซึ่งรวมไปถึงการเรียนการสอนให้เกิดการคิดวิเคราะห์ประเมินเนื้อหาที่เข้าถึงทางดิจิทัลและแหล่งข้อมูลของสื่อดิจิทัลอย่างมีวิจารณญาณ ภายใต้หลักคุณค่าพลเมืองประชาธิปไตย (Digital citizen)

2) การคุ้มครองตนเองจากสื่อดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วย ก) การสร้างสมดุลทางกายภาพและไซเบอร์ (Cyber and physical balance) ไม่ใช้ชีวิตโดยติดกับโลกไซเบอร์มากเกินไปเพราะอาจกระทบต่อความสัมพันธ์ได้ ข) ฝึกการคิดวิเคราะห์ให้แก่คนในสังคมมากยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง และ ค) การจัดการความปลอดภัยทางดิจิทัล (Digital security management) ซึ่งหมายถึง การป้องกันรหัส การไม่เข้าเว็บไซต์ที่ต้องสงสัยหรือดาวน์โหลด (Download) ข้อมูลที่คาดว่าจะเป็นไวรัส การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อนการทำกิจกรรมต่าง ๆ รวมไปถึงการไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลมากเกินไป

3) การคุ้มครองทางสังคม เรื่องนี้มีความสำคัญไม่แพ้กับเรื่องการคุ้มครองตนเอง เนื่องจากการคุ้มครองทางสังคมจะช่วยสร้างความตระหนักให้แก่ผู้ใช้งานดิจิทัลได้ตระหนักถึงผลกระทบอันเกิดจากการกระทำทางดิจิทัลของตนได้กว้างขวางออกไป อันอาจส่งผลต่อการใช้ดิจิทัลที่มีคุณภาพ ระมัดระวัง และมีความรับผิดชอบมากขึ้น โดยเนื้อหาในส่วนนี้อาจประกอบไปด้วย ก) มีมารยาททางดิจิทัล (Digital courtesy) ตระหนักถึงการสื่อสารที่นำไปสู่การล่วงละเมิดหรือสร้างความเสียหายให้แก่ผู้อื่นได้ ข) ตระหนักถึงเสรีภาพและสิทธิทางดิจิทัล (Digital rights and freedom) ของผู้ใช้งานไม่เฉพาะตน

กล่าวคือ ตระหนักว่าการแสดงความเห็นเป็นสิทธิ แต่การใช้สิทธิในการแสดงความเห็นทางดิจิทัลจะต้องไม่กลายเป็นการหมิ่นประมาทผู้อื่นที่ผู้ใช้งานพึงตระหนัก คือ การกระทำต่าง ๆ ในโลกไซเบอร์นั้นย่อมส่งผลต่อโลกเสมือนจริงไปพร้อมกัน และ ค) มีจิตสำนึกทางสังคมดิจิทัล (Digital social contribution) หมายถึง การเป็นผู้มีจิตสาธารณะในสื่อสังคม ซึ่งเป็นจิตสาธารณะที่คำนึงถึงผลกระทบจากการใช้ดิจิทัลที่จะมีต่อสังคมและผู้อื่นในภาพรวม

4) จริยธรรมในการใช้ดิจิทัล อาทิ มีความรับผิดชอบในการใช้ดิจิทัล คำนึงถึงผลกระทบจากการใช้ดิจิทัลที่อาจส่งผลกระทบต่อตนเองในชีวิตจริงหรือกระทบต่อสังคมในภาพรวม และไม่ใช้การสื่อสารทางดิจิทัลเพื่อสร้างความแตกแยกชิงชังระหว่างคนกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม การนำภาพหรือชิ้นส่วนดิจิทัลอื่นมาใช้โดยไม่ได้ตระหนักถึงสิทธิ์ว่าทำได้หรือไม่ บางครั้งผู้นำชิ้นส่วนดิจิทัล ภาพ หรือข้อมูลจากสื่ออินเทอร์เน็ตมาแล้วคิดว่าใคร ๆ ก็มีสิทธิ์ใช้ได้ ความจริงหาเป็นเช่นนั้นไม่ เช่น ภาพในอินเทอร์เน็ตจำนวนมากได้รับการคุ้มครองความเป็นเจ้าของสิทธิ์ของผู้สร้างหรือผู้ประดิษฐ์ ผู้ใดจะละเมิดลิขสิทธิ์ไม่ได้ กฎหมายตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ปี พ.ศ. 2537 ห้ามการกระทำซ้ำหรือดัดแปลงงานที่มีเจ้าของเผยแพร่ต่อสาธารณชน ถ้าจะนำมาใช้ประกอบเขียนผลงานจำเป็นต้องขอเจ้าของลิขสิทธิ์เสียก่อน อย่างไรก็ตาม มีข้อยกเว้นให้นำไปใช้ในเชิงประโยชน์สาธารณะได้บางกรณี เช่น การเรียนการสอนที่ไม่ได้กระทำเชิงธุรกิจ การวิจัยหรือศึกษางาน อันมิใช่การกระทำเพื่อการค้าหากำไร เช่น ทำซ้ำ ดัดแปลง นำออกแสดงเพื่อประโยชน์การเรียนการสอนของตน หรือทำบทสรุปโดยผู้สอน หรือสถาบันการศึกษาเพื่อสอบ เพื่อแจกจ่าย หรือจำหน่ายแก่ผู้เรียนในชั้นเรียน โดยไม่ได้แสวงหากำไร และยังยกเว้นเพื่อประโยชน์ในการวิจัยและการศึกษา ตราบใดที่เจ้าของสิทธิ์ไม่เสียผลประโยชน์ แต่บางครั้งขอบเขตของกฎหมายที่จะถูกฟ้องและไม่ถูกฟ้องก็ยากที่จะรู้ได้ (ยืน ภู่วรวรรณ, 2564)

การส่งเสริมให้พลเมืองใช้ข้อมูลอย่างสร้างสรรค์และการดัดแปลงเพื่อประโยชน์สาธารณะอย่างไม่ละเมิดสิทธิและลิขสิทธิ์ เป็นสิ่งที่ต้องส่งเสริมการตระหนักถึงสิทธิเสรีภาพของตนและผู้อื่น เคารพสิทธิของตนและไม่ใช้สิทธิของตนไปละเมิดสิทธิของผู้อื่น เคารพความแตกต่างหลากหลาย เคารพกฎกติกาและมีความรับผิดชอบต่อสังคมไปพร้อมกันกับความรู้สื่อดิจิทัล การคิดวิเคราะห์ ประเมินเนื้อหาที่เข้าถึงทางดิจิทัลและแหล่งข้อมูลของสื่อดิจิทัลอย่างมีวิจารณญาณ การรู้การใช้ การรู้ความปลอดภัย การแสดงออกอย่างเข้าใจบุคคลอื่น (Empathy) มีองค์ความรู้ในการคุ้มครองตนเองและคุ้มครองทางสังคม และเจตคติการมีความรับผิดชอบต่อส่วนรวมถือเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการส่งเสริมความเป็นพลเมืองดิจิทัลในสังคมไทย

5.4 บทบาทของ กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัลสู่การพัฒนาประเทศไทย

การเข้าสู่ยุค “ประเทศไทย 4.0” “เป็นการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม (Value–based economy)” โดยมีฐานคิดหลัก คือ เปลี่ยนจากการผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้าไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยการพัฒนาประเทศ และการเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดด ด้วยพลังของตลาดและการบริโภคนี้ทำให้การปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวของภาครัฐ ภาคธุรกิจ และภาคสังคม เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง กสทช. ซึ่งมีหน้าที่ในการจัดสรรคลื่นความถี่ในกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม จึงมีบทบาทที่สำคัญในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะกรณีของประเทศไทยภายหลังการจัดสรรคลื่นความถี่โดยให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบไร้สาย ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของพลเมืองยุคดิจิทัลในปัจจุบันที่เปลี่ยนไป

ในปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ. 2563) ที่สถานการณ์ทั่วโลกตกอยู่ในภาวะวิกฤติด้านสุขภาพจากโควิด-19 ที่กระทบรุนแรงต่อระบบสุขภาพ เศรษฐกิจ สังคม การเมือง ส่งผลให้ประชากรทั่วโลกรวมถึงประเทศไทยต้องปรับพฤติกรรมและวิถีชีวิตด้วยการทำงานและใช้ชีวิตอยู่ในบ้านเป็นเวลายาวนาน โดยมีกิจกรรมผ่านบริการโทรคมนาคมและปรับตัวเข้าสู่ยุคดิจิทัลมากขึ้นทั้งการประชุมออนไลน์ การทำงาน การเรียน การจับจ่ายใช้สอย และการทำธุรกรรมในชีวิตประจำวัน บทบาทของเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อพลเมืองและกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวครั้งใหญ่ของทุกภาคส่วน ผลักดันให้พลเมืองเปลี่ยนผ่านสู่ระบบดิจิทัลอย่างเร็วขึ้นอีก จนกลายเป็นสิ่งที่เรียกว่าวิถีปกติใหม่ (New normal) อีกทั้งมาตรการควบคุมโรคกลายเป็นเหตุจำเป็นให้ภาครัฐต้องมีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลของประชาชนเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของผู้ติดเชื้อด้วยเช่นกัน (Contact tracing) เหตุปัจจัยเหล่านี้ก่อให้เกิดการตั้งคำถามถึงจุดสมดุลระหว่างความมั่นคงปลอดภัยสาธารณะในการใช้ชีวิตเชื่อมต่อโลกออนไลน์ ความเป็นส่วนตัว การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Data protection) การเข้าถึงข้อมูลของภาครัฐและเอกชน และการเปิดเผยข้อมูลของภาครัฐให้สาธารณชนได้เข้าถึงและใช้ประโยชน์ (Open data) อีกทั้งเมื่อราคาของโทรศัพท์แบบสมาร์ตโฟน (Smart phone) ในตลาดมีราคาถูกลง คนจำนวนมากเข้าถึงได้มากขึ้น จึงทำให้เกิดการบริการผ่านระบบออนไลน์ที่แพร่หลายอย่างรวดเร็วในสังคมไทย ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงอย่างก้าวกระโดดดังกล่าว เป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่สี่ (The fourth industrial revolution) ที่ไม่ได้หมายถึงแค่ระบบและจักรกลอัจฉริยะที่เชื่อมโยงกันได้เท่านั้น แต่มีขอบเขตที่กว้างขวางกว่านั้นมาก (สุภิญญา กลางณรงค์ และณภัทร เรืองนภากุล, 2564)

ยกตัวอย่างกรณีกิจการสื่อสารมวลชนซึ่งได้รับผลกระทบจากเทคโนโลยีสารสนเทศแบบใหม่ผ่านสื่อสังคม เห็นได้จากปรากฏการณ์ของสื่อสิ่งพิมพ์รวมถึงสถานีโทรทัศน์ที่ต้องทยอยปิดกิจการลง เพราะพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่ โดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นและวัยทำงานที่รับสื่อผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่าการรับชมโทรทัศน์ หรือการที่ประชาชนจับจ่ายใช้สอยผ่านแพลตฟอร์ม (Platform)

ออนไลน์และทำธุรกรรมผ่านโทรศัพท์ไร้สายมากขึ้นอย่างก้าวกระโดด รวมไปถึงการพัฒนานวัตกรรม การใช้สมองกลอัจฉริยะ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) และเทคโนโลยีภาคพลเมืองมาแก้ปัญหาสังคมมากขึ้น (Civic technology) โจทย์สำคัญ คือ ในขณะที่ภาครัฐมีภารกิจในการส่งเสริมนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี แต่ก็ต้องระมัดระวังและรับมือผลกระทบด้านลบที่มากับยุคดิจิทัลด้วยเช่นกัน อาทิ ปัญหาการแพร่ระบาดของข้อมูลแพลตฟอร์มข่าวสาร (Infodemic) ทั้งในลักษณะความเข้าใจผิด (Misinformation) และการตั้งใจบิดเบือน (Disinformation) หรือปรากฏการณ์ที่เรียกกันว่าข่าวลวง รวมไปถึงด้านมืดในยุคดิจิทัลและอาชญากรรมไซเบอร์ (Cyber crime) ที่กลายเป็นเรื่องใกล้ตัวประชาชนมากขึ้น เพราะสามารถเกิดขึ้นจากที่ใดกับใครก็ได้แบบไร้พรมแดน (สุภิญญา กลางณรงค์ และณภัทร เรืองนภากุล, 2564)

ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.กิตติพงษ์ กิตยารักษ์ กล่าวไว้ในงานเสวนาของสถาบันเพื่อการยุติธรรมแห่งประเทศไทยว่า อาชญากรรมไซเบอร์เป็นปัญหาใหญ่ต่อการพัฒนาไปสู่ความเป็น “พลเมืองดิจิทัล” จึงต้องการความร่วมมือจากทุกฝ่ายที่ต้องรับมือให้ได้ในทุกมิติ ตั้งแต่การรับมือกับความหลากหลายของรูปแบบอาชญากรรมที่ซับซ้อนมากขึ้น โอกาสในการก่ออาชญากรรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำได้ง่าย สะดวก แนบเนียน และป้องกันยากขึ้น ส่วนประเด็นเรื่องกฎหมาย ต้องพิจารณาให้มีความหลากหลายและทันสมัยมากยิ่งขึ้น ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการบังคับใช้กฎหมาย เพราะฝ่ายอาชญากรสามารถก่อเหตุได้โดยไม่มีพรมแดน ไม่ต้องมีข้อตกลง ไม่ต้องมีสนธิสัญญา ในขณะที่ฝ่ายเจ้าหน้าที่ซึ่งมีหน้าที่รวบรวมพยานหลักฐานกลับมีข้อจำกัดทั้งเรื่องพรมแดน ความร่วมมือระหว่างประเทศ เช่น การส่งพยานหลักฐานต้องมีกระบวนการในการร่วมมือที่ซับซ้อน ทั้งยังเห็นว่า การสร้างความสมดุลระหว่างอำนาจรัฐกับการรักษาสิทธิเสรีภาพของประชาชน เป็นอีกหนึ่งความท้าทายในการจัดการกับปัญหาภัยคุกคามทางไซเบอร์ หากไม่มีการกำกับดูแลที่เหมาะสม ก็จะนำไปสู่การใช้อำนาจที่ไม่ถูกต้อง (กิตติพงษ์ กิตยารักษ์, 2563 อ้างถึงใน กระทรวงยุติธรรม, 2563)

กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ตระหนักถึงภัยคุกคามทางไซเบอร์ดังกล่าวข้างต้นที่ประเทศไทยจะต้องเผชิญในอนาคตอย่างที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้ จึงได้ดำเนินการออกนโยบายและแนวปฏิบัติในการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศ ให้ความรู้และส่งเสริมการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อดำเนินการป้องกันรับมือ และลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามด้านไซเบอร์ เพื่อให้การดำเนินการใด ๆ ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์มีความมั่นคง ปลอดภัย และเชื่อถือได้ ประกอบกับรัฐบาลได้กำหนดให้ยุทธศาสตร์การรักษาความปลอดภัยในโลกไซเบอร์เป็นยุทธศาสตร์ระดับชาติ โดยเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของรัฐบาล เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการป้องกันหรือลดผลกระทบที่เกิดจากภัยคุกคามในรูปแบบใหม่ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ ต้องอาศัยความร่วมมือของทั้งจากภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชนทั้งประเทศต่อไป นอกจากนี้ กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ยังริเริ่มให้ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยายโดยผู้เชี่ยวชาญ การสัมมนา และคัดสรรหนังสือเกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์เพื่อให้ความรู้และแจกจ่ายให้กับภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชนผู้สนใจ อาทิ Cyber war สงครามไซเบอร์ โดย ไพรัตน์ พงศ์พานิชย์ แปล Richard A. Clarke and Robert Knake เขียน เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะความรู้ทางดิจิทัลให้แก่พลเมืองยุคดิจิทัลในปัจจุบันให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัลดังกล่าว

6. การอภิปรายผล

6.1 ทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัล 8 ประการ

ความเป็นพลเมืองดิจิทัลเป็นพลเมืองที่มีความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตในการบริหารจัดการ ควบคุม กำกับตน รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทัน เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบ เรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย โดยการจะเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์ต้องมีทักษะที่สำคัญนั่นคือ ความฉลาดทางดิจิทัล ซึ่งทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถ 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัลที่ส่งผลให้บุคคลสามารถบริหารจัดการตนเอง รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทันสื่อ ได้แก่ เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล การจัดการการระรานทางไซเบอร์ การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย การจัดการความเป็นส่วนตัว การคิดอย่างมีวิจารณญาณ รอยเท้าดิจิทัล และความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล ซึ่งหากมีการผสมผสานการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม จะเป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย

อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่ส่งเสริมความเป็นพลเมืองดิจิทัล ได้แก่ การส่งเสริมความรู้ ทักษะ พฤติกรรม และสมรรถนะเพื่อนำไปสู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัล อาทิ ความรู้เท่าทันสื่อและข้อมูล ความซื่อสัตย์ สมรรถนะส่วนบุคคล ทักษะการควบคุมอารมณ์ ทักษะการบริหารจัดการเวลา การรู้ดิจิทัล และการรู้เท่าทันดิจิทัล การศึกษาแนวโน้มและทิศทางของพลเมืองดิจิทัลในยุคปัจจุบัน จากรายงานการวิจัยเรื่อง ความเป็นพลเมือง: บทสำรวจสถานะความเป็นพลเมืองกับการรู้ดิจิทัล (ศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์ และคณะ, 2564) พบว่า ปัจจุบันการเรียนรู้ดิจิทัลของพลเมืองไทยยังมีปัญหาหลายประการ โดยอาจแบ่งออกเป็นปัญหาใหญ่ ๆ 3 ประการ คือ ปัญหาด้านการเข้าถึงดิจิทัล (Digital access) ปัญหาด้านความสามารถในการใช้งานดิจิทัล (Digital usage) และปัญหาเรื่องความฉลาดทางดิจิทัล (Digital intelligence) โดยด้านปัญหาการเข้าถึงดิจิทัล (Digital access) นับเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ยังคงพบได้ในปัจจุบัน ที่จะส่งผลกระทบสืบเนื่องต่อการเรียนรู้ดิจิทัลของพลเมืองในสังคมไทย ทั้งนี้ เพราะหากพลเมืองไม่สามารถเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ ความสามารถในการเรียนรู้และรู้เท่าทันดิจิทัลย่อมเกิดขึ้นไม่ได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ความสามารถในการใช้ดิจิทัลเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่พบได้บ่อยมากกับผู้ใช้ดิจิทัลซึ่งอยู่ในช่วงวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ รวมไปถึงผู้ที่เพิ่งเริ่มต้นในการใช้งานดิจิทัล ทั้งนี้ เพราะการมีความสามารถในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตนั้นไม่ได้หมายความว่าผู้นั้นจะมีความสามารถในการใช้ดิจิทัล นอกจากนี้ปัญหาเรื่องการรู้เท่าทันดิจิทัล (Digital literacy) ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิชี้ไปในทิศทางเดียวกันว่าการรู้เท่าทันดิจิทัลของพลเมืองกำลังกลายเป็นปัญหาใหญ่ของพลเมืองดิจิทัล โดยการรู้เท่าทันดิจิทัลในที่นี้เป็นทักษะที่ไปไกลกว่าเรื่องของความสามารถในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต ทักษะในการผลิตหรือส่งต่อเนื้อหาในแพลตฟอร์มออนไลน์ แต่ครอบคลุมมิติด้านการวิเคราะห์ประเมินผลเนื้อหา การตัดสินใจเลือกเชื่อและทำกิจกรรมกับเนื้อหาที่ได้รับมา ไม่ว่าจะเป็นการผลิต การส่งต่อ การแสดงความคิดเห็น เหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญที่จะช่วยให้พลเมืองมีความรู้เท่าทันดิจิทัล

6.2 บทบาทของ กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัลสู่การพัฒนาประเทศไทย

บทบาทของ กสทช. และ สำนักงาน กสทช. ในการขับเคลื่อนพลเมืองดิจิทัลสู่การพัฒนาประเทศไทย ได้แก่ การดำเนินการออกนโยบายและแนวปฏิบัติในการรักษาความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศ ให้ความรู้และส่งเสริมการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อดำเนินการป้องกัน รับมือ และลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามด้านไซเบอร์ เพื่อให้การดำเนินการใด ๆ ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์มีความมั่นคง ปลอดภัย และเชื่อถือได้ การตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง และการใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยและสร้างสรรค์ การมีคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีและปฏิบัติตามหลักกฎหมายและนิติธรรม จะช่วยให้เราสามารถเป็นพลเมืองดิจิทัลที่ใช้ชีวิตในโลกดิจิทัลได้อย่างสมดุล นอกจากนี้ยังมุ่งมั่นในการพัฒนาและคุ้มครองประชาชนผู้บริโภคสื่อ ทั้งในเรื่องของการถูกละเมิดละเลยในสิทธิและเสรีภาพ และการถูกเอาเปรียบจากผู้ประกอบกิจการ ตรวจสอบ กำกับ และควบคุมการใช้งานสื่ออย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมความเป็นพลเมืองดิจิทัล โดยการให้ความรู้แก่พลเมืองดิจิทัลให้มีความฉลาดทางดิจิทัล เพื่อการใช้เทคโนโลยีอย่างสมดุลและสร้างสรรค์ต่อไป อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมทักษะการเรียนรู้สู่พลเมืองดิจิทัลต้องอาศัยความร่วมมือทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน

6.3 ข้อเสนอแนะต่อการเสริมสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลในประเทศไทย

มีข้อเสนอแนะต่อการเสริมสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลในประเทศไทยว่า การทำให้ผู้เรียนมีความฉลาดทางดิจิทัลร่วมกับการมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเผชิญกับความท้าทายกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคต (ธนวัฒน์ เจริญษา และ สุภาณี เส็งศรี, 2563) สถาบันการศึกษาของประเทศไทยควรมีการบรรจุหลักสูตรการเสริมสร้างความเป็นพลเมืองดิจิทัลเป็นหลักสูตรบังคับให้แก่ผู้เรียน รวมถึงเสริมสร้างกิจกรรมในการให้ความรู้แก่เด็กและเยาวชนโดยสอดแทรกหลักการมีคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี และจัดหลักสูตรการอบรมทักษะการเรียนรู้ทางดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เยาวชนไทยตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญของการเป็นพลเมืองดิจิทัล โดยภาครัฐต้องร่วมมือกับสถาบันครอบครัว รวมถึงภาคเอกชนในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตระหนักถึงการมีความฉลาดทางดิจิทัลเพื่อการป้องกัน รับมือและลดความเสี่ยงจากภัยคุกคามด้านไซเบอร์ เสริมสร้างทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถ 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัลเพื่อการใช้สื่อออนไลน์อย่างปลอดภัย รวมถึงภาครัฐต้องมีการบัญญัติกฎหมายป้องกันการคุกคามทางไซเบอร์ที่เคร่งครัดและรัดกุม เพื่อไม่ให้คนไทยตกเป็นเหยื่อของภัยจากโลกออนไลน์โดยใช้ทักษะความฉลาดทางดิจิทัลเป็นเครื่องป้องกัน นอกจากนี้ การรู้จักเคารพสิทธิของตนเองและมีความรับผิดชอบต่อสังคมในโลกสมัยใหม่ ไปจนถึงเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลที่มีต่อสังคมและใช้มันเพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในเชิงบวก ยังคงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพราะแม้เราอาจจะใช้อินเทอร์เน็ตราวกับมันเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตไปแล้ว แต่ดูเหมือนคนจำนวนมากยังขาดทักษะและความรู้ที่จำเป็นต่อการใช้

ประโยชน์จากโอกาสดังกล่าว ยังไม่รู้วิธีลดผลกระทบจากความเสี่ยงในโลกออนไลน์ รวมถึงขาดความเข้าใจเรื่องสิทธิและความรับผิดชอบในโลกยุคดิจิทัล หากบุคคลมีการผสมผสานทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัลจะทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการบริหารจัดการตนเอง รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทันสื่อ เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้อย่างเหมาะสม และสามารถเรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย

7. บทสรุป

ความฉลาดทางดิจิทัลและทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมเป็นหนึ่งในทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อนำไปสู่ความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ โดยพลเมืองดิจิทัลเป็นพลเมืองที่มีความสามารถในการใช้อินเทอร์เน็ตในการบริหารจัดการควบคุม กำกับตน รู้ผิดรู้ถูก และรู้เท่าทัน เป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างเหมาะสม มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ที่จะใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดและปลอดภัย การจะเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สมบูรณ์จึงต้องมีทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถของความฉลาดทางดิจิทัล 8 ประการ อันได้แก่ 1) เอกลักษณ์พลเมืองดิจิทัล 2) การบริหารจัดการเวลาบนโลกดิจิทัล 3) การจัดการการระรานทางไซเบอร์ 4) การจัดการความปลอดภัยบนระบบเครือข่าย 5) การจัดการความเป็นส่วนตัว 6) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 7) รอยเท้าดิจิทัล และ 8) ความเห็นอกเห็นใจและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้อื่นทางดิจิทัล ซึ่งหากมีการผสมผสานการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้อย่างเหมาะสม จะเป็นบรรทัดฐานในการใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างปลอดภัย

การให้ความสำคัญกับพลเมืองในยุคดิจิทัลจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญโดยเฉพาะสถาบันการศึกษาซึ่งมีหน้าที่ต้องเตรียมทักษะผู้เรียนให้มีความพร้อม โดยมีปัจจัยในการส่งเสริมทักษะที่สำคัญ อันได้แก่ ทักษะในการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน การรู้เท่าทันสื่อ การรู้เท่าทันเทคโนโลยี ความเป็นผู้นำ การทำงานให้มีประสิทธิภาพ และการเข้าสังคม และทักษะที่ต้องเพิ่มเข้ามาเป็นอย่างยิ่ง ได้แก่ การเสพสื่อออนไลน์ การหาข้อมูลร่วมกับผู้อื่นทางออนไลน์ การคัดกรองข่าวลวง และการใช้ชีวิตอย่างสมดุลบนโลกดิจิทัล โดย กสทช. และ สำนักงาน กสทช. มีบทบาทในการให้ความรู้ ออกนโยบายและแนวปฏิบัติเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง เพื่อขับเคลื่อนความเป็นพลเมืองดิจิทัลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศไทยอย่างไรก็ตาม การส่งเสริมทักษะการเรียนรู้สู่พลเมืองดิจิทัล ต้องอาศัยความร่วมมือทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน การตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยและสร้างสรรค์ และการมีคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีและปฏิบัติตามหลักกฎหมายและนิติธรรม จะช่วยให้เราสามารถเป็นพลเมืองดิจิทัลที่ใช้ชีวิตในโลกดิจิทัลได้อย่างสมดุล

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาในอนาคต

8.1.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับดัชนีชี้วัดความเป็นพลเมืองดิจิทัลของสังคมไทย เพื่อส่งเสริมปัจจัยในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ให้แก่พลเมืองในยุคดิจิทัล และเพื่อเป็นการประเมินถึงการรับรู้ดิจิทัลของพลเมืองของประเทศไทย โดยอาจสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย รวมถึงนำผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศมาประยุกต์และปรับใช้ให้มากยิ่งขึ้น

8.1.2 การสนับสนุนบทบาทของพลเมืองของประเทศไทยในด้านต่าง ๆ ควรครอบคลุมทักษะความฉลาดทางดิจิทัล โดยอาจปรับนิยามของพลเมืองในระบอบประชาธิปไตยให้มีทักษะการเรียนรู้นวัตกรรมและความสามารถ 8 ประการของความฉลาดทางดิจิทัลให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

8.1.3 ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยอาจถอดบทเรียนจากงานวิจัยหรือผลการศึกษาต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตื่นตัวและตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านความฉลาดทางดิจิทัลให้เกิดขึ้นในสังคมอย่างยั่งยืน

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสาร

8.2.1 กสทช. ควรส่งเสริมนโยบายการพัฒนาสื่อและการบริโภคสื่ออย่างสร้างสรรค์โดยให้ความสำคัญกับบทบาทของความเป็นพลเมืองดิจิทัลโดยการพัฒนาความฉลาดทางดิจิทัลให้กับประชาชน

8.2.2 ภาครัฐควรส่งเสริมบทบาทของสถาบันการศึกษา โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ ส่งเสริมทักษะความฉลาดทางดิจิทัลให้เป็นหลักสูตรสำคัญของผู้เรียนที่ต้องเรียนรู้ รวมถึงเผยแพร่หลักสูตรดังกล่าวให้แก่ประชาชนและบุคคลทั่วไปอย่างทั่วถึง

8.2.3 พลเมืองในยุคดิจิทัลจะต้องมีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง ตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง และการใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยและสร้างสรรค์ มีคุณธรรมและจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยีและปฏิบัติตามหลักกฎหมายและนิติธรรม โดยครอบครัวและสถาบันการศึกษาควรมีส่วนร่วมในการพัฒนาอย่างจริงจัง

8.2.4 ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ควรร่วมมือกันกำกับและควบคุมการใช้ดิจิทัลให้เป็นไปในทางที่ถูกต้องเหมาะสม โดยเฉพาะการคุ้มครองประชาชนผู้บริโภคสื่อ ทั้งในเรื่องของการถูกละเมิดละเลยในสิทธิและเสรีภาพ และการถูกเอาเปรียบจากผู้ประกอบกิจการ รวมถึงสนับสนุนให้เกิดการวิจัยเพื่อเพิ่มพูนต่อยอดความรู้ให้มากยิ่งขึ้น โดยอาจสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย พร้อมทั้งเปิดพื้นที่ให้เกิดการแลกเปลี่ยนผลการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ดิจิทัลของพลเมืองในสังคมไทยในมิติต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

8.2.5 ผู้ประกอบการภาครัฐและเอกชนต้องสร้างความปลอดภัยทางเทคโนโลยีให้แก่ผู้บริโภคและประชาชนทั่วไป โดยออกกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้สื่อและเทคโนโลยี

รายการเอกสารอ้างอิง

กระทรวงยุติธรรม. (2563). *อาชญากรรมทางไซเบอร์ ภัยคุกคามจากวิถีใหม่ยุคโควิด-19 ผู้เชี่ยวชาญแนะรัฐเร่งให้ความรู้.* https://www.moj.go.th/view/45017

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2561). *ยุคแห่งพลเมืองดิจิทัล.* คลังความรู้ SciMath. https://www.scimath.org/article-technology/item/8659-2018-09-11-07-58-08

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2562). *ความฉลาดทางดิจิทัล (Digital intelligence).* คลังความรู้ SciMath. https://www.scimath.org/article-technology/item/10611-digital-intelligence

ฐิตินัน บุญภาพ คอมมอน. (2556). *บทบาทของสื่อใหม่ในการสร้างค่านิยมทางสังคมและอัตลักษณ์ของเยาวชนในเขตกรุงเทพมหานคร.* กรุงเทพฯ: คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ธนวัฒน์ เจริญษา และสุภาณี เส็งศรี. (2563, กรกฎาคม–ธันวาคม). ความฉลาดทางดิจิทัลกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม, 3*(2). https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ivebjournal/article/view/245251

บุญชนก ธรรมวงศา. (2561). *4CS : สี่ทักษะการเรียนรู้ที่ควรมี ฝึกกันได้ และไม่ต้องใช้พรสวรรค์.* The Potential. https://thepotential.org/2018/10/19/4cs- for-21stcentury-learning/.

พักตร์วิภา โพธิ์ศรี. (2561). บทบาทการศึกษาต่อการพัฒนาความเป็นพลเมืองดิจิทัล. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 14*(1), https://edu.buu.ac.th/vesd/a2561-1.pdf

ยืน ภู่วรวรรณ. (2564). *ความฉลาดรู้ดิจิทัล (DQ Digital- Quotient).* ชีวิตวิถีใหม่และความฉลาดทางดิจิทัล. https://learningdq-dc.ku.ac.th/course/?c=5&l=5

ศุภณัฐ เพิ่มพูนวิวัฒน์, ศรัณยุ หมั้นทรัพย์, และจารุวรรณ แก้วมะโน. (2564). *ความเป็นพลเมือง : บทสำรวจสถานะความเป็นพลเมืองกับการรู้ดิจิทัล.* สำนักส่งเสริมการเมืองภาคพลเมือง สถาบันพระปกเกล้า. https://www.kpi.ac.th/knowledge/research/data/1194?page=3

สรานนท์ อินทนนท์. (2563). *ความฉลาดทางดิจิทัล (DQ Digital Intelligence).* มูลนิธิส่งเสริมสื่อเด็กและเยาวชน (สสย.). http://cclickthailand.com/fact-sheet-ความฉลาดทางดิจิทัล-dq-digital-intelligenc/

สุภิญญา กลางณรงค์ และณภัทร เรืองนภากุล. (2564). *ความเป็นพลเมืองยุคดิจิทัลกับการรับมือด้านมืดออนไลน์ในวิถีปรกติใหม่.* ห้องสมุดงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. https://librae.mju.ac.th/acticleDetail.aspx?qid=1198

สุวรรณี ไวท์, สุวัฒสัน รักขันโท, และสิริวัฒน์ ศรีเครือดง. (2564). มนุษย์กับความเป็นพลเมืองดิจิทัล Human : Digital Citizenship. *วารสาร มจร มนุษยศาสตร์ปริทรรศน์, 7*(2), https://so03.tci-thaijo.org/index.php/human/article/download/252744/171896/942885

Buchanan, R. (2018). *How to help children build a positive presence online.* World Economic Forum. https://www.weforum.org/agenda/2018/01/why-children-should-be-taught-to-build-a-positive-online-presence

DQ Institute. (2017). *Digital Intelligence (DQ): A Conceptual Framework & Methodology for Teaching and Measuring Digital Citizenship.* https://www.dqinstitute.org/wp-content/uploads/2017/08/DQ-Framework-White-Paper-Ver1-31Aug17.pdf

คำแนะนำ
สำหรับผู้นิพนธ์

1. นโยบายของวารสาร

วารสารวิชาการ กสทช. เปิดรับบทความวิจัย (Research article) บทความวิชาการ (Academic article) บทความปริทัศน์ (Review article) และบทวิจารณ์หนังสือ (Book review) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมทั้งบทความลักษณะอื่น เช่น บทบรรณาธิการ (Editor's note) จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to editor) บทความพิเศษ (Special article) บทความรับเชิญ (Invited article) เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมและเผยแพร่องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ กิจการโทรคมนาคม กิจการดาวเทียม และกิจการวิทยุคมนาคม โดยมีเนื้อหาครอบคลุมการบริหารจัดการทรัพยากรโทรคมนาคม การแข่งขัน การกำกับดูแล การคุ้มครองผู้บริโภค การให้บริการทั่วถึง การพัฒนาเทคโนโลยี การเปลี่ยนผ่าน หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งในมิติของวิศวกรรมศาสตร์ นิติศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ การบริหารจัดการ นิเทศศาสตร์ สังคมศาสตร์ หรือสหสาขาวิชา โดยมีกำหนดตีพิมพ์ปีละหนึ่งฉบับภายในเดือนธันวาคมของทุกปี

2. ประเภทบทความในวารสาร

2.1 บทความวิจัย (Research article) เป็นบทความที่เรียบเรียงขึ้นหรือสกัดมาจากงานวิจัยของตนเองหรือที่ตนเองมีส่วนร่วมให้มีความเหมาะสมสำหรับตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร

2.2 บทความวิชาการ (Academic article) เป็นบทความที่เรียบเรียงขึ้นจากผลการศึกษาของตนเองหรือผู้อื่น แต่ใช้ข้อมูลหรือแนวคิดใหม่ในลักษณะของการวิเคราะห์ วิพากษ์ หรือสังเคราะห์ด้วยหลักวิชาการ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ สารสนเทศใหม่ ทฤษฎีหรือแนวคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสาขาวิชานั้น ๆ โดยมีการทบทวนวรรณกรรมและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและเป็นไปตามหลักวิชาการจนสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในประเด็นนั้นได้

2.3 บทความปริทัศน์ (Review article) เป็นบทความที่เรียบเรียงขึ้นโดยมีการทบทวนวรรณกรรมและทิศทางความก้าวหน้าหรือแนวโน้มของการศึกษาในเรื่องนั้น ๆ และมุ่งอธิบาย วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความคิดหรือมโนทัศน์เพื่อให้เกิดความกระจ่างแจ้งในเรื่องดังกล่าว

2.4 บทวิจารณ์หนังสือ (Book review) เป็นบทความที่เรียบเรียงขึ้น โดยมุ่งวิเคราะห์และวิจารณ์เนื้อหาสาระและคุณค่าของหนังสือเพื่อให้ผู้อ่านได้แนวคิด ตลอดจนทราบถึงข้อดีและข้อด้อยของหนังสือเล่มนั้น

3. บทความลักษณะอื่น

3.1 บทบรรณาธิการ (Editor's note) เป็นการสื่อสารระหว่างบรรณาธิการกับผู้อ่านให้ทราบเกี่ยวกับข่าวสาร บทความ รายงานการศึกษา และประเด็นอื่น ๆ ที่กองบรรณาธิการได้นำเสนอในวารสารให้ผู้อ่านได้รับรู้หรือเข้าใจ

3.2 จดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to editor) เป็นเวทีที่เปิดให้ผู้อ่าน นักวิชาการ และบรรณาธิการ ตลอดจนผู้นิพนธ์บทความได้ใช้ติดต่อ ตอบโต้ระหว่างกันเพื่อแสดงให้เห็นข้อคิดเห็นที่แตกต่าง หรือความไม่สมบูรณ์ของบทความหรือแนวคิดต่าง ๆ รวมทั้งเป็นเวทีสำหรับนำเสนอรายงานผลการศึกษาเบื้องต้น (Preliminary report) หรือรายงานโดยสังเขป (Short communication) ที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ และต้องมีการศึกษาค้นคว้าและเก็บข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

3.3 บทความพิเศษ (Special article) เป็นบทความที่แสดงข้อคิดเห็นที่เกี่ยวโยงกับเหตุการณ์ปัจจุบันหรือประเด็นที่อยู่ในความสนใจของประชาชนเป็นพิเศษ

3.4 บทความรับเชิญ (Invited article) เป็นบทความที่บรรณาธิการหรือกองบรรณาธิการเชิญชวนให้ผู้นิพนธ์เขียนบทความเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อนำมาลงในวารสาร

4. การเตรียมบทความ

4.1 รูปแบบการเขียน (Format)

1) ความยาวของบทความ รวมบทคัดย่อและเอกสารอ้างอิง ทั้งหมดไม่เกิน 15 หน้า กระดาษ A4

2) บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 พอยต์

3) ระยะกั้นหน้ากระดาษ 1 นิ้วโดยรอบ

4) ระยะห่างระหว่างบรรทัดหนึ่งเท่า (Single)

5) ไม่ต้องมีระยะห่างระหว่างย่อหน้า

4.2 ข้อมูลผู้นิพนธ์ (Author information)

ผู้นิพนธ์ระบุข้อมูลส่วนบุคคลในแบบนำส่งบทความให้ชัดเจนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ได้แก่ ชื่อ หน่วยงานหรือมหาวิทยาลัยที่สังกัดหรือปฏิบัติงานอยู่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อใช้ติดต่อเกี่ยวกับบทความที่ส่งพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ โดยดาวน์โหลด **“แบบนำส่งบทความ”** ได้จาก QR Code นี้

แบบนำส่งบทความ

4.3 ชื่อบทความ (Title)

ชื่อบทความควรสั้น กะทัดรัด และสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาโดยไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่ควรเกิน 100 ตัวอักษร ถ้าชื่อยาวมากให้ตัดเป็นชื่อรอง ชื่อเรื่องต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

4.4 บทคัดย่อ (Abstract)

บทคัดย่อควรมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยเขียนสรุปความสำคัญของเนื้อหาให้สั้นและกระชับเป็นย่อหน้าเดียว ความยาวไม่เกิน 250 คำ โดยเนื้อหาต้องประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ 2) วิธีการศึกษา และ 3) ผลการศึกษา ทั้งนี้ บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract) ให้เขียนในรูปแบบ Past tense

4.5 คำสำคัญ (Keywords)

ให้ระบุคำสำคัญทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ประมาณ 3-5 คำ ไว้ด้านล่างถัดจากบทคัดย่อของแต่ละภาษา กรณีเป็นคำสำคัญภาษาไทยให้เว้นช่องว่างระหว่างคำหนึ่งเคาะ ส่วนคำสำคัญภาษาอังกฤษให้ใส่เครื่องหมายจุลภาคต่อท้ายคำสำคัญแต่ละคำ และเว้นหนึ่งเคาะต่อจากเครื่องหมายจุลภาคและต่อด้วยคำสำคัญคำใหม่

4.6 บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนที่บอกความเป็นมา เหตุผลความจำเป็นของการศึกษาวิจัย จุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายให้ผู้อ่านเข้าใจโดยสรุปก่อนนำเข้าสู่เนื้อหาของบทความ

4.7 วัตถุประสงค์การศึกษา (Objectives)

4.8 วิธีการศึกษา (Study method)

เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นถึงวิธีการศึกษาตามหลักวิชาการ ให้แสดงรูปแบบวิธีศึกษา (Study design) เช่น เป็นการวิจัยเอกสาร (Documentary research) การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ประชากร (Population) ที่ศึกษา หรือวัสดุ (Material) กลุ่มตัวอย่าง (Sample) วิธีการเลือกตัวอย่าง (Sampling) วิธีการวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เป็นต้น

4.9 การทบทวนวรรณกรรม (Literature review)

เป็นการศึกษา ค้นคว้า ตลอดจนรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และข้อค้นพบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการศึกษา เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องที่ต้องการศึกษา ตลอดจนช่วยให้ทราบถึงประเด็นปัญหา อุปสรรค หรือข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น อันจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงการตั้งประเด็นคำถาม การตั้งสมมติฐาน การพัฒนากรอบแนวคิด และการออกแบบระเบียบวิธีวิจัยในเรื่องนั้น ๆ ให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4.10 กรอบแนวคิด / สมมติฐานการวิจัย (Conceptual framework / Research hypothesis) (ถ้ามี)

4.11 เนื้อหาบทความ (Article)

บทความภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และชื่อบัญญัติตามหลักของราชบัณฑิตยสภา ควรหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยโดยไม่จำเป็น กรณีจำเป็นให้เขียนคำศัพท์ภาษาไทยตามด้วยในวงเล็บภาษาอังกฤษ โดยคำแรกให้ขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ ส่วนอักษรและคำที่เหลือทั้งหมดให้พิมพ์ด้วยตัวพิมพ์เล็ก ยกเว้นชื่อเฉพาะทุกคำให้ขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ หากคำศัพท์นั้นปรากฏอยู่หลายที่ในบทความให้ใช้คำศัพท์ภาษาไทยตามด้วยภาษาอังกฤษเฉพาะครั้งแรก ครั้งต่อไปใช้เฉพาะคำศัพท์ภาษาไทยเท่านั้น ส่วนตัวเลขให้ใช้ตัวเลขอารบิก การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์หรือชื่อละตินให้เขียนให้ถูกต้องตามหลัก ทั้งการใช้ตัวอักษร ตัวเอน หรือตัวธรรมดา

4.12 ผลการศึกษา (Results)

เป็นการบรรยายถึงผลที่ได้จากการศึกษาตามลำดับหัวข้อของแผนการศึกษา ถ้าผลการศึกษาไม่ซับซ้อน ไม่มีตัวเลขมากให้บรรยายเป็นร้อยแก้ว แต่ถ้ามีตัวเลขและตัวแปรมากควรใช้ตาราง (Table) หรือภาพ (Figure) โดยไม่ต้องอธิบายตัวเลขในตารางซ้ำอีก

4.13 การอภิปรายผล (Discussion)

เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นว่าการศึกษาวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์ในการค้นหา ต่อยอด หรืออุดช่องว่าง จนได้ความรู้ใหม่เพิ่มจากที่เคยค้นพบมาหรือไม่ มีการเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อแสดงถึงความรู้ใหม่และอธิบายได้ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น การอภิปรายผลควรดำเนินการอย่างตรงไปตรงมา ไม่ปิดบัง และควรอธิบายถึงแง่มุมใหม่ที่แสดงความสำคัญของผลการศึกษาที่ได้ว่าไปต่อยอดความรู้เดิมอย่างไร หรืออาจนำเอาผลการศึกษาอื่นมาอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการวิจัย หรือเอาสิ่งที่ค้นพบไปอธิบายผลการศึกษาอื่น

4.14 บทสรุป (Conclusion)

แสดงข้อสรุปเกี่ยวกับงานวิจัยทั้งหมด โดยแสดงให้เห็นว่าผลที่ได้รับตรงกับการวิจัยหรือไม่ อย่างไร ควรมีข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ของงานวิจัย ทั้งในระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติในหน่วยงาน หรือการนำไปประยุกต์ในท้องที่อื่น มีข้อเสนอแนะในแง่มุมที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม หรือให้ประเด็นคำถามการวิจัยสำหรับการวิจัยต่อไป

4.15 ข้อเสนอแนะ (Recommendations) (ถ้ามี)

ผู้นิพนธ์สามารถมีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคตหรือข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากิจการสื่อสารของประเทศ ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะดังกล่าวต้องได้จากผลการศึกษา

4.16 กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgments) (ถ้ามี)

ควรมีเพียงย่อหน้าเดียวเพื่อแสดงความขอบคุณที่ได้รับการช่วยเหลือที่สำคัญจากที่ใดบ้าง เช่น ผู้บริหาร ผู้สนับสนุนทุนการวิจัย หน่วยงาน หรือแหล่งทุน การใส่ชื่อคนช่วยมาก ๆ ทำให้บทความด้อยความภูมิฐาน เพราะผู้อ่านจะอนุมานว่างานส่วนใหญ่มีคนช่วยทั้งหมด

4.17 รายการเอกสารอ้างอิง (References)

การอ้างอิงใช้ภาษาไทยและภาษาอังกฤษตามความเหมาะสมของการอ้างอิงข้อมูล โดยใช้หลักเกณฑ์การเขียนของ American Psychological Association 7th Edition (APA 7th Edition) ทั้งนี้ รายการเอกสารอ้างอิงที่ปรากฏในส่วนท้ายของบทความต้องสอดคล้องตรงกันกับการอ้างอิงที่ปรากฏในเนื้อหา

4.18 ตารางและภาพ (Tables and figures)

ผู้นิพนธ์ควรคัดเลือกภาพและตารางเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น และเรียงลำดับให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง โดยตารางและภาพจะต้องมีการอ้างอิงในเนื้อความโดยใช้ว่า **ตารางที่** และ**ภาพที่**

• ชื่อตาราง (Table) ให้อยู่**ด้านซ้ายบน**ของตาราง

• ชื่อภาพ (Figure) ให้อยู่**กึ่งกลางด้านล่าง**พร้อมทั้งคำอธิบายสั้น ๆ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน ทั้งนี้ ภาพให้หมายรวมถึง รูปภาพ ภาพถ่าย แผนภาพ (Diagram) แผนภูมิ (Chart) ภาพลายเส้น (Illustration) กราฟ (Graph) เป็นต้น

• กรณีภาพและตารางมาจากผู้นิพนธ์เองไม่ต้องระบุที่มา

ตัวอย่างตารางและภาพ

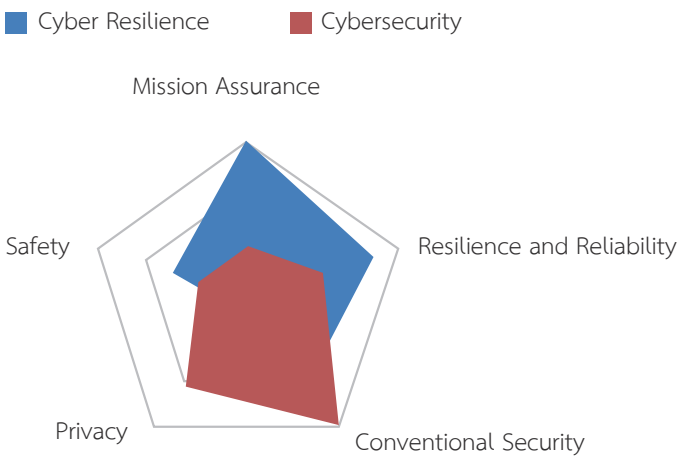
ตารางที่ 2 ชนิดของข่าวในการรายงานข่าวช่วง “นักข่าวพลเมือง” พ.ศ. 2552 - 2558

ลำดับที่	ชนิดของข่าว	จำนวน (ข่าว)	ร้อยละ
1	ข่าวสังคมและสตรี	371	32.74
2	ข่าวสิ่งแวดล้อม	279	24.62
3	ข่าวการศึกษา ศิลปะและวัฒนธรรม	211	18.62
4	ข่าวการเกษตร	119	10.50
5	ข่าวการเมือง	89	7.86
6	ข่าวเศรษฐกิจ	61	5.38
7	ข่าววิทยาศาสตร์และวิจัย	2	0.18
8	ข่าวกีฬา	1	0.10
9	ข่าวในพระราชสำนัก	0	0
10	ข่าวเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์	0	0
11	ข่าวบันเทิง	0	0
รวม		**1,133**	**100**

Table 2 Fixed-line and Mobile Internet Market in Thailand 2017 - 2019

Fixed-line Internet													
Indicator	Operator	2017				2018				2019			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Market share	TICC (True)	38.1%	38.0%	37.9%	38.4%	37.4%	37.6%	37.8%	37.9%	37.8%	37.7%	37.5%	37.6%
	3BB	33.3%	33.5%	33.7%	33.2%	32.1%	32.2%	32.4%	32.0%	32.1%	32.4%	32.4%	31.4%
	TOT	17.9%	17.3%	17.0%	16.7%	18.9%	18.1%	17.5%	17.2%	16.7%	16.2%	16.1%	16.2%
	AWN (AIS)	4.9%	5.7%	6.0%	6.3%	6.5%	7.0%	7.4%	8.0%	8.5%	8.9%	9.5%	10.3%
	Others	5.7%	5.5%	5.4%	5.3%	5.1%	5.1%	5.0%	4.9%	4.9%	4.7%	4.6%	4.4%
HHI		2,940	2,930	2,929	2,927	2,855	2,854	2,858	2,847	2,838	2,837	2,824	2,793
Monthly average price per user (Baht)		617	631	642	641	617	619	615	609	596	582	586	588
Users		7.57	7.79	8.02	8.21	8.73	8.91	9.08	9.19	9.36	9.57	9.86	10.10
Revenue (Million Baht)		16,100	16,600	15,300	15,700	16,300	16,700	17,000	16,900	16,900	17,000	17,700	18,100

Source: NBTC report in telecommunications market (2017 - 2019), GSMA (Compiled by authors)



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์และการคืนสภาพได้ทางไซเบอร์
ที่มา: ปริญญา หอมเอนก (2561)

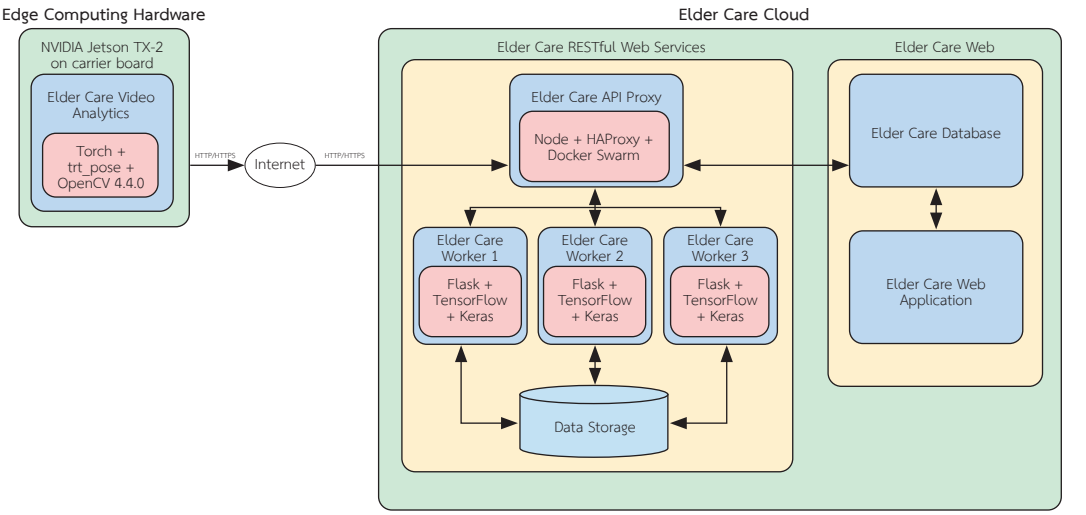


Figure 1 System Architecture

5. การส่งต้นฉบับ

5.1 นำส่งบทความต้นฉบับที่พิมพ์ด้วยโปรแกรม Microsoft word โดยหากมีภาพประกอบต้องจัดส่งภาพดังกล่าวในรูปของไฟล์ JPEG image (.JPG) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 600 KB แยกแต่ละภาพให้มีความคมชัดมากพอที่จะจัดทำต้นฉบับได้ชัดเจน

5.2 ดาวน์โหลด **“แบบนำส่งบทความ”** เพื่อระบุรายละเอียดของบทความและผู้เขียนบทความ

5.3 นำส่งบทความพร้อมแบบนำส่งบทความ ผ่านทาง QR Code นี้ หรือเว็บไซต์ www.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal

วารสารวิชาการ กสทช.

6. ระยะเวลาในการตีพิมพ์วารสาร กสทช. และจัดส่งบทความ

จัดพิมพ์ปีละ 1 ฉบับ ภายในเดือนธันวาคมของทุกปี โดยสามารถนำส่งบทความได้ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป ทั้งนี้ สำหรับบทความที่นำส่งภายหลังวันที่ 31 สิงหาคมของทุกปี อาจเข้าสู่รอบการพิจารณาคัดเลือกเพื่อตีพิมพ์ในปีถัดไป

7. ข้อสงวนสิทธิ์

7.1 สำนักงาน กสทช. ขอสงวนสิทธิ์ในการพิจารณาคัดเลือกบทความเพื่อตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ กสทช. ตามที่เห็นสมควร โดยหากบทความที่ผ่านการพิจารณาในแต่ละปีมีเกินกว่าจำนวนที่กำหนด สำนักงาน กสทช. ขอสงวนสิทธิ์นำไปตีพิมพ์ในปีถัดไป ทั้งนี้ ผลการพิจารณาของสำนักงาน กสทช. ให้ถือเป็นที่สิ้นสุด

7.2 สำนักงาน กสทช. ขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขพิสูจน์อักษรเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของบทความตามที่เห็นสมควร ทั้งนี้ การแก้ไขพิสูจน์อักษรดังกล่าวไม่ทำให้สาระสำคัญที่ผู้นิพนธ์ต้องการนำเสนอเปลี่ยนแปลงไป

8. ลิขสิทธิ์

เนื้อหาหรือบทความที่ปรากฏในวารสารวิชาการ กสทช. เป็นลิขสิทธิ์ของสำนักงาน กสทช. ซึ่งสำนักงาน กสทช. ขอสงวนสิทธิ์มิให้นำเนื้อหา ข้อความ หรือบทความไม่ว่าทั้งหมดหรือส่วนหนึ่งส่วนใดไปเผยแพร่ คัดลอก หรือตีพิมพ์ซ้ำโดยเด็ดขาด เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

9. ความรับผิดชอบ

ข้อความหรือความคิดเห็นที่ปรากฏในบทความแต่ละเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารนี้ เป็นความคิดเห็นของผู้นิพนธ์ ไม่ผูกพันต่อคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และสำนักงาน กสทช. รวมทั้งกรณีหากมีการละเมิดสิทธิถือเป็นความรับผิดชอบของผู้นิพนธ์โดยตรง ไม่เกี่ยวข้องกับสำนักงาน กสทช. แต่ประการใด

10. ค่าตอบแทนการเขียนบทความ

บทความที่ได้รับคัดเลือกให้ตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ กสทช. จะได้รับค่าตอบแทนในอัตราหน้าละ 500 บาท แต่รวมแล้วบทความละไม่เกิน 10,000 บาท โดยคำนวณตามจำนวนหน้าที่ได้รับการตีพิมพ์ และไม่นับรวมหน้าที่เป็นรายการเอกสารอ้างอิง

11. สอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

ฝ่ายจัดการและผลิต : โทร. 0 2670 8888 ต่อ 3751 หรือ 3752

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : nbtcjournal@nbtc.go.th

Guidelines for the Authors

1. Policy of the Journal

The Journal of the National Broadcasting and Telecommunication Commission (NBTC) publishes research articles, academic articles, review articles and book reviews, written in both Thai and English. The articles submitted for publication may be in other forms such as editor's notes, letters to editors, special articles or invited articles relevant to broadcasting, television, telecommunications, satellites, and radio-communication. The articles should cover the areas of telecommunication resource management, competitions, regulating, consumer protection, inclusive services, technological development, transitions or other relevant issues in the facets of engineering, laws, economics, management, communication arts, social science, and interdisciplinary fields. The Journal is published once a year in December.

2. Types of Articles Published in the Journal

2.1 A research article is compiled or extracted from an author's work or a work that he/she is involved so that it is appropriate to be published in the Journal.

2.2 An academic article is compiled from an author's study or a study of others, employing information or a new concept by ways of academic analysis, critique, or synthesis in order to obtain new knowledge, new information, a new theory or a new concept which will benefit the development of a particular academic area. To achieve this, the author must have gone through literature reviews and systematic analysis, in conformity with academic principles, to make a conclusion about the issue.

2.3 A review article is compiled from literature reviews and directions of academic progress or inclination of a particular field that aims to explain, analyze, and synthesize ideas or concepts to make that particular field clear.

2.4 A book review is compiled with the aim of analyzing and critiquing the content and value of a book to enable readers to grasp the concept and realize the advantages and disadvantages of the book.

3. Other Types of Articles

3.1 An editor's note is a communication between the editor and readers to inform news, articles, study report, and other relevant issues which the editor presents in the journal for the readers to recognize or comprehend.

3.2 A letter to editor provides an arena for the readers, scholars, the editor, and the author to contact and discuss about different opinions or the imperfection of the articles or ideas. It is also a channel for presenting a preliminary report or short communication which is still incomplete and requires more research and data collection.

3.3 A special article presents opinions relating to the current situation or hot issues.

3.4 An invited article is an article of which the author is invited to write for the journal.

4. Preparation of an Article

4.1 Format

1) The length of an article, including an abstract and references must not exceed 15 pages of an A4 paper.

2) The font for both Thai and English articles must be TH SarabunPSK 16 point.

3) One inch margin on all four sides of the page.

4) Single space.

5) No space between paragraphs.

4.2 Author's information

The author must fill out the submission form with complete detail in both Thai and English languages including the author's name, the organization or institution in which the author is affiliated or works, email address, and phone number for contact regarding the article submitted for publication. The **submission form** can be downloaded from this QR Code:

Submission Form

4.3 Title of the article

The title should be short, concise, and able to communicate major aim of the study, and not use any abbreviations. The title should not exceed one hundred letters. To avoid too long title, subtitle may be used. The title must be in both Thai and English languages.

4.4 Abstract

An abstract summarizes the main idea in a concise paragraph of not exceeding 250 words. This should include (1) the objective(s), (2) the study method, and (3) the study results. The abstract must be written in the simple past tense.

4.5 Keywords

Three to five keywords are to be listed out at the end of the abstract. Separate the keywords by a comma, which is followed by a tap before the next keyword.

4.6 Introduction

This part states the background and reasons of the study, as well as its aims and objectives, as a brief explanation for readers before moving on to the content.

4.7 Objectives

4.8 Study method

This part shows the study method which is based on academic principles. The author should present the study design such as documentary research, experimental research or quasi-experimental research. It should also include population, material, sample, sampling, analysis methods and statistics used in the study.

4.9 Literature review

This part is the study, searching and gathering of ideas, theories and findings related to a research topic in order to help insight understanding. Moreover, it helps realizing problems, obstacles or limitations which may occur during the study. This can lead to a complete and appropriate development and improvement of interview points, hypothesis, conceptual framework and methodology design of the research.

4.10 Conceptual framework / Research hypothesis (if any)

4.11 Article

For an article written in Thai, the author must abide by vocabulary and terms coined by the Royal Society. Avoid unnecessary mixing of English and Thai vocabulary. When this cannot be avoided, use Thai language with an English equivalent in parentheses. If the term appears in many places in the article, use the mixture of Thai and English words only once and the rest use only Thai. The first letter of the English word must be capitalized and the rest of the word and other words should all be written in lowercase letters, except for proper names of which the first letters have to be capitalized. Scientific and Latin names have to be correctly spelled according to specific rules.

4.12 Results

This part describes the results obtained from the study according to the topics listed in the study plan. If the results are not complex and do not contain a lot of numbers, the results should be explained in prose. If there are large quantity of numbers and variations, tables and figures should be used without repetition of explanation.

4.13 Discussion

This part shows whether or not the study has achieved its goals in finding, extending or filling a loophole, and is able to obtain new knowledge. There should be comparisons with past studies to show the new knowledge and explain why it is so. The discussion of the results should be straightforward with an explanation of any new perspective regarding the importance of the study results, and how they have extended from current knowledge. The results of other studies may be used to explain the findings from this study or the findings may be used to explain other studies.

4.14 Conclusion

This part presents the conclusion of the whole research. It shows whether or not the results correspond with the research objectives, and how. There should be suggestions about how the research can be of used at the policy making level or at the practical level in a workplace, or how it can be applied to other locales. There should be a suggestion regarding additional studies or research questions for future researches.

4.15 Recommendations (if any)

The author's recommendations for future study or recommendations on beneficial policies to the national communication industry development are welcome. However, such recommendations must ensue from the result of the study.

4.16 Acknowledgements (if any)

Acknowledgements should be presented in one paragraph to express the author's appreciation for assistance provided by various sources, such as the management, research supporters or funding sources. However, too many assistants may devalue the article because readers may assume that the work has been finished with the help of others.

4.17 References

References can be presented in Thai or English language as appropriate, using the format of the American Psychological Association 7th Edition (APA 7th Edition). The list of references at the end of the article must be in line with those appeared in the text.

4.18 Tables and figures

The author should select only necessary figures and tables, and place them in order according to the content. The tables and figures must have in-text citation with **table** and **figure** numbers.

• Table title must be at the **upper left side** of the table.

• Figure title must be **below the figure in the center**. The figure title includes short description which completely describes the meaning of the figure. The figure can be picture, photo, diagram, chart, illustration, graph, and etc.

• Sources are not required to indicate in figures and tables created by the author.

Example of a table and a figure

Table 2 Fixed-line and Mobile Internet Market in Thailand 2017 - 2019

Fixed-line Internet													
Indicator	Operator	2017				2018				2019			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Market share	TICC (True)	38.1%	38.0%	37.9%	38.4%	37.4%	37.6%	37.8%	37.9%	37.8%	37.7%	37.5%	37.6%
	3BB	33.3%	33.5%	33.7%	33.2%	32.1%	32.2%	32.4%	32.0%	32.1%	32.4%	32.4%	31.4%
	TOT	17.9%	17.3%	17.0%	16.7%	18.9%	18.1%	17.5%	17.2%	16.7%	16.2%	16.1%	16.2%
	AWN (AIS)	4.9%	5.7%	6.0%	6.3%	6.5%	7.0%	7.4%	8.0%	8.5%	8.9%	9.5%	10.3%
	Others	5.7%	5.5%	5.4%	5.3%	5.1%	5.1%	5.0%	4.9%	4.9%	4.7%	4.6%	4.4%
HHI		2,940	2,930	2,929	2,927	2,855	2,854	2,858	2,847	2,838	2,837	2,824	2,793
Monthly average price per user (Baht)		617	631	642	641	617	619	615	609	596	582	586	588
Users		7.57	7.79	8.02	8.21	8.73	8.91	9.08	9.19	9.36	9.57	9.86	10.10
Revenue (Million Baht)		16,100	16,600	15,300	15,700	16,300	16,700	17,000	16,900	16,900	17,000	17,700	18,100

Source: NBTC report in telecommunications market (2017 - 2019), GSMA (Compiled by authors)

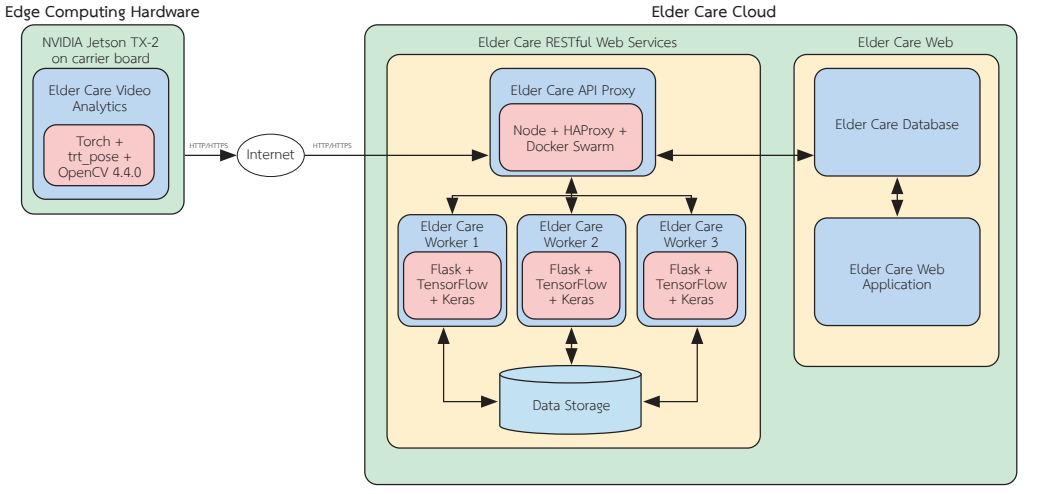


Figure 1 System Architecture

5. Submission of the Manuscript

5.1 The manuscript must be submitted in the form of Microsoft Word. Each figure must be sent separately as a high-resolution image of JPEG file (.jpg) with image size of at least 600 KB.

5.2 Download **"NBTC Journal Article Submission Form"** to identify information of the article and authors.

5.3 The submission form and the article must be sent via this QR Code or to the website: www.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal

NBTC Journal

6. The NBTC Journal Publication and Submission Schedule

The NBTC Journal is published in December every year. Articles can be submitted from now on. Any articles submitted after 31 August may be published in next-year issue.

7. Disclaimer

7.1 Office of the National Broadcasting and Telecommunications Commission (ONBTC) reserves the right to consider and select the articles for publication. If number of articles exceed the specified quantity, the ONBTC reserves the right to have some articles published in the next-year issue. Decision of the Office of NBTC shall be final.

7.2 The ONBTC reserves the right to proofread for correctness of the content. Nevertheless, such proofreading shall not make any variations to the main point the author wishes to present.

8. Copyright

Copyright of the contents or articles that appear in the NBTC Journal shall belong to the Office of NBTC, and the Office of NBTC reserves the right to strictly prohibit any dissemination, duplication or republication all or part of such contents, statements or articles, unless a written permission is given.

9. Responsibility

The statements or opinions that appear in each of the articles in this Journal are the authors' opinions and they are not within the responsibility of the National Broadcasting and Telecommunications Commission (NBTC) and the Office of the NBTC. This is extended to include cases where copyright is infringed; it will then be the author's direct responsibility, and is not the concern of the Office of the NBTC.

10. Remuneration

The article selected for publication will receive remuneration at the rate of 500 baht per page. The total remuneration shall not exceed 10,000 baht per article calculated from the pages which are published excluding references.

11. For Further Information, Please Contact

Managing Staff : Tel. 0 2670 8888 Ext. 3751 or 3752

E-mail : nbtcjournal@nbtc.go.th

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เลขที่ 87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 (สายลม)
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2670 8888 โทรสาร 0 2271 4228
www.nbtc.go.th

ISSN 2586-9272
9 772586 927002

NBTC Journal

www.facebook.com/nbtcacademy