



การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยก บริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

A study to evaluate the feasibility and implement participation of stakeholders for designing and usage of Underpass across of Long Hat Bang Saen Road and Khao Lam Road at Saen Suk Municipality, Chonburi Province

दनัย บวรเกียรติกุล
พุลพงค์ สุขสว่าง
รจฤดี โชติกาวิรินทร์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
คณะกรรมการสุเคราะห์ ประจําปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗

รหัสโครงการ ๐๐๓ / ๒๕๖๗

สัญญาเลขที่ ๐๓ / ๒๕๖๗

การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยก บริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

(A study to evaluate the feasibility and implement participation of stakeholders for designing and usage of Underpass across of Long Hat Bang Saen Road and Khao Lam Road at Saen Suk Municipality, Chonburi Province



รองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย บวรเกียรติกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รจฤดี โชติกาวิรินทร์
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและการอนุเคราะห์ความช่วยเหลือจากเทศบาลเมืองแสนสุข สถานีตำรวจภูธรแสนสุข ตัวแทนประชาชนในเขตเทศบาลแสนสุขผู้ร่วมให้ข้อมูลงานวิจัยในการระดมความคิดเห็นเพื่อการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และทำการตอบแบบสอบถามเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลสมการโครงสร้าง (SEM) ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง ผู้ร่วมวิจัยที่ช่วยให้คำปรึกษาในการใช้โปรแกรมทางสถิติ Jamovi ขอขอบคุณว่าที่เรีอตรี เตชิชัฐ นุ่มมีชัย กัลยาณมิตรผู้ช่วยเหลือประสานงานการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง อาจารย์ดิเรก ประทุมทอง วิทยากรดำเนินการ และสุดท้ายขอขอบพระคุณคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนงานวิจัยปีงบประมาณ 2564 เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุดท้าย ขอขอบพระคุณคณะสาธารณสุขศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้

दनัย บวรเกียรติกุล
รองศาสตราจารย์สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่อง	การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี
ผู้วิจัย	दनัย บวรเกียรติกุล พุลพงศ์ สุขสว่าง รจฤดี โชติกาวิรินทร์
ผู้สนับสนุนงบประมาณ ปีที่ทำวิจัย	งบประมาณเงินรายได้ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 2567 - 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการออกแบบและใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จังหวัดชลบุรี โดยใช้แนวคิดระดับความพร้อมของสังคม (Societal Readiness Level: SRL) ระดับ 4 การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ระยะ คือ (1) การคัดเลือกตำแหน่งและการออกแบบแนวคิดอุโมงค์ข้ามถนน (Concept Design) (2) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และ (3) การประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมโดยใช้รูปแบบสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model: SEM) ผลการวิจัย พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนที่สุด คือ บริเวณแยกวงเวียนบางแสนโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุดจากวิธีการ AHP เท่ากับ 0.288 การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนยึดหลักการออกแบบอย่างเท่าเทียม Universal Design โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ รูปแบบทางกายภาพ การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน การรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน มาตรการในการใช้งาน ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของอุโมงค์ข้ามถนนทุกตัวต่อระดับความพร้อมทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ซึ่งประกอบด้วย χ^2 2 - test /df, P Value, CFI, TLI, RNI, SRMR และ RMSEA อยู่ในเกณฑ์สำหรับความสอดคล้องทุกตัว และพบว่าองค์ประกอบทุกด้านของอุโมงค์มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness) ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในระดับสูง โดยมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.891 การอำนวยความสะดวกในอุโมงค์ข้ามถนน เท่ากับ 0.888 การรักษาความปลอดภัยในอุโมงค์ข้ามถนน 0.887 และสุดท้าย คือ รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน เท่ากับ 0.841 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ การพัฒนาอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขควรเน้นการออกแบบที่ตอบสนองต่อความปลอดภัย ความสะดวก และการมีส่วนร่วมของชุมชน พร้อมประยุกต์แนวคิดการออกแบบเพื่อทุกคนและเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเสริมสร้างความยั่งยืนของเมืองและคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว

คำสำคัญ: อุโมงค์ข้ามถนน, การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย, ระดับความพร้อมของสังคม, เมืองอัจฉริยะ, การออกแบบเพื่อทุกคน

Title	A study to evaluate the feasibility and implement participation of stakeholders for designing and usage of Underpass across of Long Hat Bang Saen Road and Khao Lam Road at Saen Suk Municipality, Chonburi Province
Research Team	Danai Bawornkiattikul Poonpong Suksawang Rotruedee Chotigawin
Budget Advocate	Income Budget of Faculty of Public Health Burapha University
Year	2024 - 2025

Abstract

This research aimed to evaluate the suitability and conduct stakeholder participation in the design and operation of a pedestrian underpass in Saen Suk Municipality, Chonburi Province, using the concept of Societal Readiness Level (SRL) Level 4. The research consisted of 3 phases: (1) location selection and concept design of the pedestrian underpass (Concept Design), (2) stakeholder participation using the Analytic Hierarchy Process (AHP) technique, and (3) assessment of the suitability of the pedestrian underpass on the level of social readiness using the Structural Equation Model (SEM). The results of the research found that the most suitable location for the construction of a pedestrian underpass is the Bang Saen Roundabout intersection, with the highest importance weight from the AHP method of 0.288. The pedestrian underpass design adheres to the principle of Universal Design. The important elements are Physical of tunnel, Facility of tunnel, Security of tunnel and Measurement to use tunnel. The results of the structural equation modeling (SEM) analysis of the relationship between all road tunnel components and the level of social readiness for road tunnel use revealed that the fit indices (χ^2 2-test /df, P value, CFI, TLI, RNI, SRMR, and RMSEA) met the criteria for good fit. All tunnel components significantly positively influenced the level of social readiness for road tunnel use. The highest score was found for Measurement to use tunnel (0.891), followed by Facility of tunnel (0.888), Security of tunnel (0.887), and Physical of tunnel (0.841). The research recommendations are that the development of road tunnels in Saensuk Municipality should emphasize designs that address safety, convenience, and community participation, while incorporating inclusive design concepts and environmentally friendly technologies to enhance urban sustainability and the long-term quality of life of residents.

Keywords: road tunnel, stakeholder participation, social readiness level, smart city, inclusive design

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ_____	ก
บทคัดย่อภาษาไทย_____	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ_____	ค
สารบัญ_____	ง
สารบัญตาราง _____	ฉ
สารบัญภาพ_____	ญ
บทที่ 1 บทนำ_____	1
วัตถุประสงค์_____	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ_____	4
ระเบียบวิธีวิจัย_____	4
ขอบเขตของการวิจัย_____	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย_____	7
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย_____	7
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย_____	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง_____	9
2.1 สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้าและแนวคิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City)_____	9
2.2 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)_____	17
2.3 แนวคิดเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model : SEM)_____	24
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง_____	30
บทที่ 3 วิธีการวิจัย_____	39
3.1 การคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมและการออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก_____	39
3.2 การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)_____	40
3.3 การสร้างรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	54
3.4 การประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	60
3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานการวิจัย_____	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย	64
4.1 การพิจารณาเพื่อออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและ ถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี	64
4.2 ผลการดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตาม ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)	92
4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคม ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี	113
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	140
5.1 การออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก	140
5.2 การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	142
5.3 ความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคม	143
5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	146
บรรณานุกรม	151
ภาคผนวก ก โครงการวิจัย	158
ภาคผนวก ข แบบประเมินเปรียบเทียบความสำคัญโดยเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) เพื่อดำเนินการวิจัย	181
ภาคผนวก ค แบบสอบถามเพื่อการทดสอบทางสถิติสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model SEM) เพื่อดำเนินการวิจัย	190

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale) (Huizingh and Virolijik, 1994)	19
ตารางที่ 2.2 Random Inconsistency Index (RI) (Sahoo, 1998)	21
ตารางที่ 2.3 แสดงการให้ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	23
ตารางที่ 3.1 ทางเลือกของตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	42
ตารางที่ 3.2 แสดงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)	43
ตารางที่ 3.3 แสดงปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)	44
ตารางที่ 3.4 แสดงปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)	45
ตารางที่ 3.5 แสดงปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)	46
ตารางที่ 3.6 แสดงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)	48
ตารางที่ 3.7 หลักเกณฑ์เปรียบเทียบการให้ความสำคัญในปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนน	49
ตารางที่ 3.8 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญระดับปัจจัยหลักของตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในด้านตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	50
ตารางที่ 3.9 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของระดับปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเลือกตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	50
ตารางที่ 3.10 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)	51
ตารางที่ 3.11 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)	51
ตารางที่ 3.12 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)	52
ตารางที่ 3.13 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)	52
ตารางที่ 3.14 ตารางเลขสุ่ม (Random Index)	54
ตารางที่ 3.15 สรุปผลค่า IOC ของแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ	61
ตารางที่ 3.16 แสดงค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามบริเวณที่ตั้งของอุโมงค์ทั้ง 3 แห่ง	62
ตารางที่ 4.1 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	86
ตารางที่ 4.2 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.3 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	87
ตารางที่ 4.4 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	88
ตารางที่ 4.5 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	89
ตารางที่ 4.6 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	90
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	95
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	96
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	97
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	97
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	98
ตารางที่ 4.12 จำนวนและร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ	113
ตารางที่ 4.13 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ	113
ตารางที่ 4.14 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา	114
ตารางที่ 4.15 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภูมิลำเนาที่อยู่อาศัย	114
ตารางที่ 4.16 รายละเอียดชื่อตัวแปรที่ถูกกำหนดเพื่อการวิเคราะห์อิทธิพลในโปรแกรมสถิติ Jamovi	115
ตารางที่ 4.17 รายละเอียดชื่อและจำนวนตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี โดยโปรแกรมสถิติ Jamovi	115
ตารางที่ 4.18 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรินทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	116
ตารางที่ 4.19 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์(แยกจรินทร์) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (แยกจรินทร์)	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.20 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสน กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	119
ตารางที่ 4.21 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝง ที่ตั้งอุโมงค์(แยกวงเวียนบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน)	122
ตารางที่ 4.22 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสน กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	123
ตารางที่ 4.23 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝง ที่ตั้งอุโมงค์(ตลาดปลาบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน)	125
ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงที่ตั้งของอุโมงค์ต่อความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี	126
ตารางที่ 4.25 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับ ระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	127
ตารางที่ 4.26 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงรูปแบบ ทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์	129
ตารางที่ 4.27 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับ ระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	130
ตารางที่ 4.28 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการอำนวยความสะดวก ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อ ตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์	132
ตารางที่ 4.29 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	133
ตารางที่ 4.30 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการรักษา ความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อ ตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์	135

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.31 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการ โครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับ ความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน_____	136
ตารางที่ 4.32 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงมาตรการ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์_____	138
ตารางที่ 4.33 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนต่อความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	139
ตารางที่ 5.1 สรุปผลผลิตทางวิชาการจากงานวิจัย_____	149

สารบัญญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	7
ภาพที่ 2.1 ภาพกราฟฟิคแสดงทัศนียภาพของโครงการอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช และถนนหน้าพระลาน	13
ภาพที่ 2.2 ภาพผังแสดงรายละเอียดพื้นที่ของอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน	13
ภาพที่ 2.3 ภาพกราฟฟิคจำลองทัศนียภาพภายในอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 1 ชั้น B1	14
ภาพที่ 2.4 ภาพแปลนอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2 ชั้น B1 (ระดับ - 6.60 เมตร)	14
ภาพที่ 2.5 ภาพกราฟฟิคจำลองโครงการถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2	15
ภาพที่ 2.6 แสดงทางขึ้นลงอุโมงค์หน้าพระลาน	15
ภาพที่ 2.7 ภาพผังแสดงรายละเอียดพื้นที่ของอุโมงค์ถนนมหาราช	16
ภาพที่ 2.8 ภาพกราฟฟิคจำลองทัศนียภาพโครงการถนนมหาราช	16
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)	19
ภาพที่ 2.10 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์	22
ภาพที่ 2.11 แสดงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลสมการโครงสร้าง	25
ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น	29
ภาพที่ 3.1 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	43
ภาพที่ 3.2 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	45
ภาพที่ 3.3 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	46
ภาพที่ 3.4 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	47
ภาพที่ 3.5 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานในรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน	48
ภาพที่ 3.6 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรินทร์ (location 1) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)	57
ภาพที่ 3.7 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสน (location 2) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)	57
ภาพที่ 3.8 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสน (location 3) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)	57
ภาพที่ 3.9 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของโครงสร้างกายภาพในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Physical) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)	58
ภาพที่ 3.10 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Facility) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.11 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ ข้ามถนน (Security) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)_____	59
ภาพที่ 3.12 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Measurement) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)_____	59
ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลามในเขต เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	65
ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงรายละเอียดบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	66
ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงรายละเอียดบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี_____	66
ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสน ตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)_____	68
ภาพที่ 4.5 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนทางแยกถนน ลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)_____	68
ภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสน ตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)_____	69
ภาพที่ 4.7 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนน ลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)_____	69
ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณที่ตั้งของ ตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073_____	70
ภาพที่ 4.9 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณที่ตั้งของ ตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073_____	70
ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)_____	71
ภาพที่ 4.11 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)_____	72
ภาพที่ 4.12 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073_____	73
ภาพที่ 4.13 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์) (1)_____	74
ภาพที่ 4.14 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์) (2)_____	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.15 ภาพสเก็ทซ์แสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) (3)_____75

ภาพที่ 4.16 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (1)_____75

ภาพที่ 4.17 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (2)_____76

ภาพที่ 4.18 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (3)_____76

ภาพที่ 4.19 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลาม หรือถนนสาย 1073 (1)_____77

ภาพที่ 4.20 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนถนนข้าวหลาม หรือถนนสาย 1073 (2)_____77

ภาพที่ 4.21 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลาม หรือถนนสาย 1073 (3)_____78

ภาพที่ 4.22 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)_____79

ภาพที่ 4.23 ภาพกราฟฟิกแสดงลิฟต์และบันไดเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการลง และขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยก ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)_____79

ภาพที่ 4.24 ภาพกราฟฟิกแสดงแผงโซลาร์เซลล์และหลังคาสำหรับบังแดดฝนบริเวณทางลง และขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยก ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)_____80

ภาพที่ 4.25 ภาพกราฟฟิกแสดงเส้นทางสัญจรระบบลำโพงส่งเสียงตามสาย ระบบตรวจจับ อัคคีภัยและกล้องวงจรปิดภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)_____80

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.26 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเดินและทางเลื่อนสำหรับการสัญจร ระบบไฟส่องสว่างภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสน ตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)	81
ภาพที่ 4.27 ภาพกราฟฟิกแสดงการตกแต่งฝ้าผนัง เพดาน พื้นทางสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)	81
ภาพที่ 4.28 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)	82
ภาพที่ 4.29 ภาพกราฟฟิกแสดงแผงโซลาร์เซลล์และหลังคาสำหรับบังแดดฝนบริเวณทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)	82
ภาพที่ 4.30 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)	83
ภาพที่ 4.31 ภาพกราฟฟิกแสดงเส้นทางสัญจรระบบลำโพงส่งเสียงตามสาย ระบบตรวจจับอัคคีภัยและกล้องวงจรปิดภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)	83
ภาพที่ 4.32 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ฝั่งที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073	84
ภาพที่ 4.33 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073	84
ภาพที่ 4.34 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ฝั่งตรงข้ามที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073	85
ภาพที่ 4.35 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกริงเร) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	105
ภาพที่ 4.36 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกริงเร) ตามข้อเสนอแนะ	105
ภาพที่ 4.37 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกริงเร) ตามข้อเสนอแนะ	105

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.38 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยก ถนนสุขุมวิทตัดกับถนนมิตรสุขุมวิทซอย 9 และถนนเนตรดี (แยกวัดตาลล้อม) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	107
ภาพที่ 4.39 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณทางแยกถนนสุขุมวิท ตัดกับถนนมิตรสุขุมวิทซอย 9 และถนนเนตรดี (แยกวัดตาลล้อม) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	107
ภาพที่ 4.40 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนลงหาด บางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	108
ภาพที่ 4.41 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณถนนลงหาด บางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	108
ภาพที่ 4.42 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนสุขุมวิท หน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	109
ภาพที่ 4.43 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณถนนสุขุมวิท หน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	109
ภาพที่ 4.44 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนสุขุมวิท หน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	110
ภาพที่ 4.45 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง ถนนบริเวณถนนสุขุมวิท หน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)	110
ภาพที่ 4.46 แสดงตำแหน่งทางเดินลอยฟ้า (Sky walk) บริเวณแยกจันทรี ตามข้อเสนอแนะ	111
ภาพที่ 4.47 ตำแหน่งของอุโมงค์บริเวณแยกวงเวียนบางแสนที่ตัดอุโมงค์ที่ลอดใต้ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนบริเวณหาดบางแสนตามข้อเสนอแนะ	112
ภาพที่ 4.48 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง ที่ตั้งอุโมงค์ (แยกจันทรี) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทาง ด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	119
ภาพที่ 4.49 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง ที่ตั้งอุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยี ทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	121
ภาพที่ 4.50 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง ที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยี ทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	126
ภาพที่ 4.51 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้ และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	130

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.52 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของ ความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน_____	133
ภาพที่ 4.53 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของ ความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน_____	136
ภาพที่ 4.54 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และ เทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน_____	139
ภาพที่ 5.1 แสดงจำนวนกลุ่มคนตามทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory)_____	144

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน ปัญหาอุบัติเหตุจากการจราจรบนท้องถนนนับเป็นปัญหาที่สำคัญของทุก ๆ ประเทศทั่วโลก และอุบัติเหตุก็ได้ส่งผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ทั้งความสูญเสีย ชีวิตหรือการพิการต่อผู้ประสบอุบัติเหตุ และความสูญเสียทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นต่อสังคม เช่น ความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ประสบอุบัติเหตุ และความสูญเสียต่อชีวิตและการพิการของประชากรนี้ก็จัดเป็นความเสียหายต่อทรัพยากรมนุษย์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ อุบัติเหตุสำคัญทางท้องถนนประการหนึ่ง คือ การที่ผู้สัญจรข้ามถนนต้องถูกยานพาหนะต่าง ๆ เฉี่ยวชนจนถึงการแล่นทับร่างกายของผู้สัญจรทางท้องถนน ทั้งนี้ สาเหตุอาจเกิดจากทั้งตัวผู้ขับขี่ยานพาหนะที่มีความประมาทในการขับขี่ยานพาหนะ การไม่เคารพกฎจราจร รวมถึงสาเหตุจากผู้ที่ต้องสัญจรตามท้องถนนที่ขาดความระมัดระวัง ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทั้งนี้ หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องต่างก็ได้มีมาตรการในด้านต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์และสภาพการณ์ในการจราจรของท้องถนนแต่ละแห่งที่มีความแตกต่างกันเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นและเฝ้าอำนวยความสะดวกต่อการสัญจรของประชาชนผู้เดินข้ามถนนให้เกิดความปลอดภัยและความสะดวกของการเดินทางของยานพาหนะต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างสะดวกและมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย มาตรการต่าง ๆ ที่ดำเนินการมักเป็นไปในรูปแบบของการบังคับหรือกำหนดตามกฎหมายจราจร เช่น สัญญาณไฟจราจร แผ่นกระຈกสะท้อนภาพตามทางแยกต่าง ๆ ป้ายสื่อความหมายเตือนให้ระมัดระวังสัญลักษณ์ทางข้ามถนนบนท้องถนน เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม มาตรการต่าง ๆ ดังกล่าว จัดเป็นมาตรการป้องกันอุบัติเหตุในเชิงรับ คือ เป็นการป้องกันผู้สัญจรที่ต้องลงเดินบนท้องถนนเส้นทางการจราจรต่าง ๆ ซึ่งยังคงมีความเสี่ยงด้วยกันทั้งยานพาหนะและผู้สัญจรบนท้องถนนที่อาจเกิดขึ้นอาจสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ทักษะวิสัยการจราจรที่จำกัดจากสภาพอากาศที่ไม่ปลอดโปร่ง ฝนตกหนักทำให้ถนนลื่น หรือน้ำท่วมถนนจนบดบังสัญลักษณ์ทางข้ามบนท้องถนน หรือแม้แต่ผู้สัญจรที่อาจเป็นผู้สูงอายุหรือมีความบกพร่องทางสภาพร่างกายในการเคลื่อนไหว ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดเนื่องจากต้องมีการจอดยานพาหนะตามสัญญาณและสัญลักษณ์การจราจรนั้น ดังนั้น จึงได้มีการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่ออำนวยความสะดวกการสัญจรของประชาชนให้หลีกเลี่ยงการสัญจรบนท้องถนนให้เกิดความปลอดภัยอย่างเต็มที่ สิ่งปลูกสร้างเหล่านั้น คือ สะพานลอยข้ามถนนสำหรับการสัญจรข้ามท้องถนน อุโมงค์ลอดใต้ดินสำหรับการสัญจรลอดข้ามใต้ท้องถนน ซึ่งสะพานลอยได้มีการติดตั้งไว้ตามเส้นถนนในเมืองต่าง ๆ ที่การจราจรเป็นไปอย่างหนาแน่นและการสัญจรของผู้คนก็เป็นไปอย่างคับคั่งเป็นจำนวนมากกว่าอุโมงค์ข้ามถนน เนื่องจากก่อสร้างได้ง่ายกว่า และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกกว่า แต่ตัวสะพานลอยก็มีปัญหาและข้อจำกัดบางอย่างในการก่อสร้างและการใช้งาน เช่น การเบียดบังพื้นที่สัญจรทางเท้า การอยู่ติดกับสายไฟฟ้าและสัญญาณต่าง ๆ ทั้งติดตั้งอยู่กับเสาที่อยู่บนทางเท้า การขึ้นบันไดไปบนตัวสะพานลอยที่สูงมากจนเป็นอุปสรรคสำหรับผู้สูงอายุ ผู้พิการ หรือผู้ที่ต้องหอบหิ้วข้าวของจำนวนมาก และตัวสะพานลอยก็เป็นอุปสรรคของการสัญจรของยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่สูงใหญ่มาก ๆ

ได้ นอกจากนี้ ตัวสะพานลอยยังอาจเป็นสิ่งบดบังทางทัศนียภาพ ถ้าหากว่ามีการก่อสร้างบนตำแหน่งที่ไม่รัดกุมพอ

ด้วยเหตุนี้ ผู้คนส่วนใหญ่ก็ได้ให้ความสำคัญการข้ามถนนโดยใช้สะพานลอยมากเท่าที่ควร ดังนั้นจึงยังเกิดอุบัติเหตุการจราจรจากการที่ประชาชนไม่ใช้สะพานลอยในการข้ามถนนอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมทั่วประเทศไทยของศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ Thai RSC เพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน (ข้อมูล ณ วันที่ 20 เมษายน 2566) โดยจากสถิติ รายงานว่ามีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 249,962 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 4,920 ราย ซึ่งจังหวัดชลบุรีในฐานะจังหวัดหลักที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษในภาคตะวันออก (EEC) ของประเทศไทยมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมอยู่ในอันดับที่ 3 ของประเทศไทย โดยมีจำนวนผู้บาดเจ็บ สะสม 12,164 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 173 ราย และเมื่อแบ่งสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมออกเป็นระดับอำเภอ พบว่าอำเภอเมืองชลบุรีมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 3,448 ราย และมีจำนวน ผู้เสียชีวิตสะสม 36 ราย และในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 319 ราย และมีจำนวน ผู้เสียชีวิตสะสม 4 ราย จากสถิติดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข ถือว่าเป็นเมืองแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งสาเหตุของปัญหาที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การที่ประชาชนไม่ใช้สะพานลอยในการเดินข้ามถนนสายต่าง ๆ ทั้งนี้ ก็มีสาเหตุมาจากข้อเสียและปัญหาต่าง ๆ ในการใช้สะพานลอยดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้เริ่มมีการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนนซึ่งเป็นการเปิดทางสัญจรจากการขุดลงไปใต้ท้องถนนสำหรับผู้สัญจรให้เดินลอดท้องถนนได้โดยสะดวก ซึ่งอุโมงค์ข้ามถนนนี้ได้ลดข้อเสียและข้อจำกัดในการก่อสร้างและใช้งานลงไปเป็นอย่างมาก เช่น การไม่เบียดบังพื้นที่สัญจรทางเท้ามากจนเกินไป ไม่ต้องติดกับสายไฟฟ้าและสัญญาณต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นดิน การเดินขึ้น-ลงอุโมงค์ที่ไม่ลึกมากจนเป็นอุปสรรคสำหรับผู้สูงอายุ ผู้พิการ และตัวอุโมงค์ก็ไม่ใช่เป็นอุปสรรคของการสัญจรของยานพาหนะบนท้องถนน นอกจากนี้ อุโมงค์ข้ามถนนยังไม่เป็นสิ่งบดบังทางทัศนียภาพ และอุโมงค์ข้ามถนนยังเป็นสาธารณูปโภคเพื่อใช้สำหรับเมืองใหญ่ที่มีความก้าวหน้าในฐานะที่เป็น show case ที่แสดงถึงความเป็นเมืองที่พัฒนาอย่างก้าวหน้าไปอีกระดับหนึ่ง ตามแบบเมืองใหญ่ ๆ และก้าวหน้าในประเทศต่าง ๆ ในโลก ถึงแม้ว่า การก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนจะมีอุปสรรคและปัญหาในเชิงโครงสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง การใช้งาน ตลอดจนทัศนคติของผู้ใช้งานมากพอสมควร

เทศบาลเมืองแสนสุข ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ซึ่งจัดเป็นเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นซึ่งประชากรเหล่านี้ส่วนใหญ่มีรถยนต์ส่วนตัวในการใช้เดินทางไปทำงานและประกอบกิจการต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก และยังเป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีนักท่องเที่ยวจากจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย เข้ามาท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจเป็นจำนวนมากมาในช่วงวันหยุดโดยเดินทางด้วยยานพาหนะในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งยิ่งทำให้เส้นถนนสัญจรหลัก ๆ ของตัวเมืองแสนสุขเต็มไปด้วยยานพาหนะอย่างคับคั่งตั้งแต่ช่วงเช้าจนถึงช่วงเย็นในวันทำงาน และตั้งแต่ช่วงสายไปจนถึงช่วงค่ำในวันหยุด

ถนนสายหลักในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข คือ ถนนลงหาดบางแสนซึ่งจัดเป็นเส้นทางสำคัญในการสัญจรของยานพาหนะจากถนนสุขุมวิท บางนา-ตราด ลงมายังหาดบางแสน แหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของเทศบาลตำบลแสนสุขซึ่งมีการจราจรหนาแน่นนั้น ได้มีการก่อสร้างสะพานลอยสำหรับประชาชนใช้เดินข้ามถนนอยู่ 2 จุด คือ บริเวณทางแยกที่บรรจบกับถนนมาบะยม และบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งรองรับได้เฉพาะผู้คนที่สัญจรผ่านบริเวณจุดดังกล่าว ในขณะที่ บริเวณอื่น ๆ คือ บริเวณทางแยกถนนลง

หาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง และบริเวณวงเวียนบางแสนถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง นับเป็นจุดที่มีการจราจรอย่างหนาแน่นของยานพาหนะต่าง ๆ และการเดินสัญจรของประชาชนอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันหยุด นอกจากนี้ ที่ถนนข้าวหลามซึ่งเป็นทางหลวงชนบทสายหนึ่งที่รองรับการเดินทางของประชาชนและนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังตำบลแสนสุขให้เกิดความสะดวก แบ่งเบาปริมาณการจราจรจากถนนลงหาดบางแสนได้เป็นอย่างดี และที่ถนนสายนี้ในช่วงที่ผ่านเข้ามาในเขตตำบลแสนสุขนี้ ก็ได้มีการจัดสร้างแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ คือ “ตลาดปลาบางแสน” ที่ตั้งอยู่ใกล้กับสี่แยกบริเวณจุดตัดกับถนนบางแสน 4 สายเหนือ ซึ่งก็นับเป็นจุดที่มีจำนวนยานพาหนะสัญจรเข้ามาเป็นอย่างมาก และมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันหยุดจนเกิดปัญหาการจราจรติดขัดเป็นประจำ

บริเวณทั้งหมดที่กล่าวมานี้ นับเป็นพื้นที่ที่สมควรจะได้มีการพิจารณาเพื่อนำเอานวัตกรรมสำคัญคือ อุโมงค์ข้ามถนนมาทำการก่อสร้างให้เป็นสถานที่สาธารณะเพื่อการใช้ประโยชน์แก่ทั้งประชาชนและนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังช่วยป้องกันปัญหาที่ต่อเนื่องติดตามมาด้วย เช่นการกีดขวางทางเดินเท้าบริเวณทางขึ้นลงอุโมงค์ การบดบังทัศนียภาพ นอกจากนี้ อุโมงค์ข้ามถนนยังมีความสะดวกต่อการใช้งานของประชาชนทุกกลุ่มโดยทั่วไป

อย่างไรก็ตาม อุโมงค์ข้ามถนนนี้ยังนับเป็นนวัตกรรมสาธารณะที่ค่อนข้างใหม่สำหรับสังคมไทยและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ตัวเมืองตามจังหวัดต่าง ๆ ที่การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและระบบสาธารณูปโภคที่ยังห่างไกลจากเมืองหลวง คือ กรุงเทพมหานคร ซึ่งประชาชนในท้องถิ่นยังขาดความคุ้นเคยและความเข้าใจในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และยังอาจมีความเข้าใจหรือทัศนคติที่ผิดพลาดเกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนน เช่น การเกิดอาชญากรรมในอุโมงค์ การเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ หรือภัยพิบัติภายในอุโมงค์ อาจทำให้อุโมงค์ที่จะทำการก่อสร้างไม่ได้รับการใช้งานอย่างคุ้มค่าจนถึงโครงการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนอาจถูกขัดขวางจากประชาชนได้จากการขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวซึ่งนับเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันสำคัญอย่างยิ่งของแหล่งท่องเที่ยวในเขตตำบลบางแสน

ดังนั้น จึงเห็นสมควรที่จะได้มีการศึกษาวิจัยด้าน Societal Readiness Level ในระดับ SRL 4 – คือ การตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี โดยจะทำการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดรูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ถูกต้องตามหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal design) และสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ ประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวทั้ง 3 แห่ง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเพื่อก่อสร้างอุโมงค์ทางข้ามในบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรีให้มีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพ สนองตอบการใช้งาน และส่งเสริมการใช้งานของประชาชนต่อไป

วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อดำเนินการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่สอดคล้องกับความต้องการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยว การจัดการพื้นที่สาธารณะ (Public space) และมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และองค์ประกอบเสริมอื่น ๆ

2. เพื่อดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งประกอบด้วยประชาชนในพื้นที่นักท่องเที่ยวและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสม (feasibility) ของรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนนลงหาดบางแสน และถนนข้ามหลามที่ได้ออกแบบไว้ ตลอดจนมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3. เพื่อประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมของประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้พิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่ถูกต้องตามหลักการออกแบบเพื่อทุกคนแก่ประชาชน และนักท่องเที่ยวในบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้ามหลาม ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกตำแหน่งการสร้างอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้ามหลาม เขตเทศบาลเมืองแสนสุข ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

3. สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อดำเนินการมีส่วนร่วมและความพร้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนลงหาดบางแสน และถนนข้ามหลาม

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ Societal Readiness Level - 4 ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นาร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยีในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน และตรวจสอบความพร้อมของประชากรกลุ่มตัวอย่างในการจัดสร้างและการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตามลำดับดังต่อไปนี้

1 ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ใช้ดำเนินการมีส่วนร่วมโดยใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และประชากรกลุ่มตัวอย่างเพื่อการสอบถามความคิดเห็นประกอบด้วย

1.1 ประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเฉพาะในบริเวณถนนลงหาดบางแสน โดยคัดเลือกจากกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.)

1.2 ตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ หน่วยงานราชการที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการ และบริการสาธารณสุขภาคสาธารณสุขและการและสวัสดิภาพของประชาชน คือ เทศบาลเมืองแสนสุข

1.3 ตัวแทนจากงานจราจร สถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี

1.4 ประชากรกลุ่มตัวอย่างจากผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเพื่อการสอบถามความคิดเห็น จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Cochran (1977) เนื่องจากไม่สามารถทราบถึงจำนวนประชากรที่แท้จริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดให้ประชากรที่ทำการศึกษารวมถึงนักท่องเที่ยวที่ไม่สามารถรู้จำนวนที่แท้จริงได้ ดังนี้

$$\frac{P(1 - P)Z^2}{d^2}$$

โดยกำหนดให้

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (โดยทั่วไปนิยมใช้สัดส่วน 30%

หรือ 0.30)

Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนด หรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ เช่น

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เทากับ 1.65 (ความเชื่อมั่น 90%) >> Z = 1.65

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เทากับ 1.96 (ความเชื่อมั่น 95%) >> Z = 1.96

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เทากับ 2.58 (ความเชื่อมั่น 99%) >> Z = 2.58

d คือ สัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ (จะต้องสอดคล้องกับค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นนั้น ๆ) เช่น

ระดับความเชื่อมั่น 90% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10

ระดับความเชื่อมั่น 95% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

ระดับความเชื่อมั่น 99% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1 อากาศยานไร้คนขับ (Unman Aerial Vehicle UAV) หรือ โดรน (Drone) เพื่อใช้ในการถ่ายภาพมุมสูงของถนนลงหาดบางแสน ณ ตำแหน่งที่ตั้งที่เลือกเพื่อการสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนน

2.2 โปรแกรมออกแบบ เพื่อใช้ในการออกแบบสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนตามหลักการการออกแบบเพื่อทุกคน

2.3 โปรแกรมตัดต่อ เพื่อใช้ในการจัดทำสื่อคลิปวิดีโอที่สั้นเพื่ออธิบายรายละเอียดของสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบ

2.4 โปรแกรมเอ็กเซลเพื่อใช้ดำเนินการจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

2.5 โปรแกรมทดสอบทางสถิติเพื่อใช้ทดสอบรูปแบบสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM)

3. วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการการออกแบบเพื่อทุกคน ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนน

3.2 ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนนตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และทำการรับฟังความคิดเห็น ข้อมูล และข้อเสนอแนะ เพื่อพิจารณาในประเด็น ตำแหน่งที่ตั้ง รูปแบบ และองค์ประกอบ มาตรการในการใช้งาน

3.3 ทำการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนโดยยึดหลักการการออกแบบเพื่อทุกคน ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ด้วยโปรแกรมออกแบบ

3.4 จัดทำสื่อคลิปวิดีโอทัศนเพื่ออธิบายรายละเอียดของอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบไว้ให้เกิดความเข้าใจ ทั้งตำแหน่งที่ตั้งและรูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนโดยโปรแกรมตัดต่อ เพื่อนำออกเผยแพร่สู่ช่องทางสาธารณะต่าง ๆ เช่น You tube, Facebook

3.5 ดำเนินการการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขโดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

3.6 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเกี่ยวกับความคิดเห็น ความรู้ ความเข้าใจ และความพร้อมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและพิจารณาข้อเสนออื่น ๆ เกี่ยวกับการจัดสร้างและการใช้งาน

3.7 สรุปข้อมูลจากการสอบถามเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา คือ อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตลอดจนการปรับแก้ไขรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้ง รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนน ข้อเสนอแนะในการดำเนินแผนงานโครงการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน และการเตรียมความพร้อมทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.7 นำเสนอผลการศึกษา คือ รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ได้ทำการปรับแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ แก่ตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

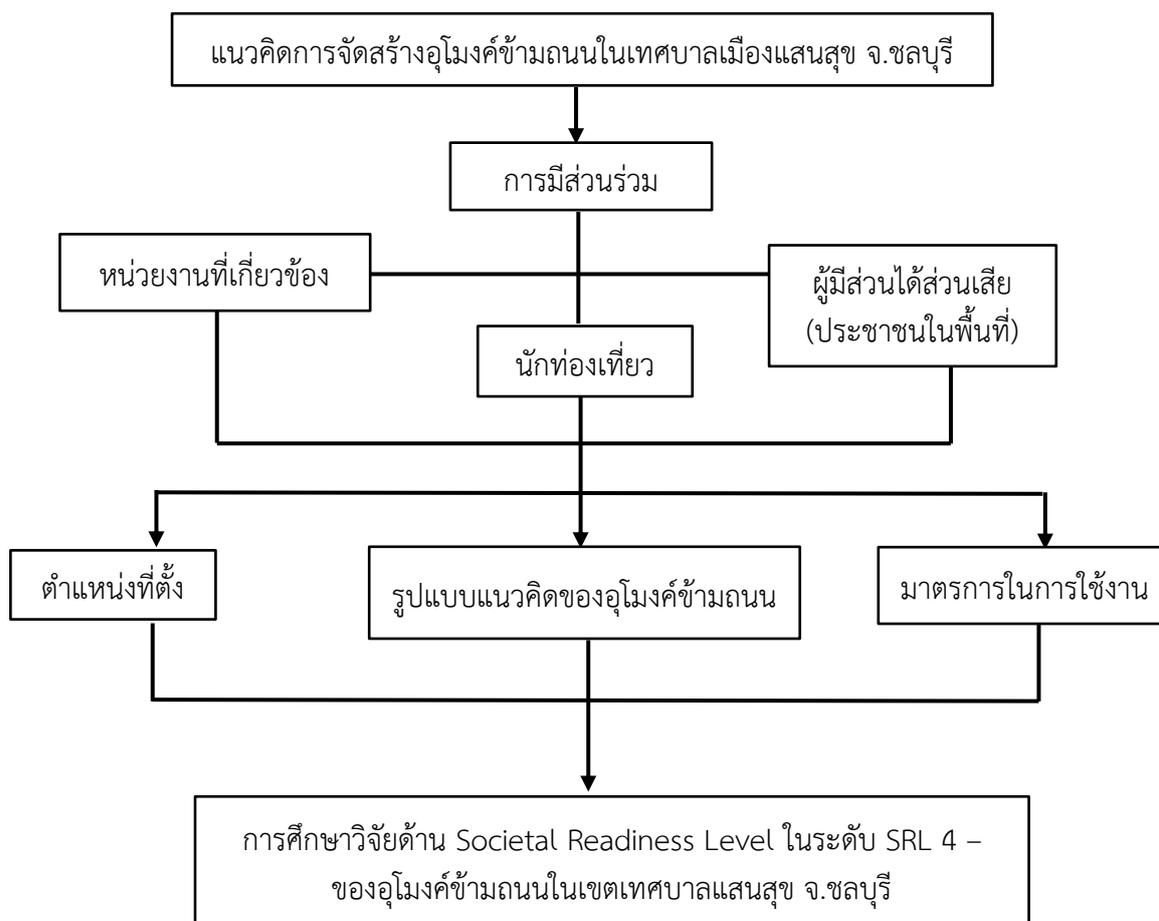
3.8 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ขอบเขตของการวิจัย

- ขอบเขตด้านพื้นที่ ถนนลงหาดบางแสน บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง บริเวณวงเวียนบางแสนถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง และถนนข้าวหลาม บริเวณสี่แยกบริเวณจุดตัดกับถนนบางแสน 4 สายเหนือ ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

- ขอบเขตด้านประชากร ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ ประชากรผู้อยู่อาศัยอยู่ในเทศบาลเมืองแสนสุขและนักท่องเที่ยวผู้มาเยี่ยมชมเย็นที่จะได้ใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

- ขอบเขตด้านวิชาการ แนวคิดการออกแบบสิ่งก่อสร้างสาธารณะตามหลักการออกแบบเพื่อทุกคนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบอุโมงค์ข้ามถนน ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง แบบของช่องหรือทางที่ขุดลงไปใต้ดินเพื่อใช้เป็นทางให้คนเดินข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย และเอื้ออำนวยต่อความสะดวกของยานพาหนะที่สัญจรอยู่บนท้องถนน ทั้งนี้ ให้รวมถึงบันไดสำหรับเดินลง-ขึ้นจากอุโมงค์ อุปกรณ์ส่องแสงสว่าง อุปกรณ์การระบายอากาศ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการและผู้สูงอายุ เช่น ลิฟต์ขึ้น-ลง ทางเลื่อนอัตโนมัติ ตลอดจนอุปกรณ์ตกแต่งที่แสดงความสวยงามและทันสมัยต่าง ๆ

บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่ตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์จากถนนสุขุมวิทซอย 6 ต.แสนสุข

บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสายสองจากถนนบางแสน-อ่างศิลา และทางแยกที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 จากถนนสุขุมวิทบางนา-ตราด หรือถนนสาย 3

บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง พื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือที่เลียบบหาดบางแสนและบรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่เลียบบหาดวอนนภา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด) เป็นเวลา 16 เดือน นับตั้งแต่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย (ประมาณมิถุนายน 2567 – กันยายน 2568)

กิจกรรม	เดือน				
	1	2	3	4	5
ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและสำรวจพื้นที่	→				
ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยวิธีการ AHP และทำการรับฟังความคิดเห็น ข้อมูล และข้อเสนอแนะ	→				
กิจกรรม	เดือน				
	6	7	8	9	10
ทำการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนโดยจัดทำเป็น Concept design	→				
จัดทำสื่อคลิปวีดิทัศน์อุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบไว้และนำออกเผยแพร่สู่ช่องทางสาธารณะต่าง ๆ	→				
เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข	→				
กิจกรรม	เดือน				
	11	12	13	14	15
นำเสนอ รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ได้ทำการปรับแก้ไข แก่ตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	→				
ขึ้นจัดทำรูปเล่มรายงาน	→				
ส่งผลงานวิจัย	→				

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจเอกสารจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้าและแนวคิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) กรอบแนวคิดเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model : SEM) และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัย “การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี” มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้าและแนวคิดการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City)

คนเดินเท้า เป็นปัจจัยหนึ่งของการจราจร และมีผลกระทบต่อความปลอดภัยของ การจราจร ดังนั้น การออกแบบระบบการจราจรจะต้องให้สัมพันธ์กัน ได้แก่ ทางเดินเท้าข้างถนน ทางข้าม ถนน/ทางม้าลาย สะพานลอย, อุโมงค์สำหรับคนข้าม ทางเดินยกระดับและสัญญาณไฟ สำหรับคนข้ามทางเดินเท้าข้างถนน มีประโยชน์ต่อการจราจรเพราะเป็นช่องทางสำหรับประชาชนสามารถ เดินทางสัญจรไปมาได้โดยไม่ต้องลงมาเดินบนผิวการจราจร ซึ่งจะทำให้เกิดขวางการจราจร และอาจจะเกิดอุบัติเหตุได้ทางข้ามถนน/ทางม้าลาย มีประโยชน์ในการสร้างความปลอดภัยที่คนจะเดินข้ามถนนอย่างเป็นระเบียบ ส่วนใหญ่ควรประกอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนน สะพานลอยและอุโมงค์จะทำให้คนสามารถเดินข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ต้องลงมา บนผิวการจราจร หรือตัดกระแสการเดินรถ ทางเดินยกระดับ จะเป็นเส้นทางสำหรับคน ที่จะเดิน หรือข้ามถนน โดยไม่ต้องอยู่บนผิวการจราจรซึ่งจะทำให้เกิดขวางการจราจรโดยไม่ จำเป็นต้องลงมา บนผิวการจราจร หรือตัดกระแสการเดินรถ เช่นกัน การจัดระเบียบคนเดินเท้าให้ สัมพันธ์กับสภาพการจราจร โดยให้ความสัมพันธ์กับป้ายรถประจำทาง หรือสถานีรถไฟ จะทำให้ เกิดความสะดวสบาย และลดการใช้นานพาหนะ ระยะทางที่คนเดินเท้าขึ้นอยู่กับสภาพของทางว่า ร่มเย็นหรืออากาศร้อนแคไหน โดยทั่วไปขณะเดินเท้าจะเข้าไปเกี่ยวข้องโดยตรงกับขนาดยานบนถนน 2 ลักษณะ คือ การข้ามถนนบนช่วงถนนและการข้ามถนนที่ทางแยก (ปิยะ ต๊ะวิชัย, ม.ป.ป.)

2.1.1 สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า การติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนนและการแก้ไขปัญหาการตัดกันของยานพาหนะและผู้เดินเท้า สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.1.1.1 ทางข้ามหรือทางม้าลาย เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกเบื้องต้นที่ใช้ช่วยแนะนำตำแหน่งข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า และช่วยเตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้ถึงบริเวณที่จะมีการข้าม ถนนของผู้เดินเท้าโดยมีข้อกำหนดว่าผู้ขับขี่ยานพาหนะจะต้องหยุดยานพาหนะเมื่อมีผู้เดินข้ามถนนบริเวณที่มีทางม้าลาย

2.1.1.2 ทางข้ามหรือทางม้าลายพร้อมเกาะกลางถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนน กรณีที่ถนนมีความกว้างมาก เพื่อให้ผู้เดินข้ามถนนได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น และสามารถข้ามถนนที่ละส่วนได้ โดยมีเกาะกลางถนนเป็นที่หยุดรอดูยานพาหนะในทิศทางตรงข้าม

2.1.1.3 ทางข้ามหรือทางม้าลาย พร้อมระบบสัญญาณปุ่มกด เป็นการพัฒนาทางข้ามหรือทางม้าลายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้เดินเท้าและผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ต้องการเดินทางผ่านบริเวณนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สัญญาณข้ามแก่ผู้เดินเท้าเมื่อมีความต้องการในการข้ามจริง และลดเวลาในการรอของผู้เดินเท้า ที่มาถึงในช่วงที่หมดสัญญาณของผู้เดินเท้าได้ไม่นาน และระบบนับถอยหลังระยะเวลาจะมีส่วนช่วยเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้เดินเท้าในกรณีเปิดสัญญาณให้ข้าม

2.1.1.4 สะพานลอยและอุโมงค์สำหรับผู้เดินข้ามถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถแยกการเดินทางระหว่างผู้เดินเท้า และผู้ขับขี่ยานพาหนะได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้ผู้ข้ามถนนสามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย แต่มีต้นทุนค่าก่อสร้างที่สูงกว่าวิธีอื่นๆ สะพานลอยและอุโมงค์จึงถูกสร้าง ในบริเวณที่มีความจำเป็นหรือมีความเสี่ยงสูงต่อผู้เดินเท้าเป็นส่วนมากในเขตชุมชนที่มีปริมาณคนเดินถนนสูงและสภาพการจราจรที่ถ้ามีการหยุดการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแล้วทำให้เกิดปัญหาการจราจรคับคั่ง รวมถึงเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจาก ยานพาหนะที่ใช้ความเร็วสูง บริเวณนั้นจะต้องแยกกันอย่างชัดเจนระหว่างคนเดินถนนกับยานพาหนะ ซึ่งมีเหตุผลหลักที่ใช้พิจารณา คือ ยานพาหนะแล่นด้วยความเร็วสูงบนถนนสายหลัก ซึ่งต้องการให้ยานพาหนะแล่นได้อย่างต่อเนื่อง หรือเป็นที่ที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุต่อคนเดินเท้าค่อนข้างสูงอุโมงค์เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีความเหมาะสมในการพิจารณาในการก่อสร้างเป็นทางข้าม เพราะมีระยะทางขึ้นลงในแนวตั้งสั้นกว่าสะพานลอยซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อคนเดินสะพานลอยและอุโมงค์มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างค่อนข้างสูง แต่มีค่าบำรุงรักษาต่ำ ถ้าคำนึงถึงความคุ้มค่าที่เกิดขึ้น เช่น การรอคอยเพื่อให้มีช่วงจังหวะที่สามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย หรือค่าความสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งสองชนิดนี้สามารถแก้ไขได้ทั้ง 2 อย่าง แต่มีผู้คนจำนวนมากที่ไม่ใช้ทางข้ามสะพานลอย เพราะไม่ต้องการที่จะเดินขึ้น-ลงบันได รวมทั้งมีความไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินจากอาชญากรที่อยู่บน สะพานลอยหรือในอุโมงค์ เนื่องจากการก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์มีราคาค่าก่อสร้างสูง ดังนั้น การก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์จะต้องคำนึงถึงจุดที่ก่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด เช่น เป็นจุดที่มีคนเดินข้าม ถนนสูงและมีปริมาณยานพาหนะมาก ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ภายในเมือง หรือถ้าอยู่บนถนนสายนอกเมืองก็ต้องเป็นย่านการค้า หรือมีการพัฒนาที่ดินที่ทำให้มีคนเดินข้ามถนนไปมาเป็นจำนวนมากซึ่งจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย รั้วหรือที่กั้นบนเกาะกลางถนน สามารถใช้กั้นผู้คนไม่ให้เดินข้ามถนนในบริเวณที่สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และสามารถบังคับให้คนเดินข้ามถนนไปใช้สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนน เช่น สะพานลอยได้ แต่ก็มีคนส่วนน้อยที่ยังชอบข้ามถนนในทางที่มีรั้วกั้นซึ่งจะต้องปีนรั้ว กั้นหรือทำลายเครื่องกั้น หน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบจะต้องมีมาตรการในการแก้ไขไม่ว่าจะเป็นการบังคับใช้กฎหมาย จับ ปรับ ผู้กระทำผิด หรือปรับปรุงลักษณะของเครื่องกั้นไม่ให้สามารถปีนได้โดยง่าย เช่น รั้วหรือเครื่องกั้นควรมีความสูงอย่างน้อย 1 เมตร และมีโครงสร้างเป็นวัสดุที่แข็งแรงมากพอ เป็นต้น (วรวิทย์ เกรียงเกษม ,2558)

2.1.2 สะพานคนเดินข้าม (Pedestrian Bridge) ในบริเวณที่มีคนข้ามถนนมาก หรือบริเวณที่การเดินทางข้ามถนน ไม่สามารถกระทำหรืออาจทำได้ แต่ไม่สะดวกและอาจไม่ปลอดภัย เช่น ถนนสาย

หลักที่ผู้ขับขี่ใช้ความเร็ว สูง ถนนที่มีหลายช่องจราจร และถนนที่มีการควบคุมการเข้าออกอย่างสมบูรณ์หรือเพียงบางส่วน เป็นต้น การก่อสร้างสะพานคนเดินข้ามเพื่อแยกการสัญจรของคนเดินข้ามถนนจากการสัญจรของ รถ สามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยทั้งแก่คนเดินข้ามถนนและผู้ขับขี่รถที่อยู่บนถนนได้อย่างไรก็ตามการใช้สะพานคนเดินข้ามนั้น นอกจากจะมีระยะทางในการเดิน เพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้คนเดินข้ามถนนต้องใช้พลังกำลังในการเดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องเดินขึ้น สะพานที่มีระดับสูงกว่าพื้นถนนปกติ ด้วยเหตุนี้เองอาจทำให้คนเดินข้ามถนนไม่ต้องการใช้สะพาน คนเดินข้าม และพยายามหลีกเลี่ยง โดยการเสี่ยงอันตรายเดินข้ามถนนบริเวณใต้สะพาน นอกจากนี้ ลักษณะทางกายภาพของสะพานคนเดินข้ามเองยังอาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัย ทางถนนอื่น ๆ ตามมาได้ ดังนั้นจึง มีข้อแนะนำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้าง สะพานคนเดินข้าม อาจนำมาพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวข้างต้น และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่คนเดินข้ามและผู้ใช้รถใช้ถนนอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ การกำหนดตำแหน่งของสะพานคน เดินข้ามที่ไม่ไกลจากแนวการสัญจรของคนเดินเท้ามากนัก การก่อสร้างหรือปรับปรุงทัศนียภาพ ของสะพานคน เดินข้ามให้สะอาดและสวยงามน่าใช้ การจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่าง ๆ เช่น หลังคาบังแดด บันไดเลื่อนขึ้นลง ทางเดินขึ้นที่ไม่ลาดชัน จนเกินไป และการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางเดิน สิ่งเหล่านี้ อาจช่วยให้คนเดินเท้าเกิด ความรู้สึกต้องการใช้สะพานคนเดินข้ามได้

ในการออกแบบสะพานคนเดินข้ามเพื่อใช้ในบริเวณที่อาจมีคนที่เดินข้ามที่เป็นเด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย ผู้พิการ เช่น บริเวณหน้าโรงเรียน บริเวณหน้าสถานพยาบาลต่าง ๆ เป็นต้น ควรพิจารณาถึงความปลอดภัยและปลอดภัยสำหรับคนเดินข้ามถนนเหล่านั้นเป็นกรณีพิเศษ ควรพยายาม หลีกเลี่ยงมิให้ตำแหน่งของโครงสร้างของสะพานกีดขวางการเดินสัญจรของคนเดินเท้า หรือบดบัง การมองเห็นของผู้ใช้รถใช้ถนนในลักษณะต่าง ๆ เช่น การมองเห็นแนวเส้นทาง การมองเห็น อุปกรณ์ควบคุมการจราจร การมองเห็นบริเวณทางแยกหรือทางเข้าออก และการมองเห็นของ ผู้โดยสารบริเวณป้ายหยุดรถโดยสารประจำทาง เป็นต้นการติดตั้งอุปกรณ์กันหรือรั้ว หรือการปรับปรุงทัศนียภาพต่าง ๆ บริเวณเกาะกลาง ถนน เพื่อบังคับให้คนเดินข้ามถนนต้องเดินไปใช้สะพานคนเดินข้าม สามารถป้องกันอุบัติเหตุในลักษณะต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเดินข้ามถนนบริเวณใต้สะพาน คนเดินข้ามได้ รูปแบบของสะพานลอย สะพานลอยสำหรับผู้เดินข้ามถนน อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ออกแบบ ก่อสร้างโดย กองสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง รูปร่างลักษณะของตัวสะพานมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความกว้างของผิวจราจร และลักษณะการออกแบบทางขึ้นลงสะพานลอยรวมทั้ง รายละเอียดปลีกย่อยอื่นๆ บริเวณรอบๆที่ก่อสร้างสะพานลอย

สะพานลอยที่ก่อสร้างจากคอนกรีตอัดแรง เป็นรูปแบบที่มีคุณสมบัติด้านดีหลาย ๆ ด้าน เช่น มีความคงทนสูง มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยาก เป็นต้น โดยที่สะพานลอยคนเดินข้ามมีรายละเอียดของสะพานคอนกรีตมีดังนี้ (ณรัฐ บัวแย้ม, 2547)

2.1.2.1 ตัวคานที่เป็นคอนกรีตอัดแรง รูปร่างที่นิยมใช้ คือ คานรูปตัวที คานรูปตัวโอ เป็นต้น ตัวสะพานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้เช่น ราวกันตก หรือบางครั้งอาจมีหลังคา

2.1.2.2 เสาตอม่อ จะมีลักษณะเป็นรูปตัวที เสาตอม่อบางครั้งต้องมีการทำเป็นคอนกรีตอัด แรงระบบ Post tension เพื่อรับโมเมนต์ที่เกิดขึ้น ถ้าออกแบบเป็นเสาตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาจะได้ขนาดหน้าตัดเสาตอม่อใหญ่มาก

2.1.2.3 ทางขึ้นลงตัวสะพาน ทางขึ้นลงตัวสะพานลอยคนเดินเป็นแบบบันไดคอนกรีต บางครั้งมีรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากติดอุปสรรคเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้าง สาธารณูปโภค

2.1.2.4 ฐานราก ตามแบบมาตรฐานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ในงาน ก่อสร้างจริงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปทรงต่าง ๆ เนื่องจากติดอุปสรรคพวก สาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ติดท่อน้ำทิ้ง ท่อประปาติดถนน เป็นต้น

2.1.2.5 เสาค้ำ มีทั้งเข็มตอกและเข็มเจาะ ในปัจจุบันผู้ก่อสร้างนิยมใช้เข็มเจาะมากกว่า

2.1.2.6 ราวกันตก ราวกันตกบนสะพานจะมีทั้งเป็นผนังคอนกรีตและราวกันตกเหล็ก ซึ่งใน ปัจจุบันราวกันตกส่วนใหญ่ทำด้วย สแตนเลส ราวกันตกทั้งทางขึ้นลงก็จะใช้แบบ เดียวกันกับตัวสะพาน

2.1.2.7 หลังคา ส่วนมากแล้วสะพานลอยคนเดินที่เป็นคอนกรีตที่นิยมสร้างในปัจจุบัน จะไม่มีหลังคาเนื่องจากถ้ามีหลังคาทำให้มีผู้คนส่วนหนึ่งใช้สะพานลอยเป็นที่พักพิง อาจเกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมต่อผู้ใช้สะพานลอยได้ รวมทั้งทำให้มีราคา ค่า ก่อสร้างเพิ่มขึ้นด้วย

2.1.2.8 ไฟฟ้าแสงสว่าง ถ้าหากไม่มีหลังคา ไฟฟ้าก็จะไม่ถูกติดตั้งบนสะพานลอย (วรวิทย์ เกรียงเกษม ,2558)

2.1.3 อุโมงค์คนข้าม (Underpass) ทางข้ามต่างระดับเป็นทางข้ามที่ปลอดภัยสูงสุดในการข้ามถนน แต่ผู้คน บางส่วนอาจมีความรู้สึกไม่ชอบที่จะต้อง "ลงไปใต้ดิน" ดังนั้น ถ้าจะจัดทำทางข้ามแบบนี้ ควรวางผังและออกแบบให้ผู้ใช้ทางข้ามเกิดความรู้สึกว่า ถนนถูกยกระดับข้ามอุโมงค์คนข้าม ความรู้สึกดังกล่าวสามารถสร้างขึ้นได้โดยการออกแบบทางเข้า-ออกให้กว้าง สามารถมองเห็นทะลุอุโมงค์ได้ตลอดและชัดเจน และความกว้างของทางเดินให้กว้างที่สุดเท่าที่จะ ทำได้ ผู้ใช้จะรู้สึกปลอดภัยถ้ามีคนเห็นตลอดเวลาขณะเข้าไปใช้อุโมงค์ และไม่มีจุดที่ผู้ร้ายจะแอบซ่อนได้ สิ่งเหล่านี้สามารถทำได้โดยจัดให้มีร้านค้าเล็ก ๆ อยู่ปากทางเข้า-ออก นอกจากนั้นวัสดุที่ใช้ควรสะท้อนแสงได้ ไม่สะท้อนเสียงและง่ายแก่การบำรุงรักษาและทำความสะอาด วัตถุประสงค์ สำคัญของการออกแบบคือ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าเดิน ประเด็นที่ควรพิจารณาในการก่อสร้างอุโมงค์คนข้ามควรประกอบด้วย

2.1.3.1 ปริมาณของคนข้ามถนนและจักรยานที่คาดว่าจะมาใช้อุโมงค์

2.1.3.2 เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้มีข้อจำกัดทางร่างกายที่ข้ามถนนได้ยากและมีความเสี่ยงต่ออันตรายสูง ในการข้ามถนนที่ระดับพื้นดิน

2.1.3.3 ประเภทและความกว้างของถนนที่จะข้าม

2.1.3.4 ความเร็วของยานพาหนะและสัดส่วนของรถบรรทุกขนาดใหญ่

2.1.3.5 ค่าก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาในอนาคต

2.1.4 กรณีศึกษาอุโมงค์คนข้าม ในการศึกษาคั้งนี้ ได้พบทวนกรณีการก่อสร้างอุโมงค์คนข้ามถนนในประเทศไทยที่เปิดดำเนินการ ดังนี้

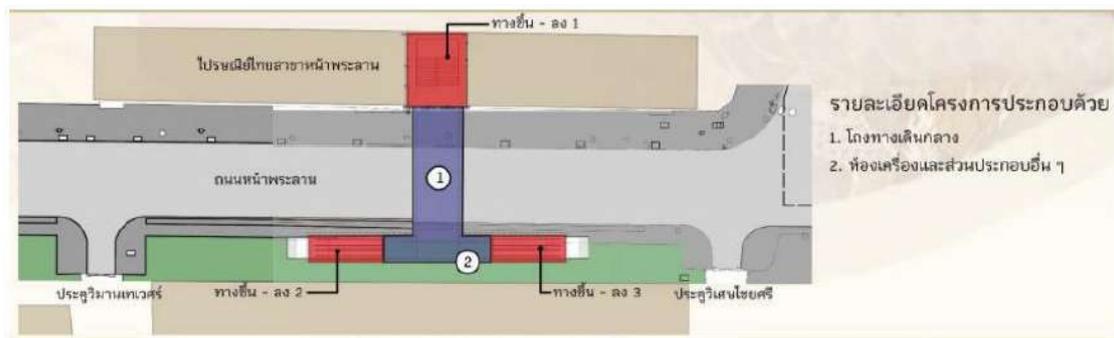
2.1.4.1 ลักษณะทั่วไปของโครงการอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช และถนนหน้าพระลาน โครงการก่อสร้างอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช และถนนหน้าพระลาน ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดระเบียบและความปลอดภัยด้านการจราจร เป็นการส่งเสริมพัฒนาอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่บริเวณสนามหลวง ถนนหน้าพระลาน และถนนมหาราช เพื่อให้มีศักยภาพพร้อมที่จะรองรับนักท่องเที่ยวได้อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ ช่วยลดผลกระทบด้านการจราจร เพิ่มความปลอดภัยในการสัญจรของประชาชนและนักท่องเที่ยว เป็นการจัดระเบียบให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทางโดยไม่ต้องเดินข้ามถนน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการสัญจรของประชาชนและอำนวยความสะดวก

การ ปรับปรุงระบบจราจรและภูมิทัศน์โดยรอบ ทางขึ้นลงของทางเดินประกอบด้วย ฝั่งสนามหลวง 1 จุด ฝั่งบริเวณพื้นที่ของกรมศิลปากร 1 จุด ฝั่งแนวกำแพงวัดพระศรีรัตนศาสดารามจำนวน 2 จุด ซึ่ง อยู่บริเวณระหว่างประตูวิเศษไชยศรี กับประตูมณีนพรัตน์



ภาพที่ 2.3 ภาพกราฟฟิกจำลองทัศนียภาพภายในอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 1 ชั้น B1
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

2) อุโมงค์ทางเดินลอดบริเวณหน้าที่ทำการไปรษณีย์ไทยสาขาหน้าพระลาน ระยะทาง 37 เมตร ประกอบด้วย ทางเดินลอดใต้ดิน มีทางขึ้นลง 3 จุด (ระบบบันไดเลื่อน) พื้นที่รวม 390 ตารางเมตร มีทางขึ้นลง 1 จุด ฝั่งกำแพงแนวพระบรมมหาราชวัง มีทางขึ้นลง ระหว่างประตูวิมานเทเวศร์กับประตูวิเศษไชยศรี 2 จุด



ภาพที่ 2.4 ภาพแปลนอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2 ชั้น B1 (ระดับ - 6.60 เมตร)
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

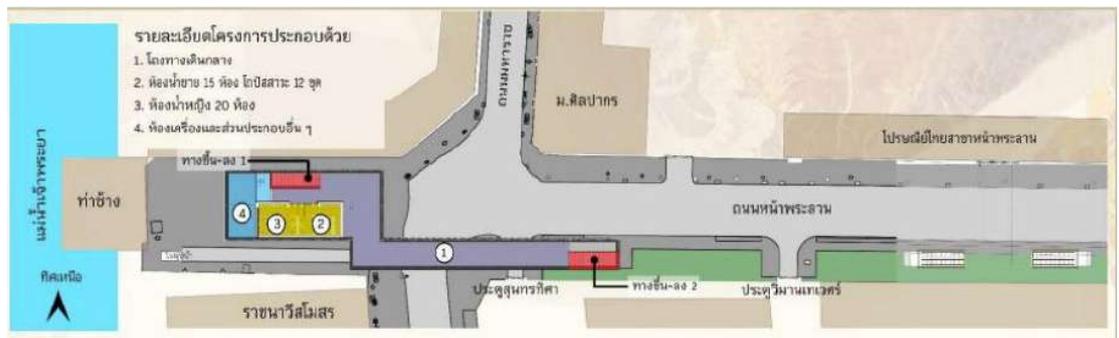


ภาพที่ 2.5 ภาพกราฟฟิกจำลองโครงการถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 2.6 แสดงทางขึ้นลงอุโมงค์หน้าพระลาน
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

2.1.4.2 อุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช มีระยะทาง 90 เมตร พื้นที่รวม 1,146 ตารางเมตร ห้องน้ำ ชาย 15 ห้อง ห้องน้ำหญิง 20 ห้อง มีโถงพักคอย ทางเดิน จุดขึ้นลงของโครงการ อุโมงค์ทางเดินลอด ถนนมหาราช อยู่ระหว่างทางขึ้นลงฝั่งท่าช้าง กับทางขึ้นลง ที่อยู่ฝั่งแนวกำแพง พระบรมมหาราชวัง บริเวณระหว่างประตูสุนทรพิศากับประตูวิมานเทเวศร์ หากแล้วเสร็จจะทำให้ นักท่องเที่ยวได้รับความสะดวก ปลอดภัย ไม่ต้องเดินข้ามถนน ทำให้พื้นที่โดยรอบเป็นระเบียบ สวยงามมากขึ้น



ภาพที่ 2.7 ภาพผังแสดงรายละเอียดพื้นที่ของอุโมงค์ถนนมหาราช
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 2.8 ภาพกราฟฟิกจำลองทัศนียภาพโครงการถนนมหาราช
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

ทั้งนี้ เมื่อโครงการแล้วเสร็จทั้ง 2 โครงการ จะทำให้สามารถรองรับ นักท่องเที่ยวได้วันละประมาณ 35,000 คน และจะมีการจัดระเบียบความปลอดภัยด้านการจราจร บริเวณท้องสนามหลวง และพระบรมมหาราชวัง (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

2.1.5 แนวคิดเมืองอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ (Smart City) คือ เมืองที่ใช้ประโยชน์จาก เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัยและชาญฉลาด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการและการ บริหารจัดการเมือง ลดค่าใช้จ่ายและการใช้ทรัพยากรของเมืองและประชากรเป้าหมาย โดยเน้นการ

ออกแบบที่ดี และการมีส่วนร่วมของภาคธุรกิจและภาคประชาชนในการพัฒนาเมือง ภายใต้แนวคิดการพัฒนา เมืองน่าอยู่ เมืองทันสมัย ให้ประชาชนในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ดี มีความสุข อย่างยั่งยืน การพัฒนาเมืองอัจฉริยะมีมิติการพัฒนาได้หลายด้าน มีมิติที่สำคัญ 7 ด้านคือ

2.1.5.1 สิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ (Smart Environment) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพการบริหารจัดการ และติดตามเป้าหมาย สิ่งแวดล้อมและสถานะแวดล้อมอย่างเป็นระบบ เช่น การจัดการน้ำ การดูแลสภาพอากาศ การเฝ้าระวังภัยพิบัติ ตลอดจนเพิ่มการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

2.1.5.2 การเดินทางและขนส่งอัจฉริยะ (Smart Mobility) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นเพิ่มความสะดวก ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในการเดินทางและขนส่ง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.1.5.3 การดำรงชีวิตอัจฉริยะ (Smart Living) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นให้บริการที่อำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิต เช่น การบริการด้านสุขภาพให้ประชาชนมีสุขภาพและสุขภาวะที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อเตรียมพร้อมเข้าสู่สังคมสูงอายุ การเพิ่มความปลอดภัยของประชาชนด้วยการเฝ้าระวังภัยจากอาชญากรรม ไปจนถึงการส่งเสริมให้เกิดสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการดำรงชีวิตที่เหมาะสม

2.1.5.4 พลเมืองอัจฉริยะ (Smart People) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นพัฒนาพลเมืองให้มีความรู้และสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ทั้งในเชิงเศรษฐกิจและการดำรงชีวิต สร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการเรียนรู้นอกระบบ รวมถึงการส่งเสริมการอยู่ร่วมกันด้วยความหลากหลายทางสังคม

2.1.5.5 พลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเมือง หรือใช้พลังงานทางเลือกอันเป็นพลังงานสะอาด (Renewable Energy) เช่น เชื้อเพลิงชีวมวล ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และไฟฟ้าจากพลังงานอื่นๆ เป็นต้น

2.1.5.6 เศรษฐกิจอัจฉริยะ (Smart Economy) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นเพิ่มประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการดำเนินธุรกิจ สร้างให้เกิดความเชื่อมโยงและความร่วมมือทางธุรกิจ และประยุกต์ใช้นวัตกรรม ในการพัฒนาเพื่อปรับเปลี่ยนธุรกิจ (เช่น เมืองเกษตรอัจฉริยะ เมืองท่องเที่ยวอัจฉริยะ เป็นต้น)

2.1.5.7 การบริหารภาครัฐอัจฉริยะ (Smart Governance) เป็นเมืองที่มุ่งเน้นพัฒนาระบบบริการเพื่อให้ประชาชนเข้าถึงบริการภาครัฐสะดวก รวดเร็ว เพิ่มช่องทางการมีส่วนร่วมของประชาชน รวมถึงการเปิดให้ประชาชนเข้าถึงข้อมูลทำให้เกิดความโปร่งใส ตรวจสอบได้ (สำนักงานเมืองอัจฉริยะ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล 2025)

2.2 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)

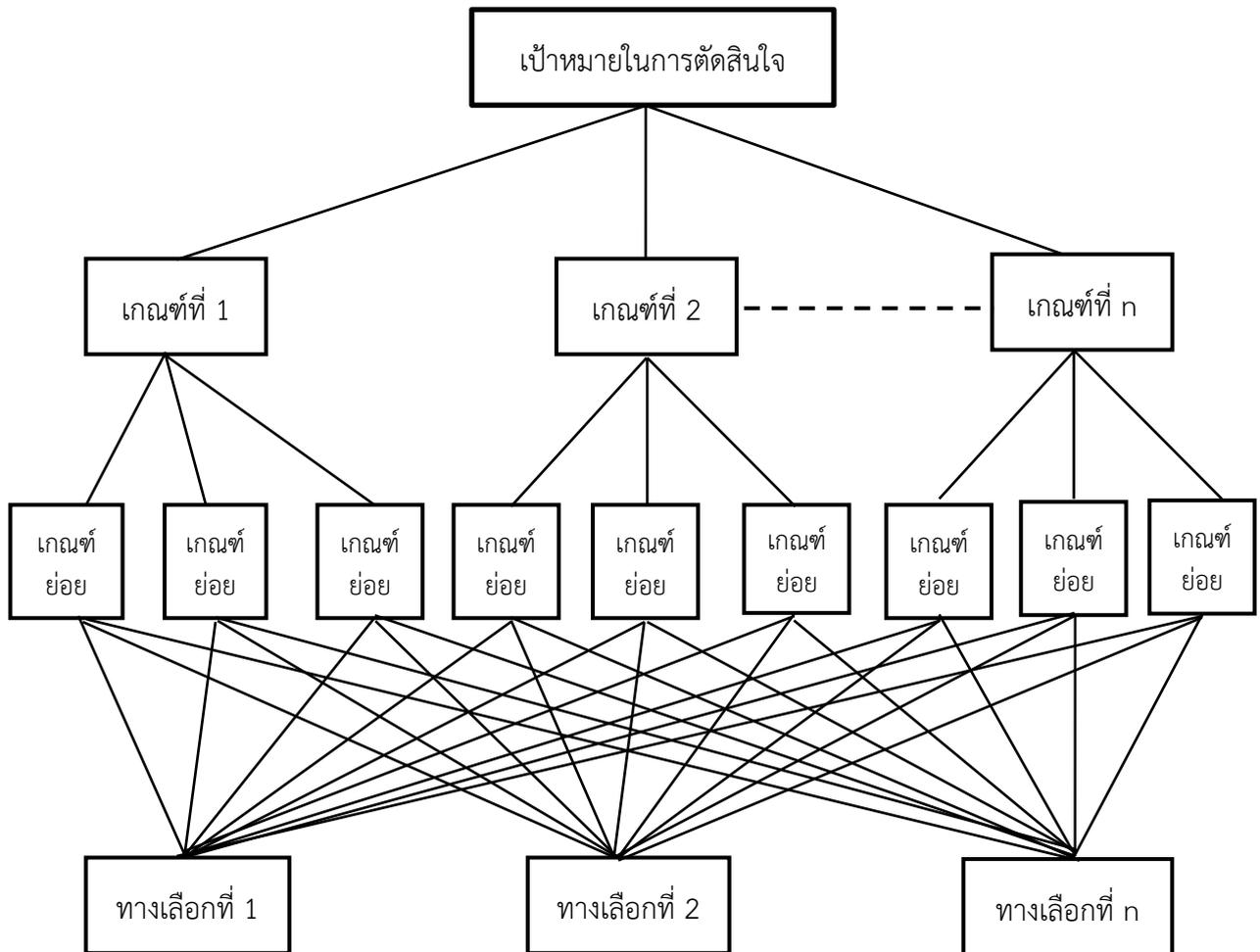
2.2.1 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) หรือเรียกสั้นๆ ว่า AHP ซึ่ง วราวุธ วุฒิวิเศษ (มปป.) ได้อธิบายไว้ดังนี้ว่า เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการง่าย ๆ คือแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, 1980) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการ

วิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ วิธี AHP เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนโครงการชลประทานและการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการน้ำชลประทาน (Flug et. al., 2000; Sahoo et. al., 2001) ซึ่งต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือก และมีเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกหลายเกณฑ์ AHP เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบของทีละคู่ จึงทำให้การเลือกทางเลือกทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น ปัจจุบัน AHP เป็นวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก (Lequna et. al., 1999) มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

2.2.2 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ คือ การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ การหาลำดับความสำคัญ (Priority) และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2.1 การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy) ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub - criteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยได้ ดังแสดงในรูปที่ 2 ชั้นล่างสุดคือชั้นของทางเลือก

2.2.2.2 การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority) ในแต่ละชั้นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบของ (เกณฑ์หรือทางเลือก) ทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 3.1 หลังจากที่เราทราบความเห็นที่ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในชั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ของของในชั้นนั้น ทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process)

ตารางที่ 2.1 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale) (Huizingh and Vriolijk, 1994)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นจะคำนวณได้จากสมการ

$$Aw = \lambda \max w \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกแสดงความคิดเห็นของผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

W คือ Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของของซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกัน หรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของในลำดับชั้นที่สูงกว่า (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

λ Max คือ Maximum eigenvalue

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} = \text{คะแนนความสำคัญของที่เปรียบเทียบที่ละคู่ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1}$$

$$w = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{e^T A^k e} \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ k คือการคำนวณครั้งที่ 1

e คือ Unit Vector

2.2.2.3 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ความเห็นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด (Error) ในการแสดงความคิดเห็น เช่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. และ นาย ข. ชอบนาย ก. เป็น 2 เท่าของนาย ข. ถ้าเปรียบเทียบระหว่าง นาย ข. กับ นาย ค. ชอบนาย ข. เป็น 3 เท่าของ นาย ค. และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. กับ นาย ค. ชอบ นาย ก. เป็น 5 เท่าของ นาย ค. เป็นต้น ซึ่งตามหลักของเหตุผลแล้วควรชอบนาย ก. เป็น 6 เท่าของนาย ค. เป็นต้น ความไม่สมเหตุสมผลหรือข้อผิดพลาดเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลโดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ถ้า $CI > 0.1$ แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล (Huizingh and Vrolijk, 1994; Sahoo, 1998) จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับชั้นถัดไป

$$CI = RI CR \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ CI คือ ดรรชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)
CR คือ สัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio) และ

RI คือ ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก A ดังตารางที่ 2.2

$$CI = \frac{\max - n}{n - 1} \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก

ตารางที่ 2.2 Random Inconsistency Index (RI) (Sahoo, 1998)

N	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	5	1.59

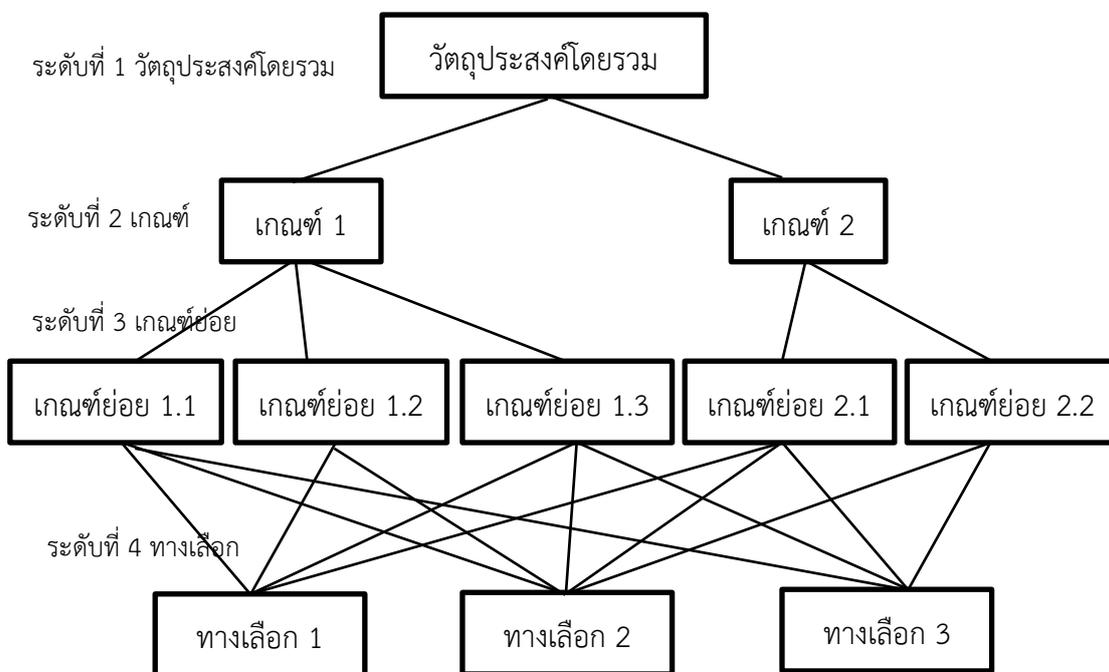
2.2.2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดทางเลือกในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลาย ในขั้นตอนนี้ ให้กำหนดทางเลือกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
- 2) ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก
- 3) คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุด ถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ ให้คัดออก
- 4) ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Subcriteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกใน (3)
- 5) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์ (Criteria) และ ทางเลือก (Alternatives) ดังแสดงในภาพที่ 1
- 6) เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่ แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทีละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้
- 7) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือก โดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือกตามคะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด
- 8) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือกจำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ

ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

2.2.3 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) ดังที่ อติศักดิ์ ธรานุกพัฒนา และชูศรี เที้ยศิริเพชร (อ้างใน จุฑาพร ปราบปรี 2562) ได้อธิบายไว้ว่าประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.3.1 การแยกปัญหาและการสร้างลำดับชั้น วิธี AHP เริ่มต้นด้วยการแยก (Breaking Down) ปัญหาที่ซับซ้อนอยู่ในรูปของลำดับชั้นของส่วนย่อย (Elements) ระดับชั้นสูงสุด คือ วัตถุประสงค์โดยรวม (Overall Objective) ส่วนย่อยซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจที่เรียกว่า เกณฑ์ (Criteria) ส่วนย่อยในระดับรองลงไปเรียกว่าเกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) ระดับล่างสุดของลำดับชั้นเรียกว่าทางเลือกของการตัดสินใจ (Decision Alternative) ส่วนย่อยในแต่ละแถวของลำดับชั้นถูกสมมติให้เป็นอิสระต่อกัน (Saaty, 1990) ซึ่งหมายความว่าระดับความสำคัญของเกณฑ์ทั้งหลายจะไม่ขึ้นอยู่กับส่วนย่อยที่อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์นั้น ๆ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

2.2.3.2 การให้ดุลยพินิจเชิงเปรียบเทียบเพื่อคำนวณลำดับความสำคัญ ขั้นตอนที่ 2 นี้ แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ การเปรียบเทียบคู่ (Pairwise Comparisons) การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight Calculation) และการตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ

1) การเปรียบเทียบคู่ เมื่อสร้างลำดับชั้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเปรียบเทียบคู่เพื่อหาความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของส่วนย่อยต่าง ๆ ในแต่ละระดับชั้น การเปรียบเทียบคู่นี้จะเป็นการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของอิทธิพล (Strength of Influence) ของคู่ส่วนย่อย เมื่อเทียบกับส่วนประกอบในระดับที่เหนือกว่าซึ่งอยู่ถัดขึ้นไป มาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ มาตรฐานมูลฐาน AHP 1-9 (ดูตารางที่ 1) โดยหลักการแล้ว การเปรียบเทียบคู่นี้เริ่มจากระดับ

ล่างสุด (ระดับทางเลือก) และสิ้นสุดระดับที่สอง (ระดับที่หนึ่งของเกณฑ์) หลังจากที่ย่อยย่อทั้งหมด ได้ถูกเปรียบเทียบคู่โดยให้มาตราส่วน 1-9 แล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้างเมทริกซ์ดุลยภาพ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่ ตารางที่ 2.3 : มาตราส่วน AHP 1-9 ดุลยภาพ (Verbal Judgements) มาตราส่วนที่ใช้เปรียบเทียบมีความสำคัญเท่ากัน (Equal Importance) 1 มีความสำคัญกว่าบ้าง (Moderate Importance) 3 มีความสำคัญกว่ามาก (Strong Importance) 5 มีความสำคัญกว่าค่อนข้างมาก (Very Strongly Importance) 7 มีความสำคัญกว่าอย่างยิ่ง (Extreme Importance) 9 ค่ากลางระหว่างระดับความเข้มข้นของอิทธิพลตามที่กล่าวมาข้างต้น 2, 4, 6, 8

ตารางที่ 2.3 แสดงการให้ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่า ๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงมากที่สุด
2,4,6,8	อยู่ระหว่างระดับที่ได้ อธิบายมาแล้วข้างต้น	อยู่ระหว่างระดับที่ได้ อธิบายมาแล้วข้างต้น

2) การคำนวณค่าน้ำหนัก หลังจากได้สร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบคู่แล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) และค่าลักษณะเฉพาะที่มากที่สุด (Largest Eigenvalue) ของแต่ละเมทริกซ์ เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะจะให้ลำดับความสำคัญ (ค่าน้ำหนัก) ส่วนค่าลักษณะเฉพาะสามารถนำมาใช้เป็นมาตราวัดตัวหนึ่งในการตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยภาพ วิธีคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะและค่าลักษณะเฉพาะสามารถศึกษาได้จากงานวิจัยของ (Saaty, 1990)

3) การตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยภาพ วิธี AHP สามารถวัดระดับความสอดคล้องของดุลยภาพของแต่ละชุดได้โดยการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ในแต่ละเมทริกซ์ หากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับศูนย์จะหมายความว่าภายในชุดของดุลยภาพนั้นมีความสอดคล้องอย่างสมบูรณ์ หากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับหนึ่งจะหมายความว่าความสอดคล้องจะเทียบเท่ากับดุลยภาพที่ได้จากการสุ่ม ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่ามาก (โดยทั่วไป ค่าวิกฤตจะอยู่ที่ 0.1) แสดงว่า ดุลยภาพนั้นไม่

นำเชือกชื่อ ช่วงที่ยอมรับได้ของ C.R. ขึ้นอยู่กับขนาดเมทริกซ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นเมทริกซ์ขนาด 3×3 C.R. ไม่ควรเกิน 0.05 ถ้าเป็นเมทริกซ์ขนาด 4×4 C.R. ไม่ควรเกิน 0.08 และสำหรับเมทริกซ์มีขนาดมากกว่า 5×5 ขึ้นไป C.R. ไม่ควรเกิน 0.05 ไม่ควรเกิน 0.05 ถ้าเมทริกซ์ขนาด 3×3 C.R. ไม่ควรเกิน 0.08 (Saaty, 1990)

4) การสังเคราะห์เพื่อให้ได้ความสำคัญโดยรวมวิธีการสังเคราะห์ในแบบจำลอง AHP คล้ายกับวิธีที่ใช้คำนวณค่าความคาดหวังโดยวิธีผังรูปต้นไม้การตัดสินใจโครงสร้างลำดับความสำคัญในแต่ละระดับชั้นจะได้มาจากการคำนวณลำดับความสำคัญแบบครอบคลุม (Global Priorities) ระดับความสำคัญที่ได้จากชุดของดุลยพินิจแต่ละชุดจะถูกเรียกว่า ลำดับความสำคัญแบบเฉพาะที่ (Local Priorities) ซึ่งเป็นลำดับความสำคัญที่อ้างอิงกับส่วนประกอบที่อยู่เหนือกว่า ส่วนลำดับความสำคัญเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์รวมจะเรียกว่าลำดับความสำคัญแบบครอบคลุม ซึ่งได้จากการคูณลำดับความสำคัญเฉพาะที่เข้ากับลำดับความสำคัญแบบครอบคลุมของส่วนประกอบที่อยู่เหนือขึ้นไป

5) การวิเคราะห์ความไวการวิเคราะห์ความไว เป็นการทดสอบเสถียรภาพของผลลัพธ์โดยการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model : SEM)

รติพร ถึงฝั่ง และโกศล จิตวิรัตน์ (2554) ได้อธิบายถึงส่วนประกอบของโมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม Lisrel ไว้ ดังต่อไปนี้

โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์โมเดลด้วย Path Analysis ซึ่งโมเดลดังกล่าวแบ่งออกเป็น x - model, y -model, structural model และ Basic model โดย x - model เป็นโมเดลการวัดที่พิจารณาระหว่างตัวแปรสังเกตได้ X (observed variables) กับตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรแฝง (latent variables) โดยเรียกตัวแปรในส่วนนี้ว่าตัวแปรภายนอก (exogenous) และ y - model เป็นโมเดลที่พิจารณาระหว่างตัวแปรสังเกตได้ Y (observed variables) กับตัวแปรตามที่เป็นตัวแปรแฝง (latent variables) โดยเรียกตัวแปรในส่วนนี้ว่าตัวแปรภายใน (endogenous variables) โมเดลการวัด (measurement model) ดังกล่าวนี้ ใช้ในส่วนของ การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) สำหรับ structural model หรือโมเดลโครงสร้างเป็นโมเดลในส่วนของการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุ (path analysis) และ Basic model เป็นโมเดลที่พิจารณาโครงสร้างทั้งหมดที่เป็น x - model, y -model และ structural model ซึ่งสามารถอธิบายภาพรวมได้และสามารถเขียนสมมติฐานทางสถิติ (statistical hypothesis) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ดังนี้

H_0 : โมเดลตามสมมติฐานสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

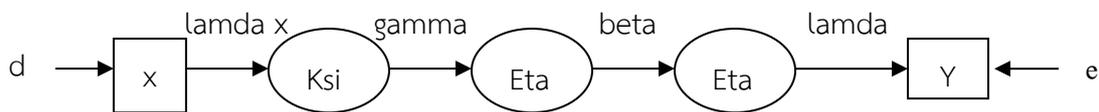
H_1 : โมเดลตามสมมติฐานไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ส่วนประกอบของโมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Lisrel ประกอบด้วย

1. ตัวแปร (variables) ซึ่งตัวแปรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรแฝง (latent variable) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรง ประกอบด้วย ตัวแปรแฝงภายนอก (ξ) และตัวแปรแฝงภายใน (η) ซึ่งตัวแปรแฝงภายในจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรแฝงตัวอื่น ๆ ส่วนตัวแปรแฝงภายนอกจะจะไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรแฝงตัวอื่น ๆ และยังเป็นตัวแปรเหตุที่ส่งอิทธิพลไปยังตัวแปร

แฝงภายในด้วย ตามธรรมเนียมปฏิบัติ ตัวแปรแฝงจะวาดเป็นรูปวงกลมหรือวงรี ตัวแปรสังเกตได้ (observed variables) หรือตัวแปรเชิงประจักษ์ (manifest variables) ตามธรรมเนียมปฏิบัติ ตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรเชิงประจักษ์จะวาดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม LISREL กำหนดให้ตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรเชิงประจักษ์ของตัวแปรแฝงภายนอก (K_{si}) เป็นตัวแปร x และกำหนดให้ตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรเชิงประจักษ์ของตัวแปรแฝงภายใน (E_{ta}) เป็น Y

2. พารามิเตอร์ (parameter) คือ ค่าสถิติจากการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งวาดภาพแทนด้วยเส้นลูกศรที่ลากระหว่างตัวแปรประเภทหนึ่งไปยังตัวแปรอีกประเภทหนึ่ง พารามิเตอร์ที่สำคัญประกอบด้วย λ_x เป็นน้ำหนักองค์ประกอบระหว่างตัวแปรสังเกตได้ x กับตัวแปรแฝงภายนอก (K_{si}), λ_y เป็นน้ำหนักองค์ประกอบระหว่างตัวแปรสังเกตได้ y กับตัวแปรแฝงภายใน (E_{ta}), γ เป็นค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพล (path coefficient) จากตัวแปรแฝงภายนอก (K_{si}) ไปยังตัวแปรแฝงภายใน (E_{ta}) และ β เป็นค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลจากตัวแปรแฝงภายใน (E_{ta}) ไปยังตัวแปรแฝงภายใน



ภาพที่ 2.11 แสดงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลสมการโครงสร้าง

ที่มา : รติพร ถึงฝั่ง, โกศล จิตวิรัตน์ (2554 : 1)

พูลพงษ์ สุขสว่าง (2563) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) ไว้ว่ามี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดล การกำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดล (model specification) เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด หรือเรียกได้ว่า “เป็นหัวใจ” ของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง เนื่องจากเป็นขั้นตอน ที่ต้องเชื่อมโยงกับทฤษฎี งานวิจัย และสารสนเทศที่ต้องใช้ในการพัฒนาโมเดลก่อนเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยนักวิจัยต้องระบุโมเดลจำเพาะ (particular model) ตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลที่อยู่ในรูปของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (variance-covariance matrix) ซึ่งการระบุโมเดลจำเพาะนั้น ผู้วิจัยต้องอธิบายเหตุผลที่ใช้ในการคัดเลือก หรือตัดตัวแปรสังเกตได้ออกจากโมเดลจำเพาะ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดใน การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Cooley, 1978 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) และโมเดลที่พัฒนาขึ้นนี้จะ เป็นโมเดลที่เหมาะสมก็ต่อเมื่อการกำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดลมีความสมเหตุสมผล และความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของโมเดลจำเพาะนั้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Bollen, 1989, Schumacker & Lomax, 2004 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563)

2. การระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (model identification) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงระหว่างโมเดลสมการโครงสร้างที่ผ่านการกำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดล (model specification) โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลอย่างถี่ถ้วนกับโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลจึงนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญประการหนึ่ง เพราะถ้าการระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวไม่ถูกต้องจะทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ การระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียว

ของโมเดลคือการระบุว่าโมเดลนั้นสามารถนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เป็นค่าเดียวหรือไม่ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, Tenko & Marcoulides, 2006 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) ถ้าจำนวนสมการที่คำนวณน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดลและจะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าเดียวสำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว (ค่าองศาอิสระเป็นบวก) เรียกโมเดลนั้นว่า โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) และถ้าจำนวนสมการที่คำนวณเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดลและจะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าเดียวสำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว (ค่าองศาอิสระเป็นศูนย์) เรียกโมเดลนั้นว่า โมเดลระบุพอดี (just-identified model) ซึ่งโมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) และ โมเดลระบุพอดี (just-identified model) ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างได้ แต่ถ้าโมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model) กล่าวคือ จำนวนสมการที่คำนวณมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าในโมเดลและจะประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ค่าเดียวสำหรับพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าแต่ละตัว จะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ เนื่องจากค่าองศาอิสระติดลบ (MacCallum, Wegener, Uchino & Fabrigar, 1993 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2556) โดยการตรวจสอบค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดลก่อนทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ว่าจะเป็นโมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model) โมเดลระบุพอดี (just-identified model) หรือโมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model) นั้นจะพิจารณาจากค่าองศาอิสระ (degree of freedom) โดยใช้สูตรคำนวณค่าองศาอิสระ (Schumacker & Lomax, 2010 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) ดังนี้

$$\text{Degree of freedom} = [NI(NI+1)/2] - \text{number of parameter estimation}$$

เมื่อกำหนดให้ NI หมายถึง จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

ถ้า Degree of freedom มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุเกินพอดี (over-identified model)

ถ้า Degree of freedom มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่า โมเดลระบุพอดี (just-identified model)

ถ้า Degree of freedom มีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่า โมเดลระบุไม่พอดี (under-identified model)

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (model estimation) เป็นขั้นตอนที่โปรแกรมอิสระประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลตามที่ระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล โดยสามารถเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ฝนการประมาณค่าได้ 6 วิธี ได้แก่ วิธี instrumental variables (IV) วิธี two stage least squares (TS) วิธี unweighted least squares (UL) วิธี generalized least squares (GL) วิธี generally weighted least squares (WL) และวิธี maximum likelihood (ML) (Joreskog & Sorbom, 2012 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) เท่านั้น เนื่องจากเป็นวิธีที่โปรแกรมอิสระกำหนดให้เป็นวิธีเริ่มต้นของโปรแกรม (default) และเป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่แพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีระดับการวัดแบบอันดับและแบบเรียงอันดับ โดยที่การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติหรือไม่ปกติเพียงเล็กน้อย (Schumacker & Lomax, 2010 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563)

วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ maximum likelihood (ML) เป็นการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สมมติว่าข้อมูลของตัวแปรสังเกตได้ที่นำมาศึกษามีการแจกแจงเป็นแบบ multivariate normality โดยเงื่อนไขสำคัญก็คือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็น

อิสระ การแจกแจงของข้อมูลต้องไม่เบ้ และไม่โด่งจนผิดปกติ (Schumacker & Lomax, 2010 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) นอกจากนี้ ข้อมูลที่ป่งชี้ว่าตัวแปรสังเกตได้ที่น่ามาศึกษานั้นจะมีความเบ้ผิดปกติเมื่อค่า skewness index (SI) มากกว่า 3 และข้อมูลมีความโด่งผิดปกติเมื่อค่า kurtosis index (KI) มากกว่า 10 (Rex, b,K., 2011 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2556) ฟังก์ชันความกลมกลืนโดยการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ maximum likelihood (ML) ไม่ใช่ฟังก์ชันแบบเส้นตรง แต่เป็นฟังก์ชันที่บอกความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลตามสมมติฐาน (เมทริกซ์ Σ) กับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมทริกซ์ S) ถ้าเมทริกซ์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน เทอมแรกของฟังก์ชันจะมีค่าเท่ากับเทอมที่สาม ในขณะที่เทอมกลางมีค่าเป็นศูนย์ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีการ maximum likelihood (ML) จะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวิธี generalized least squares (GL) คือ มีความคงเส้นคงวา มีประสิทธิภาพ และเป็นอิสระจากมาตรวัด (Lie & Lomax, 2005 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) การแจกแจงสุ่มของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธี maximum likelihood (ML) เป็นแบบปกติและความแปรปรวนของค่าประมาณขึ้นอยู่กับขนาดของค่าพารามิเตอร์ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) โดยสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ maximum likelihood (ML) หลังจากที่กำหนดข้อมูลเฉพาะของโมเดล (model specification) และระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (model identification) ดังนี้

- 1) คำนวณค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลเชิงประจักษ์ (เมทริกซ์ S)
 - 2) สุ่มตัวเลขแทนค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่ต้องการประมาณค่า 1 พารามิเตอร์ แล้วทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ทุกค่าของโมเดลตามที่ระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียว
 - 3) นำตัวเลขค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรที่ต้องการประมาณค่าในขั้นตอนที่ 2 มาทำการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลตามสมมติฐาน (เมทริกซ์ Σ)
 - 4) คำนวณค่าพารามิเตอร์ตามขั้นตอนที่ 2 และ 3 ซ้ำ จนค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของเมทริกซ์ S กับเมทริกซ์ Σ มีค่าใกล้เคียงกันแล้วจึงหยุดการประมาณค่า
 - 5) รายงานค่าพารามิเตอร์ที่ทำการประมาณค่าจากขั้นตอนที่ 4 “ทุกค่า” พร้อมทั้งรายงานค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น ค่าเมทริกซ์ Σ และค่าเศษเหลือมาตรฐาน (standardized residuals)
4. การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล (model testing) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องพิจารณาตัดสินใจตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอย่างถี่ถ้วน โดยมีหลักในการพิจารณา 3 ข้อ คือ 1) พิจารณาความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 2) พิจารณา ค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นว่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ และ 3) พิจารณาความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น โดยมีรายละเอียด ดังนี้
- 1) พิจารณาความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดลทั้ง 3 ส่วน คือ ค่าไคสแควร์/ไคสแควร์สัมพัทธ์ ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน และค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า (Schumacker & Lomax, 2010 อ้างใน พูลพงษ์ สุขสว่าง 2563) โดยที่ผลการทดสอบจะต้องยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) จึงมีการกำหนดหลักเกณฑ์ ดังนี้

- ค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้ ต้องมีค่าน้อยกว่าค่าไคสแควร์เกณฑ์ หรือ ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 2

- ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน ได้แก่ ค่า GFI, AGFI, TLI, NFI ต้องมีค่ามากกว่า 0.95

- ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ได้แก่ ค่า RMSEA, RMR, SRMR ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05

2) พิจารณาค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นว่าแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าสถิติทดสอบที (t-test) ดังนี้

การกำหนดสมมติฐาน

$H_0 : \beta_i = 0$ เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, k$ (k หมายถึง พารามิเตอร์ที่ทำการประมาณค่า)

หลักการ สิ่งที่ผู้วิจัยต้องการคือตรวจสอบดูค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือสถิติทดสอบที (t-test) โดยที่ผลการทดสอบจะต้องปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) เพราะต้องสรุปว่าค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นแตกต่างจากศูนย์ จึงมีการกำหนดเกณฑ์ โดยใช้กฎหัวแม่มือ (rule of thumb) ดังนี้

- ค่าพารามิเตอร์จะมีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 เมื่อค่าสัมบูรณ์ของสถิติทดสอบ (t-test) มากกว่า 1.96 ($|t| > 1.96$)

- ค่าพารามิเตอร์จะมีค่าแตกต่างจากศูนย์ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 เมื่อค่าสัมบูรณ์ของสถิติทดสอบ (t-test) มากกว่า 2.58 ($|t| > 2.58$)

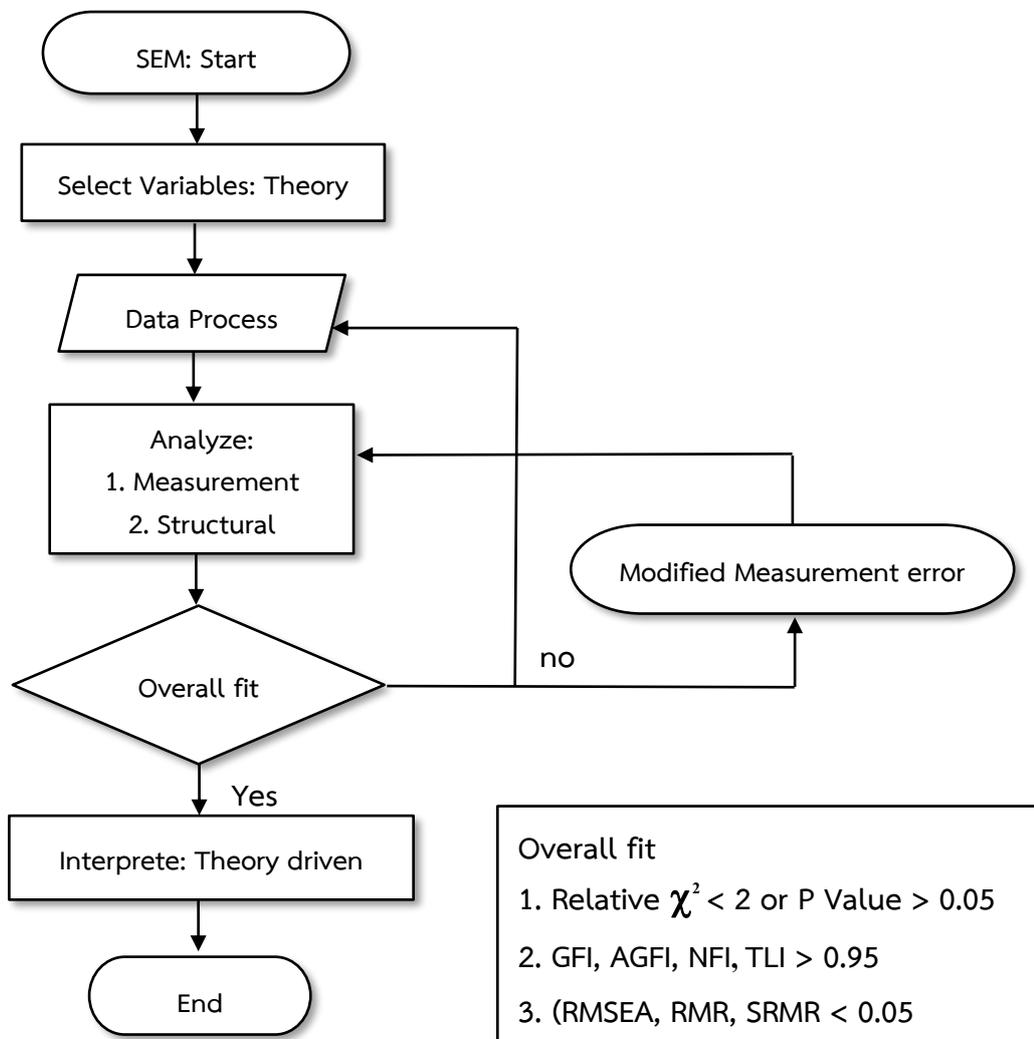
3) พิจารณาความสมเหตุสมผลของขนาดและทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้น โดยทั่วไปจะเน้นที่ความสมเหตุสมผลของทิศทาง กล่าวคือ ทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นควรเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ถ้าทฤษฎีกล่าวว่า การที่บุคคลรับรู้ว่าคุณมีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์สูงก็จะทำให้ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ลดลง ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้ควรมีทิศทางเป็นลบ (-) ในทำนองเดียวกัน ถ้าทฤษฎีกล่าวว่า การที่บุคคลมีความสามารถในการกำกับตนเองสูงก็จะทำให้มีความสามารถในการเรียนสูงขึ้น ผลการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้ควรมีทิศทางเป็นบวก (+) ซึ่งความสมเหตุสมผลของทิศทางของค่าพารามิเตอร์แต่ละเส้นจะเป็นสิ่งสนับสนุนให้โมเดลตามสมมติฐานที่พัฒนาขึ้นมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5. การปรับโมเดล (model modification) เป็นขั้นตอนที่กระทำต่อเมื่อมีค่าพารามิเตอร์บางค่าที่ไม่แตกต่างจากศูนย์ ($|t| > 1.96$) หรือมีทิศทางของค่าพารามิเตอร์ไม่ตรงกับทฤษฎีที่กำหนดไว้หรือเกิดปัญหาทั้งสองอย่าง ผู้วิจัยจำเป็นที่จะต้องปรับโมเดล ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรสังเกตได้ หรือโมเดลตามสมมติฐานที่กำหนดขึ้นไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ ขาดการทบทวนอย่างถี่ถ้วน การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วยังไม่พบข้อสรุปที่ชัดเจน สำหรับการปรับโมเดล (model modification) สามารถแยกเป็น 2 ประเด็น คือ การปรับโมเดลสมการโครงสร้างในส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนและการปรับโมเดลสมการโครงสร้างในส่วนที่เป็นโมเดลการวัดและ/หรือโมเดลสมการโครงสร้าง

ประเด็นแรก การปรับโมเดลสมการโครงสร้างในส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าที่เกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ประเด็นนี้สามารถทำการปรับโมเดลได้ทันที ไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างตามสมมติฐานเมื่อปรับโมเดลจนได้ค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้อง ได้แก่ 1) ค่าสถิติทดสอบไคสแควร์น้อยกว่าค่าไคสแควร์เกณฑ์ หรือค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ที่มีค่าน้อยกว่าสอง 2) ค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (GFI, AGFI, TLI, NFI) มีค่ามากกว่า 0.95 และ 3) ค่าความคลาดเคลื่อนของ

การประมาณค่า (RMSEA, RMR, SRMR) มีค่าน้อยกว่า 0.05 โดยที่ค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัด และโมเดลสมการโครงสร้างทุกเส้นมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($|t| > 1.96$) รวมทั้งมีทิศทางที่สมเหตุสมผลตามทฤษฎี จึงจะสามารถสรุปได้ว่าโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ประเด็นที่สอง การปรับโมเดลสมการโครงสร้างในส่วนที่เป็นการตัดหรือเพิ่มการประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดลการวัด และ/หรือโมเดลสมการโครงสร้าง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งปัญหาอาจเกิดจากการที่โมเดลตามสมมติฐานที่กำหนดขึ้นไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ ขาดการทบทวนอย่างถี่ถ้วนการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วยังไม่พบข้อสรุปที่ชัดเจน ประเด็นนี้ไม่สามารถกระทำได้ถ้าไม่มีการตั้งสมมติฐานทางเลือกก่อนวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ดังนั้น ถ้าผู้วิจัยไม่มั่นใจว่าโมเดลสมการโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นจะสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือไม่จำเป็นต้องเสนอโมเดลทางเลือกไว้หลายทางเลือกก็ได้ และการคัดเลือกโมเดลที่ดีที่สุดนั้นจะต้องทำการปรับโมเดลจนกระทั่งค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลผ่านเกณฑ์ตามกำหนด หลังจากนั้น จึงทำการพิจารณาคัดเลือกโมเดลทางเลือกที่ดีที่สุด โดยใช้ค่าสถิติทดสอบ AIC หรือ BIC



ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น

ที่มา : พูลพงศ์ สุขสว่าง (2563 : 33)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนิตา โสธนรุ่งโรจน์ (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน กรณีศึกษาบริษัท ABC (ประเทศไทย) จำกัด” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานในประเทศไทยเพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรม โดยนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน โดยมีกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตและจัดจา หน่ายสารเคมีเคลือบชุบผิวโลหะ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เป็นกระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจ ที่มีเหตุผลสามารถใช้ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทั้งเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพนอกจากนี้ยังสามารถวัดความสอดคล้องของการตัดสินใจในแต่ละปัจจัย งานวิจัยได้พิจารณาทางเลือกของที่ตั้งโรงงานจำนวน 4 ทำเลในพื้นที่ นิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ซิตี้ นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร นิคมอุตสาหกรรมเหมราชชลบุรี และนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ โดยได้พิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ปัจจัยด้านภูมิประเทศ ปัจจัยด้านราคาที่ดิน ปัจจัยด้านตลาด ปัจจัยด้านแรงงาน ปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง และปัจจัยด้านสาธารณูปโภค การวิจัยได้นำปัจจัยและทางเลือกมาพัฒนาเป็นโครงสร้างแผนภูมิลำดับชั้น ตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์พบว่า ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ ปัจจัยด้านตลาด ร้อยละ 30.9 รองลงมาคือ ปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง ร้อยละ 19.6 ปัจจัยด้านสาธารณูปโภค ร้อยละ 14.3 ปัจจัยด้านราคาที่ดิน ร้อยละ 12.4 ปัจจัยด้านแรงงานร้อยละ 11.5 และสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านภูมิประเทศ ร้อยละ 14.4

กันต์ธมน สุขกระจ่าง (2561) การเลือกทำเลที่ตั้งของบริษัทขายอะไหล่รถยนต์ โดยวิธี AHP : บริษัท ABC จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งของบริษัทขายอะไหล่รถยนต์ โดยวิธี AHP และสร้างแบบจำลองในการเลือกทำเลที่ตั้งของบริษัทขายอะไหล่รถยนต์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักที่มากที่สุด คือ ด้านโครงสร้างพื้นฐานมีค่าน้ำหนัก 0.257

เพ็ญพิมล อยู่รุ่งเรื่องศักดิ์ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของคลังสินค้า : กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัดโดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น” ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) ในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า โดยมีกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ให้บริการเป็นแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซซื้อขายสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้าง เพอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และสินค้าตกแต่งบ้าน ตลอดจนให้บริการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้าปลายทาง โดยมีการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้ ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้าง ค่าแรงงาน ระยะทางระหว่างคลังกับผู้ชาย ระยะทางระหว่างคลังกับลูกค้า ความพร้อมทางด้านคมนาคม ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค สังคมและชุมชน และความเสี่ยงที่จะเกิดภัยทางธรรมชาติเพื่อนำมาพิจารณาทางเลือกที่ตั้งคลังสินค้าจำนวน 4 ทำเล

การวิจัยได้นำปัจจัยและทางเลือกมาพัฒนาเป็นโครงสร้างแผนภูมิลำดับชั้นตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามเรื่องปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า พบว่า ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับปัจจัยตามลำดับความสำคัญเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ อันดับหนึ่งคือระยะทางระหว่างคลังกับลูกค้า (26.91%) รองลงมาคือระยะทางระหว่างคลังสินค้ากับผู้ชาย (19.20%) ความพร้อมด้านคมนาคม (14.36%) ค่าที่ดิน (10.04%) ความ

พร้อมด้านสาธารณสุข (6.39%) ความเสี่ยงที่จะเกิดภัยทางธรรมชาติ (6.37%) ค่าแรงงาน (6.22%) ค่าก่อสร้าง (5.3%) สังคมและชุมชน (5.23%) เป็นลำดับสุดท้าย โดยสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวไปนำเสนอเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในอนาคต

ณัฐวุฒิ เสียงแจ้ว (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เชื่อมระหว่างจังหวัด” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยในการคัดเลือกถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เชื่อมระหว่างจังหวัด เพื่อนำทางหลวงท้องถิ่นไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นโครงข่ายสายรองที่สำคัญ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) ในการวิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการศึกษาได้ประเมินค่าถ่วงน้ำหนักผ่านการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากกรมทางหลวงชนบท จำนวน 10 ตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านวิศวกรรม ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยด้านสังคม มีค่าเท่ากับร้อยละ 28.04, 35.66 และ 36.30 ตามลำดับ สำหรับปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม ได้แก่ 1.1) ปริมาณจราจร 1.2) ความเหมาะสมของขนาดถนนกับปริมาณจราจรที่เพิ่มขึ้น 1.3) การเชื่อมต่อระหว่างถนนสายหลัก 1.4) ระยะทางตลอดสายทาง มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.40, 7.12, 11.94 และ 2.58 ตามลำดับ ปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ 2.1) ถนนสามารถเข้าถึงแหล่งสถานที่ท่องเที่ยว 2.2) ถนนสามารถเข้าถึงแหล่งพื้นที่เกษตรกรรม 2.3) ถนนสามารถเข้าถึงแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม 2.4) ถนนสามารถเชื่อมโยงกับคมนาคมระบบอื่น ๆ มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.55, 5.91, 8.22 และ 11.97 ตามลำดับ และปัจจัยรองที่อยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านสังคม ได้แก่ 3.1) การเข้าถึงพื้นที่ชุมชน 3.2) ครวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ 2 ข้างทาง 3.3) การเข้าถึงการบริการขั้นพื้นฐานของรัฐ (โรงพยาบาล โรงเรียน สถานข้าราชการ และวัด) มีค่าเท่ากับร้อยละ 13.30, 8.04 และ 14.96 ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการคัดเลือกสายทางขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เชื่อมระหว่างจังหวัด

เพชรพรรค พรหมเหล่า (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาปัจจัยเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย กรณีศึกษาลุ่มน้ำมูลตอนล่าง” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อในการเกิดอุทกภัยและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในลุ่มน้ำมูลตอนล่าง มีขนาดพื้นที่ 29,620.57 km² นำมาทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นในการจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ใช้ปัจจัยสำหรับศึกษา 9 ปัจจัย เรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ปริมาณฝน ความหนาแน่นสิ่งกีดขวางเส้นทางน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากลำน้ำ ความหนาแน่นของลำน้ำ ความลาดชัน ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย การระบายน้ำของดิน และระดับความสูงของพื้นที่ จากผลการวิจัยสามารถแบ่งระดับความเสี่ยงพื้นที่อุทกภัยได้ 5 ระดับ พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมากร้อยละ 5.24 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงร้อยละ 11.77 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลางร้อยละ 13.54 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ ร้อยละ 9.16 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมากร้อยละ 3.43 คิดเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยรวมทั้งสิ้น 12,777.96 km² ผลงานวิจัยนี้มีการพัฒนาผลให้มีแนวโน้มของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใกล้เคียงกับการเกิดอุทกภัยจริง จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูล และเพิ่มปัจจัยในการศึกษาจากงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา

วราภรณ์ ประชาเกษม (2564) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การประยุกต์ใช้ทฤษฎี AHP ในการเลือกรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ กรณีศึกษา: ร้านสะดวกซื้อ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการเลือกรูปแบบเฟอร์นิเจอร์เดิมและเฟอร์นิเจอร์ ทรานสฟอร์มมของร้านสะดวกซื้อที่จำหน่ายอาหาร เบเกอรี่และจำหน่ายเครื่องดื่มชง เนื่องจากเฟอร์นิเจอร์เป็นสิ่งสนับสนุนการขายสินค้าและบริการ จึง

ต้องมีการดูแลซ่อมบำรุง ทำความสะอาดให้สามารถพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาและความต้องการปรับเปลี่ยนเฟอร์นิเจอร์ตามประเภทของสินค้าที่จำหน่าย ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในด้านการขนส่ง การประกอบ การผลิตและการจัดเก็บชิ้นส่วนของเฟอร์นิเจอร์ จึงมีการคิดค้นพัฒนาเฟอร์นิเจอร์รูปแบบใหม่ คือ เฟอร์นิเจอร์ทรานสฟอร์มที่สามารถถอดชิ้นส่วนและปรับเปลี่ยนรูปแบบตามการใช้งานได้ง่าย แต่กลับมีราคาที่สูงกว่าเฟอร์นิเจอร์รูปแบบเดิมและนำวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) มาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจที่จะเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์รูปแบบใด ให้มีความเหมาะสมที่สุดและกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ 6 เกณฑ์ ได้แก่ ต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยน การซ่อมบำรุง การขนส่ง การติดตั้งและความสวยงาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจในกระบวนการเลือกรูปแบบเฟอร์นิเจอร์จำนวน 5 ท่าน โดยนำข้อมูลจากแบบประเมินการตัดสินใจและข้อมูล ต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ทั้ง 2 รูปแบบมาทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

ผลการวิเคราะห์น้ำหนักของเกณฑ์พบว่าเกณฑ์ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดอันดับหนึ่ง คือ การซ่อมบำรุง เท่ากับ 0.29 อันดับที่สอง คือ ต้นทุน เท่ากับ 0.26 และเมื่อนำไปพิจารณาหาลำดับความสำคัญในการเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ พบว่าเฟอร์นิเจอร์เดิมมีค่าลำดับความสำคัญ เท่ากับ 0.37 เฟอร์นิเจอร์ทรานสฟอร์ม มีค่าลำดับความสำคัญ เท่ากับ 0.63 ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวจึงควรตัดสินใจเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ทรานสฟอร์ม

จุฑาพร ปราบปรี (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินสถานประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมดีเด่นโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินสถานประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมดีเด่น และให้ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งปัจจัยหลักที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินสถานประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมดีเด่น มี 5 ปัจจัย ได้แก่ องค์กรมีความรับผิดชอบต่อพนักงาน องค์กรมีความรับผิดชอบต่อชุมชนโดยรอบ องค์กรมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม องค์กรมีความรับผิดชอบต่อลูกค้า/คู่ค้า และองค์กรมีนวัตกรรมด้านความรับผิดชอบต่อสังคม จากการวิเคราะห์ ค่าน้ำหนักความสำคัญพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเป็นสถานประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมดีเด่นมากที่สุด คือ องค์กรมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.4706 รองลงมาคือ องค์กรมีความรับผิดชอบต่อชุมชนโดยรอบ มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.2524 องค์กรมีความรับผิดชอบต่อพนักงาน มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.1412 องค์กรมีความรับผิดชอบต่อลูกค้า/คู่ค้า มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.0854 และลำดับสุดท้าย คือ องค์กรมีนวัตกรรมด้านความรับผิดชอบต่อสังคม มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.0504 ทั้งนี้เกณฑ์การจัดลำดับความสำคัญและค่าน้ำหนักความสำคัญจะช่วยปรับปรุงมาตรฐานของการประเมินความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร

กัญญาณัฐ หวานหล่อ, ศศิธร ปัญจะพันดอน, พรรณวษา พิกุลทอง, เนตรชนก อ่อนดี (2565) ได้ทำการศึกษารองการศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอยข้ามทางแยกกรณีศึกษา สะพานลอยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอยข้ามทางแยก มีผลต่อการเลือกใช้สะพานลอยของประชาชนกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นหากมีการปรับปรุงและพัฒนาสะพานลอยที่มีอยู่และพิจารณาการสร้างสะพานลอยเพิ่มขึ้นตามบริเวณต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน จะทำให้ประชาชนมีแนวโน้มที่จะใช้สะพานลอยสูงขึ้น

ณัฐ บัวแย้ม (2547) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องสัมฤทธิ์ผลของสะพานลอยข้ามทางหลวงในจังหวัดสงขลา กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ตั้งแต่หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ถึงสามแยกอำเภอสะเดา พบว่าคนข้ามถนนส่วนใหญ่ไม่ใช้สะพานลอย แม้ว่าสะพานลอยจะผ่านเกณฑ์การติดตั้ง สะพานลอยของกรมทางหลวงและพบว่าลักษณะทางกายภาพบริเวณทางข้ามมีผลต่อการใช้สะพานลอย เช่น สะพานลอยที่ตั้งอยู่บนช่วงถนน มีคนใช้มากกว่าที่ตั้งอยู่ใกล้ทางแยกสัญญาณไฟจราจรและปริมาณการจราจรบนท้องถนนมีผลต่อการตัดสินใจใช้สะพานลอย ถ้ามีปริมาณการจราจรสูง อัตราส่วนคนใช้สะพานลอยจะสูงตามไปด้วย และเหตุผลหลักที่ไม่ใช้สะพานลอยเพราะว่าการใช้สะพานลอยทำให้เสียเวลา รู้สึกเหนื่อยและร้อน เป็นต้น

ราจวน เบญจศิริ (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน : กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลประโยชน์และต้นทุนทางสังคมของการสร้างอุโมงค์ลอดถนน สำหรับเดิน และเพื่อประเมินความคุ้มค่าทางสังคมของการสร้างอุโมงค์ลอดถนน โดยใช้พื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยเป็นกรณีศึกษา ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้จากการสำรวจพื้นที่และการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนมีนาคม 2558 การศึกษาผลประโยชน์ทางสังคมที่ได้รับจากอุโมงค์ลอดถนนใช้แนวคิด Contingent Valuation Method (CVM) และการศึกษาต้นทุนทางสังคมใช้ราคาเงา (Shadow price) ในการปรับมูลค่าตลาดของ ปัจจัยที่ใช้ในการก่อสร้างให้เป็นมูลค่าทางสังคม ผลการวิจัยพบว่า มีผู้ใช้อุโมงค์ลอดถนนหน้าจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย 3,409 คนต่อวัน ผู้ใช้อุโมงค์มีอายุเฉลี่ย 22 ปีเป็นหญิงมากกว่าชาย และส่วนใหญ่เป็นนิสิต นักศึกษา อุโมงค์ลอดถนนมีประโยชน์คือ ช่วยลดอุบัติเหตุ ลดอันตรายจากการข้ามถนน สะดวกในการ ข้ามถนน ไม่เหนื่อยเหมือนข้ามสะพานลอย และสามารถกันแดดกันฝนได้ อุโมงค์ลอดถนนสามารถลดเวลา ในการเดินทางของผู้ใช้อุโมงค์ไปยังที่หมายได้เฉลี่ย 3.56 นาที การศึกษาพบว่าอุโมงค์ลอดถนนนี้ไม่มีผลเสีย ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้บ้านเมืองไม่สวยงาม ไม่กีดขวางทางเดินบนทางเท้า ประโยชน์ทางสังคม ที่ได้รับมีค่าเท่ากับบรรดาประโยชน์ที่บุคคลได้รับจากการใช้อุโมงค์ลอดถนน คือความยินดีจ่ายในการใช้อุโมงค์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.42 บาทต่อคนต่อครั้ง ประโยชน์ทางสังคมของอุโมงค์ลอดถนนนี้มีมูลค่าเท่ากับ 7,698,890 บาทต่อปี อุโมงค์ลอดถนนที่ใช้ในการศึกษามีช่องทางเดินกว้าง 4 เมตร ยาว 40 เมตร สูง 3.5 เมตร มีต้นทุน ทางสังคมเท่ากับ 15,063,282 บาท ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางสังคมของอุโมงค์ลอดถนนในพื้นที่หน้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพบว่า มีความคุ้มค่าทางสังคมสูง สวัสดิการที่สังคมจะได้รับโดยรวมจากการสร้าง อุโมงค์ลอดนี้มีมูลค่า 69,881,175 55,229,718 และ 45,000,776 บาท ในการใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 10 และ 12 ตามลำดับ

ราจวน เบญจศิริ (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องความคุ้มค่าทางสังคมของการลงทุนสร้างทางเดินลอยฟ้าในกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประโยชน์และต้นทุนทางสังคมของทางเดินลอยฟ้าในกรุงเทพมหานคร และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางสังคมของการลงทุนสร้างทางเดินลอยฟ้าในกรุงเทพมหานคร การศึกษาใช้ทางเดินลอยฟ้าในสยามสแควร์ ทางเดินลอยฟ้าในอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ และทางเดินลอยฟ้าในโรงพยาบาลรามาธิบดีเป็นกรณีศึกษา ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้จากแหล่งทุติยภูมิและปฐมภูมิในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนเมษายน 2558 ข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้ทางเดินลอยฟ้าและผู้ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ต้นทุนทางสังคมของทางเดินลอยฟ้า การศึกษาใช้ราคาเงา (Shadow Price) ในการปรับมูลค่าตลาดของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างให้เป็นมูลค่าทางสังคม และใช้แนวคิด Contingent Valuation Method (VCM) ในการวิเคราะห์ประโยชน์

ทางสังคม การศึกษาพบว่า มีผู้ใช้ทางเดินลอยฟ้าอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิเฉลี่ยวันละ 54,012 คน และทางเดินลอยฟ้าสยามสแควร์เฉลี่ยวันละ 24,674 คน ส่วนทางเดินลอยฟ้าโรงพยาบาลรามาธิบดีมีผู้ใช้เฉลี่ยต่อวันเป็นประชาชน 6,538 คน ผู้ใช้รถเข็น (Wheel-Share) 40 คน และบุคลากรของโรงพยาบาล 851 คน ความยินดีที่จะจ่ายเงินของประชาชนในการใช้ทางเดินลอยฟ้าสยามสแควร์และอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิเฉลี่ย 15.16 และ 14.05 บาทต่อครั้ง ตามลำดับ ส่วนทางเดินลอยฟ้าโรงพยาบาลรามาธิบดี ประชาชนทั่วไปยินดีจ่าย 10 บาทต่อครั้ง ผู้ใช้รถเข็นยินดีจ่ายเฉลี่ยวันละ 50 บาท และบุคลากรของโรงพยาบาลยินดีจ่ายเฉลี่ยวันละ 233.57 บาท ต้นทุนทางสังคมของการลงทุนสร้างทางเดินลอยฟ้ามีมูลค่า 127.38 ล้านบาทประโยชน์ทางสังคมของทางเดินลอยฟ้าสยามสแควร์อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและโรงพยาบาลรามาธิบดีมีมูลค่า 68.27 166.19 และ 83.10 ล้านบาทตามลำดับจากการวิเคราะห์โดยใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 10 และ 12 พบว่า การลงทุน 1 บาทในการสร้างทางเดินลอยฟ้า สังคมจะได้รับประโยชน์ขั้นต่ำ ในกรณีทางเดินลอยฟ้าสยามสแควร์ 3.97 บาท กรณีทางเดินลอยฟ้าอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

เนตรตะวัน โสมนาม และ ทองแท่ง ทองลิ้ม (2565) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องโมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย (2) เพื่อวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย และ (3) เพื่อทดลองใช้โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย จำนวน 300 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม ใช้สถิติวิเคราะห์ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และโมเดลสมการโครงสร้าง ผลการวิจัยพบว่า (1) ความสำคัญในภาพรวมวัดรายด้านจากค่าเฉลี่ยสูงสุดถึงต่ำสุดคือด้านความเป็นผู้ประกอบการด้านการจัดการทางการตลาด ด้านสภาพแวดล้อมภายนอกโดยทั่วไป ด้านการจัดการผลิต และด้านการดำเนินงานตามลำดับ และ (2) โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = 406.597$, $df = 160$, $GFI = 0.939$, $RMR = 0.047$, $RMSEA = 0.038$) ซึ่งผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุภายในโมเดลโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย พบว่าสภาพแวดล้อมภายนอกโดยทั่วไปมีอิทธิพลสูงสุด ($TE = 0.56$) รองลงมาคือการจัดการทางการตลาด ($TE = 0.51$) ความเป็นผู้ประกอบการ ($TE = 0.34$) และการจัดการผลิต ($TE = 0.340$) และ 3) การทดลองใช้โมเดลมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ทุกด้าน

รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง โมเดลสมการโครงสร้างของอิทธิพลที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีในองค์กรของพนักงานระดับปฏิบัติการในองค์กรภาคเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างของอิทธิพลที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีในองค์กรของพนักงานระดับปฏิบัติการในองค์กรภาคเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานบริษัทเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 500 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือ

ที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ผลการวิจัย พบว่า โมเดลการวัดบรรยากาศองค์กร โมเดลการวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน โมเดลการวัดปัจจัยในการบริหาร โมเดลการวัดปัจจัยด้านตัวกระตุ้น โมเดลการวัดปัจจัยด้านการบำรุงรักษา และโมเดลการวัดความจงรักภักดีของพนักงาน โดยโมเดลสมการโครงสร้างของอิทธิพลที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีในองค์กรของพนักงานระดับปฏิบัติการในองค์กรภาคเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($p = 0.142$, $CMIN/DF = 1.951$, $GFI = 0.996$, $TLI = 0.959$, $CFI = 0.953$, $NFI = 0.916$, $RMSEA = 0.044$) โดยบรรยากาศองค์กร ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน และปัจจัยในการบริหารมีอิทธิพลเชิงบวกต่อปัจจัยด้านตัวกระตุ้น ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา ส่วนปัจจัยด้านตัวกระตุ้น ปัจจัยด้านการบำรุงรักษา มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความจงรักภักดีของพนักงานที่มีต่อองค์กรเช่นกัน ความผันแปรของปัจจัยด้านตัวกระตุ้นเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายในองค์กรความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน และปัจจัยในการบริหาร ร้อยละ 13 ความผันแปรของ ปัจจัยด้านการบำรุงรักษาเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายในองค์กร ความพึงพอใจ ในการปฏิบัติงานและปัจจัยในการบริหาร ร้อยละ 11 ความผันแปรของความจงรักภักดีของพนักงานที่มีต่อองค์กรเกิดจากอิทธิพลของปัจจัยด้านตัวกระตุ้นและปัจจัยด้านการบำรุงรักษา ร้อยละ 25 9.67 บาท และกรณีทางเดินลอยฟ้าโรงพยาบาลรามารามาศิ 4.83 บาท กล่าวคือ มีความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างทางเดินลอยฟ้าในพื้นที่ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

Long T. Truong , Hang T.T. Nguyen , Hien D. Nguyen , Hung V. Vu (2019) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้สะพานลอยคนข้ามและความสัมพันธ์กับสิ่งรบกวนทางดิจิทัลและสังคม และลักษณะของสะพานลอย (Pedestrian overpass use and its relationships with digital and social distractions, and overpass characteristics.) ผลการวิจัยพบว่าการสำรวจเชิงสังเกตการณ์ได้ดำเนินการในกรุงเทพมหานคร ประเทศเวียดนาม ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ที่สะพานลอยคนข้ามสิบแห่ง สังเกตพฤติกรรมของคนเดินถนน 608 คน รวมทั้งผู้ใช้สะพานลอยเพื่อข้ามและผู้ข้ามอย่างผิดกฎหมาย อัตราการใช้สะพานลอยแตกต่างกันอย่างมาก ระหว่าง 35.9% ถึง 96.5% ผลจากการสร้างแบบจำลองชี้ให้เห็นว่าคนเดินเท้ามีแนวโน้มที่จะลดความเสี่ยงของการข้ามที่ผิดกฎหมายโดยจัดตั้งกลุ่มและหลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนทางดิจิทัลและสังคม (เช่น การโทร ใช้งานหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ฟังเพลง หรือพูดคุยกับคนเดินถนนคนอื่นขณะข้าม) นอกจากนี้ การใช้สะพานลอยลดลงเมื่อสะพานลอยสูงขึ้น แต่เพิ่มขึ้นเมื่อสะพานลอยกว้างขึ้น นอกจากนี้ยังกล่าวถึงผลกระทบของเพศ สภาพอากาศ และความเร็วในการข้ามที่ผิดกฎหมายต่อการใช้สะพานลอย

Lynch, G., Atkins, S. (1988) ได้ทำการศึกษาเรื่องอิทธิพลของความกลัวความปลอดภัยส่วนบุคคลต่อรูปแบบการเดินทางของผู้หญิง โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของความกลัวและความกังวลของผู้หญิงต่อการถูกทำร้ายและการคุกคามที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ โดยพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ความเสี่ยงมากที่สุดเบื้องต้น และทบทวนประเด็นด้านความปลอดภัยส่วนบุคคลในรูปแบบต่างๆ โดยอ้างอิงจากผลสำรวจที่ดำเนินการในเมืองเซาแธมป์ตันในปี ค.ศ. 1986 พบว่า มีการรับรู้ถึงความไม่ปลอดภัยในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเดินเท้า ช่วงเวลากลางวันในสวนสาธารณะและรถไฟใต้ดิน และขณะรอใช้บริการขนส่งสาธารณะในพื้นที่ห่างไกล ข้อเสนอแนะชี้ให้เห็นว่าความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นประเด็นสำคัญแต่กลับถูกละเลย ซึ่งควรได้รับความสนใจจากผู้วางแผนระบบขนส่งสาธารณะมากขึ้น

Loukaitou-Sideris, A. (1999) ได้ทำการศึกษาเรื่องจุดเสียงอาชญากรรมที่ป้ายรถเมล์ โดยมุ่งเน้นไปที่อาชญากรรมที่ป้ายรถเมล์ และพยายามระบุคุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้โดยสารรถประจำทางขณะอยู่ที่ป้ายรถเมล์ จากที่นักอาชญาวิทยาได้กล่าวว่าคุณลักษณะเฉพาะของสถานที่บางอย่างอาจส่งผลต่ออุบัติการณ์ของอาชญากรรม โดยใช้การสังเกตโดยตรง การจัดทำแผนที่ การสัมภาษณ์และการสำรวจเพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางกายภาพและทางสังคมรอบๆ ป้ายรถเมล์ 10 แห่งที่มีอาชญากรรมมากที่สุดในลอสแอนเจลิสระหว่างปี ค.ศ. 1994 และ ค.ศ. 1995 พบว่า มีคุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็น “เชิงลบ” จำนวนมาก และโดยทั่วไปแล้วยังขาดองค์ประกอบ “พื้นที่ป้องกัน” นอกจากนี้ยังพบว่าอาชญากรรมประเภทต่าง ๆ มักเกิดขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน การใช้กรณีควบคุมสี่กรณีของป้ายรถเมล์ที่มีอาชญากรรมต่ำ จับคู่กับป้ายรถเมล์ที่มีอาชญากรรมสูงสี่ป้ายที่อยู่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าป้ายรถเมล์ที่มีอาชญากรรมต่ำมักขาดคุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็น “เชิงลบ” ในขณะที่ให้โอกาสในการเฝ้าระวังที่ดีกว่าจากสถานประกอบการโดยรอบ และได้กล่าวถึงการตอบสนองด้านการออกแบบในฐานะแนวทางหนึ่งในการป้องกันอาชญากรรมที่ป้ายรถเมล์

Elizabeth B.-N. Sanders & Pieter Jan Stappers (2008) ได้บรรยายถึงการสร้างสรรค์ร่วมกันและภูมิทัศน์ใหม่ของการออกแบบ และอธิบายว่านักออกแบบกำลังเข้าใจผู้ใช้งานในอนาคตของสิ่งที่พวกเขาออกแบบมากขึ้นเรื่อย ๆ และสิ่งใหม่ ๆ ในภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไปของการวิจัยด้านการออกแบบก็คือ การออกแบบร่วมกับผู้ใช้งานของคุณ แต่แท้จริงแล้ว การออกแบบร่วมกันนั้นไม่ใช่เรื่องใหม่ เนื่องจากมีแนวทางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป วิวัฒนาการของการวิจัยด้านการออกแบบจากแนวทางที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางไปสู่การออกแบบร่วมกัน กำลังเปลี่ยนแปลงบทบาทของนักออกแบบ นักวิจัย และบุคคลเดิมที่รู้จักกันในชื่อ “ผู้ใช้งาน” ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนี้ต่อการศึกษาของนักออกแบบและนักวิจัยนั้นมีอย่างมากมาย วิวัฒนาการของการวิจัยด้านการออกแบบจากแนวทางที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางไปสู่การออกแบบร่วมกันกำลังเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ของการปฏิบัติงานด้านการออกแบบเช่นกัน ก่อให้เกิดขอบเขตใหม่ ๆ ของความคิดสร้างสรรค์ร่วมกัน และเชื่อว่าวิวัฒนาการนี้จะสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงไปสู่วิถีชีวิตที่ยั่งยืนมากขึ้นในอนาคต

Cozens, P & Love, T. (2015) ได้ทำการศึกษาการทบทวนและสถานะปัจจุบันของการป้องกันอาชญากรรมผ่านการออกแบบสิ่งแวดล้อม (CPTED) โดยทำการทบทวนถึงสถานะปัจจุบันของแนวคิดการป้องกันอาชญากรรมผ่านการออกแบบสิ่งแวดล้อม (CPTED) โดยให้ภาพรวมเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาและต้นกำเนิด รวมถึงนิยามความเข้าใจและแนวคิดทั่วไปของแนวคิดนี้ CPTED เป็นกลยุทธ์การป้องกันอาชญากรรมที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั่วโลก ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลทั่วทั้งยุโรป อเมริกาเหนือ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ รวมถึงเอเชียและแอฟริกาได้ บทความนี้จะตรวจสอบหลักฐานบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับ CPTED และให้ภาพรวมโดยละเอียดเกี่ยวกับข้อวิพากษ์วิจารณ์หลัก ๆ ที่สาขาวิชาการนี้กำลังเผชิญอยู่

Kim, S., & Kwon, H. (2018) ได้บรรยายถึงความยั่งยืนของเมืองผ่านสถาปัตยกรรมสาธารณะ โดยอธิบายถึงความยั่งยืนของเมืองร่วมสมัยได้รับการเน้นย้ำมากขึ้น ความสนใจในสถาปัตยกรรมจึงเพิ่มขึ้น เนื่องจากความรับผิดชอบต่อสังคมและสาธารณะ เนื่องจากความยั่งยืนเชื่อมโยงกับคุณค่าสาธารณะ การวิจัยเกี่ยวกับพื้นที่สาธารณะที่ยั่งยืนจึงเป็นหนทางสำคัญในการสร้างความยั่งยืนในเมือง จากข้อมูลนี้ จึงสามารถวิเคราะห์ความยั่งยืนของเมืองในยุโรปโดยศึกษาวิธีการออกแบบสถาปัตยกรรมสาธารณะตามภูมิภาค วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือการพัฒนาระเบียบวิธี

ทางสถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของท้องถิ่น และเสนอแนะประเด็นที่ควรพิจารณาในการออกแบบสถาปัตยกรรมสาธารณะเพื่อส่งเสริมความยั่งยืนของเมืองโดยอิงจากข้อมูลนี้ ประการแรก ในด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความพยายามในการสร้างความยั่งยืน ประการที่สอง ในแง่ของความยั่งยืนทางสังคม คุณค่าทางประวัติศาสตร์ยังคงเป็นร่องรอยของสถานที่ทางสถาปัตยกรรม จึงคงอยู่ในความทรงจำของผู้คน นอกจากนี้ สถาปัตยกรรมสาธารณะยังเป็นสถานที่สาธารณะที่ประชาชนสามารถมารวมตัวกันและเพลิดเพลินกับกิจกรรมต่างๆ ในขณะที่วิธีการทางสถาปัตยกรรมมีความแตกต่างกันตามสภาพวัฒนธรรม ประการที่สาม ในด้านความยั่งยืนทางเศรษฐกิจ พบว่า การประหยัดพลังงานเกิดขึ้นได้จากการลดต้นทุนผ่านการรีไซเคิลวัสดุ สิ่งอำนวยความสะดวก หรือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โดยสรุป ประเด็นที่ต้องพิจารณาในการออกแบบสถาปัตยกรรมสาธารณะคือการลดพื้นที่ในเมืองผ่านอุปกรณ์ทางสถาปัตยกรรมในวิธีการก่อสร้าง กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เจตนาคือการสร้าง “พื้นที่” ที่พยายามเป็นส่วนหนึ่งของเมือง และด้วยเหตุนี้จึงสร้างสถานที่ที่ดีขึ้น เนื่องจากผิวและวัสดุมีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับสภาพแวดล้อม จึงควรมีความทนทานและผิวภายนอกที่เหมาะสม กับสภาพแวดล้อมในภูมิภาค สุดท้ายนี้ ความยั่งยืนควรถูกนำไปใช้ประโยชน์ผ่านโครงการต่างๆ ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะเฉพาะของท้องถิ่นและสิ่งแวดล้อม การวิจัยการออกแบบสถาปัตยกรรมสาธารณะที่มุ่งเน้น

Bandara, D. and Hewawasam, C (2020) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษเปรียบเทียบประสิทธิผลของทางลอดและสะพานลอยของคนเดินเท้าในบริบทเมืองที่แตกต่างกันในศรีลังกา (A Comparative Study on Effectiveness of Underpass and Overpass among Pedestrians in Different Urban Contexts in Sri Lanka) จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อการใช้ประโยชน์ของ Underpass/Overpass คือ "คุณลักษณะการบังคับตนเอง" ในขณะที่ปัจจัยที่ไม่ถูกพูดถึงมากที่สุดคือ "ความน่าสนใจ" นอกจากนี้ การศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่าใน Underpasses โดยเฉพาะในพื้นที่ธุรกิจและพื้นที่ที่ต้องการการขนส่งสาธารณะ ในขณะที่ Overpasses เหมาะสำหรับพื้นที่โรงเรียน / วิทยาลัย นอกจากนี้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวัตถุประสงค์การเดินทางและสถานที่ สถานที่และเวลา วัตถุประสงค์การเดินทางและเวลา ความสะดวกสบายและความปลอดภัยส่วนตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างเข้มแข็งและมีผลทำให้การใช้ประโยชน์ของ Underpass/Overpass มีประสิทธิภาพ การวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้หรือไม่ใช้ Overpass/Underpass ขึ้นอยู่กับทัศนคติและแบบแผนพฤติกรรมของคนเดินเท้า นอกจากนี้ การศึกษายังให้ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด ดังนั้น ผลการศึกษาจึงเป็นพื้นฐานสำหรับนักวางแผน สถาปนิก นักพัฒนา และผู้กำหนดนโยบายสำหรับการออกแบบทางลอด/ทางยกระดับที่มีประสิทธิภาพในอนาคต

Yumrutaş, H. İ. & Çınar Sarısoy, Ş. (2021) ได้ทำการศึกษาเรื่องเปรียบเทียบการผ่านทางข้ามและการผ่านทางใต้ดินตามพารามิเตอร์ต่างๆ: กรณีศึกษาจากการสร้างทางข้ามที่เมืองคาราบัค (Karabuk) และเมืองซาฟรานโบลู (Safranbolu) โดยเปรียบเทียบทางเลือกระหว่างสะพานลอยหรืออุโมงค์ข้ามถนนด้วยการพิจารณาจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ กรณีศึกษา เมืองคาราบัคและเมืองซาฟรานโบลู ประเทศตุรกี ผลการศึกษา พบว่า ข้อดีและข้อเสียของการใช้ทางมอเตอร์เวย์เป็นไปตามปัจจัยด้านต้นทุน ความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งาน/ความความสะดวกสบาย ประหยัดเวลา ความชอบของผู้ใช้บริการ ทำการสร้างแบบจำลองของสะพานลอยหรืออุโมงค์ข้ามถนนแล้วนำเสนอรายละเอียดของแบบจำลองด้วยภาพกราฟฟิก ผลการศึกษาจากการสำรวจข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยกรมทางหลวง

และการสังเกตการณ์ในสถานที่ เนื่องจากยังไม่มีมาตรฐาน กฎระเบียบ หรือเกณฑ์การออกแบบและความปลอดภัยสำหรับการก่อสร้างแล้วนำเสนอด้วยตารางและภาพกราฟิกในประเทศตุรกี ดังนั้น จึงคาดว่าการศึกษาี้จะมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เทศบาล กรมทางหลวง ฯลฯ

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี” ครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบ Societal Readiness Level - 4 ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมของประชากรกลุ่มตัวอย่างในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตามลำดับดังนี้

3.1 การคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมและการออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก

3.1.1 ดำเนินการสำรวจพื้นที่และพิจารณาเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยกที่ถนนเส้นลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม โดยพิจารณาถึงความหนาแน่นของยานพาหนะ และจำนวนประชากรที่สัญจรไปตามจุดต่าง ๆ ของเส้นถนนโดยโปรแกรม Google map และอากาศยานไร้คนขับ (Drone หรือ UAV: Unmanned Aerial Vehicles) ดังนี้ ทั้งนี้ ได้มีตำแหน่งที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมสำหรับการออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก

3.1.1.1 ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีรินทร์) คือทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสายสองจากถนนบางแสน-อ่างศิลา และทางแยกที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 จากถนนสุขุมวิท บางนา-ตราด หรือถนนสาย 3

3.1.1.2 ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) คือ พื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือที่เลียบริมหาดบางแสนและบรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่เลียบริมหาดวอนนภา

3.1.1.3 ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนซึ่งอยู่ริมถนนข้าวหลามฝั่งขาเข้าไปบรรจบกับถนนบางแสนสาย 2 หรือถนนสาย 3137 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

3.1.2 ดำเนินการศึกษาทบทวนวรรณกรรมและรายละเอียดเกี่ยวกับหลักวิชาการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal design) ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนน โดยใช้ตัวอย่างจากอุโมงค์ข้ามถนนจากสถานที่อื่น ๆ เพื่อเป็นต้นแบบ โดยกำหนดองค์ประกอบสำคัญของตัวอุโมงค์ ดังนี้

3.1.2.1 รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.2.2 การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.2.3 การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.2.4 มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.3 ดำเนินการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนนตามประเด็นที่เกี่ยวข้อง คือ ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ทางข้ามถนน รูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์และสิ่งตกแต่งต่าง ๆ โดยจัดทำเป็นรูปแบบแนวคิด (Concept design) ด้วยโปรแกรมออกแบบสเก็ตช์อัป เวอร์ชัน 7 (Sketch up version 7) ทั้งในแบบภาพเคลื่อนไหวและภาพนิ่งเพื่อการเผยแพร่ให้เห็นรูปแบบที่สร้างขึ้น

3.1.4 ดำเนินการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบแนวคิด (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนที่ออกแบบไว้ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

3.1.4.1 ตอนที่ 1 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.4.2 ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.4.3 ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.4.4 ตอนที่ 4 ความคิดเห็นต่อคะแนนความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.4.5 ตอนที่ 5 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.1.4.6 ตอนที่ 6 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ทั้งนี้ได้กำหนดค่าความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไว้ในระดับ 1-8 โดยกำหนดให้ลำดับความเหมาะสมในระดับ 8 มีค่าคะแนนมากที่สุดจนถึง 1 มีค่าคะแนนน้อยที่สุด

3.1.5 จัดทำสื่อคลิปวีดิทัศน์เพื่อแสดงและอธิบายรายละเอียดของอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบไว้ทั้ง 3 แห่งให้เกิดความเข้าใจแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ทางข้ามถนน รูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ โดยโปรแกรมตัดต่อคอเรล เวอร์ชัน 9 (Corel Pro 9)

3.1.6 เผยแพร่สื่อคลิปวีดิทัศน์ที่แสดงรายละเอียดของอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบผ่านทางสื่อสาธารณะในโซเชียลมีเดียต่าง ๆ ที่ทันสมัยและคนที่สนใจสามารถเข้าถึงได้อย่างแพร่หลาย เช่น ยูทูป (You tube) ตี๊กตอก (Tik Tok) เฟซบุ๊ก (Facebook) ฯลฯ

3.2 การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

3.2.1 การกำหนดตัวแทนของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) โดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อดำเนินการมีส่วนร่วมให้ความเห็นต่อแบบอุโมงค์ทางข้ามถนนซึ่งประกอบด้วยตัวแทนจากภาคส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1.1 ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเฉพาะในบริเวณถนนลงหาดบางแสน โดยพิจารณาคัดเลือกจากกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่ม อสม.

3.2.1.2 ตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ คือ หน่วยงานราชการที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการ และบริการสาธารณสุขปศุสัตว์และสวัสดิภาพของประชาชน คือ เทศบาลเมืองแสนสุข

3.2.2.3 ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี โดยมีตัวแทนจากงานจราจร

3.2.2 ดำเนินการมีส่วนร่วมของมีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) เกี่ยวกับโมเดลอุโมงค์ทางข้ามถนนด้วยเทคนิคและวิธีการวิจัย ดังนี้

3.2.2.1 การระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งในประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนน
- 3) มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยก

3.2.2.2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง โดยใช้เทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1) ศึกษาทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสร้างเป็นกรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ไปประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการตัดสินใจ

2) ใช้ข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ตามทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) โดยการกำหนดปัจจัยและทางเลือกตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน ออกแบบโครงสร้างลำดับชั้นเก็บข้อมูล แบบสอบถาม ทำการเปรียบเทียบรายคู่ ทดสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล ซึ่งได้แก่ โอกาสการเข้าใช้งานอุโมงค์ของประชาชน ความปลอดภัย

3) สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีเพื่อให้ทราบผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของที่ตั้งของอุโมงค์แต่ละแห่งถึงความเป็นไปได้ในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

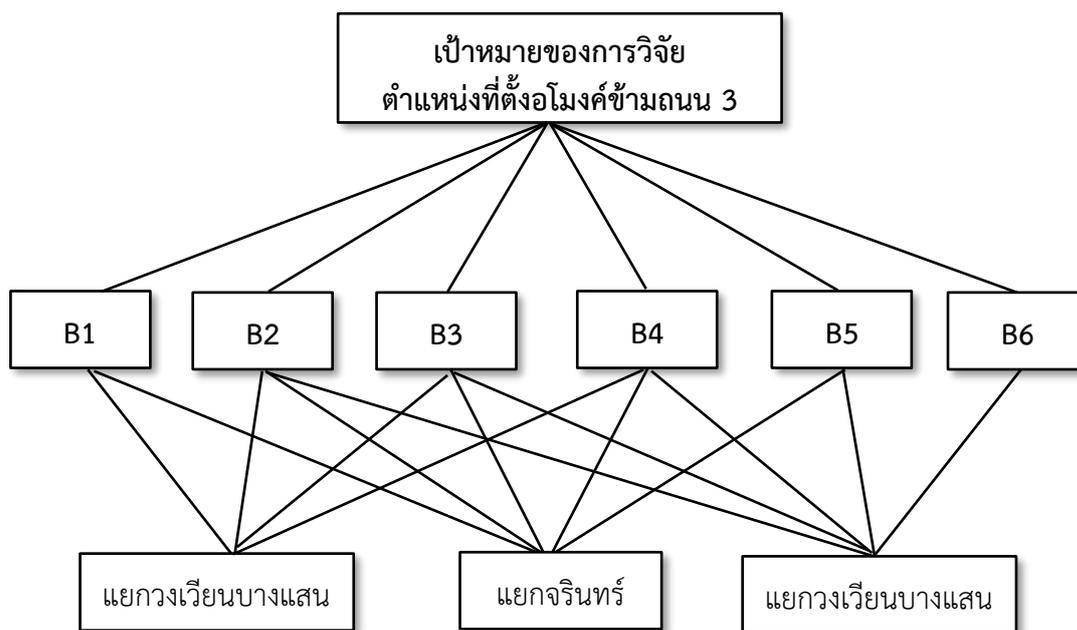
3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีกระบวนการลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) ดังนี้

3.2.3.1 ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน การกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการเลือกตำแหน่งที่ตั้งและรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนน ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมของการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลามพบว่า มี บริเวณที่สามารถนำมาพิจารณาเพื่อดำเนินการ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ทางเลือกของตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน

ชื่อถนนที่พิจารณาก่อสร้าง อุโมงค์ข้ามถนน	บริเวณที่พิจารณาก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนน
ถนนลงหาดบางแสนหรือ ถนนสาย 3137	ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสนหรือถนนสาย 3137 ฝั่งขาลง หาดบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 (แยกจรีนทร์) พื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จาก แยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตก เฉียงเหนือ (แยกวงเวียนบางแสน)
ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073	บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนซึ่งอยู่ริมถนนข้าวหลามฝั่งลงไป บรรจบกับถนนบางแสนสาย 2 หรือถนนสาย 3137 ทางทิศ ตะวันตกเฉียงใต้ (ตลาดปลาบางแสน)

ทำการออกแบบกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้ง อุโมงค์ข้ามถนน โดยพิจารณาปัจจัยที่ตั้งอุโมงค์ ๆ แล้วก็นำมากำหนดโครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure) ของประเด็นที่ทำการวิจัยตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากปัจจัยที่กำหนดไว้ในการวิจัยครั้งนี้ จากทางเลือกของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน 3 แห่ง และทำการประเมินตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ทางเลือกทั้ง 3 แห่งโดยพิจารณาจาก ปัจจัยที่สำคัญ 6 ปัจจัย เพื่อให้ขั้นตอนการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยโครงสร้างในแผนภูมิตามลำดับชั้น สามารถกำหนดได้ 3 ลำดับชั้น ได้แก่ เป้าหมายของปัญหา (ลำดับชั้นบน) ปัจจัยที่สำคัญจำนวน 6 ปัจจัย (ลำดับชั้นกลาง) และทางเลือกของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน จำนวน 3 แห่ง (ลำดับชั้นล่าง) ดังแสดงไว้ในแผนภูมิในภาพที่ 3.1 และแสดงรายละเอียดของปัจจัยและทางเลือกตามตารางที่ 3.2 ซึ่งแผนภูมินี้สามารถอธิบายงานวิจัยเพื่อการตัดสินใจเลือกที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่ดีที่สุดทั้ง 3 แห่งข้างต้นนี้ ผู้ตัดสินใจต้องพิจารณาทั้ง 6 ปัจจัยที่สำคัญพร้อม ๆ กัน และต้องประเมินแต่ละทางเลือกของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนเทียบกับแต่ละปัจจัย



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

ตารางที่ 3.2 แสดงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	
B1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
B2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน
B3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน
B4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน
B5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน
B6	ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

3.2.3.2 รูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน ในบริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับปัจจัยอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนนที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน สามารถนำมากำหนดปัจจัยอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน ทำการกำหนดโครงสร้างในแผนภูมิตามลำดับชั้น สามารถกำหนดได้ 3 ลำดับชั้น

ได้แก่ รูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน (ลำดับชั้นบน) ปัจจัยอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนนเป็น 3 ด้าน คือ

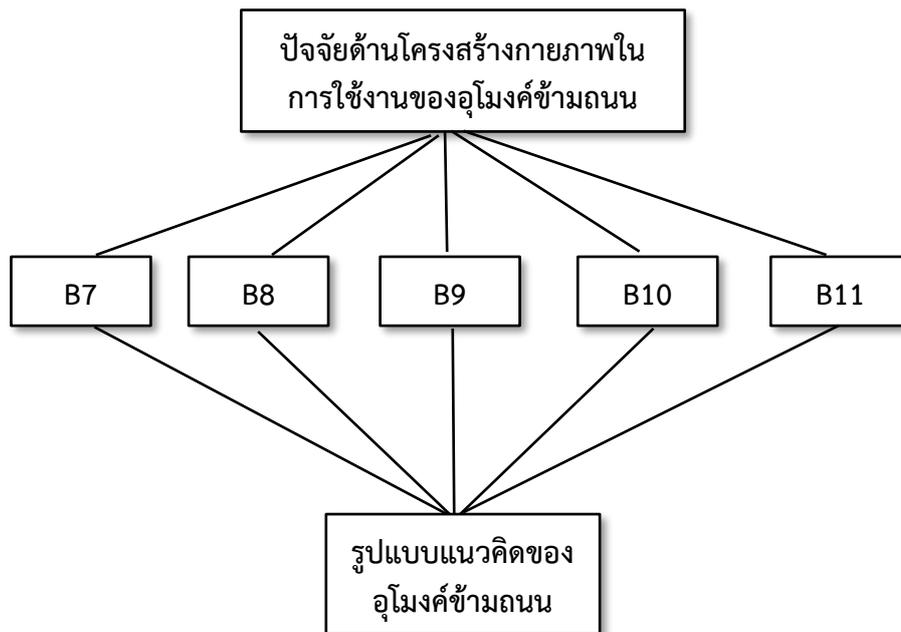
1) ปัจจัยด้านกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน คือ โครงสร้างด้านกายภาพของอุโมงค์ที่ตอบสนองความจำเป็นขั้นพื้นฐานทางกายภาพของการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และโครงสร้างที่ช่วยสนับสนุนความจำเป็นทางจิตวิทยาและเสริมปัจจัยด้านกายภาพ ดังนี้

- (1) ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน
- (2) ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
- (3) ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
- (4) สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์
- (5) โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน

ทั้งนี้ การกำหนดชื่อปัจจัยด้านกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนตามโครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3 และแผนภูมิในภาพที่ 3.2 ซึ่งได้อธิบายลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน ผู้ตัดสินใจต้องพิจารณาทั้ง 5 ปัจจัยพร้อม ๆ กัน

ตารางที่ 3.3 แสดงปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)

ปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน	
B7	ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน
B8	ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
B9	ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
B10	สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์
B11	โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน



ภาพที่ 3.2 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน

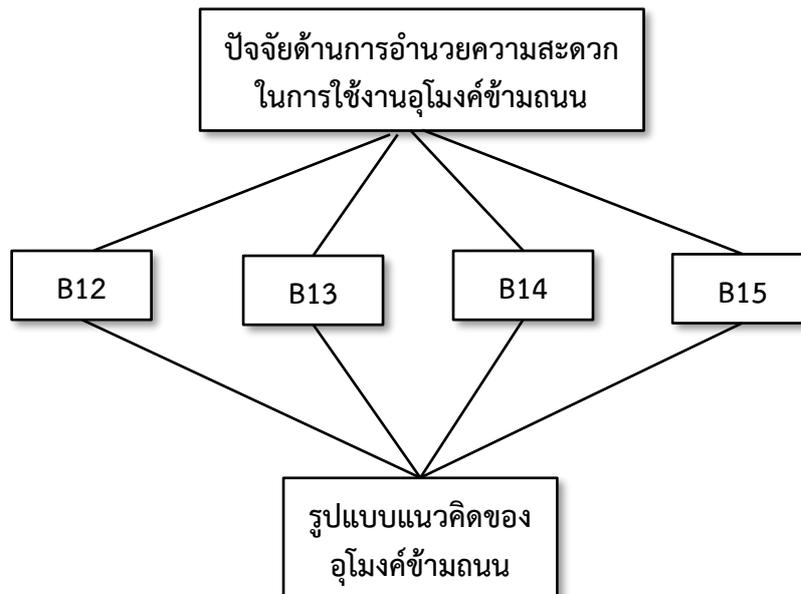
2) ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน คือ โครงสร้างด้านกายภาพของอุโมงค์และอุปกรณ์ ตลอดจนระบบทางกายภาพที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนให้เกิดความราบรื่นแก่ผู้ใช้งานอุโมงค์อย่างเท่าเทียม ดังนี้

- (1) ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน
- (2) การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์
- (3) บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์
- (4) ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์

ทั้งนี้ การกำหนดข้อปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามโครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.4 และแผนภูมิในภาพที่ 3.3 ซึ่งได้อธิบายลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน ผู้ตัดสินใจต้องพิจารณาทั้ง 5 ปัจจัยพร้อม ๆ กัน

ตารางที่ 3.4 แสดงปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)

ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	
B12	ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน
B13	การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์
B14	บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์
B15	ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์



ภาพที่ 3.3 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

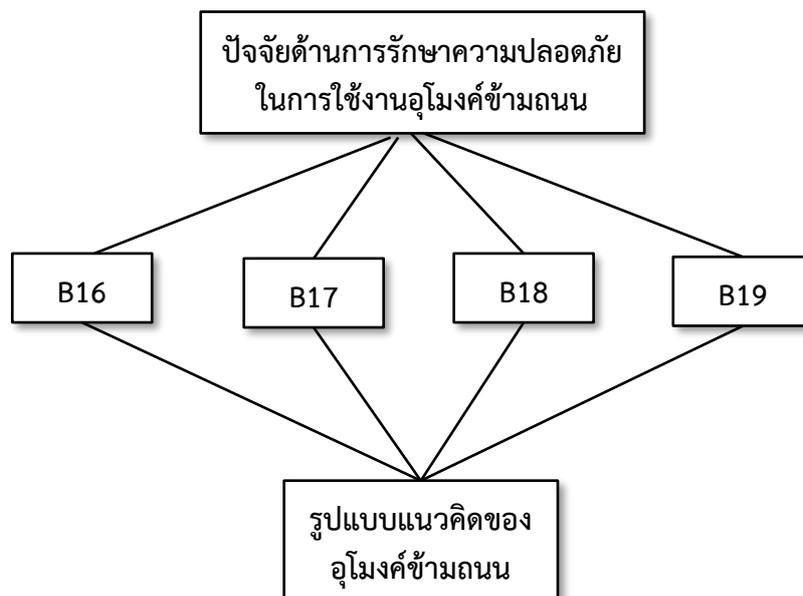
- 3) ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
- (1) กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์
 - (2) ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ
 - (3) เส้นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์
 - (4) ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์
- ทั้งนี้ การกำหนดข้อปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามโครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.5 และแผนภูมิในภาพที่ 3.4 ซึ่งได้อธิบายลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยของอุโมงค์ข้ามถนน ผู้ตัดสินใจต้องพิจารณาทั้ง 4 ปัจจัยพร้อม ๆ กัน

ตารางที่ 3.5 แสดงปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)

ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	
B16	กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์
B17	ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ

ตารางที่ 3.5 แสดงปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP) (ต่อ)

ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	
B18	แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์
B19	ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์



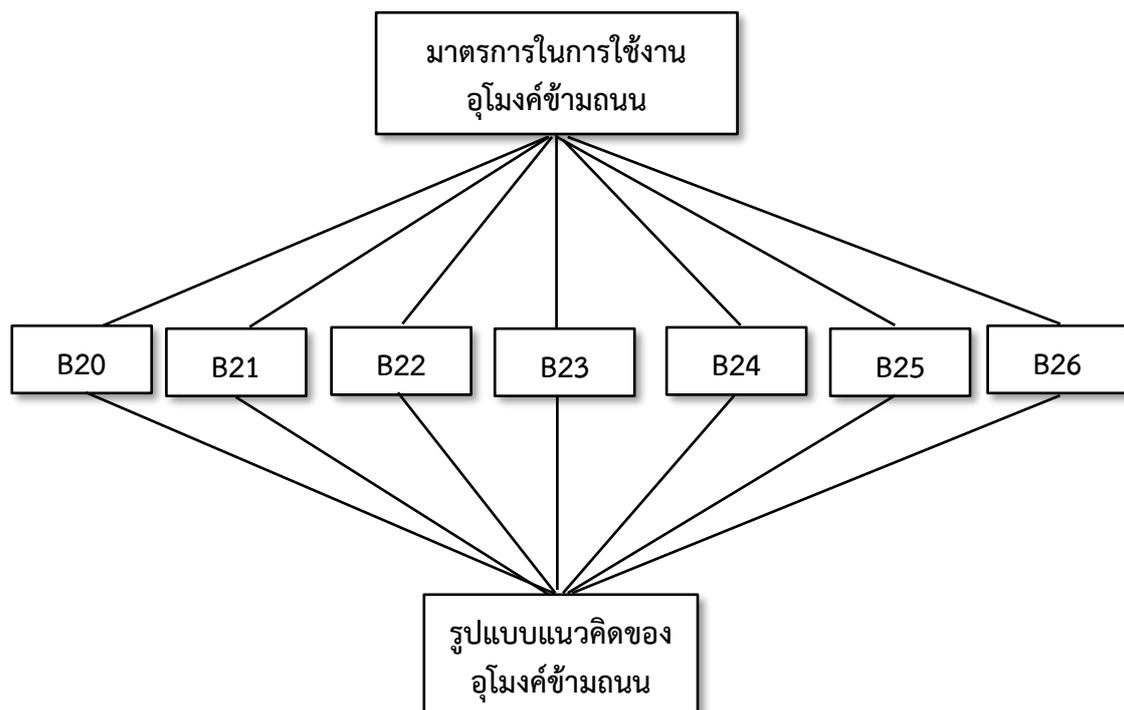
ภาพที่ 3.4 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.2.3.3 มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน การกำหนดมาตรการเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานและช่วยรักษาสภาพของอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพดีในระยะยาว ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนให้เป็นด้วยความปลอดภัย ความสะดวกสบาย ความรู้สึกประทับใจ ตลอดจนการรักษาสภาพการใช้งานของอุโมงค์ ในบริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ดังตารางที่ 3.4

ทำการออกแบบกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการกำหนดมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนโดยพิจารณาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน แล้วนำมากำหนดโครงสร้างของแผนภูมิตามลำดับชั้น (Hierarchical Structure) โดยพิจารณาจาก ปัจจัยที่สำคัญ 7 ปัจจัย ดังแสดงไว้ในแผนภูมิในภาพที่ 3.5 และแสดงรายละเอียดของปัจจัย ซึ่งแผนภูมินี้สามารถอธิบายมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ผู้ตัดสินใจต้องพิจารณามาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 7 มาตรการพร้อม ๆ กัน

ตารางที่ 3.6 แสดงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามรูปแบบลำดับชั้น (AHP)

มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	
B20	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ในวันทำการ
B21	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์
B22	กำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง
B23	การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง
B24	กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย
B25	การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์
B26	กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี



ภาพที่ 3.5 แสดงแผนภูมิตามลำดับชั้นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานในรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน

3.2.3.4 กำหนดหลักเกณฑ์การเปรียบเทียบความเหมาะสมของการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 หลักเกณฑ์เปรียบเทียบการให้ความสำคัญในปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนน

ค่า	ความหมาย	คำอธิบาย
ความสำคัญ		
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 ปัจจัยที่เปรียบเทียบมีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ	ปัจจัยที่พิจารณาเปรียบเทียบมีความมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยที่พิจารณาเปรียบเทียบมีความมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดยิ่ง	ปัจจัยที่พิจารณาเปรียบเทียบมีความมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	ปัจจัยที่พิจารณาเปรียบเทียบมีความมากกว่าปัจจัยอีกตัวหนึ่งมากกว่าอย่างยิ่ง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวข้างต้น	ค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นระหว่างกลางของค่าที่กล่าวมาข้างต้น

ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของความเหมาะสมของการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกจากความคิดเห็นของตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมาะสมที่จะเป็นตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่เป็นแนวทางเลือกหนึ่งของปัญหากับตำแหน่งที่ตั้งอีกแห่งหนึ่งภายใต้ปัจจัยตัวเดียวกัน

ทำการสร้างตารางเมตริกเพื่อการเปรียบเทียบรายคู่ในแต่ละระดับชั้นของการพิจารณา โดยตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นผู้ให้คะแนนความเหมาะสมตามการวินิจฉัยส่วนบุคคลโดยวิธีการการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกแบบทีละคู่ (Pair-wise Comparison) จากชั้นบนลงไปจนถึงชั้นล่างสุด และได้ค่าเปรียบเทียบแล้วจึงไปคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของชั้นบนลงล่างจนครบทุกชั้นจนกระทั่งได้คะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกและใช้โปรแกรม Microsoft Excel เป็นเครื่องมือในการคำนวณ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.2.3.5 สร้างตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในด้านปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน B1 – B6 ในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของคุณลักษณะในปัจจัยหลักซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลได้ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญระดับปัจจัยหลักของตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในด้านตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

SH. 1-9	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทางเลือกตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
B1						
B2						
B3						
B4						
B5						
B6						

1) ตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อทางเลือกตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง ในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของคุณลักษณะในปัจจัยหลักซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลได้ ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของระดับปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อทางเลือกตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

ปัจจัย B1 – B6	แยกจรินทร์	แยกวงเวียนบางแสน	ตลาดปลาบางแสน
แยกจรินทร์			
แยกวงเวียนบางแสน			
ตลาดปลาบางแสน			

2) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน หลังจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของทุก ๆ ปัจจัยในตารางเมตริก นำค่าที่ได้มาทำการสังเคราะห์เพื่อให้เกิดตัวเลขหลักเดียวที่แสดงถึงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) หาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมตริก
- (2) นำตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้งแต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้นเพื่อให้ได้ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ
- (3) หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแต่ละแถวอนนั้น (ค่านี้ คือ ผลรวมของลำดับความสำคัญโดยรวม)

3.2.3.6 สร้างตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนนในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของคุณลักษณะในปัจจัยหลักซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลได้ ดังนี้

1) ตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทน
 ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของ
 อุโมงค์ข้ามถนน B7 – B11 ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์
 ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)

SH. 1-9	ปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน				
	B7	B8	B9	B10	B11
B7					
B8					
B9					
B10					
B11					

2) ตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทน
 ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน
 อุโมงค์ข้ามถนน B12 – B15 ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน
 อุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)

SH. 1-9	ปัจจัยด้านการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน			
	B12	B13	B14	B15
B12				
B13				
B14				
B15				

3) ตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทน
 ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้
 งานอุโมงค์ข้ามถนน B16 – B19 ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน
อุโมงค์ข้ามถนนจากตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)

SH. 1-9	ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน			
	B16	B17	B18	B19
B16				
B17				
B18				
B19				

2) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน หลังจากการวินิจฉัย
เปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของทุก ๆ ปัจจัยในตารางเมตริก นำค่าที่ได้มาทำการสังเคราะห์เพื่อทำให้เกิด
ตัวเลขหลักเดียวที่แสดงถึงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) หาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมตริก

(2) นำตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้งแต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขใน
แถวตั้งนั้นเพื่อให้ได้ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ

(3) หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลข
ทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแถวนอนนั้น (ค่านี้ คือ ผลรวมของลำดับ
ความสำคัญโดยรวม)

3.2.3.7 สร้างตารางเมตริกเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่สำหรับตัวแทน
ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH) ในด้านมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
B20 – B26 ในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของคุณลักษณะในปัจจัยหลักซึ่งสามารถวิเคราะห์
ผลได้ ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 การเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจาก
ตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder : SH)

SH. 1-9	มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน						
	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26
B20							
B21							
B22							
B23							
B24							
B25							
B26							

คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน หลังจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ของทุก ๆ ปัจจัยในตารางเมตริก นำค่าที่ได้มาทำการสังเคราะห์ด้วยระบบการทำงานอัตโนมัติ (Macro) AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs โดย K.D. Goepel version 15.08.2018 ในโปรแกรมสำเร็จรูป Excel เพื่อคำนวณผลลัพธ์ที่แสดงถึงลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) หาผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งของแต่ละแถวของตารางเมตริก
- (2) นำตัวเลขแต่ละช่องของแถวตั้งแต่ละแถวหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวตั้งนั้นเพื่อให้ได้ตารางเมตริกของค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ
- (3) หาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ในแถวนอนนั้น (ค่านี้ คือ ผลรวมของลำดับความสำคัญโดยรวม)

3.2.4 การจัดลำดับความสำคัญหลังจากเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ที่ละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ แล้วเปรียบเทียบทางเลือกจนกระทั่งได้ค่าน้ำหนักแล้วจึงจัดเรียงน้ำหนักตามค่าความสำคัญมากที่สุดไปยังค่าที่มีความสำคัญน้อยที่สุด

3.2.5 ทำการทดสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล ผลที่ได้จากการพิจารณาคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ตามที่ตัวแทนประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ให้คะแนนไปอาจมีข้อผิดพลาด (Error) เกิดขึ้นในการแสดงความคิดเห็นที่แต่ละคนมีความคิดเห็นที่แตกต่างกันตามความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่มี และทำให้ผลการเปรียบเทียบอาจไม่สมเหตุสมผล ดังนั้น จึงต้องมีการคำนวณหาความสอดคล้อง เพื่อให้ได้ผลที่ได้มีความสมบูรณ์ โดยการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักอัตราค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) เพื่อทำการวัดความสอดคล้องในการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ในตารางเมตริก และ Saaty (1994) ได้กำหนดค่าของ CR ซึ่งยอมรับได้ไว้สำหรับขนาดของตารางเมตริกที่ต่างกัน ซึ่งถ้าตารางเมตริกมีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100% ค่า maximums eigenvalue (λ_{max}) หรือค่าแลมด้าแมกซ์จะมีค่าเท่ากับจำนวนปัจจัย (n) ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบพอดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าการวินิจฉัยเริ่มไม่มีความสอดคล้องกัน ค่า λ_{max} นี้จะมีค่าสูงกว่าจำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ โดยสูตรการคำนวณจำนวนครั้งในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ คือ

$$\frac{(n-1)}{n} \quad \text{โดยที่ } n = \text{จำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบเป็นคู่}$$

การหาค่า λ_{max} เป็นเรื่องสำคัญมากในการใช้วิธีการ AHP เพื่อเป็นดัชนีอ้างอิงในการกลั่นกรองข้อมูลโดยการคำนวณหาอัตราส่วนของความสอดคล้องของค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อทำการตรวจสอบว่าการเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ ในตารางเมตริกได้ให้ผลการประเมินที่มีเหตุผลอย่างแท้จริง การคำนวณหาอัตราส่วนของความสอดคล้อง (CR) มีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) คำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าแลมด้าแมกซ์ (λ_{max}) สำหรับแต่ละตารางเมตริกตามจำนวนปัจจัยที่มี (n)
- 2) คำนวณหาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency index, CI) สำหรับแต่ละตารางเมตริกตามจำนวนปัจจัย (n) หาได้จากสูตร

$$\text{Consistency index (CI)} = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad \text{เมื่อ } n = \text{จำนวนปัจจัย}$$

3) คำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR)

หาได้จากสูตร

$$\text{Consistency Ratio (CR)} = \frac{(\text{CI})}{(\text{RI})}$$

ซึ่งค่า RI คือ ดัชนีค่าสุ่ม (Random Index) ซึ่งเป็นค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำการประมวลผลในแบบจำลองและมีความแตกต่างกันตามขนาดของตารางเมตริก ตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 ตารางเลขสุ่ม (Random Index)

ขนาดของตารางเมตริก n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random Index (R.I.)	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

ความไม่สอดคล้องกันนี้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับตัวเลขที่สุ่มตัวอย่างจากตารางเมตริก ดังในตารางที่ 3.5 ทั้งนี้ค่า C.R. ต้องไม่เกิน 0.1 จึงจะถือว่าตารางเมตริกดังกล่าวมีความสอดคล้องกันถือว่ามีความเป็นเหตุเป็นผลสมบูรณ์ 100%

3.3 การสร้างรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

การประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้ามหาดบางแสนต่อระดับความพร้อมทางสังคมความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการดำเนินการเพื่อศึกษาระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคม ที่ใช้ในการประเมินระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคม องค์ความรู้ เทคโนโลยี กระบวนการ การแก้ปัญหา สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมทั้งด้านสังคม เป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน ในการบริหารจัดการโครงการโปรแกรมทางด้านสังคม (Societal Readiness Level – SRL) โดย เป็นการตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี ซึ่งอยู่ในระดับที่ 4 (SRL 4) โดยการสร้างรูปแบบประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้ามหาดบางแสน เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ตามหลักการของสมการโครงสร้าง (Structural equation model SEM) ดังนี้

3.3.1 ทำการสร้างรูปแบบการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้ามหาดบางแสนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี รายละเอียดตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (Structural equation model SEM) และนำไปตรวจสอบด้วยโปรแกรมทางสถิติ Jmopi โดยกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

3.3.1.1 กำหนดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) ในปัจจัยความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) X1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) X2 ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน
- 3) X3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน
- 4) X4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน
- 5) X5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน
- 6) X6 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

3.3.1.2 กำหนดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) ในปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) X7 ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) X8 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
- 3) X9 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
- 4) X10 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์
- 5) X11 โวลต์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน

3.3.1.3 กำหนดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) ในปัจจัยการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) X12 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) X13 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์
- 3) X14 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์
- 4) X15 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรภายในอุโมงค์

3.3.1.4 กำหนดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) ในปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) X16 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์
- 2) X17 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ
- 3) X18 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์
- 4) X19 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์

3.3.1.3 กำหนดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) ในปัจจัยมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) X20 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ในวันทำการ
- 2) X21 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์
- 3) X22 กำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง
- 4) X23 การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง
- 5) X24 กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะอาดสบาย
- 6) X25 การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์
- 7) X26 กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี

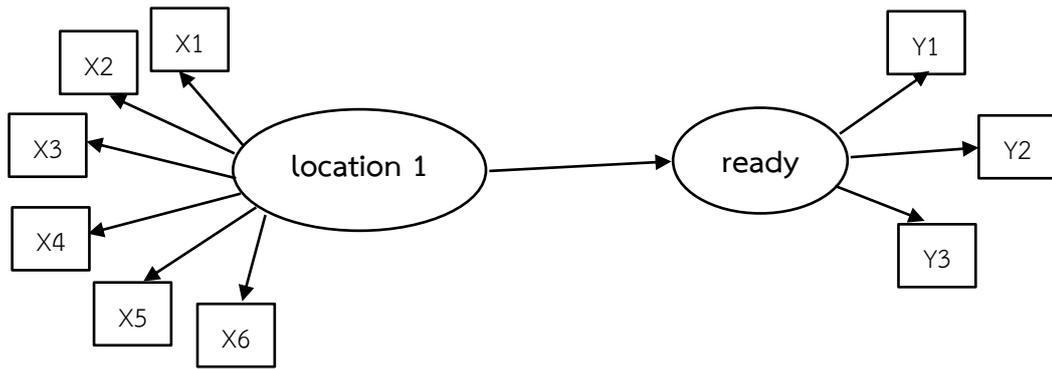
3.3.1.4 กำหนดตัวแปรแฝงภายใน ETA (Endogenous Variable) จากระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

- 1) Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน
- 2) Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
- 3) Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน

3.3.1.5 กำหนดเส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ หรือน้ำหนักรองประกอบโดยอิงจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X (Indigenous Variable) โดยอิงจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ภายนอก X กับตัวแปรแฝงภายใน ETA (Endogenous Variable) ความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ภายใน คือ Y ดังนี้

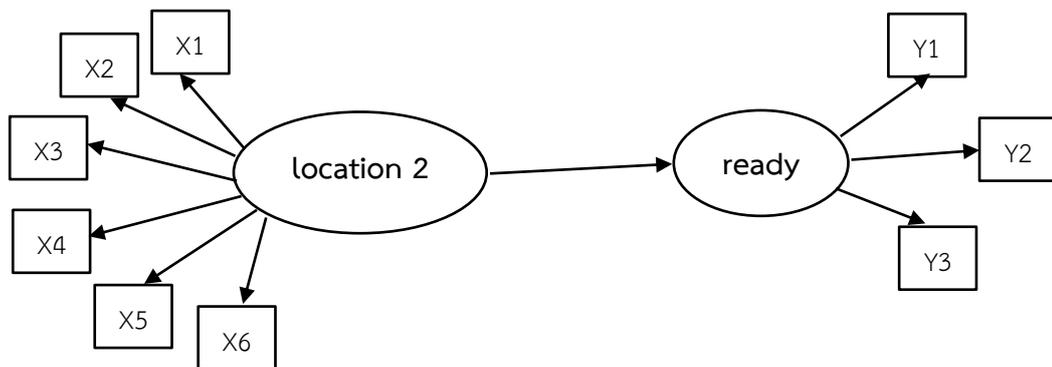
1) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน (X1 – X6) กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (Y1 – Y3) ซึ่งแยกออกเป็นความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนทั้งสามแห่ง คือ

(1) ที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรินทร์ (location 1) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready) ดังภาพที่ 3.6



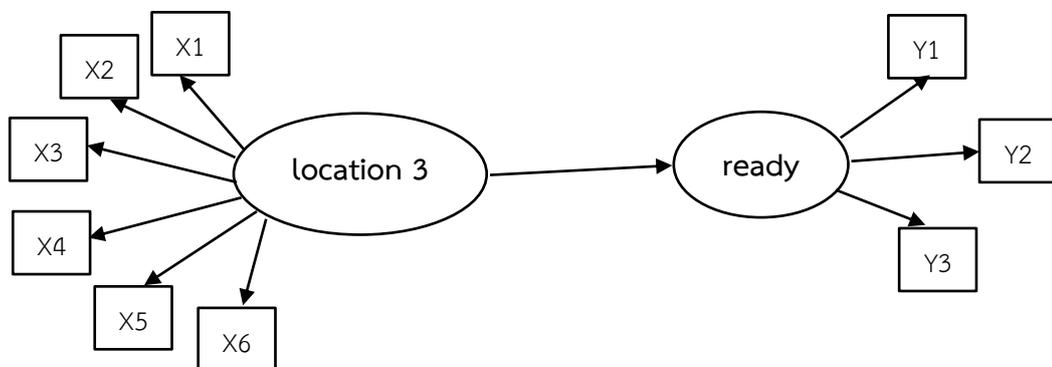
ภาพที่ 3.6 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรินทร์ (location 1) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

(2) ที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสน (location 2) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready) ดังภาพที่ 3.7



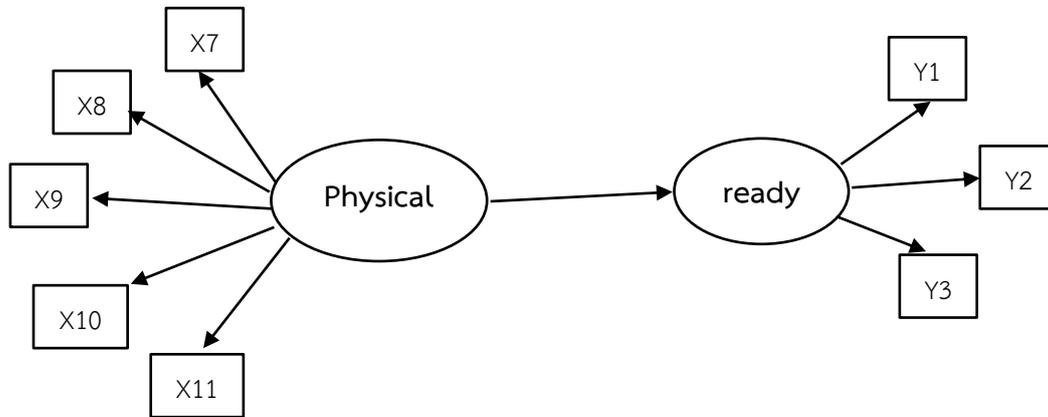
ภาพที่ 3.7 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสน (location 2) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

(3) ที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสน (location 3) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready) ดังภาพที่ 3.8



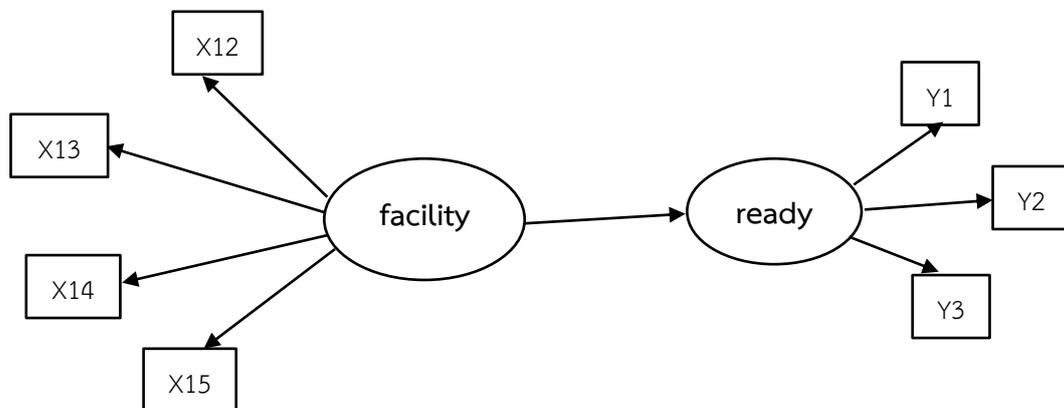
ภาพที่ 3.8 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสน (location 3) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

2) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของ อุโมงค์ข้ามถนน (X7 – X11) กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (Y1 – Y3) ดังภาพที่ 3.9



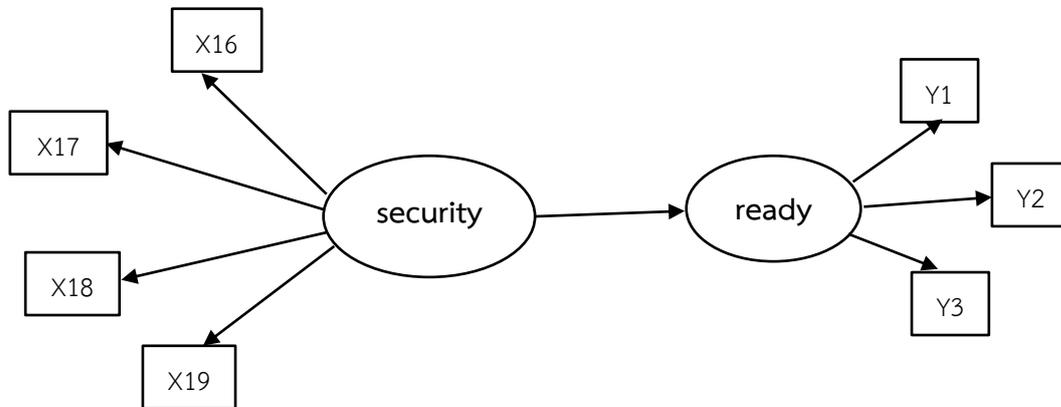
ภาพที่ 3.9 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของโครงสร้างกายภาพในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Physical) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

3) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (X12 – X15) กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (Y1 – Y3) ดังภาพที่ 3.10



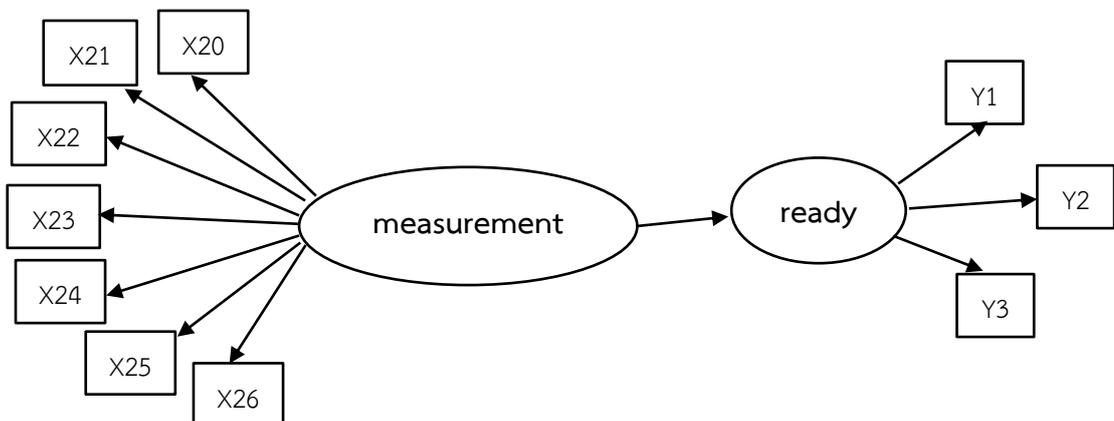
ภาพที่ 3.10 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Facility) กับระดับความพร้อม ฯ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

4) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (X12 – X15) กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (Y1 – Y3) ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Security) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

5) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (X20 – X26) กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (Y1 – Y3) ดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แผนภาพกำหนดความสัมพันธ์ของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Measurement) กับระดับความพร้อม ๆ ในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ready)

3.4 การประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

3.4.1 สร้างแบบสอบถามเพื่อการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

3.4.1.1 ตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ (checklist) เป็นคำถามเกี่ยวกับ ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษาสูงสุด ภูมิลำเนาตามบัตรประชาชนในปัจจุบัน

3.4.1.2 ตอนที่ 2 เป็นแบบให้ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน รูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (X 1 – X 20) และความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (Y 1–Y 6) จำนวน 23 ข้อ

3.4.1.3 กำหนดมาตราของความคิดเห็นเกี่ยวกับอิทธิพลของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน รูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน (X 1 – X 20) และความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตามหลักมาตรวัดแบบให้คะแนน (rating scale) 5 ระดับ ตามแนวของลิเคอร์ต์ โดยกำหนดค่าคะแนนความคิดเห็นไว้ดังต่อไปนี้ (นวรรตน์ ไตรรักษ์ 2549)

- | | |
|---------------------------------|---------|
| 1) ระดับของอิทธิพล ๆ มากที่สุด | 5 คะแนน |
| 2) ระดับของอิทธิพล ๆ มาก | 4 คะแนน |
| 3) ระดับของอิทธิพล ๆ ปานกลาง | 3 คะแนน |
| 4) ระดับของอิทธิพล ๆ น้อย | 2 คะแนน |
| 5) ระดับของอิทธิพล ๆ น้อยที่สุด | 1 คะแนน |

3.4.2 การหาค่า IOC (Index of item objective congruence) หรือ ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม หรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยการตรวจสอบแบบสอบถามการวิจัย โดยกำหนดคะแนนในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

คะแนน = +1 ในกรณีที่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

คะแนน = 0 ในกรณีที่ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

คะแนน = -1 ในกรณีที่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามสูตรเพื่อพิจารณาเป็นรายข้อคำถาม ดังนี้

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 มีความเที่ยงตรงเพียงพอ สามารถใช้เพื่อการแบบสอบถามได้

2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ไม่มีความเที่ยงตรง ต้องปรับปรุงก่อนใช้เพื่อการแบบสอบถาม

ทั้งนี้ ได้ผลคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC จากการพิจารณาเป็นรายข้อคำถาม ดังตารางที่ 3.15 ดังนี้

ตารางที่ 3.15 สรุปผลค่า IOC ของแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับคำถาม	ค่า IOC	สรุปผล	ลำดับคำถาม	ค่า IOC	สรุปผล
ข้อที่ 1	1	ผ่าน	ข้อที่ 16	1	ผ่าน
ข้อที่ 2	1	ผ่าน	ข้อที่ 17	1	ผ่าน
ข้อที่ 3	1	ผ่าน	ข้อที่ 18	1	ผ่าน
ข้อที่ 4	1	ผ่าน	ข้อที่ 19	1	ผ่าน
ข้อที่ 5	1	ผ่าน	ข้อที่ 20	1	ผ่าน
ข้อที่ 6	1	ผ่าน	ข้อที่ 21	1	ผ่าน
ข้อที่ 7	1	ผ่าน	ข้อที่ 22	1	ผ่าน
ข้อที่ 8	1	ผ่าน	ข้อที่ 23	1	ผ่าน
ข้อที่ 9	1	ผ่าน	ข้อที่ 24	1	ผ่าน
ข้อที่ 10	1	ผ่าน	ข้อที่ 25	1	ผ่าน
ข้อที่ 11	1	ผ่าน	ข้อที่ 26	1	ผ่าน
ข้อที่ 12	1	ผ่าน	ข้อที่ 27	1	ผ่าน
ข้อที่ 13	1	ผ่าน	ข้อที่ 28	1	ผ่าน
ข้อที่ 14	1	ผ่าน	ข้อที่ 29	0.67	ผ่าน
ข้อที่ 15	1	ผ่าน			

3.4.3 นำแบบสอบถามไปดำเนินการผ่านกระบวนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โครงการวิจัยตามวิธีมาตรฐาน (Standard Operating Procedures SOP) จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา และได้รับการรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ IRB1-033/2568 วันที่ 3 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

3.4.4 การคัดเลือกประชากรกลุ่มตัวอย่างจากผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเพื่อการสอบถามความคิดเห็น จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Cochran (1977) เนื่องจากไม่สามารถทราบถึงจำนวนประชากรที่แท้จริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดให้ประชากรที่ทำการศึกษา รวมถึงนักท่องเที่ยวที่ไม่สามารถรู้จำนวนที่แท้จริงได้ ดังนี้

$$n = \frac{P(1 - P)Z^2}{d^2}$$

โดยกำหนดให้

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (โดยทั่วไปนิยมใช้สัดส่วน 30% หรือ

0.30)

Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนด หรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ เช่น

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เทากับ 1.65 (ความเชื่อมั่น 90%) >> Z = 1.65

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เทากับ 1.96 (ความเชื่อมั่น 95%) >> Z = 1.96

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เทากับ 2.58 (ความเชื่อมั่น 99%) >> Z = 2.58

d คือ สัดสวนความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (จะต้องสอดคล้องกับค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นนั้น ๆ) เช่น

ระดับความเชื่อมั่น 90% สัดสวนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10

ระดับความเชื่อมั่น 95% สัดสวนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

ระดับความเชื่อมั่น 99% สัดสวนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01

3.4.5 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับประชากรกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องมือ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีการของ Cronbach (1990 อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 125-126) คือ

$$\alpha = (k / (k - 1)) * (1 - (\sum si^2 / St^2))$$

โดยที่ α คือ สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha)

K คือ จำนวนรายการ (items) ในแบบสอบถามหรือเครื่องมือวัด

$\sum si^2$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละรายการ

St^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบสอบถามทั้งหมด

ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับโดยแยกออกตามบริเวณที่ตั้งของอุโมงค์ทั้ง 3 แห่ง ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามบริเวณที่ตั้งของอุโมงค์ทั้ง 3 แห่ง

บริเวณที่ตั้งของอุโมงค์	ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)	ระดับความเชื่อมั่น (0.7 ขึ้นไป)
แยกจรินทร์	0.988	ผ่าน
แยกวงเวียนบางแสน	0.989	ผ่าน
ตลาดปลาบางแสน	0.987	ผ่าน

3.4.6 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนนในประเด็นต่าง ๆ จากแบบสอบถาม ดังนี้

3.4.6.1 ตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.2 รูปแบบทางกายภาพตามแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.3 การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.4 การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.5 มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.6 ความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.4.6.7 ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เช่น การตกแต่ง

3.4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามใช้วิธีการการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละ (Percentage)

3.4.9 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามทั้งในด้านสถิติพรรณนาเกี่ยวกับรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างและวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อรูปแบบ (model) ตามหลักการของสมการโครงสร้าง (SEM) โดยโปรแกรมทางสถิติ Jamovi เวอร์ชัน 2.7.11

3.5 วิเคราะห์ข้อมูลและจัดทำรายงานการวิจัย

3.5.1 สรุปผลการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1.1 อธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) โดยใช้ค่าร้อยละ (percentage)

3.5.1.2 อธิบายประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ตามหลักการของสมการโครงสร้าง (SEM)

3.5.2 จัดทำรูปเล่มงานวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี” ครั้งนี้ ได้แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระยะ ดังนี้

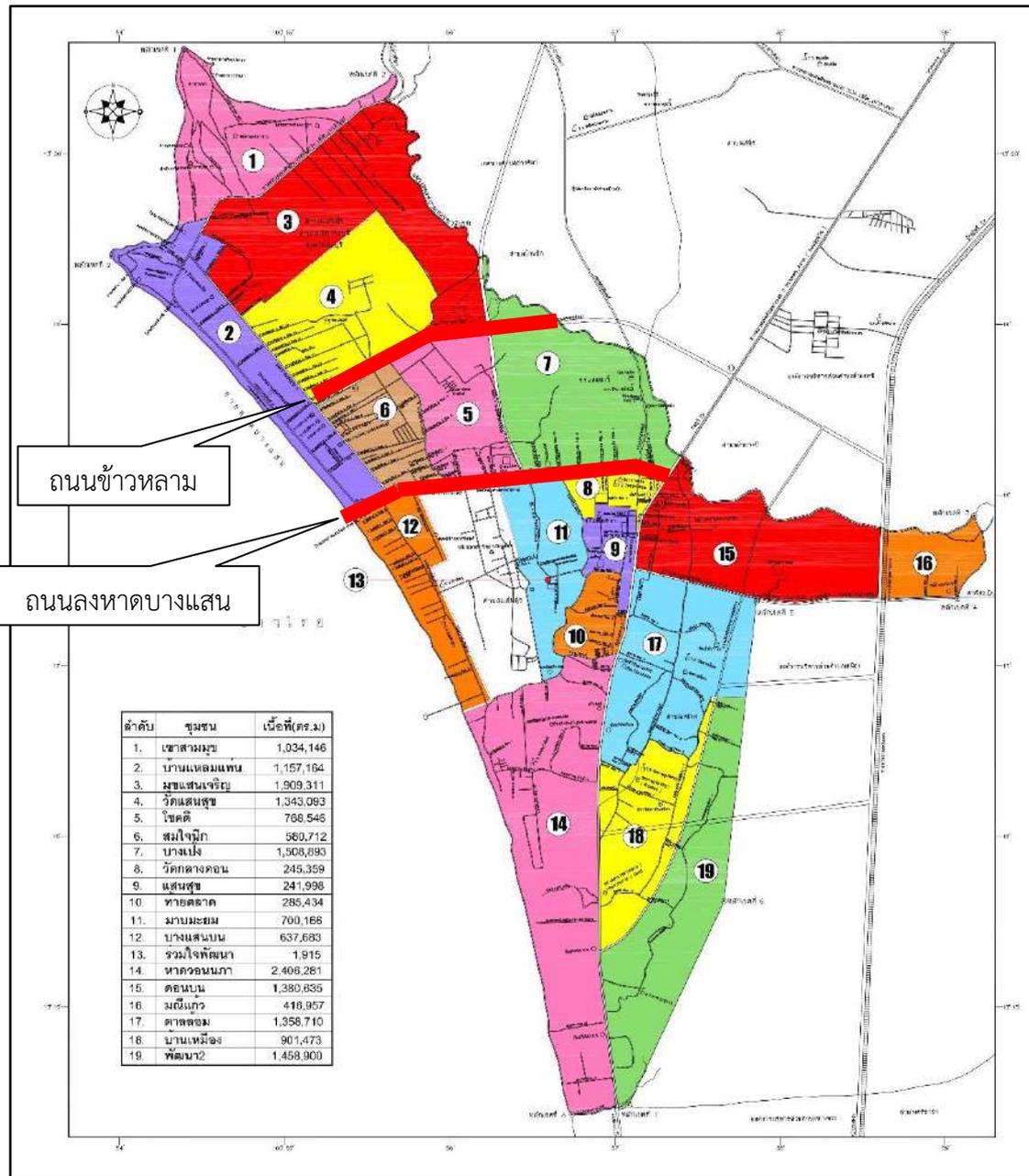
4.1 การพิจารณาเพื่อออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

4.1.1 รายละเอียดพื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ บริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี และได้ทบทวนรายละเอียดที่เกี่ยวข้องจากแผนพัฒนาสามปี (พ.ศ. 2557 – 2559) เทศบาลเมืองแสนสุข ดังนี้

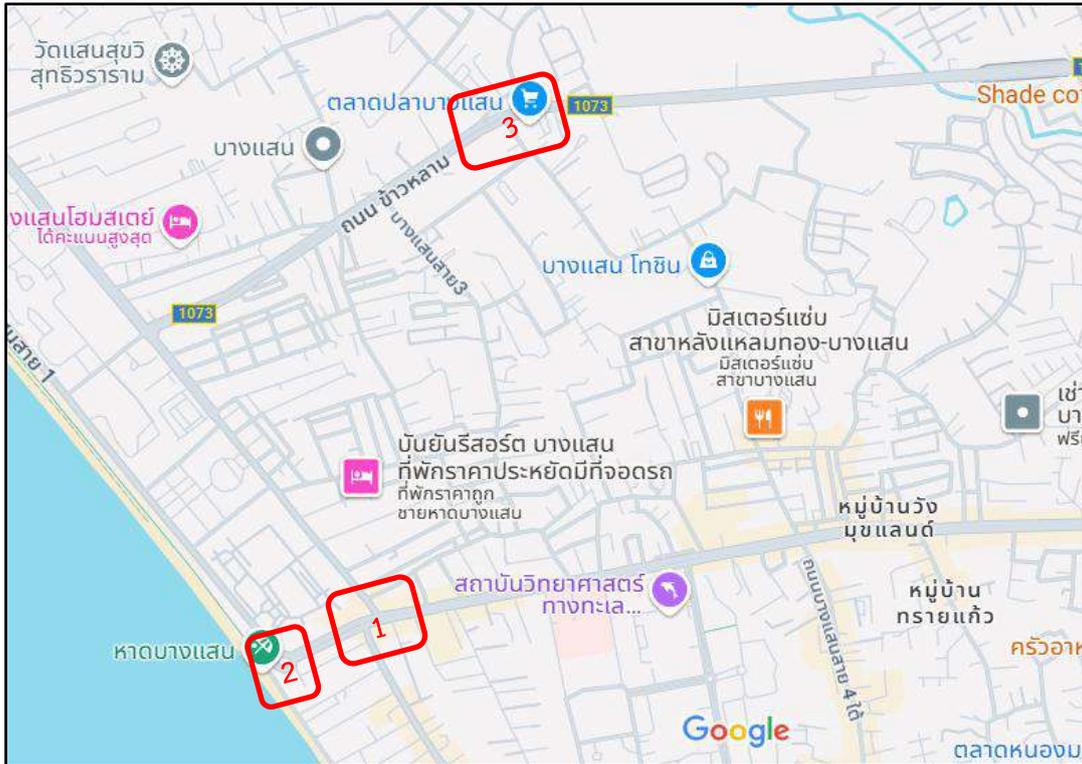
4.1.1.1 ถนนลงหาดบางแสน เป็นถนนสายหนึ่งในจังหวัดชลบุรี อยู่ในเขตเทศบาลเมืองบางแสน มีฐานะเป็นทางหลวงท้องถิ่นหมายเลข 3137 เชื่อมระหว่างทางหลวงหมายเลข 3 หรือถนนสุขุมวิทบางนา – ตราด กิโลเมตรที่ 81 บริเวณชุมชนบ้านดอนบน ตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ ถนนบางแสนสาย 4 ใต้ ถนนบางแสนสาย 2 ถนนบางแสนล่าง 14/3 จากถนนสุขุมวิท และถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) รวมระยะทาง 2.48 กิโลเมตร ความกว้าง 11 เมตร เส้นถนนฝั่งขาลงหาดบางแสนผ่านชุมชนวัดกลางดอน ชุมชนมาบะยม มหาวิทยาลัยบูรพา และชุมชนบางแสน เส้นถนนขาขึ้นจากหาดบางแสนผ่านชุมชนบ้านแหลมแท่น ชุมชนสมใจนึก ชุมชนโชคดี และชุมชนบางเป้ง ตัวถนนผ่านสถานที่สำคัญทางฝั่งขาลงหาดบางแสน คือ กาลึกซีบางแสน เลขที่ 32 มหาวิทยาลัยบูรพา และหน่วยงานในสังกัด คือ ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ 169 และวงเวียนบางแสน ฝั่งขาขึ้นจากหาดบางแสน ผ่านห้างสรรพสินค้าแหลมทอง สาขาบางแสน

4.1.1.2 ถนนข้าวหลาม เป็นถนนสายหนึ่งในจังหวัดชลบุรี เชื่อมระหว่างทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 ถึงหาดบางแสน ทำหน้าที่ช่วยแบ่งเบาภาระถนนสุขุมวิท ช่วงผ่านเขตเทศบาลเมืองอ่างศิลา โดยเริ่มต้นจากเส้นถนนที่ยกระดับผ่านถนนสุขุมวิทบริเวณแยกวัดบางเป้ง เส้นถนนขาลงไปทางถนนบางแสนสาย 2 ผ่านแยกมิตรสัมพันธ์ ตำบลเสม็ด ชุมชนบางเป้ง ชุมชนโชคดี และชุมชนสมใจนึก เส้นถนนขาขึ้นจากถนนบางแสนสาย 2 ผ่านชุมชนวัดแสนสุข ชุมชนมุกแสนเจริญ ชุมชนบางเป้ง และตำบลเสม็ด ตัวถนนผ่านสถานที่สำคัญทางฝั่งขาลงถนนบางแสนสาย 2 คือ ตลาดปลาแสนสุข เลขที่ 76 เดิมถนนสายนี้ไม่ได้เริ่มต้นจากทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 และบางส่วนของสายทางเป็นส่วนหนึ่งของถนนเลี้ยวตลาดหนองมน ภายหลังกรมทางหลวงชนบท ได้ก่อสร้างส่วนต่อขยายเส้นทางให้ไปเชื่อมต่อกับทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 ทำให้ถนนข้าวหลามมีจุดเริ่มต้นเส้นทางที่ทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 ประมาณกิโลเมตรที่ 80+500 รวมระยะทาง 8.982 กิโลเมตร โดยกิโลเมตรที่ 0+000 ถึงกิโลเมตรที่ 4+982 มีฐานะเป็นทางหลวงชนบท ขบ.1073 สายแยกทางหลวงหมายเลข 7

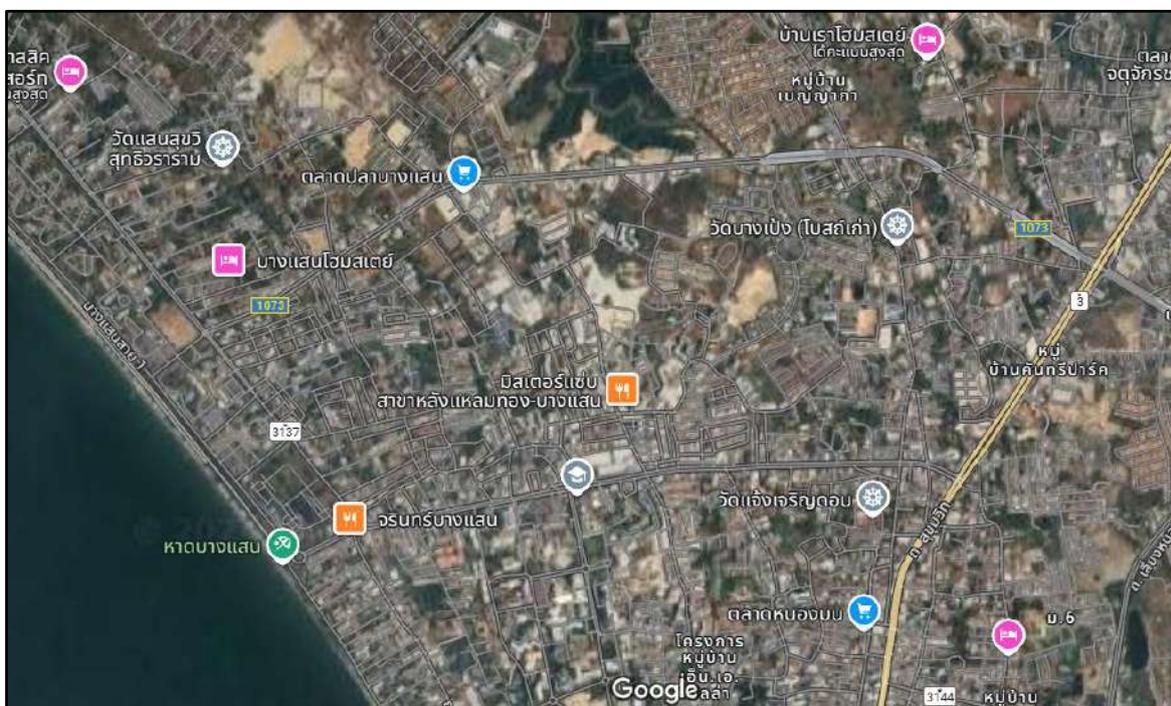
(กม.ที่ 80+600) - บ้านหนองกระเสริม และตั้งแต่กิโลเมตรที่ 0+000 ถึงกิโลเมตรที่ 4+000 ช่วงทางแยกจุดตัดทางเลี้ยวตลาดหนองมน จนถึงทางแยกตัดถนนบางแสนสาย 2 มีฐานะเป็น ทางหลวงท้องถิ่น ชบ.ถ 9-0021



ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งของถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลามในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ภาพจาก saensukcity.go.th)



ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงรายละเอียดบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ภาพจาก Google map)



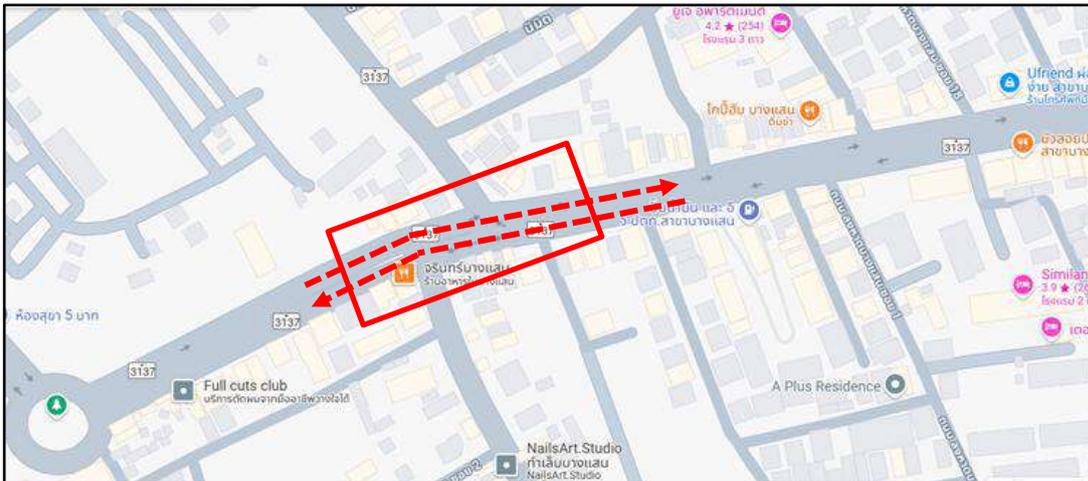
ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงรายละเอียดบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี (ภาพจาก Google map)

4.1.2 พิจารณากำหนดตำแหน่งเพื่อออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ดังนี้

4.1.2.1 ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์) คือ ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสนหรือถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 ซึ่งเป็นเส้นถนนที่นำไปสู่สถานที่สำคัญ คือ ประตูทางเข้า ออก โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับฝั่งขาขึ้นจากหาดบางแสนบรรจบกับถนนบางแสนสายสองจากถนนบางแสน-อ่างศิลาซึ่งเป็นเส้นถนนที่นำไปสู่สถานที่สำคัญ คือ เทศบาลเมืองแสนสุข แขวงทางหลวงชลบุรีที่ 2 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคบางแสน สถานีจ่ายน้ำบางแสน กปภ.ชลบุรี และตัดกับถนนข้าวหลามที่มาบรรจบกับถนนบางแสนซอย 3 บริเวณทางแยกนี้มีการจราจรที่หนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ เนื่องจากมีแหล่งสถานบริการนักท่องเที่ยวตลอดจนร้านอาหารที่สำคัญที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในช่วงเวลาพักผ่อนของวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ

4.1.2.2 ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) คือ พื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือซึ่งเลียบบหาดบางแสนและเป็นพื้นที่ชุมชนบ้านแหลมแท่น และบรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเลียบบหาดวอนนภาและเป็นพื้นที่ชุมชนบางแสนบน บริเวณวงเวียนนี้มีการจราจรที่หนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ เนื่องจากอยู่ติดกับบริเวณถนนบางแสนสาย 1 เส้นทางไปยังหาดบางแสนและเส้นทางที่เลียบบไปยังหาดวอนนภาซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของตำบลแสนสุข ตลอดจนเป็นที่ตั้งของโรงแรม และร้านค้าแพที่สำคัญที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในช่วงเวลาพักผ่อนของวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ

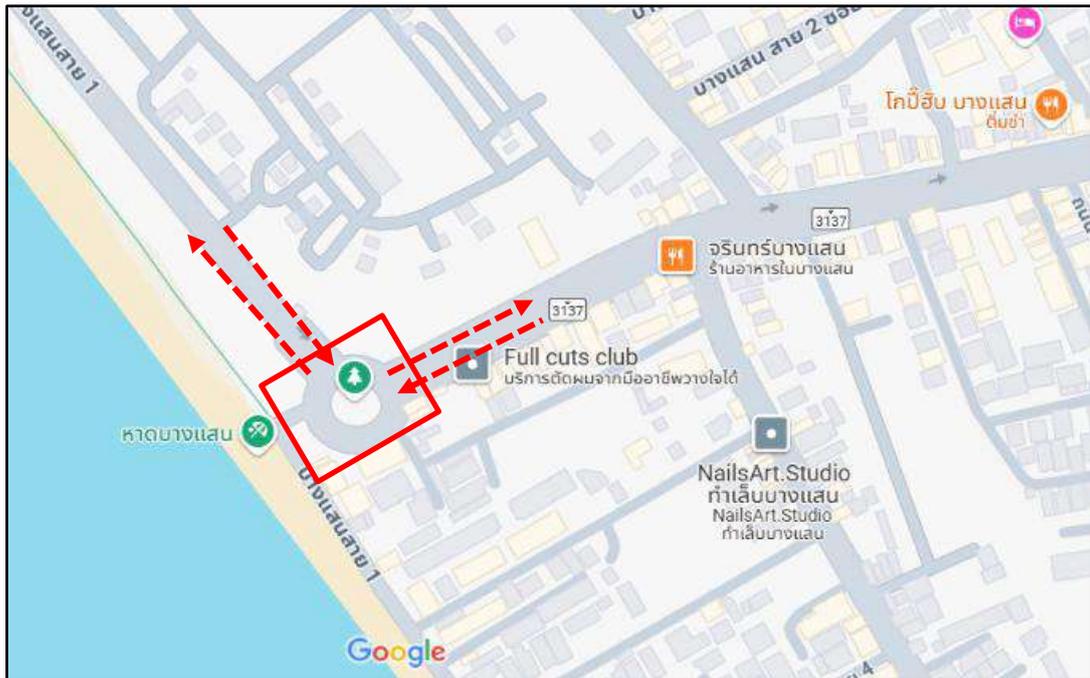
4.1.2.3 ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนซึ่งอยู่ริมถนนข้าวหลามฝั่งลงไปบรรจบกับถนนบางแสนสาย 2 หรือถนนสาย 3137 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และเป็นพื้นที่ชุมชนสมใจนึก บริเวณตลาดปลานี้เป็นพื้นที่ที่มีการจราจรที่หนาแน่นในช่วงวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ เนื่องจากเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการในการท่องเที่ยวจับจ่ายใช้สอย และบริโภคอาหารที่จำหน่ายในตลาดปลาและในบริเวณร้านอาหารอื่น ๆ ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง



ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) (ภาพจาก Google map)



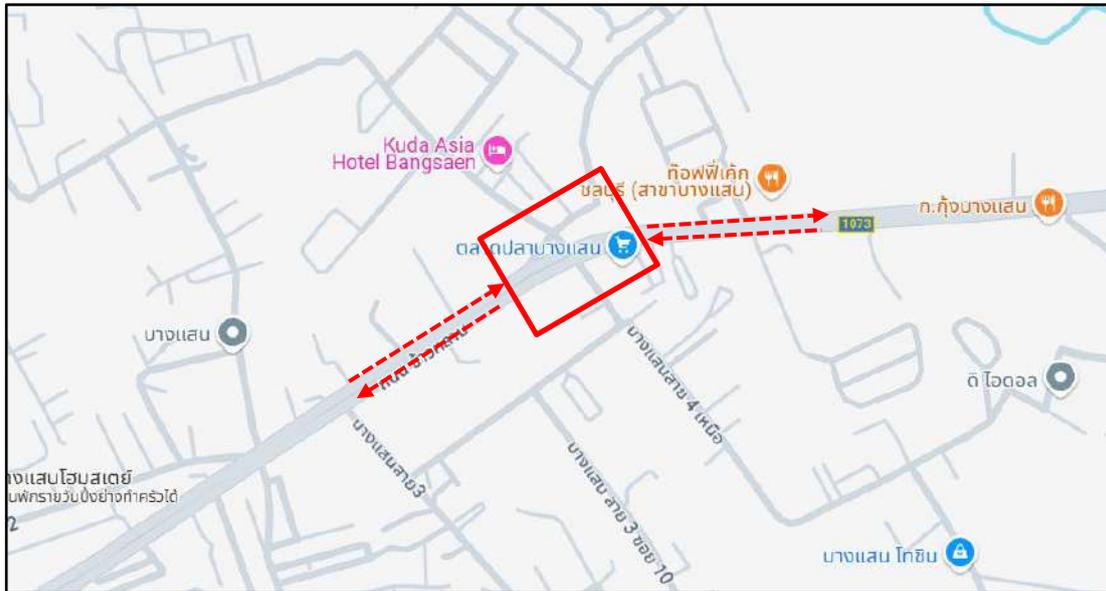
ภาพที่ 4.5 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)



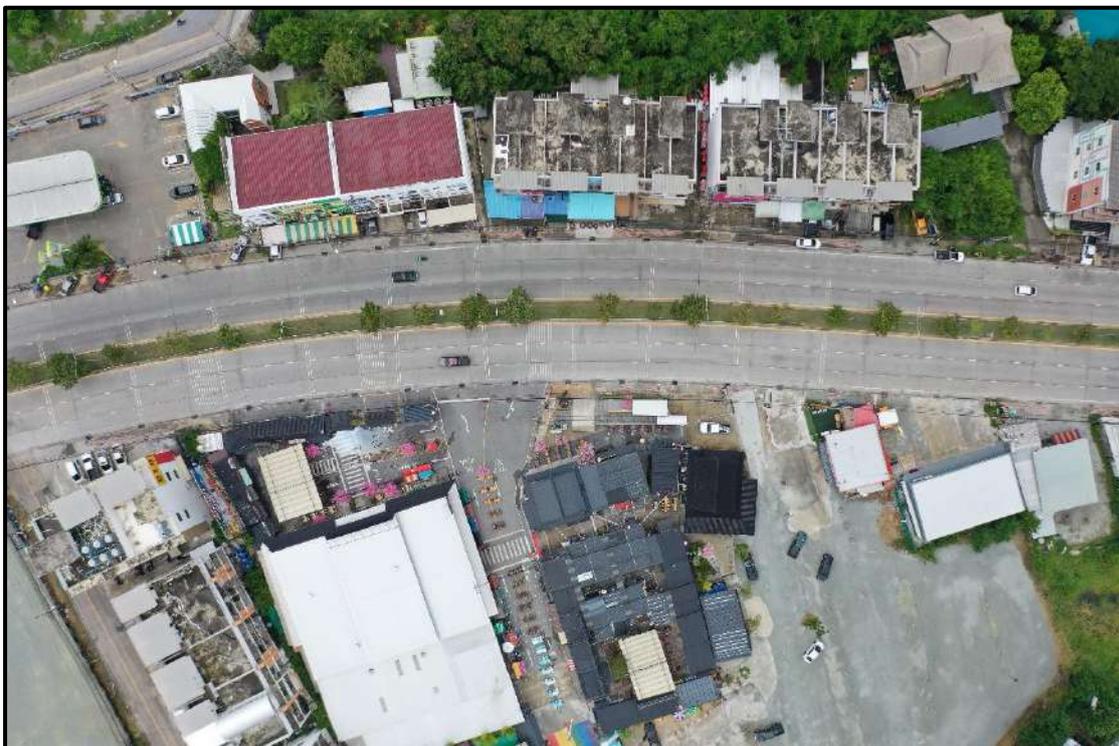
ภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (ภาพจาก Google map)



ภาพที่ 4.7 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)



ภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 (ภาพจาก Google map)

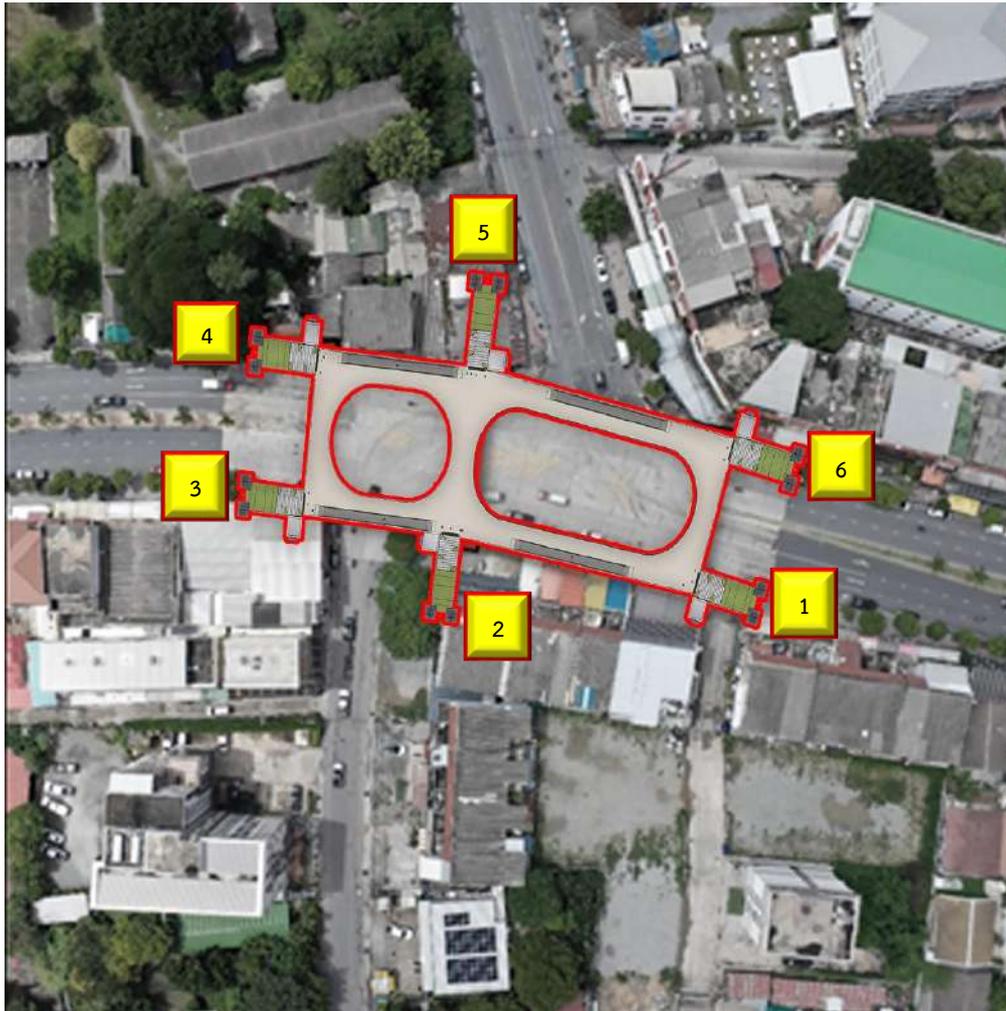


ภาพที่ 4.9 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073

4.1.3 การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนในรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 3 แห่ง โดยโปรแกรมออกแบบ Sketch up version 8.0 ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

4.1.3.1 ตำแหน่งของอุโมงค์ ทำการออกแบบตำแหน่งของอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ได้ดังนี้

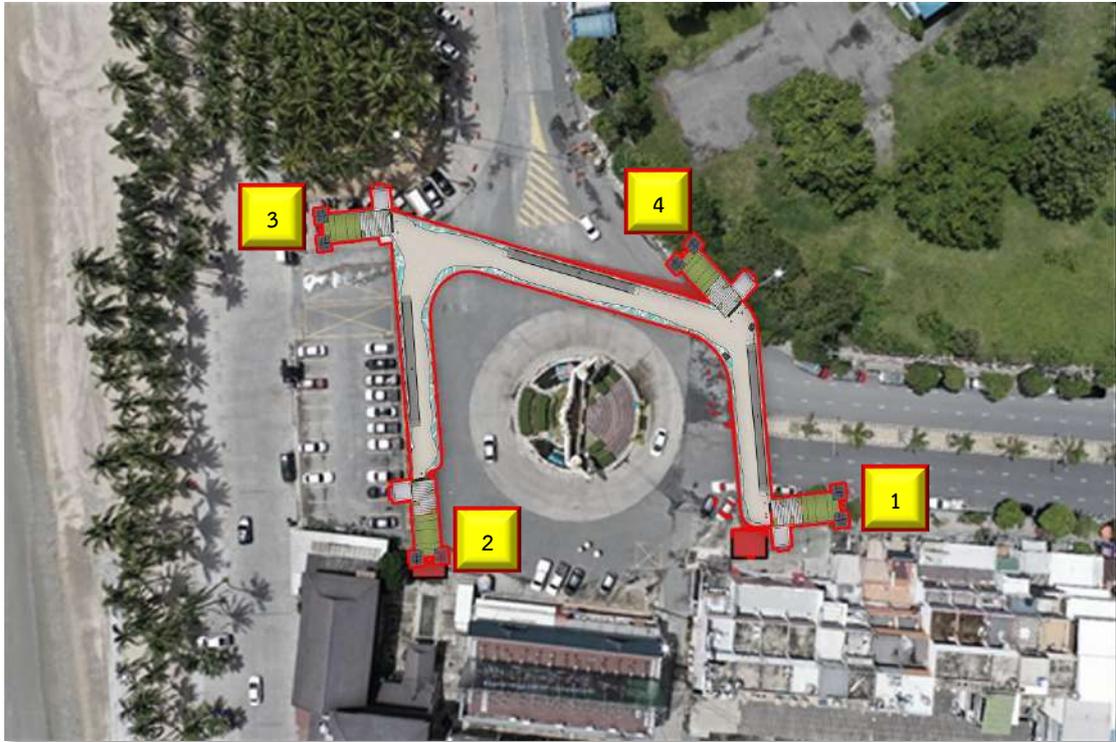
1) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)

- 1 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนก่อนผ่านแยก
- 2 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนบางแสนล่าง 14/3
- 3 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนหลังผ่านแยก
- 4 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาขึ้นจากหาดบางแสนก่อนผ่านแยก
- 5 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนบางแสนสาย 2
- 6 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาขึ้นจากหาดบางแสนก่อนผ่านสี่แยก

2) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)

- 1 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนก่อนถึงวงเวียน
- 2 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนบริเวณวงเวียน
- 3 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนบริเวณหาดบางแสน
- 4 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 3137 ฝั่งขาขึ้นจากหาดบางแสนจดกับถนนบางแสนสาย 1

3) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 ดัง

ภาพที่ 4.12



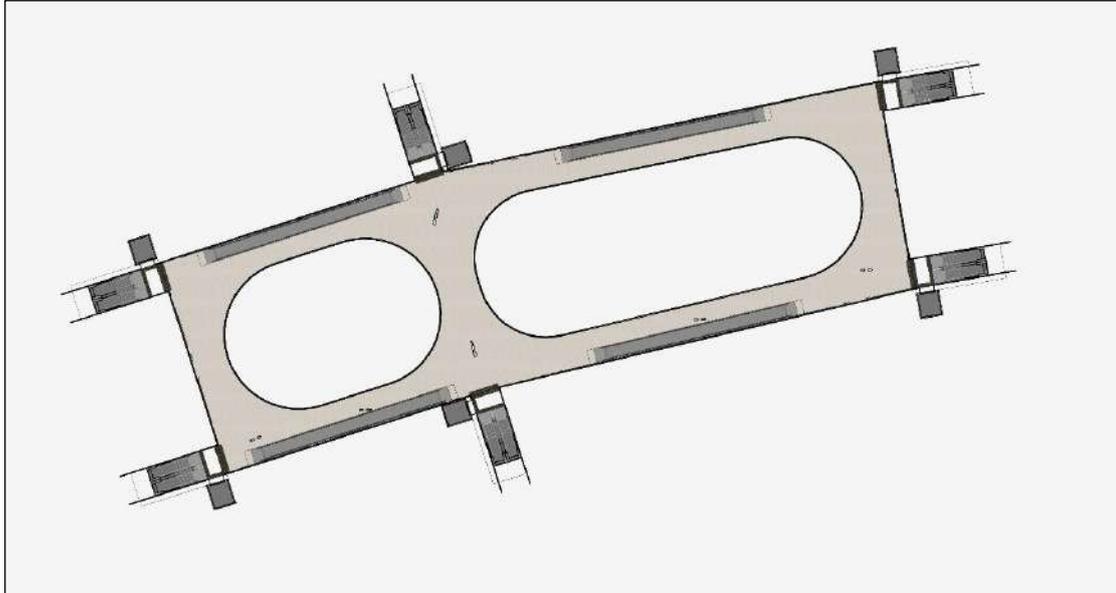
ภาพที่ 4.12 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073

1 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 1073 ฝั่งขาลงหาดบางแสนหน้าตลาดปลา

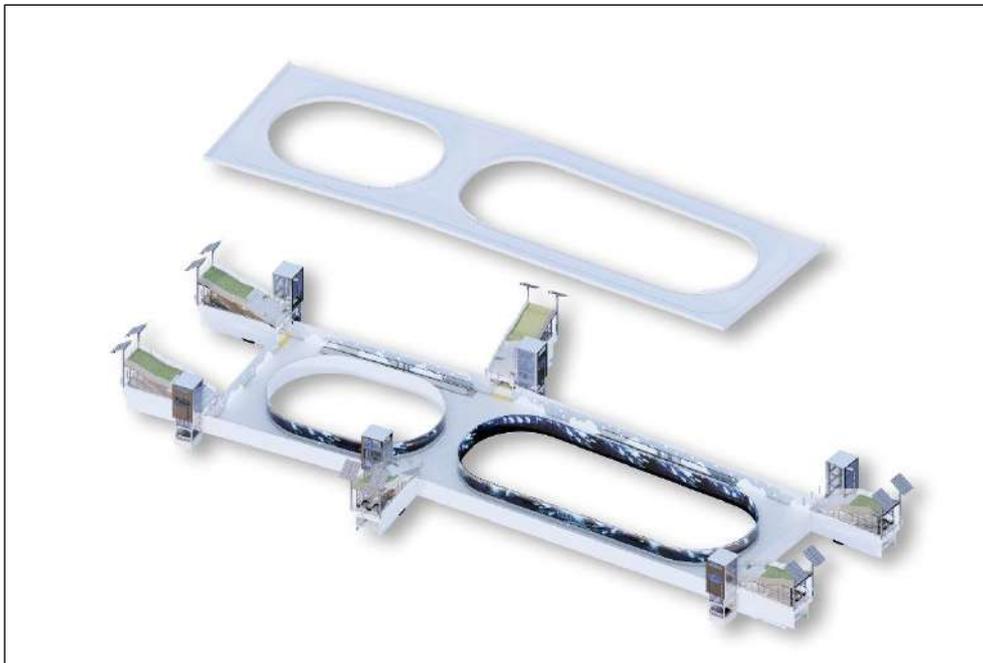
2 คือ ตำแหน่งทางลงและขึ้นอุโมงค์ถนนสาย 1073 ฝั่งขาลงหาดบางแสนตรงตรงข้ามตลาดปลา

4.1.3.2 รูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ ได้ทำการออกแบบรูปแบบและสัญญาณซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของตัวอุโมงค์ เส้นทางการสัญจรภายในอุโมงค์ ทางลงและขึ้นของอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ได้ดังนี้

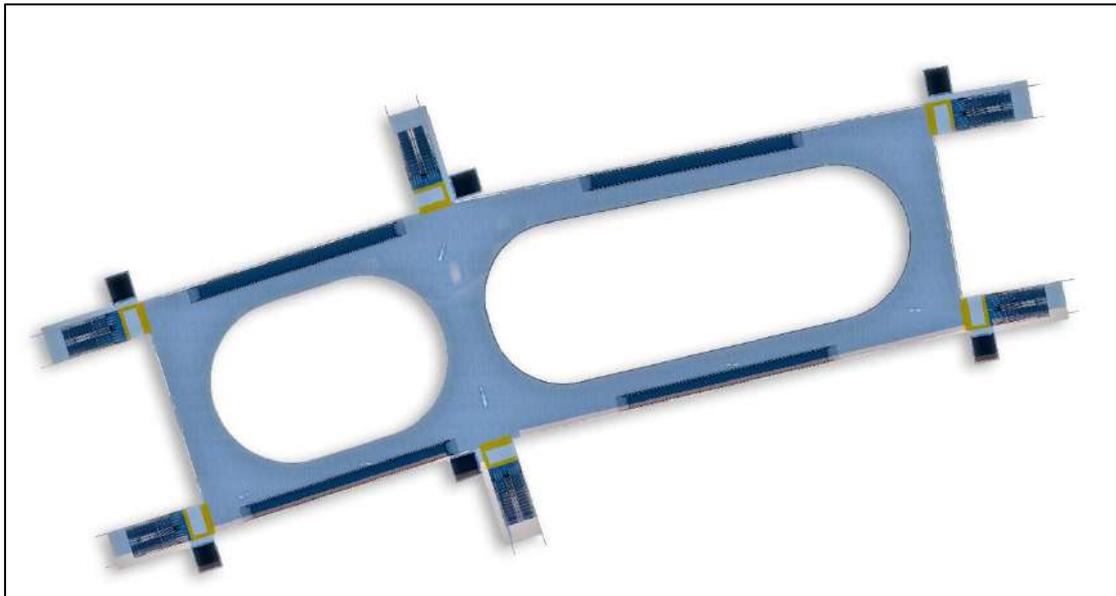
1) รูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสน ตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ดังภาพที่ 4.13 – 4.15



ภาพที่ 4.13 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) (1)

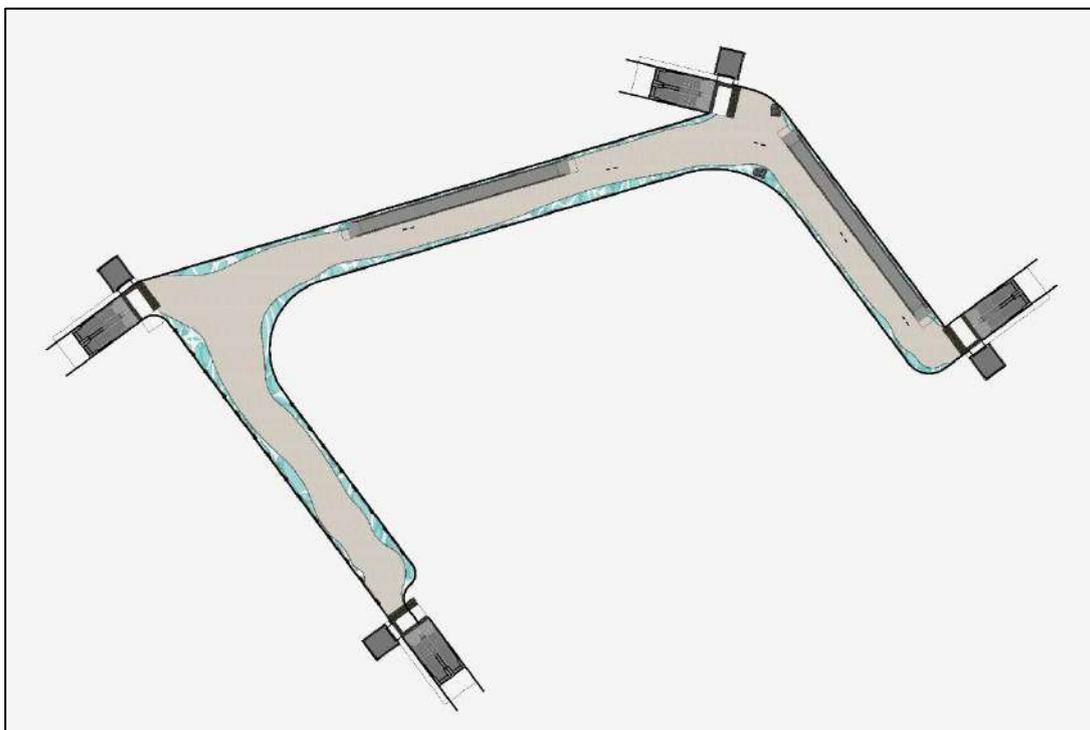


ภาพที่ 4.14 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัญญาณของอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) (2)

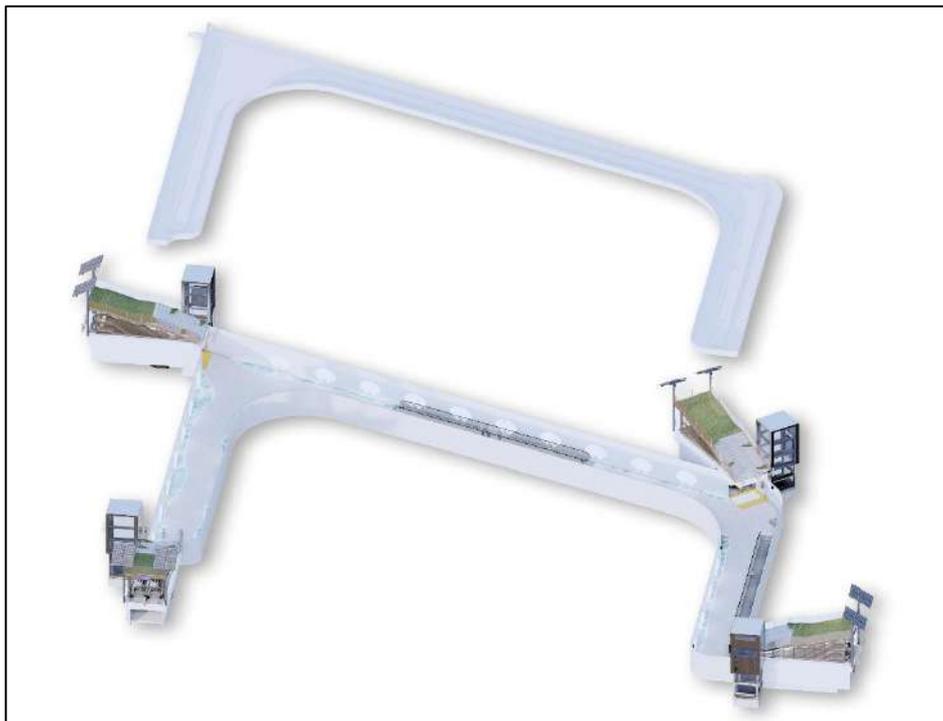


ภาพที่ 4.15 ภาพสเก็ตช์แสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) (3)

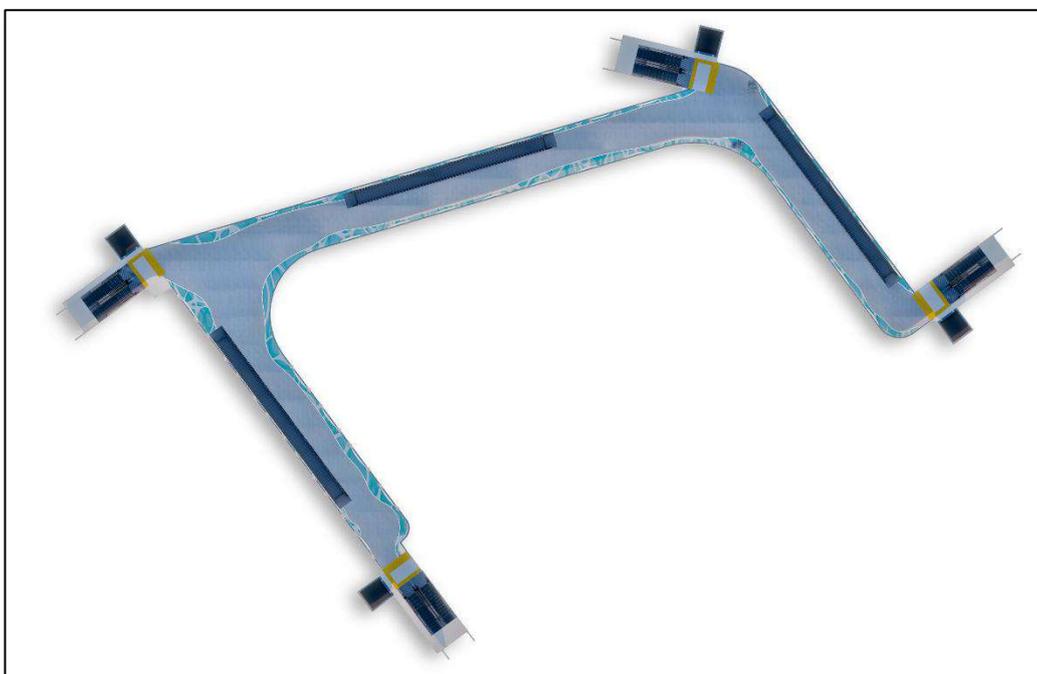
2) รูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ดังภาพที่ 4.16 – 4.18



ภาพที่ 4.16 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (1)

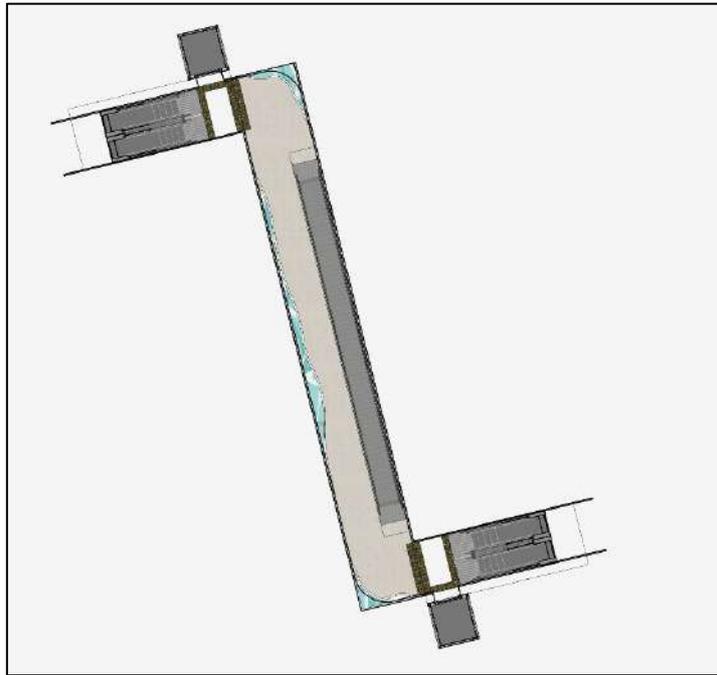


ภาพที่ 4.17 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (2)

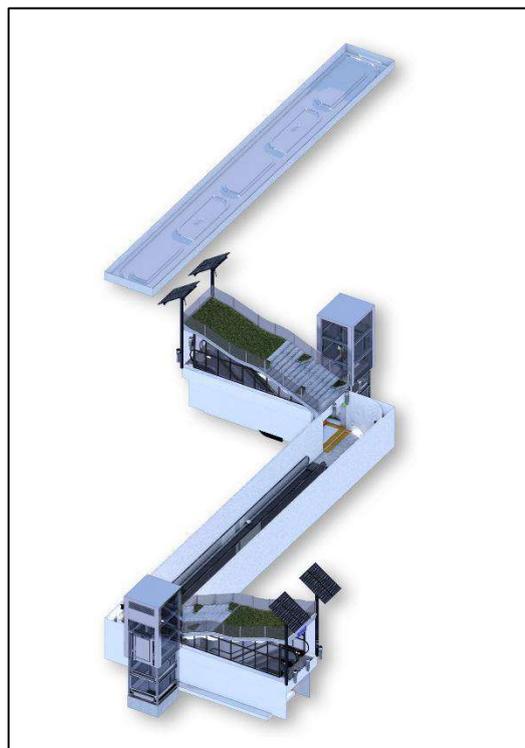


ภาพที่ 4.18 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) (3)

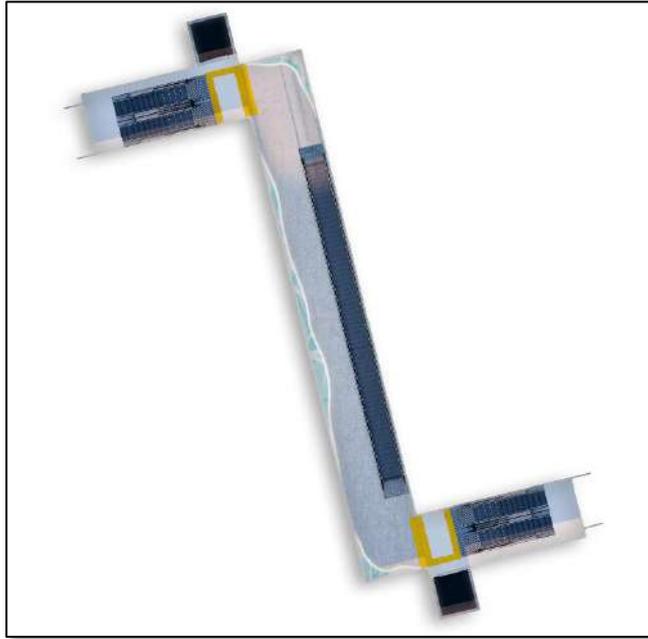
3) รูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ดังภาพที่ 4.19 – 4.21



ภาพที่ 4.19 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 (1)



ภาพที่ 4.20 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 (2)



ภาพที่ 4.21 ภาพกราฟฟิกแสดงรูปแบบและสัณฐานของอุโมงค์ ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 (3)

4.1.3.3 องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ ได้ทำการออกแบบองค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวก ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ซึ่งประกอบด้วย

- บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับลงและขึ้นจากอุโมงค์
 - ทางเดินและทางเลื่อนสำหรับการสัญจรภายในอุโมงค์
 - ป้ายสื่อสารบอกทิศทางเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์
 - ระบบระบายอากาศและปรับอากาศภายในอุโมงค์
 - ระบบไฟส่องสว่างภายในอุโมงค์
 - กล้องวงจรปิดเพื่อความปลอดภัยภายในอุโมงค์
 - ระบบเสียงตามสายเพื่อกระจายข้อมูลข่าวสาร
 - ระบบตรวจจับอัคคีภัยภายในอุโมงค์
 - สิ่งตกแต่งอื่น ๆ เช่นระบบโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทางเลือก
- ทั้งนี้ ได้นำองค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกใส่ไว้ในตัวอุโมงค์ตาม

รูปแบบแนวคิดไว้ ดังนี้

1) องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ บริเวณถนนทางแยก ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์) ดังภาพที่ 4.22 – 4.27



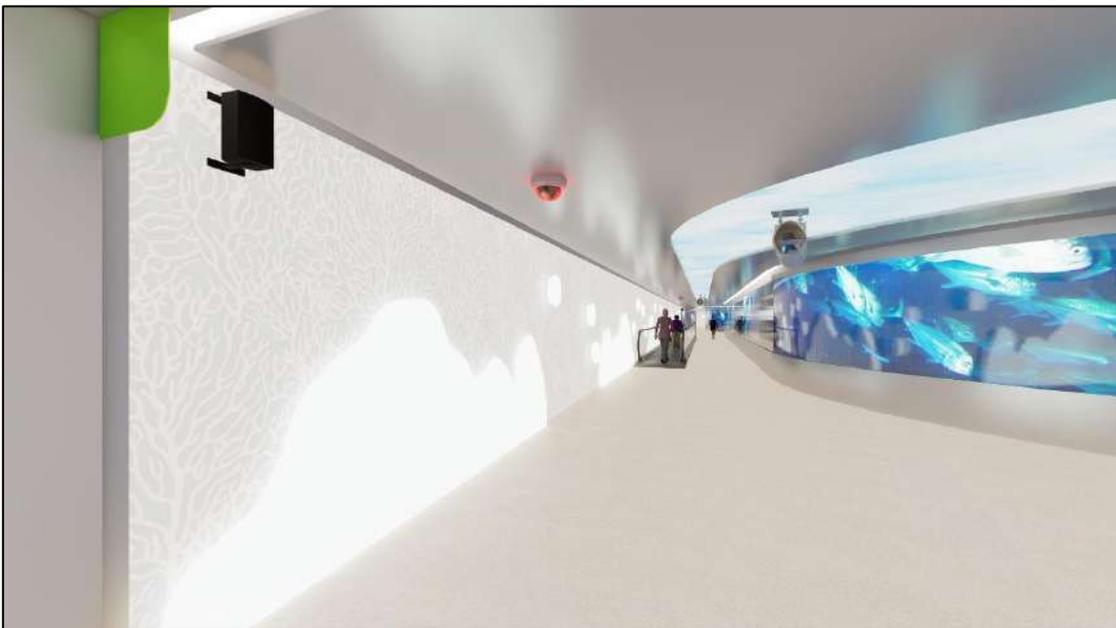
ภาพที่ 4.22 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)



ภาพที่ 4.23 ภาพกราฟฟิกแสดงลิฟต์และบันไดเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรีนทร์)



ภาพที่ 4.24 ภาพกราฟฟิกแสดงแผงโซลาร์เซลล์และหลังคาสำหรับบังแดดผืนบริเวณทางลง และขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสน ตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)



ภาพที่ 4.25 ภาพกราฟฟิกแสดงเส้นทางสัญญาณระบบลำโพงส่งเสียงตามสาย ระบบตรวจจับ อัคคีภัยและกล้องวงจรปิดภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยก ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)



ภาพที่ 4.26 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเดินและทางเลื่อนสำหรับการสัญจร ระบบไฟส่องสว่างภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)



ภาพที่ 4.27 ภาพกราฟฟิกแสดงการตกแต่งฝ้าผนัง เพดาน พื้นทางสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์)

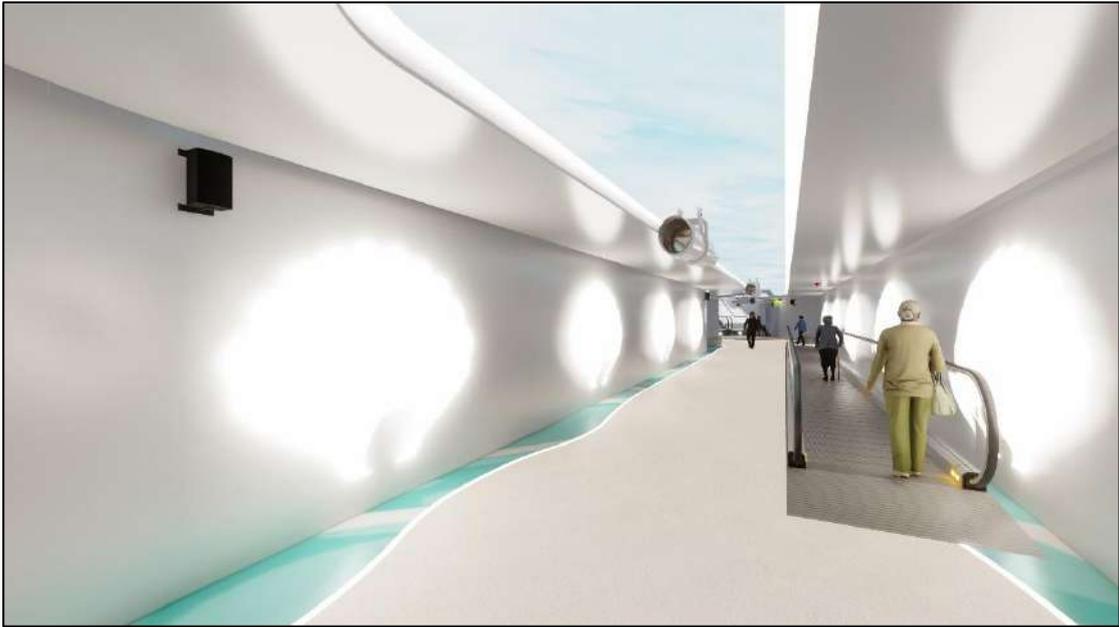
2) องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ ทางแยกถนนลงหาด
บางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ดังภาพที่ 4.28 – 4.31



ภาพที่ 4.28 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)



ภาพที่ 4.29 ภาพกราฟฟิกแสดงแผงโซลาร์เซลล์และหลังคาสำหรับบังแดดผนบริเวณทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)



ภาพที่ 4.30 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)



ภาพที่ 4.31 ภาพกราฟฟิกแสดงเส้นทางสัญจรระบบลำโพงส่งเสียงตามสาย ระบบตรวจจับอัคคีภัยและกล้องวงจรปิดภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน)

3) องค์ประกอบและสิ่งอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 ดังภาพที่ 4.32 – 4.34



ภาพที่ 4.32 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ฝั่งที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073



ภาพที่ 4.33 ภาพกราฟฟิกแสดงทางเลื่อนสำหรับอำนวยความสะดวกในการสัญจรภายในอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073



ภาพที่ 4.34 ภาพกราฟฟิกแสดงป้ายบอกทางและทางลงและขึ้นจากอุโมงค์ตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ฝั่งตรงข้ามตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073

4.1.4 ผลดำเนินการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบแนวคิด (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนที่ออกแบบไว้ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ จากการสอบถามความคิดเห็น ๓ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ราย จากแบบการประเมินแบบแนวคิด (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนน ตามหัวข้อที่กำหนด ดังนี้

4.1.4.1 ผลคะแนนความเหมาะสมของรูปแบบแนวคิด (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.6

ตารางที่ 4.1 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	ทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	7	5	4	5.33
2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	8	7	7	7.33
3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	7	6	7	6.67
4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	6	6	8	6.67
5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	7	7	6	6.67
6	ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน	5	6	5	5.33

ตารางที่ 4.2 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน	7	5	6	6.00
2	ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	7	8	5	6.67
3	ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	6	6	7	6.33
4	สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์	7	6	8	7.00
5	โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน	7	6	8	7.00

ตารางที่ 4.3 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน	7	7	7	7.00
2	การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์	7	7	6	6.67
3	บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์	8	7	8	7.67
4	ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์	5	7	8	6.67

ตารางที่ 4.4 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์	8	7	8	7.67
2	ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ ประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ	3	7	6	5.33
3	แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์	7	7	7	7.00
4	ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์	1	7	8	5.33

ตารางที่ 4.5 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ในวันทำการ	4	7	7	6.00
2	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์	8	8	8	8.00
3	กำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง	8	3	8	6.33
4	การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง	8	7	7	7.33
5	กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะดวกสบาย	8	7	8	7.67
6	การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์	8	7	8	7.67
7	กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี	8	7	8	7.67

ตารางที่ 4.6 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ลำดับ	ความพร้อมทางสังคมในการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนน	ค่าคะแนนความเหมาะสมจาก ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	ความตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญ ของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	8	6	7	7.00
2	การปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรการใช้ งานอุโมงค์ข้ามถนน	8	6	8	7.33
3	จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	6	6	7	6.33

4.1.4.2 ประมวลข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คนเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบแนวคิด (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนน ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน

(1) ควรเพิ่มตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ที่บริเวณหน้ามหาวิทยาลัยบูรพาอีก 1 จุด

(2) การจัดสร้างอุโมงค์ในบริเวณแยกจรินทร์อาจไม่เหมาะสม เพราะความหนาแน่นของคนสัญจรบนถนนอาจน้อยกว่าที่ตั้งของแยกวงเวียนบางแสน นอกจากนี้ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างอุโมงค์ค่อนข้างสูง เนื่องจากอยู่ใกล้พื้นที่ชายทะเล

(3) จุดในการเลือกทำเลที่จะก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนควรเป็นจุดที่มีประชาชนและนักท่องเที่ยวใช้ในการข้ามถนนมากที่สุด เป็นจุดที่มีปัญหาด้านการจราจรและเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง รวมทั้งเป็นจุดที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มีความสนใจในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน ซึ่งจุดที่ตั้งอยู่บริเวณวงเวียนบางแสนเป็นจุดที่มีความเหมาะสมในการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนมากที่สุด ส่วนจุดอื่น ๆ ที่เหลือทั้งจุดไม่ค่อยเหมาะสมเนื่องจากทั้ง 2 ตำแหน่งมีคนข้ามถนนน้อยมาก

2) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน เป็นระบบที่มีการส่งเสริมการท่องเที่ยวที่ตีมาก แสดงถึงนวัตกรรมและภาพลักษณ์ เอกลักษณ์ของหาดบางแสนที่เป็นเมืองท่องเที่ยวประเภทชายหาด การนำภาพคลื่นทะเลมาแสดงบริเวณผนัง การเชื่อมทางเดินแบบโค้งมนทำให้เกิดความปลอดภัยในจุดเชื่อมต่อ เกิดอารมณ์การผ่อนคลายเหมือนไม่มีกรอบ ไม่มีเหลี่ยมมุม การใช้โซล่าเซลล์ช่วยในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน เข้ากับเทรนในปัจจุบันที่ต้องการรักษาสิ่งแวดล้อม

3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

(1) ควรมีการตรวจสอบระบบการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างน้อย 3 เดือนต่อ 1 ครั้ง โดยเน้นความสำคัญเกี่ยวกับ ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ระบบปั๊มน้ำในการระบายน้ำ ระบบเสียงตามสายและระบบโทรศัพท์ฉุกเฉิน

(2) สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรมี เพื่อให้เกิดความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงการใช้บริการ แต่การออกแบบทางสถาปัตยกรรมควรคำนึงถึงความสวยงาม และคง

เอกลักษณ์การเป็นเมืองท่องเที่ยวทางทะเล / ชายหาด และควรมีเจ้าหน้าที่ในการดูแลรักษาความปลอดภัย และให้บริการช่วยเหลือผู้พิการและทุพพลภาพ

4) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

(1) ควรเน้นระบบแสงสว่างให้เพียงพอ

(2) ระบบขอความช่วยเหลือควรต้องมีความรวดเร็วกว่าการใช้โทรศัพท์ โดยอาจจะจัดทำเป็นระบบกดกริ่งที่ติดตั้งเป็นระยะ ๆ ในอุโมงค์

(3) ควรมีมาตรการเรื่องการเปิด-ปิดทางเดินในอุโมงค์ให้เป็นเวลา โดยเฉพาะในช่วงกลางคืน ที่มีคนสัญจรน้อย เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้บริการ

5) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ควรต้องขยายช่วงเวลาเปิดใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนให้มากกว่านี้ โดยอาจจะเป็นเวลา 05.30 – 20.00 น.

6) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ควรเน้นการประชาสัมพันธ์ทั้งของภาครัฐและเอกชนในช่องทางต่าง ๆ สำหรับข้อมูลและรายละเอียดในมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนจะช่วยสร้างความตระหนัก ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนด้วยความร่วมมือ และปฏิบัติตามมาตรการใช้งาน ซึ่งจะช่วยลดอุบัติเหตุบนถนนได้

4.2 ผลการดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

4.2.1 กำหนดตัวแทนของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) โดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ด้วยระบบการทำงานอัตโนมัติ (Macro) AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs โดย K.D. Goepel version 15.08.2018 ในโปรแกรมสำเร็จรูป Excel เพื่อดำเนินการมีส่วนร่วมในการให้ความเห็นต่อแบบอุโมงค์ทางข้ามถนนโดยกำหนดภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองแสนสุข ดังนี้

4.2.1.1 ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเฉพาะในบริเวณถนนลงหาดบางแสน โดยพิจารณาคัดเลือกจากกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่ม อสม. จำนวน 6 คน

4.2.1.2 ตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ คือ หน่วยงานราชการที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการ และบริการสาธารณสุขปศุสัตว์สาธารณสุขการและสวัสดิภาพของประชาชน คือ เทศบาลเมืองแสนสุขจำนวน 10 คน

4.2.2.3 ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี โดยมีตัวแทนจากงานจราจรจำนวน 1 คน

4.2.2 เปรียบเทียบระดับความสำคัญของแต่ละประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง โดยเลือกใช้วิธีการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละประเด็น ซึ่งตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ระบุตัวเลขจัดลำดับความสำคัญเป็นค่าของน้ำหนัก และเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ เพื่อให้ให้น้ำหนักความสำคัญของประเด็นหลักซึ่งประกอบด้วยประเด็นย่อยที่กำหนดชื่อตัวแปรเพื่อใช้ในการจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) ดังนี้ ดังนี้

4.2.2.1 ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรีนทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ประกอบด้วย

- 1) B1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) B2 ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน
- 3) B3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน
- 4) B4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน
- 5) B5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน

4.2.2.2 โครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรีนทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ประกอบด้วย

- 1) B6 ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) B7 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน

- 3) B8 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน
- 4) B9 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์
- 5) B10 โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน

4.2.2.3 การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ประกอบด้วย

- 1) B11 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน
- 2) B12 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์
- 3) B13 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์
- 4) B14 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์

4.2.2.4 การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ประกอบด้วย

- 1) B15 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์
- 2) B16 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ
- 3) B17 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์
- 4) B18 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์

4.2.2.4 มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง ประกอบด้วย

- 1) B19 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลาทำการ 8.00 - 18.00 น. ในวันทำการและใช้งานอุโมงค์นอกเวลาทำการ 18.00 - 21.00 น. ได้เฉพาะในวันหยุดนักขัตฤกษ์
- 2) B20 กำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย
- 3) B21 การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการฝ่าฝืนข้อห้ามการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและเพื่อให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์
- 4) B22 กำหนดการทำความสะดวกและรักษาสภาพอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง ซึ่งตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ให้คะแนนการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญที่คำนวณโดยโปรแกรม AHP calc-5 aug 2020 ที่ดำเนินการในโปรแกรม Microsoft Excel ได้ผลสรุปค่าน้ำหนักจากมากที่สุดไปหาน้อยสุด ดังนี้

4.2.3.1 ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ดังนี้

- 1) อันดับที่ 1 คือ B1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.40
- 2) อันดับที่ 2 คือ B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.90

3) อันดับที่ 3 คือ B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.80

4) อันดับที่ 4 คือ B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 15.40

5) อันดับที่ 5 คือ B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 13.50

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.080 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

4.2.3.2 ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ดังนี้

1) อันดับที่ 1 คือ B1 โอกาสในการใช้อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.80

2) อันดับที่ 2 คือ B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.90

3) อันดับที่ 3 คือ B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.60

4) อันดับที่ 4 คือ B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 14.70

5) อันดับที่ 5 คือ B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 14

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.029 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

4.2.3.3 ตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ดังนี้

1) อันดับที่ 1 คือ B1 โอกาสในการใช้อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 23

2) อันดับที่ 2 คือ B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.10

3) อันดับที่ 3 คือ B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 20.60

4) อันดับที่ 4 คือ B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 17.70

5) อันดับที่ 5 คือ B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.60

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.011 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

สามารถสรุปเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งได้ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

ประเด็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน	เปรียบเทียบค่าน้ำหนัก ๆ ของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง		
	แยกจรินทร์	แยกวงเวียนบางแสน	ตลาดปลาบางแสน
B1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.254	0.288	0.230
B2 ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.135	0.130	0.166
B3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	0.249	0.249	0.221
B4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.154	0.147	0.206
B5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.208	0.186	0.177

4.2.3.4 โครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ดังนี้

- 1) อันดับที่ 1 คือ B7 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 26.10
- 2) อันดับที่ 2 คือ B8 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.90
- 3) อันดับที่ 3 คือ B6 ขนาดของทางสัญจร (ทางเดิน) ในอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 21.60
- 4) อันดับที่ 4 คือ B10 โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 15.90
- 5) อันดับที่ 5 คือ B9 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 11.50

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.050 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และสามารถสรุปเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของประเด็นเกี่ยวกับโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

โครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	ค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ย
B6 ขนาดของทางสัญจร (ทางเดิน) ในอุโมงค์ข้ามถนน	0.216
B7 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	0.261
B8 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	0.249
B9 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์	0.115
B10 โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน	0.159

4.2.3.5 การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรีนทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ดังนี้

1) อันดับที่ 1 คือ B13 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 29.50

2) อันดับที่ 2 คือ B14 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรตามทางเดินในอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 26.60

3) อันดับที่ 3 คือ B11 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.50 %

4) อันดับที่ 4 คือ B12 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.40

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.013 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และสามารถสรุปเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของประเด็นเกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งได้ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ทั้ง 3 แห่ง	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญเฉลี่ย
B11 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน	0.255
B12 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์	0.184
B13 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์	0.295
B14 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรตาม ทางเดินในอุโมงค์	0.266

4.2.3.6 การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจ
รินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ดังนี้

1) อันดับที่ 1 คือ B15 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์
โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 36.10

2) อันดับที่ 2 คือ B18 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
ในอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.50

3) อันดับที่ 3 คือ B17 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille
Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 22.40

4) อันดับที่ 4 คือ B16 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้
อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 19

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.013 ซึ่ง
ไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้อง
กันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และสามารถสรุปเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยการรักษาความ
ปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งได้ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน
อุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าน้ำหนัก ความสำคัญเฉลี่ย
B15 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์	0.361
B16 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และ ประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ	0.190
B17 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดิน ภายในอุโมงค์	0.224
B18 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์	0.225

4.2.3.7 มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ดังนี้

1) อันดับที่ 1 คือ B20 กำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 30.80

2) อันดับที่ 2 คือ B21 การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการฝ่าฝืนข้อห้ามการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและเพื่อให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 27.80

3) อันดับที่ 3 คือ B19 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลาทำการ 8.00 - 18.00 น. ในวันทำการและใช้งานอุโมงค์นอกเวลาทำการ 18.00 - 21.00 น. ได้เฉพาะในวันหยุดนักขัตฤกษ์ โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 25.30

4) อันดับที่ 4 คือ B22 กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี โดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 16.20

ค่าความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Ratio : C.R.) เท่ากับ 0.040 ซึ่งไม่เกินที่ Saaty (1994) ได้กำหนดไว้ที่ 0.10 จึงพิจารณาได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความสอดคล้องกันอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ และสามารถสรุปเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่งได้ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง

มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง	ค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ย
B19 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลาทำการ 8.00 - 18.00 น. ในวันทำการและใช้งานอุโมงค์นอกเวลาทำการ 18.00 - 21.00 น. ได้เฉพาะในวันหยุดนักขัตฤกษ์	0.253
B20 กำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย	0.308
B21 การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการฝ่าฝืนข้อห้ามการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและเพื่อให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์	0.278
B22 กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี	0.162

4.2.2 ผลการรับฟังความคิดเห็นจากตัวแทนของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ต่อแบบจำลองทางข้ามถนนโดยกำหนดภาคส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองแสนสุข ในประเด็นดังนี้

4.2.2.1 ประเด็นเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน ประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่มตามตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนนแต่ละแห่ง ดังนี้

1) ที่ตั้งของอุโมงค์บริเวณทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสนหรือถนนสาย 3137 ฝั่งขาหลงหาดบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 (แยกจรินทร์)

(1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็นว่า ควรให้ความสำคัญแก่ของประชาชนในพื้นที่ที่จะใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมากกว่านักท่องเที่ยว และการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนควรเป็นไปเพื่อความปลอดภัยและสวัสดิภาพของประชาชนในพื้นที่มากกว่าเพื่อการช่วยส่งเสริมกิจการท่องเที่ยวจากนักท่องเที่ยว ส่วนตัวอุโมงค์นั้นไม่ได้กีดขวางและใช้พื้นที่ของทางเท้าแบบสะพานลอย และการใช้อุโมงค์ข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยวจะเป็นการช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุดมากกว่าช่วงเวลาเร่งด่วน นอกจากนี้ ที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณแยกจรินทร์ไม่ได้เป็นอุปสรรคในการจัดสร้างแต่อย่างใด

(2) สำหรับตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้ให้ความเห็นว่า นักท่องเที่ยวจะใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมากกว่าประชาชนในพื้นที่ และเห็นด้วยว่าอุโมงค์ข้ามถนนจะช่วยความปลอดภัยและสวัสดิภาพของประชาชนในพื้นที่ในการข้ามถนนและจะช่วยส่งเสริมกิจการท่องเที่ยวไปในตัว ตัวอุโมงค์แม้จะไม่ได้กีดขวางและใช้พื้นที่ของทางเท้าแบบสะพานลอยแต่จะมีปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างทางขึ้น ลง และสิ่งก่อสร้างประกอบ

(3) สำหรับตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้ให้ความเห็นว่าการใช้อุโมงค์ข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยว นอกจากจะช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุดโดยเฉพาะในช่วงวันหยุดยาว และช่วงเวลาเร่งด่วน ยังเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุการจราจรจากการข้ามถนนได้เป็นอย่างดีด้วย

2) ที่ตั้งของอุโมงค์บริเวณพื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (แยกวงเวียนบางแสน)

(1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็นว่า นักท่องเที่ยวมีโอกาสที่จะใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมากกว่าประชาชนในพื้นที่โดยเฉพาะในวันหยุดและเทศกาลสำคัญ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยว และตัวอุโมงค์นั้นก็ได้กีดขวางและรบกวนพื้นที่ของทางเท้า และการใช้อุโมงค์ข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยวจะเป็นการช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุดมากกว่าช่วงเวลาเร่งด่วน นอกจากนี้ ที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณแยกวงเวียนบางแสนไม่ได้เป็นอุปสรรคในการจัดสร้างแต่อย่างใด

(2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้ให้ความเห็นว่า นักท่องเที่ยวจะใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมากกว่าประชาชนในพื้นที่ และเห็นด้วยว่าอุโมงค์ข้ามถนนจะช่วยรักษาความปลอดภัยและสวัสดิภาพของประชาชนในพื้นที่ในการข้ามถนนและจะช่วยส่งเสริมกิจการท่องเที่ยวไปในตัว ตัวอุโมงค์แม้จะไม่ได้กีดขวางและใช้พื้นที่ของทางเท้าแบบสะพานลอยแต่จะมีปัญหาและอุปสรรคในการก่อสร้างทางขึ้น ลง และสิ่งก่อสร้างประกอบ

(3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้ให้ความเห็นว่าการใช้อุโมงค์ข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยว นอกจากจะช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุดโดยเฉพาะในช่วงวันหยุดยาว และช่วงเวลาเร่งด่วน ยังเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุการจราจรจากการข้ามถนนได้เป็นอย่างดีด้วย

3) ที่ตั้งของอุโมงค์บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073

(1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็นว่า นักท่องเที่ยวมีโอกาสที่จะใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมากกว่าประชาชนในพื้นที่โดยเฉพาะในวันหยุดและเทศกาลสำคัญ และจะเป็นการส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ คือ ตลาดปลาบางแสนโดยตรง มากกว่าจะเป็นการใช้งานเพื่อความสะดวก ปลอดภัยในการสัญจรข้ามถนนของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้ ตัวอุโมงค์ก็ไม่ได้กีดขวางและรบกวนพื้นที่ทางเท้าในบริเวณดังกล่าว และการใช้อุโมงค์ข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยวจะเป็นการช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุดเท่านั้น นอกจากนี้ ที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนไม่ได้เป็นอุปสรรคในการจัดสร้างแต่อย่างใด

(2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้ให้ความเห็นว่า นักท่องเที่ยวจะใช้งานอุโมงค์เป็นหลัก และอุโมงค์ข้ามถนนจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวตลาดปลา มากกว่าที่จะช่วยส่งเสริมความปลอดภัยและสวัสดิภาพของประชาชนในพื้นที่ และทางขึ้นลงอุโมงค์ในบริเวณดังกล่าวไม่กีดขวางทางเท้าและไม่มีปัญหาอุปสรรคในการก่อสร้าง

(3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้ให้ความเห็นว่าการใช้อุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสนส่วนใหญ่น่าจะเป็นนักท่องเที่ยว แต่จะช่วยลดการติดขัดการจราจรในช่วงวันหยุด โดยเฉพาะในช่วงวันหยุดยาวเป็นหลัก และยังเป็นการช่วยลดอุบัติเหตุการจราจรจากการข้ามถนนได้เป็นอย่างดีด้วย

4.2.2.2 ประเด็นเกี่ยวกับโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน สามารถประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนนควรมีขนาดที่เหมาะสมสอดคล้องกับการสัญจรได้อย่างคล่องตัวไม่เกิดอุบัติเหตุ รวมทั้งควรมีเพดานของอุโมงค์ที่สูงพอไม่ให้เกิดความอึดอัดกับการสัญจร

(2) ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศภายในอุโมงค์ข้ามถนนควรเน้นให้มีสภาพที่เกิดความสบายในกิจกรรมการสัญจรได้โดยเกิดความสบายต่อสภาพร่างกาย

(3) ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนนควรต้องมีอย่างเพียงพอตามมาตรฐานในการใช้งานเพื่อให้สามารถสัญจรได้อย่างปลอดภัยและสะดวกสบาย

(4) สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์นั้นอาจไม่มีความสำคัญมากนักสำหรับประชาชนในพื้นที่ แต่จะเป็นปัจจัยในการส่งเสริมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะในช่วงวันหยุด

(5) โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนนจัดเป็นสิ่งตกแต่งและสนับสนุนการใช้พลังงานไฟฟ้าบางส่วน

2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ทางสัญญาในอุโมงค์ข้ามถนนควรมีขนาดที่เหมาะสมซึ่งจำเป็นต่อการสัญญาภายในอุโมงค์ได้อย่างคล่องตัวไม่เกิดอุบัติเหตุ

(2) ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญญาภายในอุโมงค์ข้ามถนน ควรทำระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์ข้ามถนนให้เกิดความเหมาะสมต่อกิจกรรมการสัญญา มากกว่าที่จะใช้ระบบปรับอากาศเพื่อความสบายซึ่งจะมีความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากกว่า

(3) ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญญาภายในอุโมงค์ข้ามถนน จำเป็นต้องจัดให้มีระบบแสงสว่างเพื่อการสัญญาภายในอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเพียงพอต่อการใช้งานเพื่อการสัญญาได้อย่างปลอดภัย

(4) สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์จะเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวมากกว่าสนับสนุนการใช้งานของประชาชนในพื้นที่

(5) โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนนจัดเป็นปัจจัยส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่กำลังเป็นแนวโน้มสำคัญในสิ่งปลูกสร้างปัจจุบัน

3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ขนาดของทางสัญญาในอุโมงค์ข้ามถนน ควรมีขนาดที่เหมาะสมต่อการสัญจรได้อย่างสะดวก คล่องตัว

(2) ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญญาภายในอุโมงค์ข้ามถนนและระบบแสงสว่างเพื่อการสัญญาภายในอุโมงค์ข้ามถนนเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนของทั้งประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวที่ควรเน้นให้เกิดความเหมาะสมและเอื้ออำนวยต่อการสัญจรได้อย่างปลอดภัย

(3) สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์ตลอดจนโซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน เป็นองค์ประกอบรองเพื่อสนับสนุนการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนของทั้งประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยว

4.2.2.3 ประเด็นเกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนสามารถประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน โดยเฉพาะอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกรินทร์ต้องมีความทั่วถึงต่อการขึ้นและลงจากถนนทุกเส้นเพื่อการข้ามถนนไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว รวมถึงยังจำเป็นต้องมีลักษณะที่โดดเด่นให้สังเกตเห็นได้ง่าย

(2) การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์จำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งที่สังเกตเห็นได้ง่าย และสื่อสารได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้สัญจรไปได้อย่างถูกต้อง

(3) บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์และทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับการสัญญาภายในอุโมงค์ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานสำหรับประชาชนผู้สูงอายุ คนพิการซึ่งเป็นมาตรฐานตามกฎหมายในการออกแบบและดำเนินการสิ่งปลูกสร้างสาธารณะในปัจจุบัน

2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน การกำหนดตำแหน่งต้องคำนึงถึงข้อจำกัดเกี่ยวกับขนาดบริเวณพื้นที่ทางเท้าสาธารณะที่จะก่อสร้างโดยเฉพาะอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกจรินทร์ซึ่งมีระบบสาธารณูปโภคใต้ดินอยู่ในบริเวณนี้ที่จะได้รับผลกระทบจากการก่อสร้าง และอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกวงเวียนบางแสนซึ่งอาจต้องมีการใช้พื้นที่ทางเท้าหน้าอาคารร้านค้าและสถานประกอบการหลายแห่งซึ่งจะก่อให้เกิดผลกระทบในช่วงก่อสร้างเช่นกัน

(2) การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์เป็นปัจจัยการอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารต่อผู้ใช้งานให้ชัดเจนและช่วยให้สัญจรไปในอุโมงค์ได้อย่างถูกเส้นทาง

(3) บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์และทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับการสัญจรภายในอุโมงค์ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานสำหรับประชาชนผู้สูงอายุ คนพิการ แต่ก็จะมีปัญหาและอุปสรรคพอสมควรในการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาสภาพการใช้งาน

3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน ควรต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมการใช้งานของประชาชนและทิศทางการจราจรของยานพาหนะที่สัญจรบนถนนด้วย โดยเฉพาะอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกจรินทร์และบริเวณแยกวงเวียนบางแสนที่มียานพาหนะสัญจรข้ามแยกเหล่านี้ อย่างหนาแน่นในช่วงเร่งรีบและช่วงวันหยุด

(2) การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์เป็นปัจจัยจำเป็นต่อการสื่อสารให้สัญจรได้อย่างถูกต้องและจะช่วยลดปัญหาการจราจรในแยกต่าง ๆ ได้ดี

(3) บันไดเลื่อนลิฟต์ขึ้นลงอุโมงค์ และทางเลื่อนอัตโนมัติในการสัญจรภายในอุโมงค์สำหรับผู้พิการและคนชราว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานสิ่งปลูกสร้างสาธารณะในปัจจุบัน

4.2.2.4 ประเด็นเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนสามารถประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการสังเกตการณ์ต่าง ๆ ในอุโมงค์เพื่อการสอดส่องเหตุการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนเป็นอุปกรณ์บันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นหลักฐานดำเนินการในกรณีที่เกิดเหตุร้าย โดยเฉพาะภายในอุโมงค์บริเวณแยกจรินทร์ที่มีตำแหน่งทางขึ้นลง เส้นทางสัญจรที่ซับซ้อนมากกว่าอุโมงค์ในบริเวณอื่น ๆ อีกทั้งยังจะเป็นจุดที่มีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมากกว่าอุโมงค์ในบริเวณอื่น ๆ อีกด้วย

(2) ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ก็ยังนับเป็นสิ่งจำเป็นต่อการประชาสัมพันธ์รายละเอียดเกี่ยวกับเส้นทาง การสัญจรภายในอุโมงค์รวมถึงรายงานเหตุการณ์และแจ้งเหตุฉุกเฉินในกรณีต่าง ๆ เช่น อุบัติเหตุบนท้องถนน ฝนตกหนักจนเกิดน้ำท่วมที่ท้องถนน และยังสามารถใช้เพื่อการโฆษณาต่าง ๆ ได้ด้วย

(3) แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่ทางเดินภายในอุโมงค์ยังจัดเป็นอุปกรณ์ช่วยการนำทางแก่ผู้พิการทางสายตาที่มีความจำเป็นไม่ต่างจากทางเท้าสาธารณะทั่วไป

(4) ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์ นับเป็นอุปกรณ์เพื่อการช่วยเหลือแก่ผู้ใช้งานอุโมงค์สำหรับกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินหรือเหตุด่วนในอุโมงค์เช่น การเจ็บป่วยร้ายแรงกะทันหัน อุบัติเหตุต่าง ๆ เป็นต้น

2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการสังเกตการณ์ต่าง ๆ ในอุโมงค์ แต่จะต้องมีการดำเนินการติดตั้งในตำแหน่งที่รัดกุม เหมาะสมกับการสังเกตการณ์ รวมถึงมีจำนวนกล้องวงจรปิดที่เพียงพอต่อการสังเกตการณ์ด้วย โดยเฉพาะภายในอุโมงค์บริเวณแยกจรินทร์ที่มีตำแหน่งทางขึ้นลง เส้นทางสัญจรที่ซับซ้อนมากกว่าอุโมงค์ในบริเวณอื่น ๆ

(2) ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ มีความเหมาะสมโดยเฉพาะในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินในกรณีต่าง ๆ เพื่อแจ้งเตือนวิธีปฏิบัติแก่ผู้ใช้งานอุโมงค์

(3) แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่ทางเดินภายในอุโมงค์ คืออุปกรณ์ช่วยการนำทางแก่ผู้พิการทางสายตาตามแบบทางเท้าสาธารณะในปัจจุบัน

(4) ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์ นับเป็นอุปกรณ์เพื่อการช่วยเหลือแก่ผู้ใช้งานอุโมงค์สำหรับกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินหรือเหตุด่วนในอุโมงค์ควรติดตั้งในตำแหน่งที่รัดกุม เหมาะสม และสอดคล้องกับการสังเกตการณ์ด้วยกล้องวงจรปิด

3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี ได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์ มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะภายในอุโมงค์บริเวณแยกจรินทร์ ที่คาดว่าจะมีจำนวนผู้ใช้งานมากกว่าอุโมงค์ในบริเวณอื่น ๆ

(2) ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ ประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ตลอดจนใช้แจ้งเหตุฉุกเฉินในกรณีต่าง ๆ

(3) ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์ นับเป็นอุปกรณ์เพื่อเสริมการแก้ไขเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือเหตุด่วนในอุโมงค์ที่สังเกตการณ์ด้วยกล้องวงจรปิด

4.2.2.5 ประเด็นเกี่ยวกับมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน สามารถประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) การกำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ในช่วงวันทำการมีความเหมาะสมกับการใช้งานสำหรับอุโมงค์ที่บริเวณแยกจรินทร์และที่บริเวณแยกวงเวียนบางแสน เพราะเป็นพื้นที่ที่มีการสัญจรของประชาชนทั่วไปในช่วงกลางวันเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในช่วงเช้าและช่วงเย็น แต่ไม่มีประชาชนเข้าใช้งานเป็นจำนวนมากในช่วงค่ำ จึงไม่จำเป็นต้องเปิดใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนอุโมงค์ที่บริเวณแยกตลาดปลาบางแสน อาจไม่จำเป็นต้องเปิดใช้งานในช่วงวันทำการเพราะไม่มีการสัญจรของประชาชนเป็นจำนวนมากแต่อย่างใด

(2) การกำหนดเวลาใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์มีความเหมาะสมในการรองรับการใช้งานอุโมงค์ที่บริเวณแยกจรินทร์ เพราะเป็นบริเวณที่มีการสัญจรของประชาชนทั่วไปและนักท่องเที่ยวจำนวนมากตลอดจนมีการจราจร

ที่หนาแน่นมากทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ส่วนอุโมงค์ที่บริเวณแยกวงเวียนบางแสนก็มีความเหมาะสมมากเช่นกัน เพราะเป็นพื้นที่ติดกับต้นหาดบางแสนและหาดวอนนภาซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ และยังจัดเป็นพื้นที่จัดงานเทศกาลการท่องเที่ยวในวาระโอกาสที่สำคัญอีกด้วย จึงมีนักท่องเที่ยวและยานพาหนะจำนวนมากสัญจรไปในหาดทั้งสองแห่งตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนเช่นกัน ส่วนอุโมงค์ที่บริเวณแยกตลาดปลาบางแสน นับว่ามีความเหมาะสมมากเช่นกัน เพราะเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญอีกแห่งที่มียานพาหนะและประชาชนกับนักท่องเที่ยวสัญจรผ่านไปมาอย่างหนาแน่นในช่วงวันหยุดตั้งแต่ช่วงกลางวันจนถึงกลางคืน

(3) การกำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง มีความจำเป็นและเหมาะสมอย่างยิ่งในการควบคุม กำกับให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเช่นเดียวกับการใช้งานสาธารณสมบัติอื่น ๆ ตลอดจนเพื่อเป็นการดูแลรักษาสภาพของอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดีไปตลอด

(4) การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้องนับเป็นหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความสงบเรียบร้อยและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเช่นกัน

(5) การกำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะดวกสบายเพื่อเสริมกับการกำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นเช่นกัน

(6) การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์เป็นมาตรการที่ควรทำควบคู่กันไปกับการสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นภายในอุโมงค์ด้วย

(7) การกำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดีเป็นภารกิจและหน้าที่สำคัญที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องดำเนินการอย่างเข้มแข็งเช่นเดียวกับการสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่น

2) ตัวแทนจากหน่วยงานของเทศบาลเมืองแสนสุขได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) การกำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น.ในช่วงวันทำการ การกำหนดเวลาใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์ มีความเหมาะสมในการใช้งานอุโมงค์เช่นเดียวกับตัวแทนจากกลุ่มประชาชนในเหตุผลเดียวกันกับตัวแทนจากกลุ่มประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข

(2) การกำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง มีความจำเป็นและเหมาะสมอย่างเช่นเดียวกับการสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์

(3) การกำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะดวกสบาย แต่มีข้อห่วงกังวลที่สำคัญ คือ ทั้งการกำหนดข้อห้ามและการสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นอาจจะทำได้ยาก เพราะมีผู้ใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเป็นจำนวนมากและหลากหลายโดยเฉพาะช่วงเวลากลางคืนที่เปิดใช้งานในวันหยุด และอาจกลายเป็นที่พักของคนเร่ร่อนหรือแหล่งขอทานเช่นเดียวกับบริเวณสะพานลอยก็ได้ ซึ่งจะเป็นภาระที่ยุ่งยากในการจัดการตามมาตรการเหล่านี้ให้เกิดความราบรื่นได้

(4) การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์นับเป็นมาตรการสำคัญเช่นเดียวกับการดำเนินการดูแลให้ความช่วยเหลือเหตุฉุกเฉินอื่น ๆ แก่ประชาชนทั่วไปอยู่แล้ว

(5) การกำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดีเป็นหน้าที่สำคัญของเทศบาลเมืองแสนสุข แต่มีข้อห่วงกังวลที่สำคัญเกี่ยวกับการไม่ได้รับความร่วมมือในการดูแลรักษาสภาพของอุโมงค์ข้ามถนนจากผู้ใช้งานทั้งประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยว

3) ตัวแทนจากสถานีตำรวจภูธรแสนสุข จ.ชลบุรี ได้แสดงความคิดเห็น ดังนี้

(1) มาตรการกำหนดเวลาใช้งานอุโมงค์ทั้งในช่วงวันทำการวันหยุดยาว มีความเหมาะสมในแง่ของการจัดการความปลอดภัยแก่ผู้ใช้งานเป็นอย่างดี แต่มีข้อห่วงกังวลว่าอาจมีเหตุร้ายและอาชญากรรมเกิดขึ้นได้ง่ายภายในอุโมงค์ในช่วงเวลาใช้งานในเวลากลางคืนวันหยุดดังกล่าว

(2) การกำหนดข้อห้ามและการสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นภายในอุโมงค์นอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนน และการกำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสม จัดเป็นมาตรการที่ส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และความราบรื่นในการใช้งานอุโมงค์และยังเป็นการช่วยดูแลรักษาสภาพของอุโมงค์ข้ามถนนในอีกทางหนึ่ง แต่มีข้อห่วงกังวลที่สำคัญ คือ การควบคุมกำกับปฏิบัติตามมาตรการต่าง ๆ จะเป็นภาระที่ยุ่งยาก

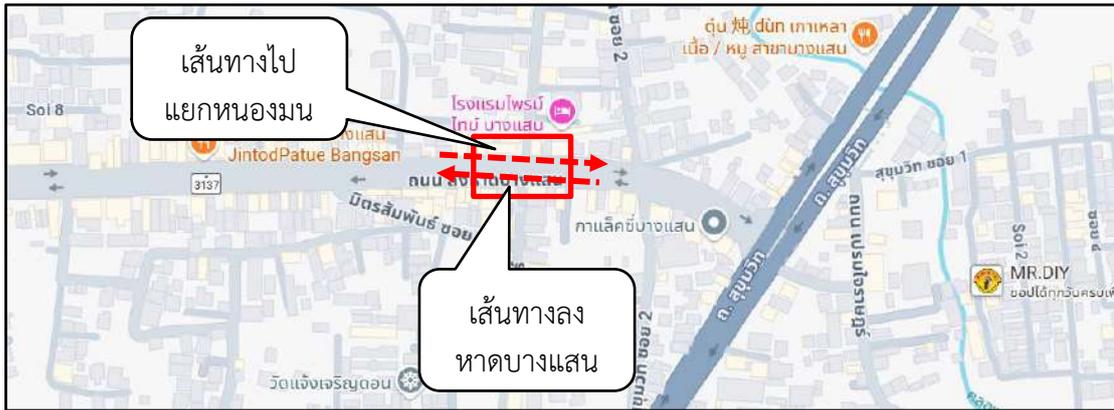
(3) การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์ควรเป็นหน้าที่ของหน่วยงานอาสาสมัครด้านเหตุฉุกเฉินที่ต้องรับผิดชอบในงานดังกล่าว

(4) กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดีเป็นหน้าที่สำคัญของเทศบาล แต่มีข้อห่วงกังวลเกี่ยวกับการดูแลรักษาสภาพของอุโมงค์ข้ามถนนที่อาจไม่มีการดำเนินการอย่างจริงจังได้

4.2.2.6 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนน สามารถประมวลจากข้อคิดเห็นของประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stake holder) ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1) ข้อเสนอแนะในการพิจารณาก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณพื้นที่อื่น ๆ ที่น่าสนใจในการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อให้ประชาชนในเทศบาลเมืองแสนสุขได้ใช้งานเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการข้ามถนนอย่างแท้จริง คือ

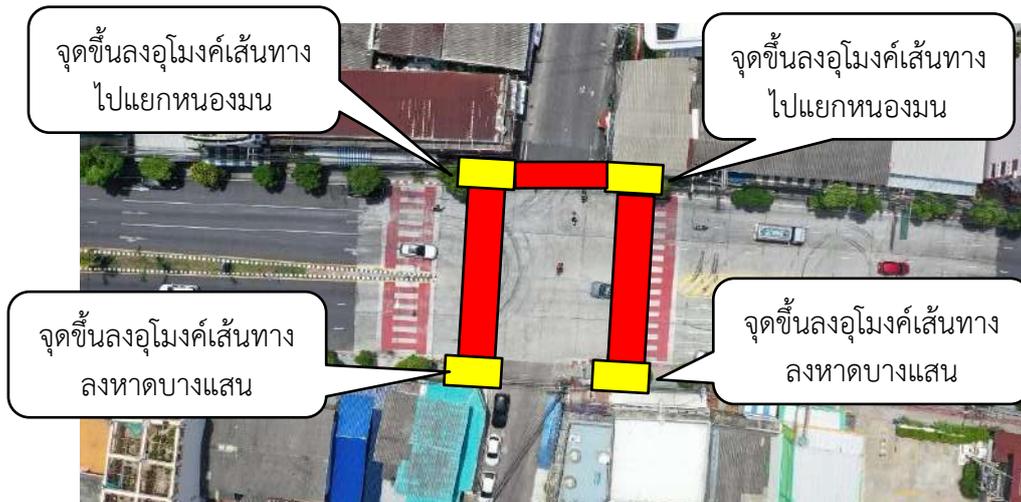
(1) บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์หรือแยกรังเร เนื่องจากเป็นทางแยกที่มีประชาชนในพื้นที่ต้องเดินข้ามถนนเป็นจำนวนมากในช่วงเช้าและเย็นในวันทำการซึ่งมีปริมาณยานพาหนะที่สัญจรเป็นจำนวนมากทั้งที่ถนนลงหาดบางแสนทั้งฝั่งขาลงมาจากสี่แยกหนองมนและฝั่งที่ขึ้นมาจากหาดบางแสนและที่สัญจรจากถนนมิตรสัมพันธ์ทั้งฝั่งที่มาจากตลาดหนองมนและวัดแจ้งเจริญตอน และจากฝั่งมาจากตำบลบ้านปึก รายละเอียดดังภาพที่ 4.35 – 4.37



ภาพที่ 4.35 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)



ภาพที่ 4.36 ภาพถ่ายมุมสูงแสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) ตามข้อเสนอแนะ

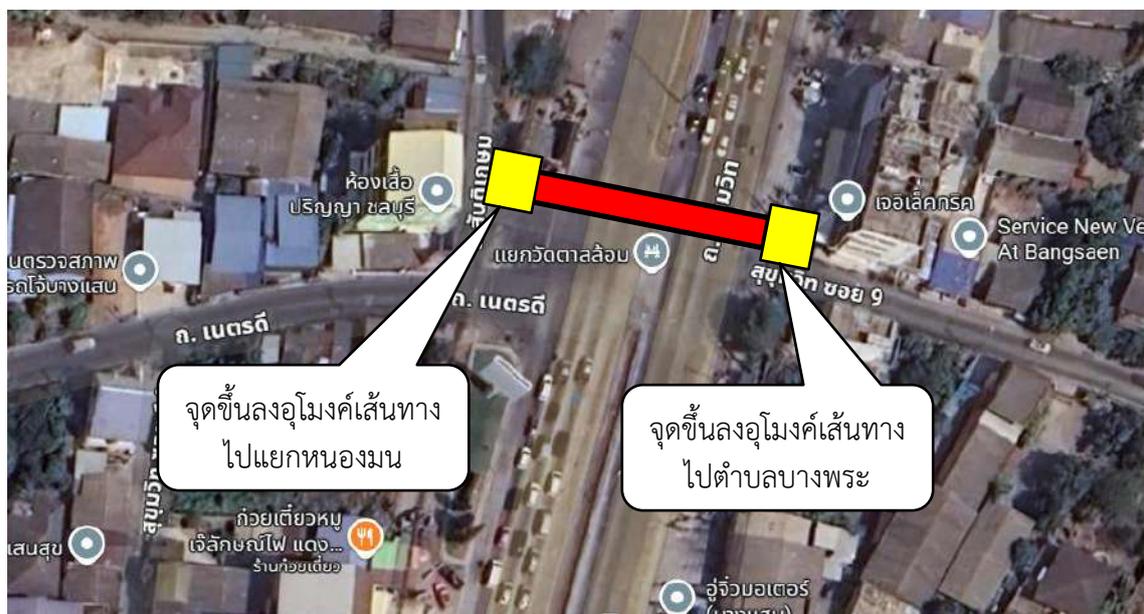


ภาพที่ 4.37 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) ตามข้อเสนอแนะ

(2) บริเวณทางแยกถนนสุขุมวิทตัดกับถนนมิตรสุขุมวิทซอย 9 และถนนเนตรดี หรือแยกวัดตาลล้อม เนื่องจากเป็นทางแยกถนนเส้นใหญ่ที่มีประชาชนในพื้นที่ต้องเดินข้ามถนนเป็นจำนวนมากในช่วงเช้าและเย็นในวันทำการ ซึ่งมีปริมาณยานพาหนะเป็นจำนวนมากทั้งที่สัญจรจากถนนสุขุมวิทฝั่งที่มายังตลาดหนองมนและฝั่งที่ไปยังตำบลบางพระ นอกจากนี้ ที่ตั้งและสภาพพื้นที่ของแยกวัดตาลล้อมยังคาดว่าจะสามารถก่อสร้างอุโมงค์ได้ง่ายกว่า รายละเอียดดังภาพที่ 4.38 - 4.39

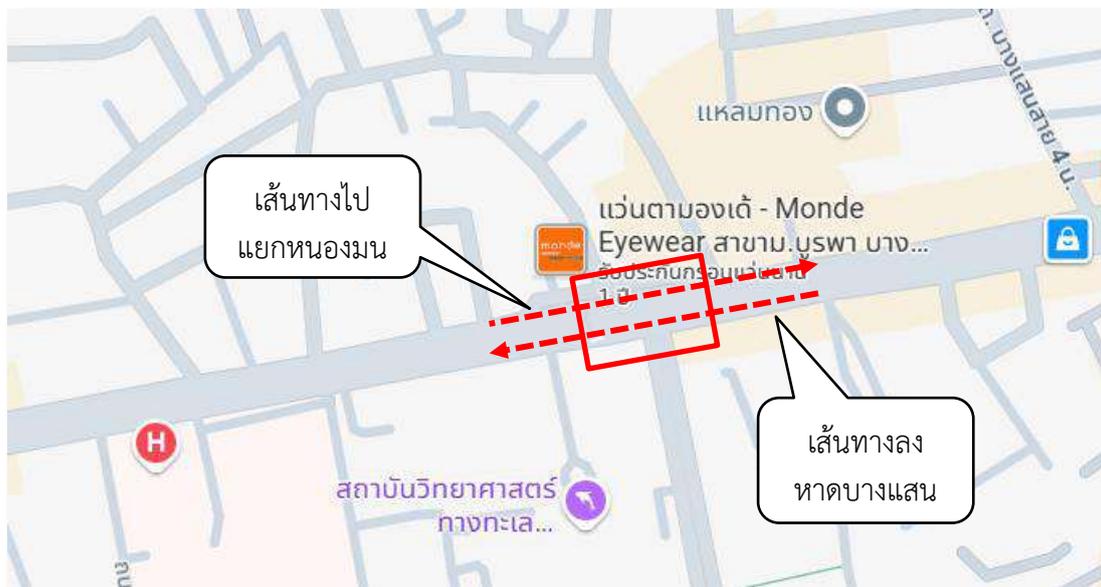


ภาพที่ 4.38 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยกถนนสุขุมวิทตัดกับถนนมิตรสุขุมวิทซอย 9 และถนนเนตรดี (แยกวัดตาลล้อม) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)

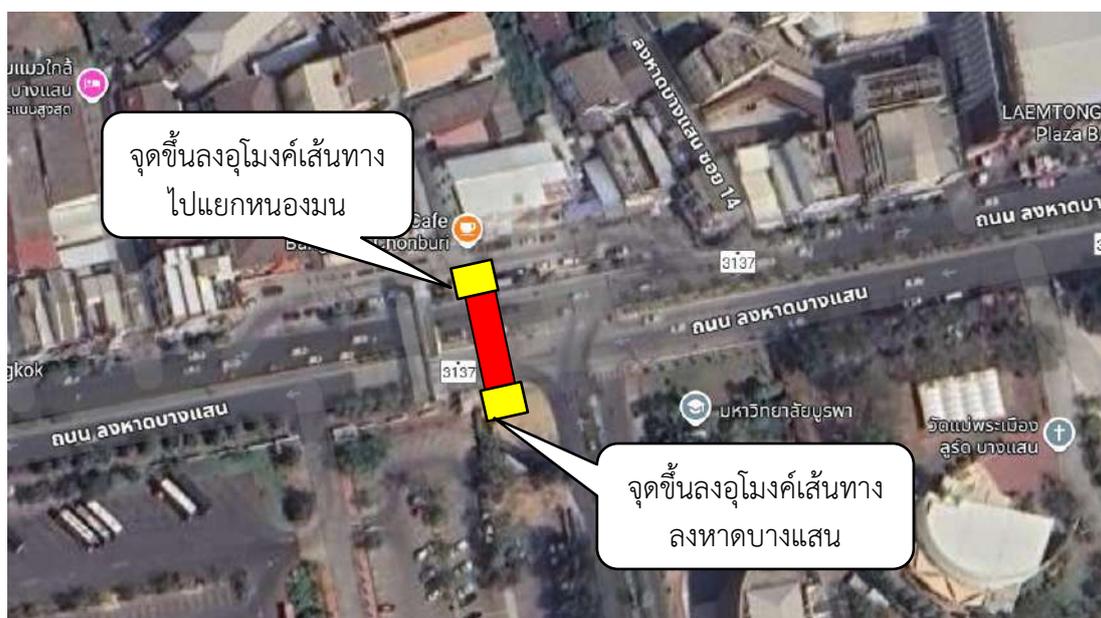


ภาพที่ 4.39 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณทางแยกถนนสุขุมวิทตัดกับถนนมิตรสุขุมวิทซอย 9 และถนนเนตรดี (แยกวัดตาลล้อม) ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)

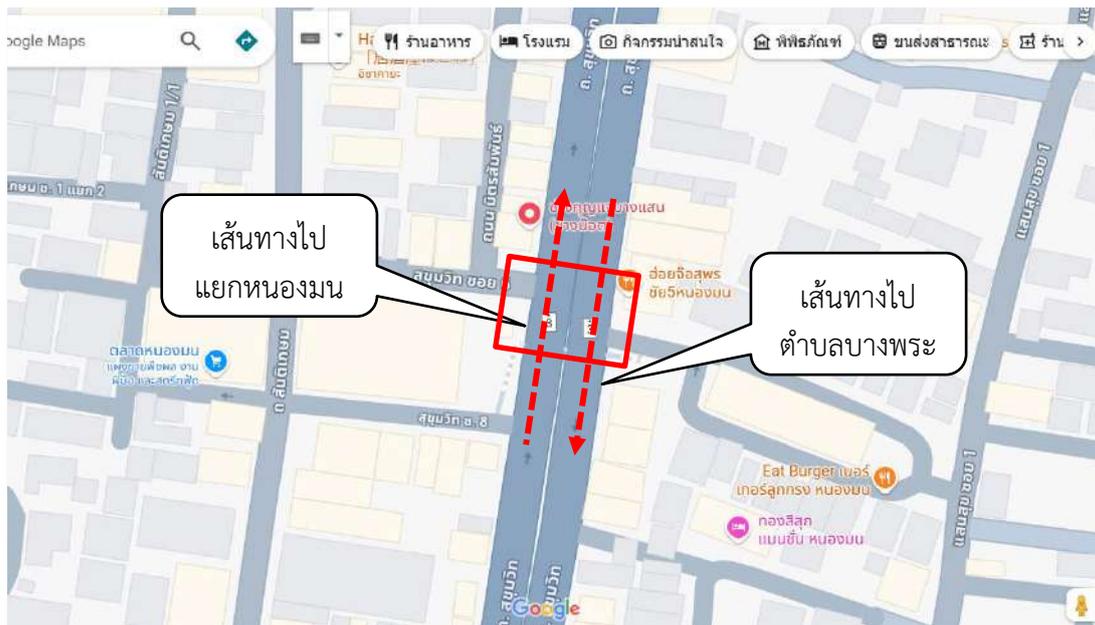
(3) บริเวณถนนลงหาดบางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา บริเวณถนนสุขุมวิท หน้าตลาดหนองมน และบริเวณถนนสุขุมวิทตัดกับถนนลงหาดบางแสนหรือแยกหนองมน ซึ่งทั้ง 3 จุด แม้จะมีสะพานลอยให้ใช้เดินข้ามถนนแล้ว แต่มีอุปสรรคในการใช้งานข้ามถนนจากความไม่สะดวก และข้อจำกัดหลาย ๆ ประการ อุโมงค์ข้ามถนนจึงคาดว่าน่าที่จะมีความเหมาะสมมากกว่าในการใช้งานข้ามถนน รายละเอียดดังภาพที่ 4.40 - 4.45



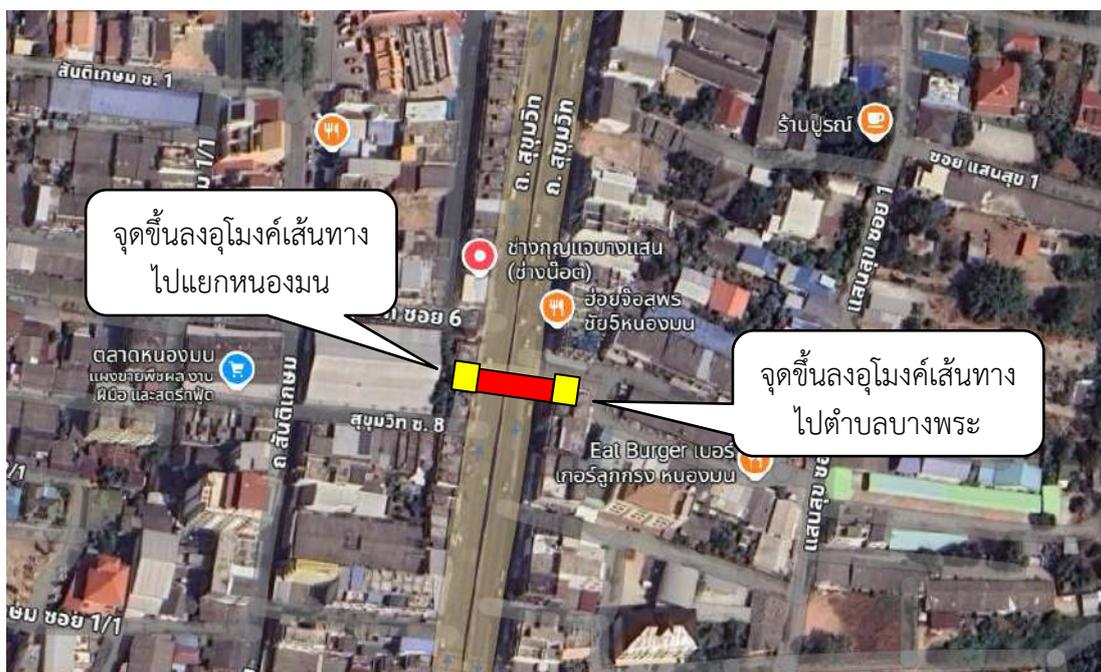
ภาพที่ 4.40 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนลงหาดบางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)



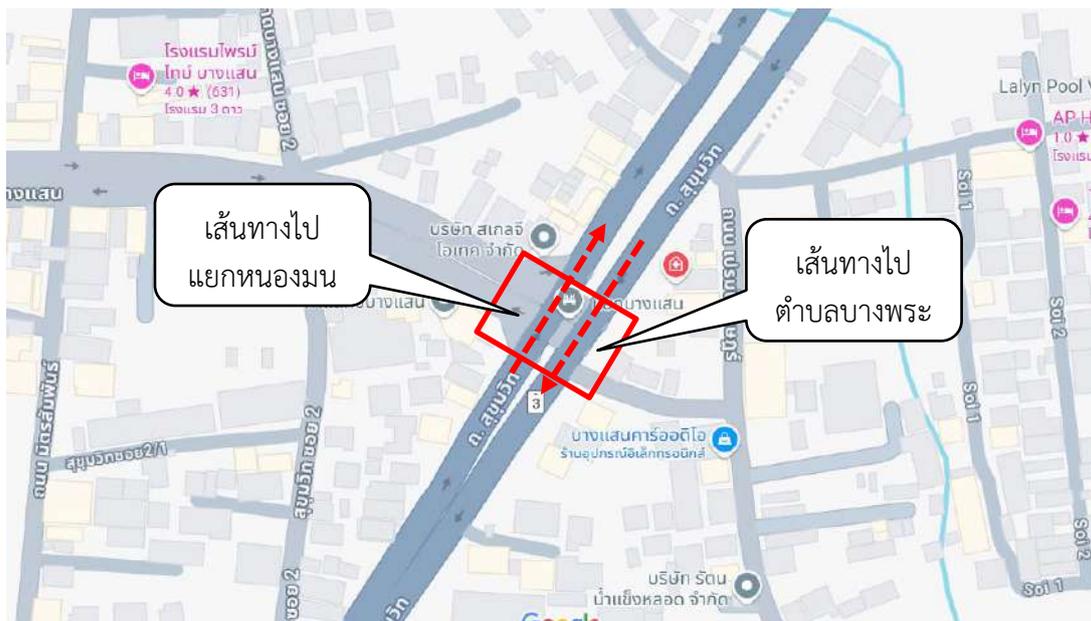
ภาพที่ 4.41 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณถนนลงหาดบางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)



ภาพที่ 4.42 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนสุขุมวิทหน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)



ภาพที่ 4.43 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง บริเวณถนนสุขุมวิทหน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)

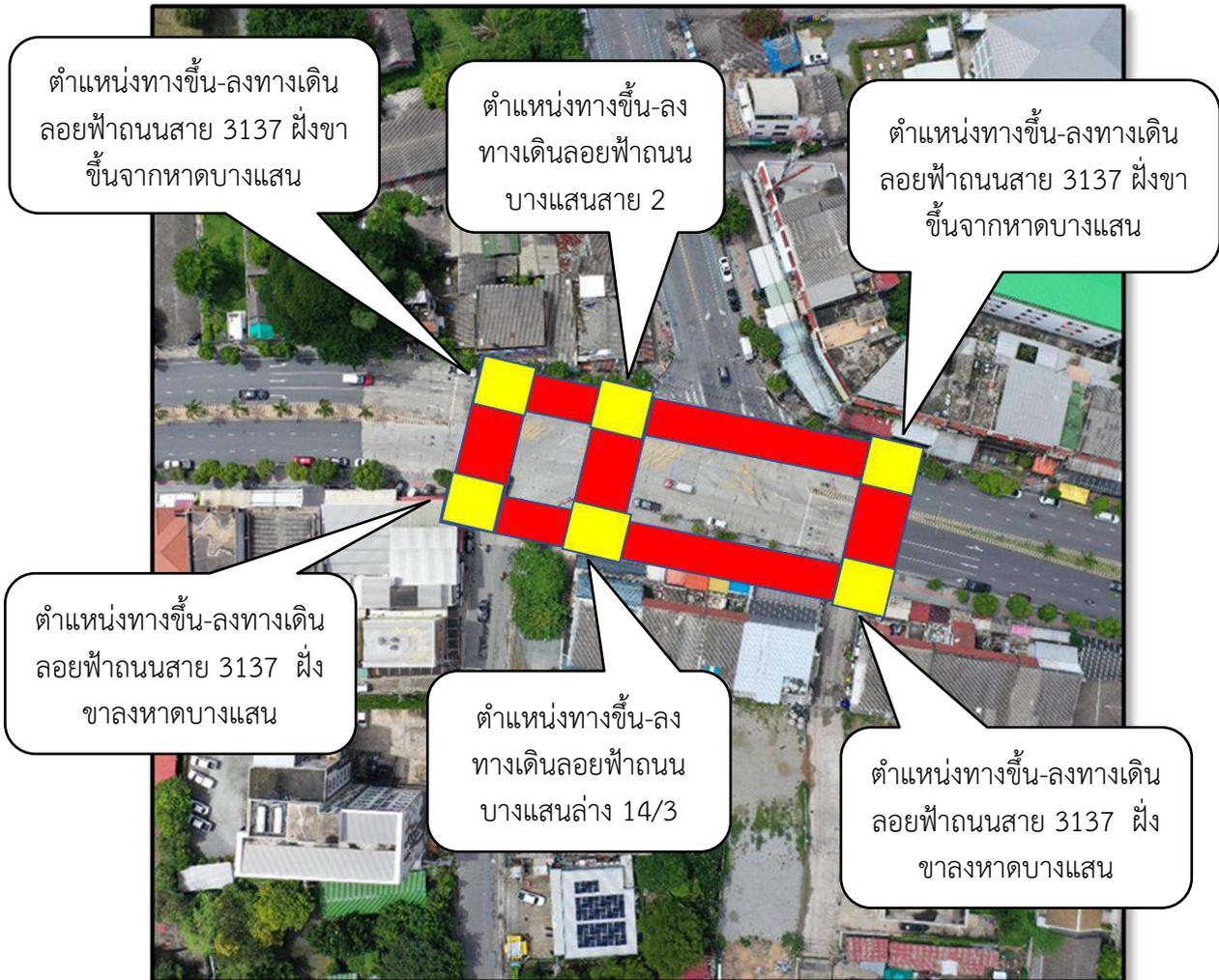


ภาพที่ 4.44 แผนที่แสดงพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณถนนสุขุมวิทหน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)



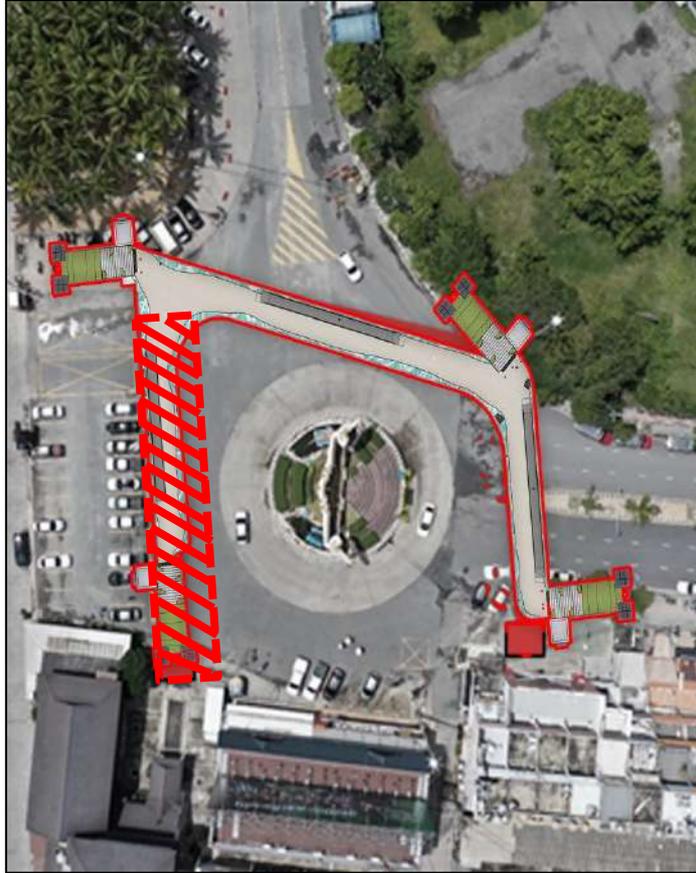
ภาพที่ 4.45 ตำแหน่งของอุโมงค์และทางขึ้นลงแบบภาพร่าง ถนนบริเวณถนนสุขุมวิทหน้าตลาดหนองมน ตามข้อเสนอแนะ (ภาพจาก Google map)

2) ข้อเสนอแนะในการพิจารณาก่อสร้างสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่น่าสนใจในการก่อสร้างแทนการสร้างอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกจรินทร์ คือ การสร้างทางเดินลอยฟ้า (Sky walk) ให้สามารถเดินข้ามถนน ณ จุดตัดต่าง ๆ ที่บริเวณแยกจรินทร์ได้โดยรอบอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสามารถทำการออกแบบและทำการก่อสร้างที่ง่ายกว่าและไม่ซับซ้อนในการใช้งานและการดูแลรักษา อย่างไรก็ตาม ทางเดินลอยฟ้าก็ยังจำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานเช่นเดียวกับอุโมงค์ข้ามถนน คือ บันไดเลื่อนและลิฟต์ ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์ รายละเอียดดังภาพที่ 4.46



ภาพที่ 4.46 แสดงตำแหน่งทางเดินลอยฟ้า (Sky walk) บริเวณแยกจรินทร์ ตามข้อเสนอแนะ

3) ข้อเสนอแนะในการพิจารณาก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ให้สมควรไม่ต้องทำทางอุโมงค์ที่ลอดใต้ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนบริเวณหาดบางแสน เนื่องจากเป็นเส้นทางผ่านถนนบางแสนสาย 1 ที่ตัดไปยังหาดวอนนภาซึ่งมีขนาดไม่กว้างมาก และยังเป็นพื้นที่ขนานไปกับที่จอดรถของร้านกาแฟซึ่งไม่มียานพาหนะวิ่งผ่านโดยตรง รายละเอียดดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.47 ตำแหน่งของอุโมงค์บริเวณแยกวงเวียนบางแสนที่ตัดอุโมงค์ที่ลอดใต้ถนนสาย 3137 ฝั่งขาลงหาดบางแสนบริเวณหาดบางแสนตามข้อเสนอแนะ

4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

4.3.1 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม จากการนำแบบสอบถามที่ผ่านค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) และการทดลองใช้ (Try Out) กับประชากรกลุ่มทดลองแล้วไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง 385 ราย สามารถจำแนกรายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 4.12 – 4.15

ตารางที่ 4.12 จำนวนและร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

เพศ		รวม	
ชาย	หญิง		
จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
151	39.22	234	60.78
		385	100.00

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60 และรองลงมาเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 40

ตารางที่ 4.13 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
17 - 30 ปี	104	26.01
31 - 40 ปี	83	21.56
41 - 50 ปี	59	15.32
51 - 60 ปี	59	15.32
มากกว่า 60 ปีขึ้นไป	80	20.78
รวม	385	100.00

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในช่วงอายุ 17 - 30 ปีเป็นสัดส่วนที่มีจำนวนมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 26.01 ช่วงอายุ มากกว่า 60 ปีขึ้นไป เป็นสัดส่วนที่มีจำนวนรองลงมา คิดเป็นร้อยละ 20.78 ช่วงอายุ 31 - 40 ปี เป็นสัดส่วนที่มีจำนวนถัดมา คิดเป็นร้อยละ 21.56 ช่วงอายุ 41 - 50 ปีและ 51 - 60 ปี เป็นสัดส่วนที่มีจำนวนเท่ากัน คือ คิดเป็นร้อยละ 15.32

ตารางที่ 4.14 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
มัธยมศึกษาตอนต้น	85	22.08
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	106	27.53
อนุปริญญา/ปวส.	45	11.69
ปริญญาตรี	117	30.39
สูงกว่าปริญญาตรี	32	8.31
อื่น (ไปตระบุ)	0	0.00
รวม	385	100.00

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นสัดส่วนที่มีจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30.39 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. เป็นสัดส่วนที่มีจำนวนรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 27.53 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นสัดส่วนที่มีจำนวนถัดมา คิดเป็นร้อยละ 22.08 ลำดับต่อมา คือ จบการศึกษาระดับอนุปริญญา/ปวส.เป็นสัดส่วนร้อยละ 11.69 และลำดับสุดท้าย คือ จบการศึกษาระดับสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 8.31

ตารางที่ 4.15 จำนวน และร้อยละของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามภูมิลำเนาที่อยู่อาศัย

ภูมิลำเนาที่อาศัยอยู่	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
อาศัยอยู่ใน จ.ชลบุรี	372	96.62
อาศัยอยู่นอก จ.ชลบุรี	13	3.38
รวม	385	100.00

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ใน จ.ชลบุรี คือ ร้อยละ 96.62 ซึ่งมากกว่าประชากรกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่นอก จ.ชลบุรี คือ ร้อยละ 3.38

4.3.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี โดยโปรแกรมทางสถิติ Jamovi จากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ที่พัฒนาขึ้นจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ถึงอิทธิพลของตัวแปรแฝงภายนอกซึ่งประกอบด้วย ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ที่มีต่อตัวแปรแฝงภายใน คือ ระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี และทำการวิเคราะห์รูปแบบ ๆ โดยโปรแกรมสถิติ Jamovi ซึ่งสามารถอธิบายถึงอิทธิพลดังต่อไปนี้

4.3.2.1 ชื่อตัวแปรที่ถูกกำหนดเพื่อการวิเคราะห์อิทธิพลในโปรแกรมสถิติลิสเรล รายละเอียดดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 รายละเอียดชื่อตัวแปรที่ถูกกำหนดเพื่อการวิเคราะห์อิทธิพลในโปรแกรมสถิติ Jamovi

ชื่อตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์อิทธิพลในโปรแกรมสถิติ Jamovi	ชื่อตัวแปรตามงานวิจัย
Location	ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน
Physical	ปัจจัยด้านโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของอุโมงค์ข้ามถนน
Facility	ปัจจัยการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
Security	ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
Measurement	ปัจจัยด้านมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
Ready	ระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

จากตารางที่ 4.16 ประกอบด้วยตัวแปรแฝงภายใน Location คือ ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน Physical คือ ปัจจัยด้านรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน Facility คือ ปัจจัยการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน Security คือ ปัจจัยด้านการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน Measurement คือ ปัจจัยด้านมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และ Ready คือ ระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

ตารางที่ 4.17 รายละเอียดชื่อและจำนวนตัวแปรที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี โดยโปรแกรมสถิติ Jamovi

ชื่อตัวแปรตามโปรแกรมสถิติ Jamovi	รายละเอียด	จำนวน
Number of Input Variables	ตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด	29
Number of X – Variables	ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก	26
Number of Y– Variables	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน	3
Number of KSI - Variables	ตัวแปรแฝงภายนอก	5
Number of ETA Variables	ตัวแปรแฝงภายใน	1
Number of Observations	จำนวนตัวอย่าง	385

จากตารางที่ 4.17 อธิบายว่า ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในโปรแกรมสถิติ Jamovi ประกอบด้วย ตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด (Input Variables) จำนวน 29 ตัว, จำแนกออกเป็น ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X – Variables) จำนวน 26 ตัว, ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y – Variables) จำนวน 3 ตัว, ตัวแปรแฝงภายนอก (KSI - Variables) จำนวน 5 ตัว, ตัวแปรแฝงภายใน (ETA - Variables) จำนวน 1 ตัว และจำนวนตัวอย่าง (Observations) 385 ราย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอิทธิพลของตัวแปรแฝงภายในและตัวแปรแฝงภายนอกด้วยโปรแกรมทางสถิติ Jamovi สามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 4.18 และภาพที่ 4.19

4.3.2.2 ผลการวิเคราะห์รูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นำมาใช้ พิจารณาได้จากตารางที่ 4.18 ดังนี้

ตารางที่ 4.18 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
χ^2 - test /df	1.40	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.092	> 0.05	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.997	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.021	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.033	=/> 0.94	สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ (χ^2 - test /df) เท่ากับ 1.40 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.092 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.997 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.033 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

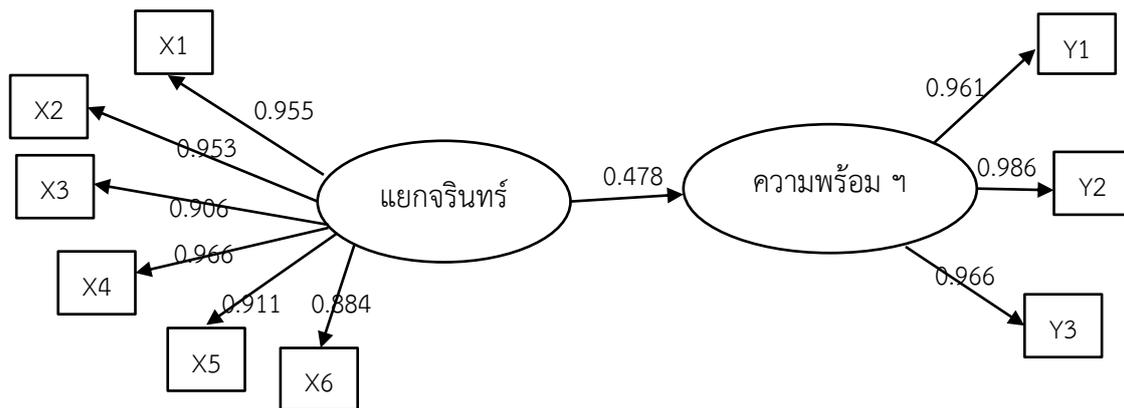
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.022 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน บริเวณแยกจรีนทร์กับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดีมาก

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกจรีนทร์) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (แยกจรีนทร์) พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.19 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกจรีนทร์) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.478 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.48

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์(แยกจรีนทร์) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์ (แยกจรีนทร์)

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกจรีนทร์)	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์ (แยกจรีนทร์)
X1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.913	0.955	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึง	0.924	0.961
X2 ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.908	0.953	ความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน		
X3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	0.822	0.906	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดใน	0.972	0.986
X4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.933	0.966	มาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน		
X5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.784	0.911	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.871	0.933
X6 ข้อกำหนดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน	1.00	0.886			



ภาพที่ 4.48 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกจรีนทร์) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

2) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นำมาใช้พิจารณาได้จากตารางที่ 4.20 ดังนี้

ตารางที่ 4.20 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
χ^2 - test /df	1.39	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.098	> 0.05	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.016	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.032	=/> 0.94	สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ (χ^2 - test /df) เท่ากับ 1.39 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการ

โครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.098 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

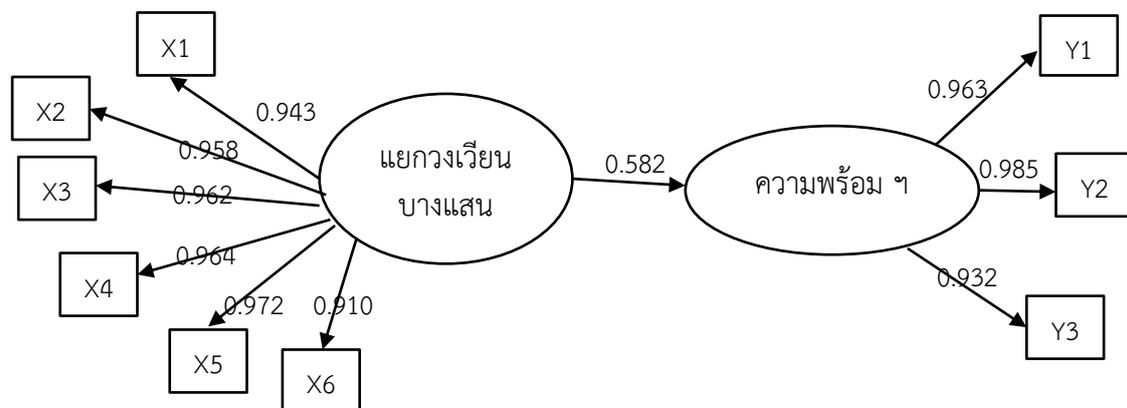
(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.016 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.032 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณแยกวงเวียนบางแสนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดีมาก

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.21 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนใน

เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.582 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.49



ภาพที่ 4.49 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์ (แยกวงเวียนบางแสน)

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุการณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์(แยกวงเวียนบางแสน)	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุการณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ (แยกวงเวียนบางแสน)
X1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.889	0.943	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึง	0.926	0.963
X2 ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.918	0.958	ความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน		
X3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	0.926	0.962	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดใน	0.969	0.985
X4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.929	0.964	มาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน		
X5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.945	0.972	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.868	0.932
X6 ข้อกำหนดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน	0.828	0.910			

3) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นำมาใช้พิจารณาได้จากตารางที่ 4.23 ดังนี้

ตารางที่ 4.22 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
$\chi^2 - \text{test/df}$	1.55	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.098	> 0.050	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.996	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.998	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.008	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.038	=/> 0.94	สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ ($\chi^2 - \text{test /df}$) เท่ากับ 1.55 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.098 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.050 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.996 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาด

ปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.998 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.008 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

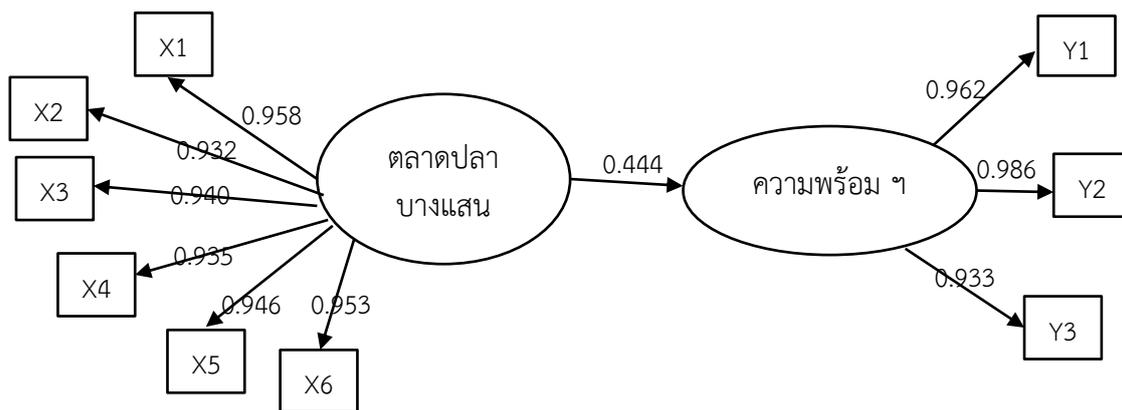
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.038 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณตลาดปลาบางแสนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดีมาก

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.23 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.444 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.50

ตารางที่ 4.23 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) และค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน)

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์ พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปร แฝงที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน)	ตัวแปรสังเกตได้ ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์ พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝง ความพร้อม ฯ (ตลาด ปลาบางแสน)
X1 โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวใน การใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.918	0.958	Y1 ความตระหนัก และเข้าใจถึง	0.925	0.962
X2 ความปลอดภัยของประชาชนและ นักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.868	0.932	ความสำคัญของการ ใช้อุโมงค์ข้ามถนน		
X3 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของ อุโมงค์ข้ามถนน	0.884	0.940	Y2 การปฏิบัติตาม ข้อกำหนดใน	0.972	0.986
X4 การช่วยลดความติดขัดการจราจรใน ช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งาน ของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้าม ถนน	0.874	0.935	มาตรการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนน		
X5 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการ ท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและ นักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน	0.896	0.946	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ ข้ามถนน	0.870	0.933
X6 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการ จัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน	0.909	0.953			



ภาพที่ 4.50 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝงที่ตั้งอุโมงค์ (ตลาดปลาบางแสน) ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

4.3.2.3 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงที่ตั้งของอุโมงค์ คือ บริเวณแยกจรินทร์ แยกวงเวียนบางแสน และตลาดปลาบางแสน ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงที่ตั้งของอุโมงค์ต่อความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

ที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน	ค่าอิทธิพล
บริเวณแยกจรินทร์	0.478
แยกวงเวียนบางแสน	0.582
ตลาดปลาบางแสน	0.444

4.3.2.4 ผลการวิเคราะห์รูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี สามารถสรุปรายละเอียด ดังนี้

1) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นำมาใช้ พิจารณาได้จากตารางที่ 4.25 ดังนี้

ตารางที่ 4.25 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
χ^2 - test /df	1.60	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.091	> 0.050	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.997	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.006	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.040	=/> 0.94	ไม่สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ (χ^2 - test /df) เท่ากับ 1.39 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.091 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.997 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.006 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

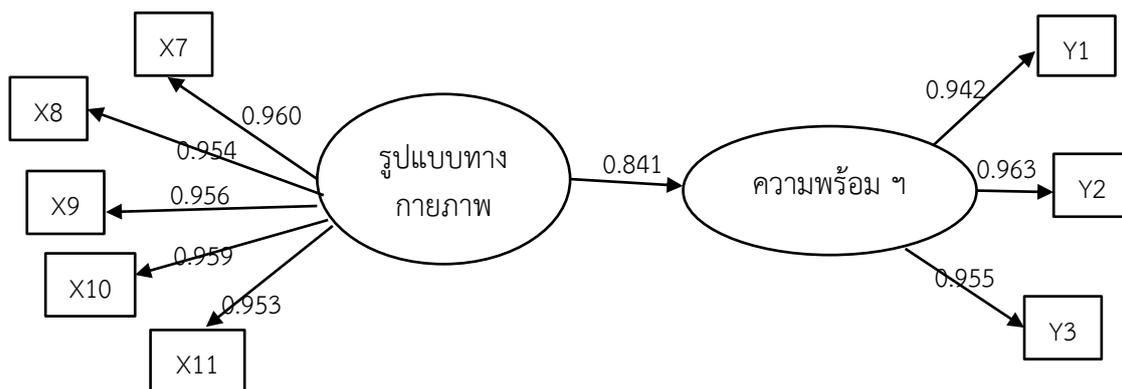
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.040 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดี

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์ พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.26 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.841 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.51

ตารางที่ 4.26 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
X7 ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน	0.921	0.960	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึง	0.927	0.942
X8 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	0.911	0.954	ความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน		
X9 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน	0.915	0.956	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดใน	0.887	0.963
X10 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนังเพดาน และทางเดินของอุโมงค์	0.920	0.959	มาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน		
X11 โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน	0.907	0.953	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.913	0.955



ภาพที่ 4.51 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝงรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

2) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนตามค่าดัชนีที่นำมาใช้ พิจารณาได้จากตารางที่ 4.27 ดังนี้

ตารางที่ 4.27 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
χ^2 - test	1.62	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.103	> 0.50	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.997	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.004	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.040	=/> 0.94	ไม่สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ (χ^2 - test /df) เท่ากับ 1.62 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.103 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.997 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.004 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

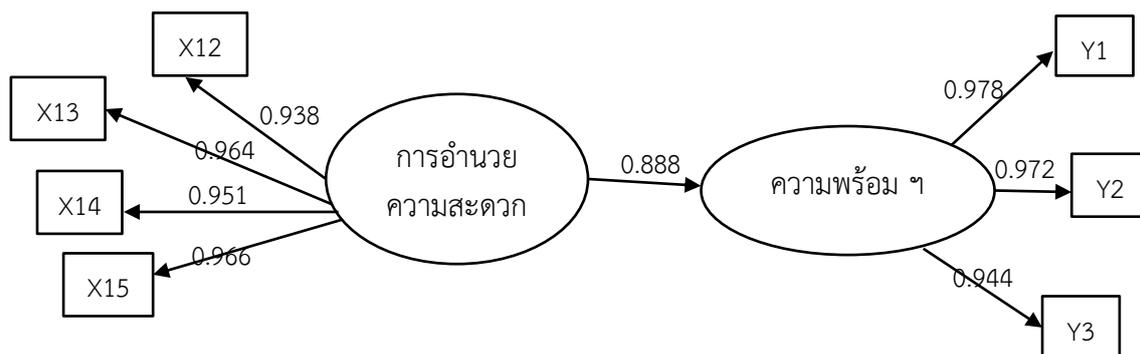
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.040 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดี

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.28 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.880 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.52

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรการอำนวยความสะดวก	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
X12 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน	0.880	0.938	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.956	0.978
X13 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์	0.930	0.964	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.944	0.972
X14 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์	0.904	0.951	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.890	0.944
X15 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรภายในอุโมงค์	0.932	0.966			



ภาพที่ 4.52 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นิยมนำมาใช้พิจารณาได้จากตารางที่ 4.29 ดังนี้

ตารางที่ 4.29 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
$\chi^2 - \text{test/df}$	1.05	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.393	> 0.50	ไม่สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	1.000	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	1.000	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	1.000	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.005	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.012	=/> 0.94	ไม่สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ ($\chi^2 - \text{test /df}$) เท่ากับ 1.62 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.393 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.50 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 1.000 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 1.000 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 1.000 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.005 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

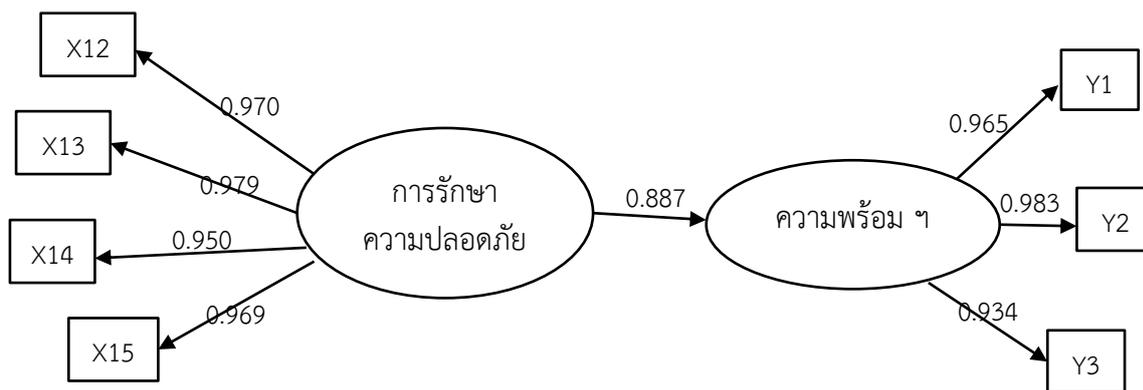
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.012 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดี

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ฯ ในการใช้อุโมงค์ พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.30 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.877 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.53

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุการณ์ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรการรักษาความปลอดภัย	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุการณ์ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน
X16 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์	0.940	0.970	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.931	0.965
X17 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ	0.958	0.979			
X18 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์	0.903	0.950	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.966	0.983
X19 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์	0.940	0.969	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.872	0.934



ภาพที่ 4.53 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝงการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

4) ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตามค่าดัชนีที่นำมาใช้ พิจารณาได้จากตารางที่ 4.31 ดังนี้

ตารางที่ 4.31 ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

ดัชนีความสอดคล้อง	ค่าที่ได้	เกณฑ์*	ผล
χ^2 - test /df	1.42	< 2.00	สอดคล้อง
P Value	0.090	> 0.50	สอดคล้อง
Comparative Fit Index (CFI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.997	> 0.94	สอดคล้อง
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.999	> 0.94	สอดคล้อง
Standardized Root Mean Square Residual (SRMR)	0.005	=/< 0.080	สอดคล้อง
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.033	=/> 0.94	ไม่สอดคล้อง

* Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). (page 642)

(1) ค่าสถิติไคสแควร์หารด้วยค่าองศาความเป็นอิสระ (χ^2 - test /df) เท่ากับ 1.62 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการ

โครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(2) ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลลัพธ์ (P value) เท่ากับ 0.090 ซึ่งเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 2.00 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(3) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (CFI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(4) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพัทธ์ (TLI) เท่ากับ 0.997 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(5) ค่าดัชนีความไม่ศูนย์กลางสัมพัทธ์ (RNI) เท่ากับ 0.999 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่า 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

(6) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนในรูปความคลาดเคลื่อน (SRMR) เท่ากับ 0.005 ซึ่งค่าของเกณฑ์มาตรฐาน ที่กำหนดให้ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.08 จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

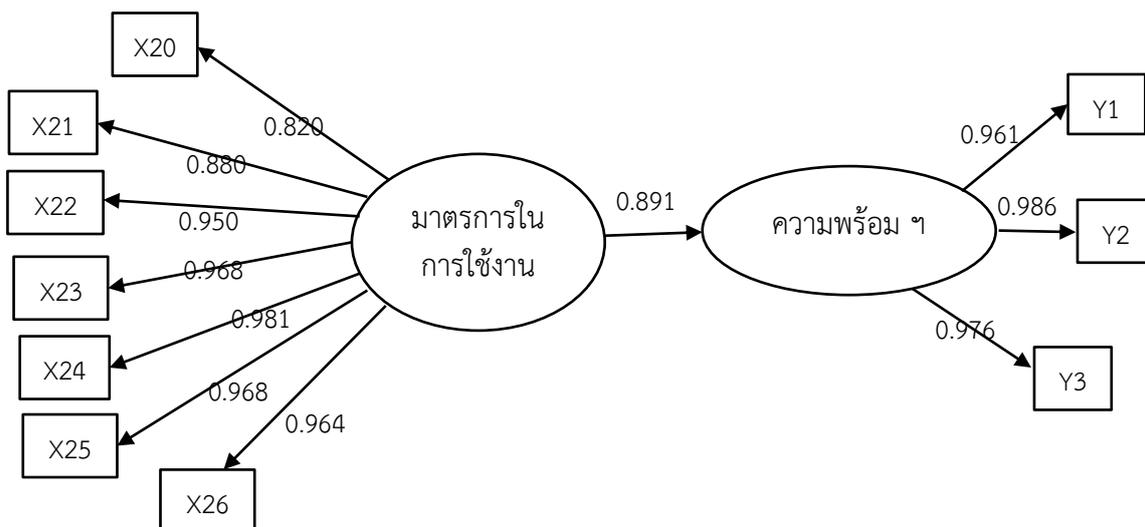
(7) ค่ารากที่สองของความเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.033 ซึ่งอยู่ในระหว่างค่าของเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.94 ขึ้นไป จึงพิจารณาได้ว่ารูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อม ๆ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

สรุปได้ว่า โดยภาพรวมจากรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนกับระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีผลความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในระดับดี

(8) ผลการวัดค่าอิทธิพลของของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์ พิจารณาได้ว่าอยู่ในระดับสูงทุกตัวคือ ตั้งแต่ 0.900 ขึ้นไป ดังตารางที่ 4.32 และค่าอิทธิพลของตัวแปรแฝงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี เท่ากับ 0.877 และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ดังภาพที่ 4.54

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าอิทธิพลของตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X) ต่อตัวแปรแฝงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและค่าอิทธิพลตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y) ต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์

ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก (X)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงมาตรการในการใช้งาน	ตัวแปรสังเกตได้ภายใน (Y)	ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R ²)	ค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความพร้อม ๆ ในการใช้อุโมงค์
X20 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ช่วงเวลา 6-18 น. ในวันทำการ	0.673	0.820	Y1 ความตระหนักและเข้าใจถึง	0.923	0.961
X21 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์	0.775	0.880	ความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน		
X22 กำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง	0.903	0.950			
X23 การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์	0.937	0.968	Y2 การปฏิบัติตามข้อกำหนดใน	0.972	0.986
X24 กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะดวกสบาย	0.962	0.981	มาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน		
X25 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน	0.937	0.968	Y3 จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน	0.874	0.935
X26 กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี	0.930	0.964			



ภาพที่ 4.54 สรุปความสัมพันธ์ของอิทธิพลตามรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ตัวแปรแฝง มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

4.3.2.5 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนน คือ รูปแบบทางกายภาพ การอำนวยความสะดวก การรักษาความปลอดภัย และมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนต่อความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 เปรียบเทียบค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนต่อความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

รูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์	ค่าอิทธิพล
รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	0.841
การอำนวยความสะดวกในอุโมงค์ข้ามถนน	0.888
การรักษาความปลอดภัยในอุโมงค์ข้ามถนน	0.887
มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	0.891

จากตารางที่ 4.33 ค่าอิทธิพลตัวแปรแฝงที่ตั้งของอุโมงค์ คือ บริเวณแยกจรินทร์และตลาดปลาบางแสน ต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี มีค่าอิทธิพลในระดับที่ต่ำกว่า 0.50 ในขณะที่แยกวงเวียนบางแสน มีค่าอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงระดับความพร้อม ฯ ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในระดับที่มากกว่า 0.50 ส่วนตัวแปรแฝงรูปแบบแนวคิดเบื้องต้น (Concept design) ของอุโมงค์ข้ามถนนทุกตัว คือ รูปแบบทางกายภาพ การอำนวยความสะดวก การรักษาความปลอดภัย และมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีอิทธิพลต่อความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ในระดับสูงกว่า 0.80 และตัวแปรแฝงมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีค่าอิทธิพลสูงสุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

“การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่สอดคล้องกับความต้องการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยว เพื่อประยุกต์ใช้แนวคิดระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคม (Societal Readiness: SRL) ดำเนินการวิจัยโดยการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมและการออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนในการศึกษานี้เป็นการออกแบบตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยเทคนิคจัดลำดับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และการสร้างรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) เพื่อประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งได้ผลการศึกษาที่สามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1 การออกแบบอุโมงค์ข้ามทางแยก

การพิจารณาพื้นที่เพื่อการกำหนดอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนมากที่สุด ได้แก่ ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ซึ่งมีความหนาแน่นของการจราจรสูงและมีการสัญจรของประชาชนหนาแน่นในทุกช่วงเวลา รองลงมาคือ ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) และถัดมา คือ ถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 บริเวณที่ตั้งของตลาดปลาบางแสน

การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนในการศึกษานี้เป็นการออกแบบตามรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ซึ่งยังไม่ได้ออกแบบไปถึงรายละเอียดในแบบสถาปัตยกรรม (architectural drawing) แบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) สำหรับพื้นที่ที่เลือกเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาทั้ง 3 แห่ง โดยยังคำนึงถึงการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Universal Design ที่เน้นการออกแบบสภาพแวดล้อมที่ทุกคนสามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่างเท่าเทียม (Steinfeld & Maisel, 2012) และสอดคล้องกับหลักการของ Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED) ที่เน้นการออกแบบสภาพแวดล้อมเพื่อป้องกันอาชญากรรม (Cozens et al., 2005) ซึ่งได้รูปแบบของอุโมงค์ที่สอดคล้องกับหลักการออกแบบเพื่อคนทุกคนที่มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ตำแหน่งทางขึ้นลงอุโมงค์ ที่คำนึงถึงการไหลของการจราจรและพฤติกรรมสัญจรของผู้ใช้งาน
- 2) บันไดเลื่อนและลิฟต์ สำหรับอำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการ ผู้สูงอายุ และผู้ที่ต้องหอบหิ้วสัมภาระ
- 3) ทางเดินและทางเลื่อนอัตโนมัติ ภายในอุโมงค์เพื่อความสะดวกสบายในการสัญจร
- 4) ระบบแสงสว่างและระบายอากาศ ที่เพียงพอต่อการใช้งานในการสัญจรภายในอุโมงค์
- 5) กล้องวงจรปิดและระบบเสียงตามสาย เพื่อความปลอดภัยและการสื่อสารข้อมูลต่าง ๆ ภายในอุโมงค์

6) ป้ายบอกเส้นทางสัญญาณภายในอุโมงค์ที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายเพื่อการสัญญาณในอุโมงค์ที่ถูกต้องและรัดกุม

7) การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่บริเวณทางลงและขึ้นจากอุโมงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างและระบายอากาศในอุโมงค์

8) การตกแต่งภายในอุโมงค์ที่สะท้อนเอกลักษณ์ของหาดบางแสนเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลของเทศบาลเมืองแสนสุข

จากการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 รายเกี่ยวกับรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ของอุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง ซึ่งได้ให้คะแนนและข้อคิดเห็นถึงรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนนตามหัวข้อที่กำหนด ดังนี้

1) ความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า ความปลอดภัยของผู้ใช้งานได้รับคะแนนความเหมาะสมสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 7.33) การช่วยลดความตึงเครียดของการจราจรได้รับคะแนนค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 6.67) และข้อจำกัดในการก่อสร้างได้รับคะแนนต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย 5.33)

2) ความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า การช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 7.00) และความปลอดภัยและการลดปัญหาจราจรได้รับคะแนนในระดับที่ดี (ค่าเฉลี่ย 6.67-7.00)

3) ความเหมาะสมของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 7.67) ตำแหน่งทางขึ้นลงและป้ายสัญลักษณ์ได้รับคะแนนในระดับดี (ค่าเฉลี่ย 7.00)

4) ความเหมาะสมในการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า กล้องวงจรปิดได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 7.67) และระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือได้รับความสำคัญที่สูง (ค่าเฉลี่ย 5.33) c)Jtแผนทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตาได้รับคะแนนค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 7.00)

5) ความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า การกำหนดให้ใช้งานตลอดเวลาในวันหยุดได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 8.00) รวมถึงมาตรการต่างๆ เช่น การห้ามกิจกรรมอื่น การสอดส่อง และการรักษาความสะอาด ได้รับคะแนนในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 7.33-7.67)

6) ความเหมาะสมของความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า การปฏิบัติตามข้อกำหนดได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 7.33) ความตระหนักและความเข้าใจได้รับคะแนนค่อนข้างสูง (ค่าเฉลี่ย 7.00)

จากการทบทวนรูปแบบแนวคิดของอุโมงค์ข้ามถนนนี้ พบว่า สอดคล้องกับแนวคิดของ พล.ต.ต.ปิยะ ต๊ะวิชัย (ม.ป.ป.) ที่ระบุว่า การจัดสิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนควรสัมพันธ์กับลักษณะการจราจรและปริมาณคนเดินเท้า โดยพื้นที่แยกจจรินทร์มีความหนาแน่นสูงจึงเหมาะสมที่สุดในการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนน และมีความสอดคล้องกับสอดคล้องกับงานของ วรวิทย์ เกรียงเกษม (2558) ที่ได้เสนอว่าสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนเดินเท้าต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวก และความสวยงาม เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนใช้งานจริง นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะเรื่องการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด (แยกวงเวียนบางแสน) สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์บริบทพื้นที่อย่างรอบด้าน ทั้งในแง่ปริมาณผู้ใช้งาน ปัญหาจราจร ต้นทุนการก่อสร้าง และศักยภาพในการดึงดูดนักท่องเที่ยว ซึ่งสอดคล้องกับหลักการวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งโครงการโครงสร้างพื้นฐาน (Vuchic, 2005)

5.2 การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

การวิจัยได้ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholders) ในรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ของอุโมงค์ข้ามถนนสำหรับพื้นที่ 3 แห่งที่เลือกไว้ คือ แยกจรินทร์ แยกวงเวียน บางแสน และตลาดปลาบางแสน โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) สามารถสรุปองค์ประกอบที่สำคัญต่อความต้องการใช้งานได้ดังนี้

1) ด้านตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนบริเวณ (location) พบว่า บริเวณแยกวงเวียนบางแสน มีค่าน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ยในภาพรวมสูงสุดในบริเวณที่ตั้งที่ทำการศึกษาทั้ง 3 แห่ง โดยปัจจัยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับทุกพื้นที่คือ โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนซึ่งแยกวงเวียนบางแสนมีค่าน้ำหนัก 0.288

ข้อเสนอแนะในด้านตำแหน่งที่ตั้งของอุโมงค์เพิ่มเติม ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเสนอแนะให้พิจารณาสร้างอุโมงค์ในพื้นที่ที่มีความจำเป็นต่อประชาชนในพื้นที่จริง เช่น บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) และบริเวณถนนลงหาดบางแสนหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา (ซึ่งปัจจุบันมีสะพานลอยอยู่แล้ว) นอกจากนี้ยังมีการเสนอให้สร้างทางเดินลอยฟ้า (Sky walk) แทนอุโมงค์ที่แยกจรินทร์ เนื่องจากง่ายกว่าในการออกแบบก่อสร้างและมีโอกาสที่จะได้ใช้งานมากกว่า

2) ด้านโครงสร้างกายภาพ (Physical Structure) พบว่า ปัจจัยที่ได้รับค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุดคือ ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศ (ร้อยละ 26.10) รองลงมาคือ ระบบแสงสว่าง (ร้อยละ 24.90)

3) ด้านการอำนวยความสะดวก (Facility): ปัจจัยที่ได้รับค่าน้ำหนักสูงสุดคือ บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชรา (ร้อยละ 29.50) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญตามหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design)

4) ด้านการรักษาความปลอดภัย (Security): ปัจจัยที่ได้รับค่าน้ำหนักสูงสุดคือ กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์ (ร้อยละ 36.10) รองลงมาคือ ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน (ร้อยละ 22.50)

5) ด้านมาตรการใช้งาน (Measurement): มาตรการที่ได้รับค่าน้ำหนักสูงสุดคือ การกำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย (ร้อยละ 30.80) รองลงมาคือ การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการฝ่าฝืนข้อห้ามและการให้ความช่วยเหลือฉุกเฉิน (ร้อยละ 27.80)

ในการดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับหลักการซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด การออกแบบแบบอย่างมีส่วนร่วม หลักการและแนวปฏิบัติ (Participatory Design Principles) ของ Schuler, Douglas & Namioka Aki (1993) และแนวคิด การสร้างสรรค์ร่วมกันและภูมิทัศน์ใหม่ของการออกแบบ (Co-creation and the New Landscapes of Design) ของ Elizabeth B.-N. Sanders & Pieter Jan Stappers (2008) ที่เน้นการให้ผู้ใช้ใช้งานเป็นส่วนหนึ่งของทีมออกแบบในการดำเนินการ

5.3 ความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคม

1) ผลการประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ด้วยสมการโครงสร้าง (SEM) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ Jamovi ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ของรูปแบบสมการโครงสร้าง (SEM) ซึ่งประกอบด้วย χ^2 2 - test /df (< 2.00) P Value (> 0.50) CFI (> 0.94) TLI (> 0.94) RNI (> 0.94) SRMR (= / < 0.080X และ RMSEA = (/ > 0.94) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับความสอดคล้องของโมเดล SEM (โดย Hair et al., 2019) ทั้งรูปแบบทางกายภาพ การอำนวยความสะดวก การรักษาความปลอดภัย และมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีอิทธิพลต่อความพร้อมของสังคมในระดับสูง (0.841 - 0.891) ตรงกับข้อมูลจริงของประชากรตัวอย่างในพื้นที่อย่างเข้มแข็ง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาเชิงสังคมวิทยาที่สำรวจการยอมรับโครงสร้างพื้นฐานเมืองอื่น ๆ ว่าความรู้และปัจจัยเชิงสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลโดยตรงต่อความยอมรับ แต่ยังมีประเด็นความท้าทายหลายประการที่ต้องคำนึงถึงต่อไปอีกมาก

2) ปัญหาความปลอดภัยและความรู้สึกปลอดภัย เกี่ยวกับความกังวลเรื่องความปลอดภัยเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่คาดว่าจะมีจำนวนผู้ใช้งานน้อยในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lynch, G., Atkins, S. (1988) และ Loukaitou-Sideris (1999) ที่พบว่าสภาพแวดล้อมใต้ดินหรือปิดล้อมมักทำให้ผู้ใช้งาน โดยเฉพาะผู้หญิงรู้สึกไม่ปลอดภัยในการเข้าถึงและใช้งาน ซึ่งการแก้ไขปัญหาจำเป็นต้องใช้มาตรการหลายด้านร่วมกัน ได้แก่ การออกแบบที่เปิดโล่งและมองเห็นได้ (Visibility and Openness) ตามหลักการป้องกันอาชญากรรมผ่านการออกแบบสิ่งแวดล้อม (Crime Prevention Through Environmental Design: CPTED) (Cozens, P & Love, T. (2015) ได้อธิบายไว้โดยประกอบด้วยการติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์และเฝ้าระวังสถานการณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยภายในพื้นที่ และระบบแสงสว่างที่เพียงพอเพื่อให้ความปลอดภัยแก่ผู้สัญจรทั้งจากอุบัติเหตุ และช่วยให้ผู้สัญจรใช้ในการมองเห็นและระแวดระวังภัย รวมถึงการมีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

3) การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ความสำเร็จของโครงการอุโมงค์ข้ามถนนขึ้นอยู่กับความยอมรับและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาและการส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง ตามทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory) โดย Everett M. Rogers (Rojers, 2003) อังใน รัน อธิษฐาน (2013) ได้จัดแบ่งกลุ่มคนตามช่วงเวลาในการตัดสินใจ เพื่อเริ่มใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังภาพที่ 5.1 และสามารถสรุปได้ ดังนี้

กลุ่มบุกเบิก (Innovators) มีอยู่ 2.5% เป็นกลุ่มที่มีความกระตือรือร้นในด้านเทคโนโลยี มีความพร้อมทางการเงินและทักษะในการใช้งาน เมื่อนวัตกรรมเปิดตัวแล้วจะตัดสินใจใช้ทันที มีบุคลิกกล้าเสี่ยง กล้าลอง จนถึงขั้นหลงใหลในสิ่งใหม่ ๆ ทำให้คนกลุ่มนี้ มีลักษณะแตกต่างจากวงสังคมใกล้เคียง และนำพาตัวเองเข้าสู่วงสังคมในระดับสากล สิ่งที่น่าสนใจก็คือ คนกลุ่มนี้พร้อมรับความล้มเหลว เมื่อมีแนวคิดใหม่ ๆ ที่ดีกว่าเดิมก็พร้อมจะยอมรับความจริง

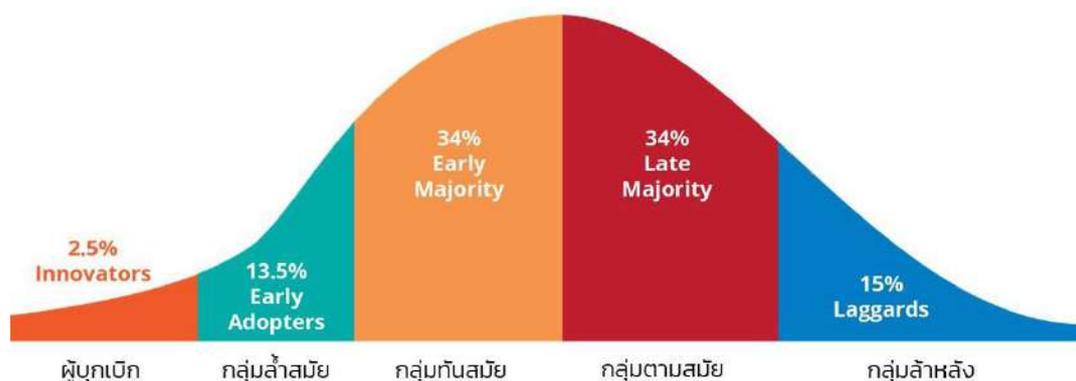
กลุ่มล้ำสมัย (Early Adopters) มีอยู่ 13.5% เป็นกลุ่มคนที่มีความเป็นผู้นำทางด้านนวัตกรรม เปิดใจให้กับสิ่งใหม่ ๆ คอยให้คำแนะนำ และให้ข้อมูลกับคนรอบตัว ได้รับความเคารพจาก

คนรอบตัว จึงมีความกลมกลืนอยู่กับสังคมใกล้เคียงมากกว่าคนกลุ่มที่ 1 ที่กลมกลืนกับสังคมในระดับสากล

กลุ่มทันสมัย (Early Majority) มีอยู่ 34% เป็นกลุ่มคนส่วนใหญ่ที่ยอมรับแนวคิดใหม่ ๆ ก่อนคนทั่วไปในสังคม ไม่ใช่ผู้นำทางเทคโนโลยี แต่พร้อมจะปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลง โดยคนกลุ่มนี้จะใช้เวลาในการพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ก่อนตัดสินใจใช้นวัตกรรมใหม่ ๆ จึงมีส่วนสำคัญในแพร่กระจายของนวัตกรรมในสังคม

กลุ่มตามสมัย (Late Majority) มีอยู่ 34% เป็นกลุ่มคนส่วนใหญ่ที่ยอมรับแนวคิดใหม่ ๆ หลังคนทั่วไปในสังคม มีความลังเลสงสัยในแนวคิดใหม่ ๆ จะตัดสินใจใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เพราะความจำเป็นหรือได้รับแรงกดดันทางสังคม หรือกล่าวอีกอย่างได้ว่า นวัตกรรมนั้นจะต้องเป็นบรรทัดฐานของสังคมก่อน คนกลุ่มนี้จึงจะตัดสินใจใช้

กลุ่มล่าช้า (Laggards) มีอยู่ 16% ซึ่งมีปริมาณเท่ากับกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 รวมกัน แต่กลุ่มที่ 5 ไม่สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้ เนื่องจากงานวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 5 ทั้ง 16% นี้ มีลักษณะที่กลมกลืนกัน คือ ยึดโยงอยู่กับอดีต คำนึงถึงคนรุ่นก่อน เมื่อตัดสินใจใช้เทคโนโลยี เทคโนโลยีนั้นก็อาจล่าช้าไปแล้ว คนกลุ่มนี้นอกจากจะมีความลังเลสงสัยในแนวคิดใหม่ ๆ ยังลังเลสงสัยในกลุ่มคนที่เป็นผู้สร้างการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) อีกด้วย



ภาพที่ 5.1 แสดงจำนวนกลุ่มคนตามทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory) ที่มา : <https://www.innercorner.com/HomeRoom/Content/Diffusion-of-Innovation>

ทั้งนี้ จากแนวคิดดังกล่าว ถ้าหากจะให้ แนวคิด การจัดสร้าง และการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนได้รับการยอมรับและเป็นประโยชน์กับสังคม อาจจำเป็นต้องมีการศึกษาพฤติกรรมของประชาชน โดยอ้างอิงตามทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory) เพื่อเป็นการศึกษาเพื่อออกแบบว่า จะสามารถส่งมอบอุโมงค์ข้ามถนนซึ่งเป็นนวัตกรรมและแนวคิดใหม่ๆ ให้เกิดความเหมาะสมกับคนในแต่ละกลุ่มได้อย่างรอบคอบและรัดกุมที่สุด

กรณีศึกษาจากศรีลังกา จากงานวิจัยของ Bandara and Hewawasam (2020) ในศรีลังกา แสดงให้เห็นว่า การใช้หรือไม่ใช้สะพานลอยหรืออุโมงค์ในการข้ามถนนขึ้นอยู่กับทัศนคติและแบบแผนพฤติกรรมของคนเดินเท้า ดังนั้น การที่มาตรการใช้งานมีค่าอิทธิพลสูงสุดต่อความพร้อมทางสังคม คือ มีค่าเท่ากับ 0.891 ซึ่งให้เห็นว่าการสร้างความตระหนักและการปฏิบัติตามข้อกำหนดเป็นหัวใจสำคัญ

ในการสร้าง "คุณลักษณะการบังคับตนเอง" (Self-enforcing features) ในการใช้งาน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุดตามงานวิจัยในต่างประเทศ.

4) กรณีศึกษาการพัฒนาอุโมงค์ข้ามถนนจากต่างประเทศที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยนี้ มีดังนี้

กรณีศึกษาจากญี่ปุ่นซึ่งมีการพัฒนาอุโมงค์ข้ามถนนที่ประสบความสำเร็จหลายแห่ง โดยเน้นการบูรณาการกับสถานีขนส่งสาธารณะและพื้นที่พาณิชย์ใต้ดิน (Underground Shopping) ทำให้มีผู้ใช้งานจำนวนมากและเกิดความคุ้มค่า (Carmody, J. and Sterling, R. 1993) ตัวอย่างเช่น ระบบอุโมงค์ใต้ดินที่เชื่อมโยงสถานีชิบูย่าที่มีการออกแบบที่เน้นความสว่าง สะอาด และมีร้านค้าตลอดเส้นทาง

กรณีศึกษาจากเกาหลีใต้ซึ่งมีการพัฒนา "Underground City" ในเมืองใหญ่ โดยเฉพาะในกรุงโซล ที่มีการบูรณาการพื้นที่ใต้ดินเป็นพื้นที่พาณิชย์ วัฒนธรรม และการสัญจร โดยมีการออกแบบที่ทันสมัยและเน้นความปลอดภัยตามการศึกษาของ Kim, S., & Kwon, H. (2018) ที่กล่าวว่าพื้นที่ใต้ดินเหล่านี้กลายเป็นจุดหมายปลายทางในตัวเอง ไม่ใช่เพียงทางผ่าน

5) การประยุกต์ใช้แนวคิดระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคม (Societal Readiness: SRL) ที่ใช้ในการประเมินระดับความพร้อมของความรู้และเทคโนโลยีทางด้านสังคม องค์ความรู้ เทคโนโลยี กระบวนการ การแก้ปัญหา สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมทั้งด้านสังคม เป็นเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกัน ในการบริหารจัดการโครงการ โปรแกรมทางด้านสังคมซึ่งการวิจัยนี้เป็นการศึกษาใน SRL ระดับ 4 ซึ่งเป็นการตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหา โดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี ผลการศึกษาแสดงรายละเอียดไว้ ดังนี้

ระดับความพร้อมด้านเทคโนโลยี - เทคโนโลยีและความรู้ด้านการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนมีความพร้อมสูง มีบริษัทผู้รับเหมาและวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญในประเทศไทย และมีกรณีตัวอย่างในการออกแบบและจัดสร้างอุโมงค์ใต้ดินที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในปัจจุบัน

ระดับความพร้อมด้านสังคม - ประชาชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความเข้าใจและยอมรับแนวคิดในระดับดี แต่ยังต้องการการสื่อสารและการสร้างความเชื่อมั่นเพิ่มเติม เนื่องจากยังเป็นนวัตกรรมใหม่สำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ในภูมิภาคจังหวัดชลบุรีโดยเฉพาะที่ท้องถิ่นเทศบาลเมืองแสนสุข สูง อย่างไรก็ตาม บริเวณที่กำหนดให้เป็นพื้นที่การศึกษาในการวิจัยนี้เป็นแหล่งท่องเที่ยวแบบชุมชนเมืองที่มีนักท่องเที่ยวเข้าถึงสูง จึงนับว่ามีความพร้อมทางด้านสังคมสำหรับการใช้งานเพื่อการท่องเที่ยวอีกด้วย

ระดับความพร้อมด้านเศรษฐกิจ - ต้นทุนการลงทุนค่อนข้างสูง จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์อย่างรอบคอบ และอาจต้องมีการจัดหาแหล่งเงินทุนจากหลายช่องทาง อย่างไรก็ตาม การเป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีศักยภาพ จึงสามารถกำหนดงบประมาณในระบบราชการเพื่อการออกแบบอุโมงค์ในรายละเอียดด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้างได้อย่างเพียงพอ

ระดับความพร้อมด้านกฎหมายและนโยบาย - มีกฎหมายและระเบียบที่รองรับ เนื่องจากเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเป็นพื้นที่การบริหารในระดับท้องถิ่นในพื้นที่ที่กำหนดให้เป็นเมืองอัจฉริยะ (Smart City) และยังเป็นที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยวในระดับชาติจนถึงนานาชาติ การกำหนดนโยบายเพื่อดำเนินโครงการออกแบบและจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนนจึงมีความสอดคล้องกับลักษณะของการพัฒนาเมืองอัจฉริยะในด้านการเดินทางและขนส่งอัจฉริยะ (Smart Mobility) คือ เป็นเมืองที่มุ่งเน้น

เพิ่มความสะดวก ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในการเดินทางและขนส่ง และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (สำนักงานเมืองอัจฉริยะ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล 2025)

5.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบ การจัดสร้าง และการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

1) ด้านการออกแบบและก่อสร้าง ควรจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ก่อสร้างโดยเริ่มจากแยกวงเวียนบางแสนก่อน เนื่องจากเป็นจุดที่มีศักยภาพสูงสุดในด้านปริมาณผู้ใช้งาน การลดอุบัติเหตุ และการส่งเสริมการท่องเที่ยว ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ และควรปรับปรุงรายละเอียดการออกแบบ ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ ดังนี้

(1) เพิ่มระบบขอความช่วยเหลือฉุกเฉินแบบกริ่งกดที่ติดตั้งเป็นระยะๆ นอกเหนือจากโทรศัพท์ ออกแบบระบบแสงสว่างให้เพียงพอและมีมาตรฐาน ไม่ต่ำกว่า 200 lux ตามมาตรฐานสากล (CIE, 2010)

(2) วางแผนระบบระบายน้ำและปั๊มน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อแก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหาน้ำท่วมโดยเฉพาะในพื้นที่ชายทะเล

(3) ออกแบบช่องทางหนีไฟและระบบดับเพลิงที่สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัย

(4) จัดทำแบบรายละเอียด (Detail Design) โดยทีมวิศวกรและสถาปนิกที่มีประสบการณ์ พร้อมการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) และการศึกษาทางด้านวิศวกรรมที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่

(5) พัฒนาแผนบริหารโครงการก่อสร้างที่คำนึงถึงผลกระทบต่ออาการจราจรของยานพาหนะ การสัญจรของประชาชน และกิจการธุรกิจต่าง ๆ ในพื้นที่ระหว่างการก่อสร้าง ควรมีการสื่อสารกับชุมชนและผู้ประกอบการอย่างต่อเนื่อง

2) ด้านการบริหารจัดการและการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

(1) ดำเนินการจัดจ้างบริษัทเอกชนที่มีความชำนาญในการดูแลบำรุงรักษาระบบต่าง ๆ ภายในอุโมงค์ข้ามถนนตั้งแต่ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง การระบายอากาศ การระบายน้ำ ระบบบันไดเลื่อน ลิฟต์ และทางเลื่อนอัตโนมัติ กล้องวงจรปิดและระบบสื่อสาร ระบบดับเพลิงและเตือนภัย การดูแลรักษาสภาพ ตลอดจนการบริหารจัดการอุโมงค์ โดยอยู่ในการควบคุมและกำกับของหน่วยงานภายในเทศบาลซึ่งอาจกำหนดตารางการตรวจสอบทุก 3 เดือนโดยเฉพาะระบบสำคัญ

(2) กำหนดมาตรการและระเบียบการใช้งานที่ชัดเจน เช่น กำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติสำหรับผู้ใช้งาน เช่น ห้ามค้าขาย ห้ามสูบบุหรี่ ห้ามนำสัตว์เลี้ยงขนาดใหญ่เข้าไป รวมถึงเวลาเปิด-ปิดที่เหมาะสม ในวันธรรมดาและในช่วงวันหยุดยาว

(3) กำหนดมาตรการรักษาความปลอดภัยและการตอบสนองเหตุฉุกเฉิน เช่น จัดเจ้าหน้าที่ดูแลและให้บริการอย่างน้อยในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้งานหนาแน่น โดยมีหน้าที่ให้บริการช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุ รักษาความปลอดภัยและความสงบเรียบร้อย ให้ข้อมูลและแนะนำแก่นักท่องเที่ยว

3) ด้านการสร้างการมีส่วนร่วมและการประชาสัมพันธ์

(1) จัดทำแผนการสื่อสารและการมีส่วนร่วม ที่ครอบคลุมตลอดวงจรโครงการ ทั้งนี้ จำเป็นต้องดำเนินในระยะเวลาก่อนการก่อสร้าง คือ จัดเวทีรับฟังความคิดเห็น ชี้แจงรายละเอียดโครงการ ตอบข้อสงสัยและข้อกังวล ระหว่างการก่อสร้าง ดำเนินการแจ้งความคืบหน้า จัดการผลกระทบ รับฟังข้อร้องเรียน หลังการก่อสร้าง ดำเนินการส่งเสริมการใช้งาน รับฟังข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุง

(2) จัดทำและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ที่หลากหลายรูปแบบ เช่น วิดีโอแนะนำการใช้งานที่เข้าใจง่าย เผยแพร่ทางออนไลน์ (YouTube, Facebook, TikTok) ป้ายประชาสัมพันธ์ในพื้นที่สำคัญ การจัดกิจกรรมเปิดตัวและเชิญชวนให้ทดลองใช้งาน การสร้างสัญลักษณ์และ Branding ที่สะท้อนเอกลักษณ์บางแสน สร้างความร่วมมือกับภาคส่วนต่างๆ เช่น ประสานงานกับมหาวิทยาลัย บุรพาในการส่งเสริมให้บุคลากรและนิสิตใช้งาน ร่วมกับสมาคมธุรกิจท่องเที่ยวและโรงแรมในการแนะนำนักท่องเที่ยว ร่วมมือกับโรงเรียนในพื้นที่ในการสร้างจิตสำนึกด้านความปลอดภัยทางถนน ประสานกับสื่อมวลชนท้องถิ่นในการประชาสัมพันธ์

4) ด้านการติดตามและประเมินผล

(1) พัฒนาระบบติดตามและประเมินผล ที่ชัดเจน โดยกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ เช่น จำนวนผู้ใช้งานเฉลี่ยต่อวัน/เดือน/ปี อัตราการลดลงของอุบัติเหตุในพื้นที่ ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ปริมาณการจราจรและความคล่องตัวของจราจร อัตราการทำงานของระบบต่างๆ (Uptime)

(2) จัดทำระบบรับข้อร้องเรียนและข้อเสนอแนะ ที่เข้าถึงง่าย เช่น แอปพลิเคชัน QR Code เว็บไซต์ และช่องทางโซเชียลมีเดีย ทบทวนและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยจัดให้มีการประชุม ทบทวนผลการดำเนินงานทุกไตรมาส และนำข้อมูลมาปรับปรุงการบริหารจัดการ

5) ด้านการจัดหาและบริหารงบประมาณ

(1) จัดทำแผนการเงินที่ครอบคลุมทั้งงบลงทุนและงบดำเนินงาน ประมาณการต้นทุน ก่อสร้างอย่างละเอียด รวมถึงค่าออกแบบ ค่าที่ปรึกษา และค่าบริหารโครงการ คำนวณต้นทุนดำเนินงานประจำปี รวมถึงค่าไฟฟ้า ค่าบำรุงรักษา ค่าจ้าง และค่าความเสี่ยง วิเคราะห์ประโยชน์ที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ เพื่อประกอบการตัดสินใจ

(2) สำรวจแหล่งเงินทุนที่เป็นไปได้ในการดำเนินการ คือ งบประมาณแผ่นดินจากกระทรวงคมนาคม หรือกรมทางหลวงชนบท งบจัดสรรจากจังหวัดชลบุรีหรือเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) งบประมาณท้องถิ่นของเทศบาลเมืองแสนสุข การจัดหาเงินทุนแบบ Public-Private Partnership (PPP) การขอสนับสนุนจากองค์กรระหว่างประเทศหรือหน่วยงานด้านความปลอดภัยทางถนน

(3) พิจารณารูปแบบการสร้างรายได้ เพื่อความยั่งยืน เช่น พื้นที่โฆษณาในอุโมงค์โดยไม่รบกวนความปลอดภัยและสุนทรียภาพ พื้นที่จัดแสดงผลงานศิลปะหรือนิทรรศการชั่วคราว ร้านค้าหรือจุดบริการเล็กๆ ในบริเวณทางเข้า-ออก ถ้าพื้นที่เอื้ออำนวย

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ทำการศึกษาวิจัยเชิงลึกด้านพฤติกรรมและทัศนคติของประชาชนและนักท่องเที่ยว ต่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในรูปแบบต่างๆ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพเพิ่มเติม เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนากลุ่ม และการสังเกตพฤติกรรม

2) ทำการศึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้หรือไม่ใช้อุโมงค์ข้ามถนน โดยใช้แบบจำลองทางสถิติ เช่น Logistic Regression หรือ Structural Equation Modeling

(SEM) และศึกษาความแตกต่างของทัศนคติและพฤติกรรมระหว่างกลุ่มผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ประชาชนท้องถิ่น นักท่องเที่ยวไทย นักท่องเที่ยวต่างชาติ ผู้สูงอายุ และผู้พิการ

3) การศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม

(1) ประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจของโครงการอย่างละเอียด โดยใช้วิธี Cost-Benefit Analysis (CBA) ที่ครอบคลุมทั้งต้นทุนและผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม

(2) ศึกษาผลกระทบต่อธุรกิจและการท่องเที่ยวในพื้นที่ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของมูลค่าที่ดิน รายได้ของผู้ประกอบการ และจำนวนนักท่องเที่ยว

(3) วิเคราะห์ผลกระทบทางสังคม เช่น ความเท่าเทียมในการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะ คุณภาพชีวิตของประชาชน และภาพลักษณ์ของเมือง

(4) ศึกษาผลกระทบต่อความปลอดภัยทางถนนอย่างเป็นระบบ โดยเปรียบเทียบอัตราการเกิดอุบัติเหตุก่อนและหลังการก่อสร้างอุโมงค์

4) การศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น

(1) ศึกษาเปรียบเทียบกรณีศึกษาของอุโมงค์ข้ามถนนที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อเรียนรู้ปัจจัยความสำเร็จและข้อผิดพลาดที่ควรหลีกเลี่ยง

(2) ศึกษาโดยการประยุกต์ใช้แนวคิด Transit-Oriented Development (TOD) ในการบูรณาการอุโมงค์ข้ามถนนกับระบบขนส่งสาธารณะและพื้นที่พาณิชย์

(3) ศึกษาวิจัยความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็น "Underground City" หรือพื้นที่ใต้ดินแบบบูรณาการที่มีหลายหน้าที่ ตามแบบอย่างของเมืองในญี่ปุ่น สิงคโปร์ หรือเกาหลีใต้

5) การศึกษาด้านนโยบายและการบริหารจัดการ

(1) ศึกษารูปแบบการบริหารจัดการที่เหมาะสม เปรียบเทียบระหว่างการบริหารโดยภาครัฐล้วน ๆ กับการจ้างเหมาเอกชน และรูปแบบ Public-Private Partnership

(2) วิจัยกรอบนโยบายและกฎหมายที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาและบริหารจัดการอุโมงค์ข้ามถนนในประเทศไทย

(3) ศึกษากลไกการมีส่วนร่วมของประชาชนอย่างต่อเนื่อง (Continuous Citizen Engagement) ในการบริหารจัดการและพัฒนาอุโมงค์ข้ามถนน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการพิจารณาตัดสินใจในการออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนต่อไปในอนาคต

1) เทศบาลเมืองแสนสุขอาจจัดทำแผนแม่บทการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อคนเดินเท้า โดยใช้ผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจและอาจบูรณาการการจัดทำแผนแม่บทร่วมกันระหว่างหน่วยงานด้านจราจร วิศวกรรม และผังเมือง เพื่อพิจารณาการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนในรายละเอียดที่สามารถตอบสนองต่อผู้ใช้งานทุกกลุ่ม

2) ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังเขตพื้นที่เทศบาลเมืองและเทศบาลนครอื่น ๆ ในจังหวัดชลบุรีโดยเฉพาะพื้นที่เมืองท่องเที่ยวที่มีศักยภาพเพียงพอและมีที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบและจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน เพื่อเปรียบเทียบระดับความพร้อมทางสังคม และศึกษาถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนน เพื่อพัฒนาเป็นโมเดลต้นแบบสำหรับเขตพื้นที่เทศบาลเมืองและเทศบาลนครในจังหวัดอื่น ๆ ในประเทศไทย

ผลผลิต (Output) จากงานวิจัย

ตารางที่ 5.1 สรุปผลผลิตทางวิชาการจากงานวิจัย

ประเภทผลผลิตทางวิชาการ	สาระสำคัญของผลผลิต (Output)	ตัวชี้วัด / ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น	หลักฐานอ้างอิงจากเนื้อหางานวิจัย
1. ผลผลิตเชิงองค์ความรู้ (Knowledge Output)	<ul style="list-style-type: none"> - ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับแนวคิด การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนบนหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design) เพื่อรองรับคนทุกกลุ่ม - กำหนดกรอบแนวคิดของปัจจัย 5 ด้านที่ส่งผลต่อความเหมาะสมในการใช้งาน ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง, โครงสร้างกายภาพ, การอำนวยความสะดวก, ความปลอดภัย, มาตรการใช้งาน 	<ul style="list-style-type: none"> - มีกรอบแนวคิดเชิงวิชาการชัดเจน - สามารถอธิบายปัจจัยเชิงสังคม-เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานเพื่อคนเดินเท้าได้อย่างเป็นระบบ 	<p>บทที่ 2 (เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)</p> <p>บทที่ 3 (แนวคิดการออกแบบและการวิเคราะห์ AHP)</p>
2. ผลผลิตเชิงนวัตกรรม/ต้นแบบ (Innovation Output)	<ul style="list-style-type: none"> - พัฒนาแบบแนวคิด (Concept Design) อุโมงค์ข้ามถนน 3 แห่ง ได้แก่ แยกจรินทร์, วงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน - การจัดทำคลิปวิดีโอต้นแบบแนวคิด (Concept Design) อุโมงค์ข้ามถนน 3 แห่งเพื่อเผยแพร่สู่สาธารณะ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีต้นแบบอุโมงค์ข้ามถนนแบบแนวคิด (Concept Design) - การเข้าชมสื่อคลิปวิดีโอที่เผยแพร่ในช่องทางออนไลน์ (YouTube, Facebook) 	<p>บทที่ 3 ข้อ 3.1.3–3.1.6</p> <p>บทที่ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาแบบ</p>
3. ผลผลิตเชิงกระบวนการ (Process Output)	<ul style="list-style-type: none"> - พัฒนาและทดสอบกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) โดยใช้เทคนิคจัดลำดับตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบาย 	<ul style="list-style-type: none"> - มีขั้นตอนการระดมความคิดเห็นและการให้ค่าน้ำหนักปัจจัยอย่างเป็นระบบ - ได้รูปแบบการมีส่วนร่วมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงการพัฒนาเมืองอื่น ๆ ได้ 	<p>บทที่ 3 ข้อ 3.2 (กระบวนการมีส่วนร่วม)</p> <p>บทที่ 4.2 (ผลการวิเคราะห์ AHP)</p>

ตารางที่ 5.1 สรุปผลผลิตทางวิชาการจากงานวิจัย (ต่อ)

ประเภทผลผลิตทางวิชาการ	สาระสำคัญของผลผลิต (Output)	ตัวชี้วัด / ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น	หลักฐานอ้างอิงจากเนื้อหางานวิจัย
4. ผลผลิตเชิงข้อมูลวิจัย (Empirical Data Output)	<ul style="list-style-type: none"> - ได้ข้อมูลภาคสนามจากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 385 ราย (เพศ อายุ การศึกษา ภูมิลำเนา) - ได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยและตำแหน่งอุโมงค์จากการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process – AHP) - วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) โดยใช้ โปรแกรม Jamovi เพื่อวัดอิทธิพลของปัจจัยต่อความพร้อมทางสังคม 	<ul style="list-style-type: none"> - ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติที่มีค่าความสอดคล้องกับข้อมูลจริงสูง (CFI = 0.998, RMSEA = 0.033) - พบว่า “บริเวณแยกจรินทร์” เป็นจุดที่มีความเหมาะสมสูงสุดในการออกแบบและจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน 	<p>บทที่ 4.2 (ผลการวิเคราะห์ AHP)</p> <p>บทที่ 4.3 (ผล SEM และข้อมูลสถิติประชากร)</p>
5. ผลผลิตเชิงนโยบายและการประยุกต์ใช้ (Policy / Applied Output)	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอแนวทางการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่สอดคล้องกับบริบทเมืองท่องเที่ยวและชุมชนที่หนาแน่น - เสนอแนวทางการพัฒนาเมืองปลอดภัยสำหรับคนเดินเท้า (Pedestrian Safety City) - เสนอกรอบการประเมินความพร้อมทางสังคมเพื่อใช้ในแผนพัฒนาเมืองและ Smart City 	<ul style="list-style-type: none"> - แนวทางการประเมินและออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (เทศบาลเมืองแสนสุข) - ใช้เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัยในเมืองอื่น 	<p>บทที่ 4.3 (ผลการวิเคราะห์ความพร้อมทางสังคม)</p> <p>บทสรุปเชิงนโยบายจากการอภิปรายในบทสรุป (ต่อเนื่องจากบทที่ 4.3)</p>

บรรณานุกรม

- กันต์ธมน์ สุขกระจ่าง, ธนะรัตน์ รัตนกุล, พุฒิธร ตุ๊กเตียน และพิทยาภรณ์ พัฒโน. (2561). การเลือกทำเลที่ตั้งของบริษัทขายอะไหล่รถยนต์ โดยวิธี AHP : บริษัท ABC จำกัด. การประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่ (1421 - 1428)
- กัญญาณัฐ แหวนหล่อ, ศศิธร ปัญจะพินดอน, พรรณวษา พิกุลทอง, เนตรชนก อ่อนดี. (2565). การศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอย ข้ามทางแยก กรณีศึกษา: สะพานลอยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข.
- กองวิชาการและแผนงาน เทศบาลเมืองแสนสุข แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2561 – 2565) เทศบาลเมืองแสนสุข. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2567, เข้าถึงได้จาก <https://saensukcity.go.th/images/doc/Plan-2561-2565.pdf>
- จุฑาพร ปราบปรี (2562). การประเมินสถานประกอบการที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมดีเด่นโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. การศึกษารายบุคคล วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
- ชนิตา โสธรรุ่งโรจน์. (2556). การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน กรณีศึกษาบริษัท ABC (ประเทศไทย) จำกัด. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การจัดการโลจิสติกส์ (บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
- ณัฐ บัวแย้ม. (2547). สัมฤทธิผลของสะพานลอยข้ามทางหลวงในจังหวัดสงขลา: กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ตั้งแต่หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ถึงสามแยกอำเภอสะเดา.
- ณัฐภูมิ เสียงแจ้ว, วีระเกษตร สวนพกา และเหมือนมาศ วิเชียรสินธุ์ (2564) การศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่เชื่อมระหว่างจังหวัด. Engineering and Technology Horizons (ETH) Journal 38 (2):40 – 49
- เทศบาลเมืองแสนสุข (2557) แผนพัฒนาสามปี (พ.ศ. 2557 – 2559) เทศบาลเมืองแสนสุข. งานวิเคราะห์นโยบายและแผน ฝ่ายแผนงานและงบประมาณ กองวิชาการและแผนงาน เทศบาลเมืองแสนสุข

บรรณานุกรม (ต่อ)

- เนตรตะวัน โสมนาม และ ทองแท่ง ทองลิ้ม. (2565). โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมกล้วยไม้เพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม* 18 (1):85 – 103
- เพชรพรรค พรหมเหล่า และพิพัฒน์ สอนวงษ์. (2564) การศึกษาปัจจัยเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยกรณีศึกษาลุ่มน้ำมูลตอนล่าง. *งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต* (136 - 147)
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ ฯ สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- พลพงศ์ สุขสว่าง. (2563). โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling). (พิมพ์ครั้งที่ 3). ชลบุรี: เอ พี บลูปรินท์
- เพ็ญพิมล อยู่รุ่งเรืองศักดิ์. (2563) การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมของคลังสินค้า: กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัดโดยใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น. *สารนิพนธ์การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ปิยะ ต๊ะวิชัย. (ม.ป.ป.) แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร. เข้าถึงได้จาก https://k-rc.net/imageupload/27848/4_.pdf.
- รติพร ถึงฝั่ง โกศล จิตวิรัตน์ (2554) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างด้วยโปรแกรม Lisrel. *วารสารสมาคมนักวิจัย* 16 (1):107 – 109
- รัน ธีรบุญญ์. (2566). ทฤษฎีการแพร่กระจายของนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory). สืบค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2568, เข้าถึงได้จาก <https://www.innercorner.com/HomeRoom/Content/Diffusion-of-Innovation>
- รุ่งอรุณ กระแสร์สินธุ์. (2558). โมเดลสมการโครงสร้างของอิทธิพลที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีในองค์กรของพนักงานระดับปฏิบัติการในองค์กรภาคเอกชนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารสังคมศาสตร์และมานุษยวิทยาเชิงพุทธ* 7 (1):74 – 91
- จำจวน เบญจศิริ. (2558). ความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน: กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์* 5 (3):66 – 83

บรรณานุกรม (ต่อ)

- رأจวน เบญจศิริ. (2558). ความคุ้มค่าทางสังคมของการลงทุนสร้างทางเดินลอยฟ้าใน กรุงเทพมหานคร. *วารสารการเมือง การบริหาร และกฎหมาย* 7 (2):77 – 106
- วรวิทย์ เกรียงเกษม. (2558). การสำรวจความคิดเห็นและสถิติการข้ามถนนของนักศึกษาโดยไม่ใช้ สะพานลอยด้านหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. เข้าถึงได้จาก http://eng.sut.ac.th/ce/ce_course/download/project/10-2-56/6WORAWIT%20KRIENGKASEM.pdf.
- วรางคณา ประชาเกษม และจุฑาทิพย์ สีสถานาพัฒน์ (2562). การประยุกต์ใช้ทฤษฎี AHP ในการ เลือกใช้รูปแบบเฟอร์นิเจอร์ กรณีสึกษา: ร้านสะดวกซื้อ. *วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม* 3 (1):8 – 34
- วราวุธ วุฒินิชย์. มปป. การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น. นครปฐม : ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ Thai RSC เพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน. (2566). สถิติการเกิด อุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมในจังหวัดชลบุรี. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2566, เข้าถึงได้จาก www.thairsc.com
- สำนักงานโยธา กรุงเทพมหานคร. (2563). โครงการอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราชและถนนหน้า พระลาน. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2567, เข้าถึงได้จาก <https://webportal.bangkok.go.th/>
- สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2560). การส่งเสริมเมืองอัจฉริยะ. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2568, เข้าถึงได้จาก <https://www.depa.or.th/th/smart-city-plan/smart-city-office>
- Bandara, D., & Hewawasam, C. (2020). A Comparative Study on Effectiveness of Underpass and Overpass among Pedestrians in Different Urban Contexts in Sri Lanka. *Journal of Service Science and Management*, 13, 729-744. doi: 10.4236/jssm.2020.135046.
- Carmody, J. and Sterling, R. (1993). *Underground Space Design: A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces*. New York: Van Nostrand Reinhold,

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Cozens, P & Love, T. (2015) A Review and Current Status of Crime Prevention through Environmental Design (CPTED). *Journal of Planning Literature*. 30(4), 5-18. <https://doi.org/10.1177/08854122155595>.
- Dedunu Bandara, Chamali Hewawasamorcid (2020). A Comparative Study on Effectiveness of Underpass and Overpass among Pedestrians in Different Urban Contexts in Sri Lanka. *Journal of Service Science and Management*. 13(5), 729-744. doi: 10.4236/jssm.2020.135046.
- Elizabeth B.-N. Sanders & Pieter Jan Stappers (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *International Journal of Co Creation in Design and the Arts* 4(1), 5-18. DOI: 10.1080/15710880701875068.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis a global perspective*. (8th ed.), New jersey: Prentice Hall International (page 642)
- Huizingh, K. R. E., & Vrolijk, H. C. J. (1994). Decision support for information systems management: Applying analytic hierarchy process. *Organizations and Management*.
- Kim, S., & Kwon, H. (2018). Urban Sustainability through Public Architecture. *Sustainability*, 10(4), 1-21 doi:org/10.3390/su10041249
- Lynch, G., Atkins, S. (1988) The influence of personal security fears on women's travel patterns. *Transportation* 15, 257–277 <https://doi.org/10.1007/BF00837584>
- Loukaitou-Sideris, A. (1999). Hot Spots of Bus Stop Crime: The Importance of Environmental Attributes. *Journal of the American Planning Association*, 65, 395-411. <https://doi.org/10.1080/01944369908976070>
- Saaty, T. L. (1990). *Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process*. Pittsburgh: RWS Publications.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Sahoo, G. B. 1998. Multicriteria Irrigation Planning: Phitsanulok Irrigation Project. Thailand. M. Eng. Thesis. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Schuler, Douglas & Namioka Aki (1993). Participatory Design Principles: and Practices. New jersey: CRC Press (page 252)
- Truong, L. T., Nguyen, H. T. T., Nguyen, H. D., & Vu, H. V. (2019). Pedestrian overpass use and its relationships with digital and social distractions, and overpass characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, 131, 234-238. doi: 10.1016/j.aap.2019.07.004.
- Vuchic, Vukan R. 2007. Urban Public Transportation: Systems and Technology. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.,
- Yumrutaş, H. İ., & Çınar Sarısoy, Ş. (2021). Comparison of Overpass / Underpass in the Light of Various Parameters: Karabuk-Safranbolu Case Study. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(3), 681-695. doi: 10.35414/akufemubid.889442.

ภาคผนวก ก
โครงการวิจัย

แบบเสนอโครงการวิจัย (research project)
ประกอบการเสนอขอทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี
 (ภาษาอังกฤษ) A study to evaluate the feasibility and implement participation of stakeholders for designing and usage of Underpass across of Long Hat Bang Saen Road and Khao Lam Road at Saen Suk Municipality, Chonburi Province

ส่วน ก : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

- | | |
|---|------|
| 1. รองศาสตราจารย์.ดร. ดนัย บวรเกียรติกุล | 50 % |
| รองศาสตราจารย์.ดร. พูลพงศ์ สุขสว่าง | 30 % |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รจฤดี โชติกาวิรินทร์ | 20 % |
| คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา | |
2. ประเภทการวิจัย การวิจัยที่สร้าง Societal Readiness Level - SRL ระดับ 4
 3. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย สาขานามัยสิ่งแวดล้อม
 4. คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย สะพานลอยข้ามถนน, อุโมงค์ข้ามถนน, เออร์โกโนมิกส์, อารยสถาปัตย์ (overpass, tunnel, ergonomics, universal design)
 5. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบัน ปัญหาอุบัติเหตุจากการจราจรบนท้องถนนนับเป็นปัญหาที่สำคัญของทุก ๆ ประเทศทั่วโลก และอุบัติเหตุก็ได้ส่งผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ทั้งความสูญเสียชีวิตหรือการพิการต่อผู้ประสบอุบัติเหตุ และความสูญเสียทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นต่อสังคม เช่น ความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ประสบอุบัติเหตุ และความสูญเสียต่อชีวิตและการพิการของประชากรนี้ก็จัดเป็นความเสียหายต่อทรัพยากรมนุษย์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ อุบัติเหตุสำคัญทางท้องถนนประการหนึ่ง คือ การที่ผู้สัญจรข้ามถนนต้องถูกยานพาหนะต่าง ๆ เฉี่ยวชนจนถึงการแล่นทับร่างกายของผู้สัญจรทางท้องถนน ทั้งนี้ สาเหตุอาจเกิดจากทั้งตัวผู้ขับขี่ยานพาหนะที่มีความประมาทในการขับขี่ยานพาหนะ การไม่เคารพกฎจราจร รวมถึงสาเหตุจากผู้คนที่ต้องสัญจรตามท้องถนนที่ขาดความระมัดระวัง ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทั้งนี้ หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องต่างก็ได้มีมาตรการในด้านต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมต่อสถานการณ์และสภาพการณ์ในการจราจรของท้องถนนแต่ละแห่งที่มีความแตกต่างกัน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นและเอื้ออำนวยต่อการสัญจรของประชาชนผู้เดินข้ามถนนให้เกิดความปลอดภัย และความสะดวกของการเดินทางของยานพาหนะต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างสะดวกและมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย มาตรการต่าง ๆ ที่ดำเนินการมักเป็นไปในรูปแบบของการบังคับหรือกำหนดตามกฎหมายจราจร เช่น สัญญาณไฟจราจร แผ่นกระຈกสะท้อนภาพตามทางแยกต่าง ๆ ป้ายสื่อความหมายเตือนให้ระมัดระวัง สัญลักษณ์ทางข้ามถนนบนท้องถนน เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม มาตรการต่าง ๆ ดังกล่าว จัดเป็นมาตรการป้องกันอุบัติเหตุในเชิงรับ คือ เป็นการป้องกันผู้สัญจรที่ต้องลงเดินบนท้องถนนเส้นทางการจราจรต่าง ๆ ซึ่งยังคงมีความเสี่ยงด้วยกันทั้งยานพาหนะและผู้สัญจรบนท้องถนนที่อาจเกิดขึ้นอาจสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ทัศนวิสัยการจราจรที่จำกัด

จากสภาพอากาศที่ไม่ปลอดโปร่ง ฝนตกหนักทำให้นถนนลื่น หรือน้ำท่วมถนนจนบดบังสัญลักษณ์ทางข้ามบนท้องถนน หรือแม้แต่ผู้สัญจรที่อาจเป็นผู้สูงอายุหรือมีความบกพร่องทางสภาพร่างกายในการเคลื่อนไหว ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดเนื่องจากต้องมีการจอดยานพาหนะตามสัญญาณและสัญลักษณ์การจราจรนั้น ดังนั้น จึงได้มีการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่อเอื้ออำนวยการสัญจรของประชาชนให้หลีกเลี่ยงการสัญจรบนท้องถนนให้เกิดความปลอดภัยอย่างเต็มที่ สิ่งปลูกสร้างเหล่านั้น คือ สะพานลอยข้ามถนนสำหรับการสัญจรข้ามท้องถนน อุโมงค์ลอดใต้ดินสำหรับการสัญจรลอดข้ามใต้ท้องถนน ซึ่งสะพานลอยได้มีการติดตั้งไว้ตามเส้นถนนในเมืองต่าง ๆ ที่การจราจรเป็นไปอย่างหนาแน่นและการสัญจรของผู้คนก็เป็นไปอย่างคับคั่งเป็นจำนวนมากกว่าอุโมงค์ข้ามถนน เนื่องจากก่อสร้างได้ง่ายกว่า และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างถูกกว่า แต่ตัวสะพานลอยก็มีปัญหาและข้อจำกัดบางอย่างในการก่อสร้างและการใช้งาน เช่น การเบียดบังพื้นที่สัญจรทางเท้า การอยู่ติดกับสายไฟฟ้าและสัญญาณต่าง ๆ ทั้งติดตั้งอยู่กับเสาที่อยู่บนทางเท้า การขึ้นบันไดไปบนตัวสะพานลอยที่สูงมากจนเป็นอุปสรรคสำหรับผู้สูงอายุ ผู้พิการ หรือผู้ที่ต้องหอบหิ้วข้าวของจำนวนมาก และตัวสะพานลอยก็เป็นอุปสรรคของการสัญจรของยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่สูง ๆ ใต้ นอกจากนี้ ตัวสะพานลอยยังอาจเป็นสิ่งบดบังทางทัศนียภาพ ถ้าหากว่าการก่อสร้างบนตำแหน่งที่ไม่รัดกุมพอ

ด้วยเหตุนี้ ผู้คนส่วนใหญ่ก็ได้ให้ความสำคัญการข้ามถนนโดยใช้สะพานลอยมากเท่าที่ควร ดังนั้นจึงยังเกิดอุบัติเหตุการจราจรจากการที่ประชาชนไม่ใช้สะพานลอยในการข้ามถนนอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมทั่วประเทศของศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ Thai RSC เพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน (ข้อมูล ณ วันที่ 20 เมษายน 2566) โดยจากสถิติรายงานว่ามีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 249,962 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 4,920 ราย ซึ่งจังหวัดชลบุรีในฐานะจังหวัดหลักที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษในภาคตะวันออก (EEC) ของประเทศไทยมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมอยู่ในอันดับที่ 3 ของประเทศไทย โดยมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 12,164 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 173 ราย และเมื่อแบ่งสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมออกเป็นระดับอำเภอ พบว่าอำเภอเมืองชลบุรีมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 3,448 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 36 ราย และในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 319 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 4 ราย จากสถิติดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข ถือว่าเป็นเมืองแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งสาเหตุของปัญหาที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การที่ประชาชนไม่ใช้สะพานลอยในการเดินข้ามถนนสายต่าง ๆ ทั้งนี้ ก็มีสาเหตุมาจากข้อเสียและปัญหาต่าง ๆ ในการใช้สะพานลอยดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้เริ่มมีการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนนซึ่งเป็นการเปิดทางสัญจรจากการขุดลงไปใต้ท้องถนนสำหรับผู้สัญจรให้เดินลอดท้องถนนได้โดยสะดวก ซึ่งอุโมงค์ข้ามถนนนี้ได้ลดข้อเสียและข้อจำกัดในการก่อสร้างและใช้งานลงไปเป็นอย่างมาก เช่น การไม่เบียดบังพื้นที่สัญจรทางเท้ามากจนเกินไป ไม่ต้องติดกับสายไฟฟ้าและสัญญาณต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นดิน การเดินขึ้น-ลงอุโมงค์ที่ไม่ลื่นมากจนเป็นอุปสรรคสำหรับผู้สูงอายุ ผู้พิการ และตัวอุโมงค์ก็ไม่มีอุปสรรคของการสัญจรของยานพาหนะบนท้องถนน นอกจากนี้ อุโมงค์ข้ามถนนยังไม่เป็นสิ่งบดบังทางทัศนียภาพ และอุโมงค์ข้ามถนนยังเป็นสาธารณูปโภคเพื่อใช้สำหรับเมืองใหญ่ที่มีความก้าวหน้าในฐานะที่เป็น show case ที่แสดงถึงความเป็นเมืองที่พัฒนาอย่างก้าวหน้าไปอีกระดับหนึ่ง ตามแบบเมืองใหญ่ ๆ และก้าวหน้าในประเทศต่าง ๆ ในโลกถึงแม้ว่า การก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนจะมีอุปสรรคและปัญหาในเชิงโครงสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง การใช้งาน ตลอดจนทัศนคติของผู้ใช้งานมากพอสมควร

เทศบาลเมืองแสนสุข ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ซึ่งจัดเป็นเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นซึ่งประชากรเหล่านี้ส่วนใหญ่มีรถยนต์ส่วนตัวในการใช้เดินทางไปทำงานและประกอบกิจ

รูปร่างต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก และยังเป็นเมืองท่องเที่ยวที่มีนักท่องเที่ยวจากจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย เข้ามาท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจเป็นจำนวนมากมาในช่วงวันหยุดโดยเดินทางด้วยยานพาหนะในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งยิ่งทำให้เส้นถนนสัญจรหลัก ๆ ของตัวเมืองแสนสุขเต็มไปด้วยยานพาหนะอย่างคับคั่ง ตั้งแต่ช่วงเช้าในจนถึงช่วงเย็นในวันทำงาน และตั้งแต่ช่วงสายไปจนถึงช่วงค่ำในวันหยุด

ถนนสายหลักในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข คือ ถนนลงหาดบางแสนซึ่งจัดเป็นเส้นทางสำคัญในการสัญจรของยานพาหนะจากถนนสุขุมวิท บางนา-ตราด ลงมายังหาดบางแสน แหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของเทศบาลตำบลแสนสุขซึ่งมีการจราจรหนาแน่นนั้น ได้มีการก่อสร้างสะพานลอยสำหรับประชาชนใช้เดินข้ามถนนอยู่ 2 จุด คือ บริเวณทางแยกที่บรรจบกับถนนมาบะยม และบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งรองรับได้เฉพาะผู้คนที่สัญจรผ่านบริเวณจุดดังกล่าว ในขณะที่ บริเวณอื่น ๆ คือ บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง และบริเวณวงเวียนบางแสนถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง นับเป็นจุดที่มีการจราจรอย่างหนาแน่นของยานพาหนะต่าง ๆ และการเดินสัญจรของประชาชนอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันหยุด นอกจากนี้ ที่ถนนข้าวหลาม ซึ่งเป็นทางหลวงชนบทสายหนึ่งที่รองรับการเดินทางของประชาชนและนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังตำบลแสนสุขให้เกิดความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยการจราจรจากถนนลงหาดบางแสนได้เป็นอย่างดี และที่ถนนสายนี้ในช่วงที่ผ่านเข้ามาในเขตตำบลแสนสุขนี้ ก็ได้มีการจัดสร้างแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ คือ “ตลาดปลาบางแสน” ที่ตั้งอยู่ใกล้กับสี่แยกบริเวณจุดตัดกับถนนบางแสน 4 สายเหนือ ซึ่งนับเป็นจุดที่มีจำนวนยานพาหนะสัญจรเข้ามาเป็นอย่างมาก และมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวันหยุดจนเกิดปัญหาการจราจรติดขัดเป็นประจำ

บริเวณทั้งหมดที่กล่าวมานี้ นับเป็นพื้นที่ที่สมควรจะได้มีการพิจารณาเพื่อการนำเอานวัตกรรมสำคัญ คือ อุโมงค์ข้ามถนนมาทำการก่อสร้างให้เป็นสถานที่สาธารณะเพื่อการใช้ประโยชน์แก่ทั้งประชาชนและนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังช่วยป้องกันปัญหาที่ต่อเนื่องติดตามมาด้วย เช่น การกีดขวางทางเดินเท้าบริเวณทางขึ้นลงอุโมงค์ การบดบังทัศนียภาพ นอกจากนี้ อุโมงค์ข้ามถนนยังมีความสะดวกต่อการใช้งานของประชาชนทุกกลุ่มโดยทั่วไป

อย่างไรก็ตาม อุโมงค์ข้ามถนนนี้ยังนับเป็นนวัตกรรมสาธารณะที่ค่อนข้างใหม่สำหรับสังคมไทยและโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ตัวเมืองตามจังหวัดต่าง ๆ ที่การพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและระบบสาธารณูปโภคที่ยังห่างไกลจากเมืองหลวง คือ กรุงเทพมหานคร ซึ่งประชาชนในท้องถิ่นยังขาดความคุ้นเคยและความเข้าใจในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และยังอาจมีความเข้าใจหรือทัศนคติที่ผิดพลาดเกี่ยวกับอุโมงค์ข้ามถนน เช่น การเกิดอาชญากรรมในอุโมงค์ การเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ หรือภัยพิบัติภายในอุโมงค์ อาจทำให้อุโมงค์ที่จะทำการก่อสร้างไม่ได้รับการใช้งานอย่างคุ้มค่าจนถึงโครงการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนอาจถูกขัดขวางจากประชาชนได้จากการขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวซึ่งนับเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันสำคัญอย่างยิ่งของแหล่งท่องเที่ยวในเขตตำบลบางแสน

ดังนั้น จึงเห็นสมควรที่จะได้มีการศึกษาวิจัยด้าน Societal Readiness Level ในระดับ SRL 4 – คือ การตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และเทคโนโลยี โดยจะทำการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดรูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ถูกต้องตามหลักเออร์โกโนมิกส์ อารยสถาปัตย์ และสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ ประชาชนในพื้นที่และนักท่องเที่ยวทั้ง 3 แห่ง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเพื่อก่อสร้างอุโมงค์ทางข้ามในบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรีให้มีความเหมาะสม มีประสิทธิภาพ สนองตอบการใช้งาน และส่งเสริมการใช้งานของประชาชนต่อไป

6. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อดำเนินการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่สอดคล้องตามหลักเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) อารยสถาปัตยกรรม (Universal Design) การจัดการพื้นที่สาธารณะ (Public space) และมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และองค์ประกอบเสริมอื่น ๆ

2. เพื่อดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งประกอบด้วยประชาชนในพื้นที่นักท่องเที่ยว และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสม (feasibility) ของรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลามที่ได้ออกแบบไว้ ตลอดจนมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3. เพื่อสอบถามถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบอุโมงค์และมาตรการใช้งานที่สอดคล้องต่อความต้องการใช้งานของประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

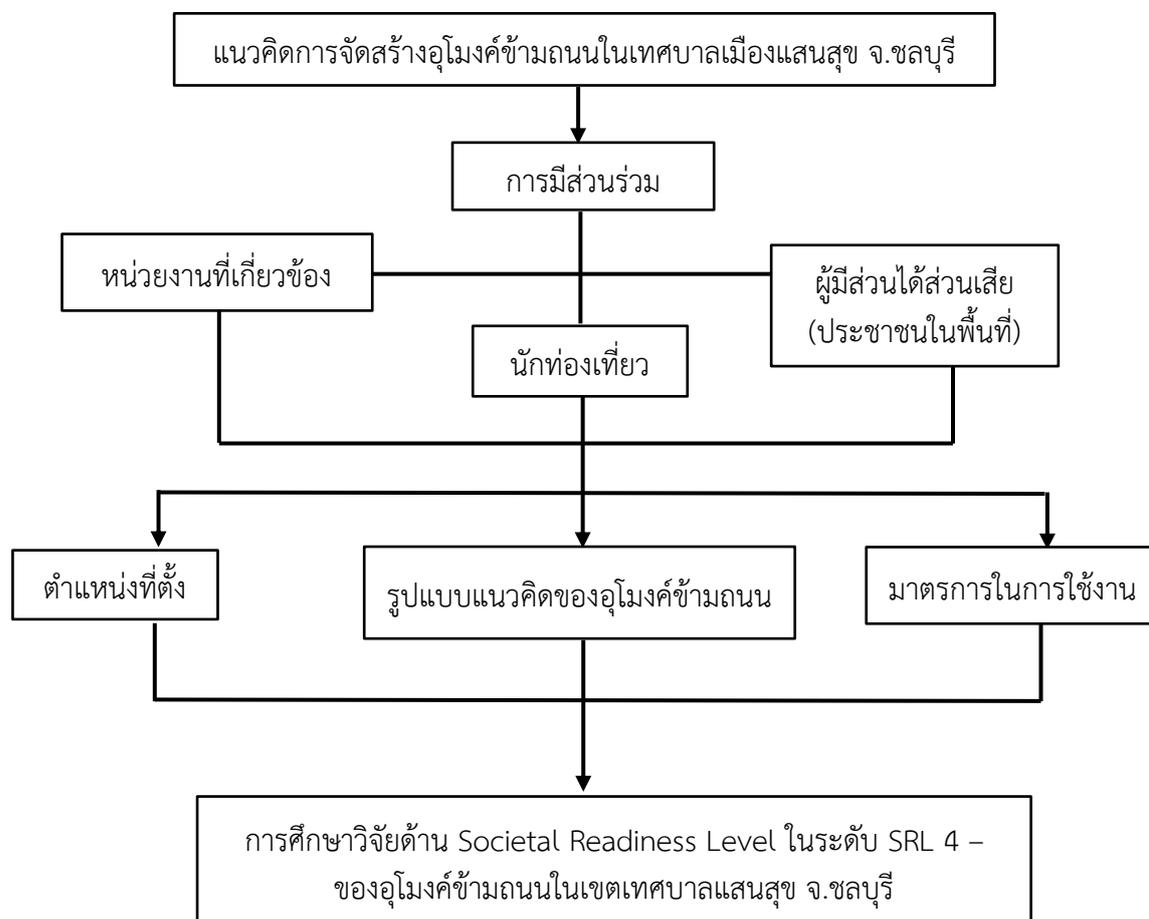
7. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ขอบเขตด้านพื้นที่ ถนนลงหาดบางแสน บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง บริเวณวงเวียนบางแสนถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง และถนนข้าวหลาม บริเวณสี่แยกบริเวณจุดตัดกับถนนบางแสน 4 สายเหนือ ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

2) ขอบเขตด้านประชากร ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย คือ ประชากรผู้อาศัยอยู่ในเทศบาลเมืองแสนสุขและนักท่องเที่ยวผู้มาเยี่ยมชมเย็นที่จะได้ใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

3) ขอบเขตด้านวิชาการ การบริหารโครงการก่อสร้างอาคาร สิ่งก่อสร้างหลักเออร์โกโนมิกส์และอารยสถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

8. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย

9. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

9.1 เออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics)

9.1.1 ความหมาย คำว่า เออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) มาจากคำว่า Ergon = work (งาน) และ nomos = law (กฎระเบียบ) ดังนั้นจึงแปลว่า กฎระเบียบของงาน นักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามเกี่ยวกับคำว่า เออร์โกโนมิกส์ ไว้ซึ่งอาจจะพอสรุปได้ คือ วิทยาการที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน หรือ วิทยาการที่ว่าด้วยการออกแบบงานให้เหมาะสมกับคนที่ทำงานนั้น

9.1.2 องค์ประกอบของเออร์โกโนมิกส์ สามารถจัดเป็นหมวดหมู่ได้ 3 กลุ่ม คือ

1) ด้านกายวิภาคศาสตร์ (anatomy)

(1) ขนาดมนุษย์ (anthropometry) ปกติแล้วจะมุ่งพิจารณาปัญหาที่อาจจะเกิดจากขนาด รูปร่างของคนและท่าทางการทำงานของคน

(2) ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) จะมุ่งพิจารณาปัญหาที่อาจจะเกิดจากการออกแรงหรือใช้แรงในขณะที่ทำงานของคน

2) ด้านสรีรวิทยา (physiology)

(1) สรีรวิทยาการทำงาน (work physiology) จะมุ่งพิจารณาถึงการใช้พลังงานขณะทำงาน ถ้าหากงานนั้นเป็นงานหนักใช้พลังงานมากก็อาจเกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายได้

(2) สรีรวิทยาสิ่งแวดล้อม (environmental physiology) จะมุ่งพิจารณาถึงผลกระทบต่อ สุขภาพที่อาจเกิดจากการทำงานเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น ความร้อน แสง เสียง การสั่นสะเทือน เป็นต้น

3) ด้านจิตวิทยา (psychology)

(1) ความชำนาญ (skill psychology) จะเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจในลักษณะงานของบุคคล ทราบว่าควรจะทำงานอะไร และทำอย่างไร ตลอดจนการตัดสินใจในการทำงานนั้นๆ ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสมบูรณ์ของข่าวสารข้อมูลด้วย ทั้งนี้เพื่อมิให้เกิดการทำงานผิดพลาดซึ่ง นอกจากจะทำให้เกิดผลเสียต่อการผลิตแล้วยังอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

(2) จิตวิทยาการทำงาน (occupational psychology) จะพิจารณาถึงปัญหาด้านจิตวิทยาสังคมของบุคคลที่เกิดหรือเนื่องมาจากการทำงาน โดยจะหมายรวมถึงปัญหาสภาวะด้านเวลา และสภาวะด้านสังคมด้วย

9.2 อารยสถาปัตยกรรม (Universal Design)

9.2.1 ความหมาย อารยสถาปัตยกรรม หรือ Universal Design คือ การออกแบบเพื่อให้ทุกคนได้มีสภาพแวดล้อม การใช้ชีวิตอย่างสะดวกสบาย สามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ได้โดยไม่เกิดอุปสรรคในการใช้ชีวิต ไม่ว่าจะเป็นเพศใดหรือวัยใด รวมไปถึงคนที่ทุพพลภาพ ซึ่งหัวใจสำคัญของการออกแบบ คือ ความเท่าเทียมในการใช้งานได้ของทุกคน โดยในหลายๆ ประเทศทั่วโลก รวมไปถึงประเทศไทยก็ได้มีการนำมาปรับใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการดำเนินชีวิตของทุกคนให้ดีขึ้นอีกด้วย สำหรับการออกแบบอารยสถาปัตยกรรมในพื้นที่ต่างๆ ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบการใช้งานที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ ขนาด สัดส่วน วัสดุ ราวจับ ความลาดชัน รวมไปถึงสัญลักษณ์ เพื่อให้การเดินทางทุกรูปแบบสามารถเข้าถึงพื้นที่ได้อย่างง่าย และใช้งานได้สะดวก (Watsapon Vijitsarn, 2022)

9.2.2 หัวใจหลักสำคัญของ Universal Design

1) ความเท่าเทียมในการใช้งาน การออกแบบต้องใช้ได้จริง และเจาะกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป

(1) ต้องทำให้ชัดเจน และเข้าใจตรงกัน

(2) หลีกเลี่ยงการแบ่งแยกเชิงสัญลักษณ์

(3) ความเป็นส่วนตัว ความปลอดภัย จะต้องเท่าเทียมกันทุกคน

(4) ออกแบบให้ใช้งานได้ทุกคน เหมือนกันทุกประการ

2) ความยืดหยุ่นในการใช้งาน การออกแบบต้องรองรับความต้องการ และความสามารถของแต่ละบุคคลที่มีความหลากหลาย

(1) ให้ทางเลือกในการใช้งาน

(2) ต้องให้เข้ากับคนที่ถนัดซ้าย และถนัดขวา

(3) ต้องอำนวยความสะดวกสูงสุดในการใช้งาน

(4) ต้องปรับการใช้งาน ให้เข้ากับผู้ใช้

3) ใช้งานง่าย และคล่องตัว การออกแบบให้เข้าใจง่าย โดยไม่ต้องคำนึงถึงประสบการณ์ความรู้ และภาษาของผู้ใช้งาน

(1) นำสิ่งที่ยุ่งยาก และไม่จำเป็นออก

(2) ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ และเข้าใจได้ทันทีโดยสัญชาตญาณ

(3) จะต้องเข้าได้กับคนส่วนใหญ่ ในเรื่องของตัวอักษร ภาษา

- (4) ให้ผู้ใช้งานสามารถเสนอแนะ และให้ความเห็นได้
- 4) เข้าใจข้อมูลได้ง่าย การออกแบบ ผู้ใช้งานจะต้องสามารถสื่อสารกับข้อมูลที่จำเป็นได้ โดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม หรือความสามารถทางประสาทสัมผัสของผู้ใช้
- (1) ใช้วิธีสื่อสารหลายทาง เช่น ภาพ วาจา หรือการสัมผัสในการนำเสนอข้อมูลที่ซับซ้อน
 - (2) การสื่อสารต้องแบ่งแยกให้ชัดเจน
 - (3) เพิ่มความชัดเจนของข้อมูลให้ได้มากที่สุด
 - (4) องค์ประกอบต่างๆ รวมถึงสัญลักษณ์ จะต้องเข้าได้ง่าย ไปในทิศทางเดียวกัน
 - (5) จะต้องเข้าได้กับผู้ที่ปัญหาด้านประสาทสัมผัสด้วย
- 5) ลดความเสี่ยง และข้อผิดพลาด การออกแบบช่วยลดความเสี่ยง และผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการกระทำโดยบังเอิญ หรือไม่ได้ตั้งใจ
- (1) จัดองค์ประกอบเพื่อลดความเสี่ยง และข้อผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด
 - (2) ให้คำเตือนเกี่ยวกับความเสี่ยง
 - (3) ป้องกันการกระทำที่ขาดสติ ในสิ่งที่ต้องใช้ความระมัดระวัง
 - (6) ใช้ความพยายามให้น้อยที่สุด การออกแบบต้องสามารถใช้งานได้โดยสะดวกสบาย ออกแรงน้อย ไม่เหนื่อย
- (1) ให้ผู้ใช้งานอยู่นำตำแหน่งที่เป็นธรรมชาติ
 - (2) การใช้งานที่สมเหตุสมผล
 - (3) ลดการใช้ที่ตำแหน่งเดิมซ้ำๆ
 - (4) ลดความพยายามในการใช้ร่างกาย
 - 7) ขนาด และ พื้นที่ที่เหมาะสม มีการจัดเตรียมขนาด และ พื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับการใช้งาน ต้องไม่คำนึงถึงขนาดร่างกาย ท่าทางหรือความคล่องตัวของผู้ใช้
- (1) สามารถรับรู้ได้อย่างชัดเจน ว่าใช้งานโดยนั่ง หรือยืน
 - (2) ให้แน่ใจว่าทุกๆ องค์ประกอบ สามารถใช้งานได้สะดวก ไม่ว่าจะนั่ง หรือยืน
 - (3) รวบรวมข้อจำกัดข้อดี และใช้งานได้ดี
 - (4) ต้องจัดพื้นที่ให้เพียงพอ ในกรณีผู้ใช้งานมีอุปกรณ์ช่วยเหลือส่วนตัวเช่น รถเข็นวีลแชร์

9.3 อุบัติภัยกับคนเดินเท้า คนเดินเท้า เป็นปัจจัยหนึ่งของการจราจร และมีผลกระทบต่อ การไหลของ การจราจร ดังนั้นการออกแบบระบบการจราจรจะต้องให้สัมพันธ์กัน ได้แก่ ทางเดินเท้าข้าง ถนน ทางข้าม ถนน/ทางม้าลาย สะพานลอย, อุโมงค์สำหรับคนข้าม ทางเดินยกระดับและสัญญาณไฟ สำหรับคนข้ามทางเดินเท้าข้างถนน มีประโยชน์ต่อการจราจรเพราะเป็นช่องทางสำหรับประชาชนสามารถ เดินทางสัญจรไปมาได้โดยไม่จำเป็นต้องลงมาเดินบนผิวการจราจร ซึ่งจะทำให้เกิดขวางการจราจร และ อาจเกิดอุบัติเหตุได้ทางข้ามถนน/ทางม้าลาย มีประโยชน์ในการสร้างความปลอดภัยที่คนจะเดินข้าม ถนนอย่างเป็นระเบียบ ส่วนใหญ่ควรประกอบสัญญาณไฟจราจรสำหรับคนข้ามถนน สะพานลอยและ อุโมงค์จะทำให้คนสามารถเดินข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย โดยไม่ต้องลงมา บนผิวการจราจร หรือ ตัดกระแส การเดินรถ ทางเดินยกระดับ จะเป็นเส้นทางสำหรับคน ที่จะเดิน หรือข้ามถนน โดยไม่ต้องอยู่บนผิวการจราจรซึ่งจะทำให้เกิดขวางการจราจรโดยไม่ต้องลงมา บนผิวการจราจร หรือตัดกระแสการเดินรถ เช่นกัน การจัดระเบียบคนเดินเท้าให้ สัมพันธ์กับสภาพการจราจร โดยให้ความสัมพันธ์กับป้ายรถประจำทาง หรือสถานีรถไฟ จะทำให้ เกิดความสะดวกสบาย และลดการใช้ ยานพาหนะ ระยะทางที่คนเดินเท้าขึ้นอยู่กับสภาพของทางว่า ร่มเย็นหรืออากาศร้อนแค้นไหน โดยทั่วไป ขณะเดินเท้าจะเข้าไปเกี่ยวข้องโดยตรงกับขวางถนนบนถนน 2 ลักษณะ คือ การข้ามถนนบนขวางถนนและ การข้ามถนนที่ทางแยก (พลตำรวจตรีปิยะ ต๊ะวิชัย, ม.ป.ป.)

9.4 สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า ในการติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินเท้าและการแก้ไขปัญหาการตัดกันของยานพาหนะและผู้เดินเท้า สามารถกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

9.4.1 ทางข้ามหรือทางม้าลาย เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกเบื้องต้นที่ใช้ช่วยแนะนำตำแหน่งข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า และช่วยเตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้ถึงบริเวณที่จะมีการข้าม ถนนของผู้เดินเท้า โดยมีข้อกำหนดว่าผู้ขับขี่ยานพาหนะจะต้องหยุดยานพาหนะเมื่อมีผู้เดินข้ามถนนบริเวณที่มีทางม้าลาย

9.4.2 ทางข้ามหรือทางม้าลายพร้อมเกาะกลางถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนน กรณีที่ถนนมีความกว้างมาก เพื่อให้ผู้เดินข้ามถนนได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น และสามารถข้ามถนนที่ละส่วนได้ โดยมีเกาะกลางถนนเป็นที่หยุดรอของยานพาหนะในทิศทางตรงข้าม

9.4.3 ทางข้ามหรือทางม้าลาย พร้อมระบบสัญญาณปุ่มกด เป็นการพัฒนาทางข้ามหรือทางม้าลายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้เดินเท้าและผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ต้องการเดินทางผ่านบริเวณนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้สัญญาณ ข้ามแก่ผู้เดินเท้าเมื่อมีความต้องการในการข้ามจริง และลดเวลาในการรอของผู้เดินเท้า ที่มาถึงในช่วงที่หมดสัญญาณของผู้เดินเท้าได้ไม่นาน และระบบนับถอยหลังระยะเวลาจะมีส่วนช่วยเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้เดินเท้าในกรณีเปิดสัญญาณให้ข้าม

9.4.4 สะพานลอยและอุโมงค์สำหรับผู้เดินข้ามถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถแยกการเดินทางระหว่างผู้เดินเท้า และผู้ขับขี่ยานพาหนะได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้ผู้ข้ามถนนสามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย แต่มีต้นทุนค่าก่อสร้างที่สูงกว่าวิธีอื่นๆ สะพานลอยและอุโมงค์จึงถูกสร้าง ในบริเวณที่มีความจำเป็นหรือมีความเสี่ยงสูงต่อผู้เดินเท้าเป็นส่วนมากในเขตชุมชนที่มีปริมาณคนเดินถนนสูงและสภาพการจราจรที่ถ้ามีการหยุดการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแล้วทำให้เกิดปัญหาการจราจรคับคั่ง รวมถึงเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากยานพาหนะที่ใช้ความเร็วสูง บริเวณนั้นจะต้องแยกกันอย่างชัดเจนระหว่างคนเดินถนนกับยานพาหนะ ซึ่งมีเหตุผลหลักที่ใช้พิจารณา คือ ยานพาหนะแล่นด้วยความเร็วสูงบนถนนสายหลัก ซึ่งต้องการให้ยานพาหนะแล่นได้อย่างต่อเนื่อง หรือเป็นที่ที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุต่อคนเดินเท้าค่อนข้างสูงอุโมงค์เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีความเหมาะสมในการพิจารณาในการก่อสร้างเป็นทางข้าม เพราะมีระยะทางขึ้นลงในแนวตั้งสั้นกว่าสะพานลอยซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อคนเดินสะพานลอยและอุโมงค์มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างค่อนข้างสูง แต่มีค่าบำรุงรักษาต่ำ ถ้าคำนึงถึงความคุ้มค่าที่เกิดขึ้น เช่น การรอคอยเพื่อให้มีช่วงจังหวะที่สามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย หรือค่าความสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งสองชนิดนี้สามารถแก้ไขปัญหาได้ทั้ง 2 อย่าง แต่มีผู้คนจำนวนมากที่ไม่ใช้ทางข้ามสะพานลอย เพราะไม่ต้องการที่จะเดินขึ้น-ลงบันได รวมทั้งมีความไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินจากอาชญากรที่อยู่บน สะพานลอยหรือในอุโมงค์ เนื่องจากการก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์มีราคาค่าก่อสร้างสูง ดังนั้น การก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์จะต้องคำนึงถึงจุดที่ก่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด เช่น เป็นจุดที่มีคนเดินข้าม ถนนสูงและมีปริมาณยานพาหนะมาก ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ภายในเมือง หรือถ้าอยู่บนถนนสายนอกเมืองก็จะต้องเป็นย่านการค้า หรือมีการพัฒนาที่ดินที่ทำให้มีคนเดินข้ามถนนไปมาเป็นจำนวนมากซึ่งจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ร้วหรือที่กั้นบนเกาะกลางถนน สามารถใช้กั้นผู้คนไม่ให้เดินข้ามถนนในบริเวณที่สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และสามารถบังคับให้คนเดินข้ามถนนไปใช้สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนน เช่น สะพานลอยได้ แต่ก็มีคนส่วนน้อยที่ยังชอบข้ามถนนในทางที่มีรั้วกั้นซึ่งจะต้องปีนรั้ว กั้นหรือทำลายเครื่องกั้น หน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบจะต้องมีมาตรการในการแก้ไขไม่ว่าจะเป็นการ บังคับใช้กฎหมาย จับปรับ ผู้กระทำผิด หรือปรับปรุงลักษณะของเครื่องกั้นไม่ให้สามารถปีนได้ โดยง่าย เช่น รั้วหรือเครื่องกั้น

ควรมีความสูงอย่างน้อย 1 เมตร และมีโครงสร้างเป็นวัสดุที่แข็งแรง มากพอ เป็นต้น (วรวิทย์ เกรียงเกษม ,2558)

9.5 รูปแบบของสะพานลอย ในบริเวณที่มีคนข้ามถนนมาก หรือบริเวณที่การเดินข้ามถนน ไม่สามารถ กระทำได้ หรืออาจทำได้ แต่ไม่สะดวกและอาจไม่ปลอดภัย เช่น ถนนสายหลักที่ผู้ขับขี่ใช้ความเร็ว สูง ถนนที่มีหลายช่องจราจร และถนนที่มีการควบคุมการเข้าออกอย่างสมบูรณ์หรือเพียงบางส่วน เป็นต้น การก่อสร้างสะพานคนเดินข้ามเพื่อแยกการสัญจรของคนเดินข้ามถนนจากการสัญจรของรถ สามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยทั้งแก่คนเดินข้ามถนนและผู้ขับขี่รถที่อยู่บนถนนได้อย่างไรก็ตามการใช้สะพานคนเดินข้ามนั้น นอกจากจะมีระยะทางในการเดิน เพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้คนเดินข้ามถนนต้องใช้เวลากำลังในการเดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากต้องเดินขึ้น สะพานที่มีระดับสูงกว่าพื้นถนนปกติ ด้วยเหตุนี้เองอาจทำให้คนเดินข้ามถนนไม่ต้องการใช้สะพาน คนเดินข้าม และพยายามหลีกเลี่ยง โดยการเสี่ยงอันตรายเดินข้ามถนนบริเวณใต้สะพาน นอกจากนี้ ลักษณะทางกายภาพของสะพานคนเดินข้ามเองยังอาจเป็นปัจจัยทำให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัย ทางถนนอื่น ๆ ตามมาได้ ดังนั้นจึง มีข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้าง สะพานคนเดินข้าม อาจนำมาพิจารณาเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวข้างต้น และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่คนเดินข้ามและผู้ใช้รถใช้ถนนอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ การกำหนดตำแหน่งของสะพานคน เดินข้ามที่ไม่ไกลจากแนวการสัญจรของคนเดินเท้ามากนัก การก่อสร้างหรือปรับปรุงทัศนียภาพของสะพานคน เดินข้ามให้สะอาดและสวยงามน่าใช้ การจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่าง ๆ เช่น หลังคาบังแดด บันไดเลื่อนขึ้นลง ทางเดินขึ้นที่ไม่ลาดชัน จนเกินไป และการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างบริเวณทางเดิน สิ่งเหล่านี้อาจช่วยให้คนเดินเท้าเกิด ความรู้สึกต้องการใช้สะพานคนเดินข้ามได้

ในการออกแบบสะพานคนเดินข้ามเพื่อใช้ในบริเวณที่อาจมีคนเดินข้ามที่เป็นเด็ก ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย ผู้พิการ เช่น บริเวณหน้าโรงเรียน บริเวณหน้าสถานพยาบาลต่าง ๆ เป็นต้น ควรพิจารณาถึงความปลอดภัยและปลอดภัยสำหรับคนเดินข้ามถนนเหล่านั้นเป็นกรณีพิเศษ ควรพยายาม หลีกเลี่ยงมิให้ตำแหน่งของโครงสร้างของสะพานกีดขวางการเดินสัญจรของคนเดินเท้า หรือบดบัง การมองเห็นของผู้ใช้รถใช้ถนนในลักษณะต่าง ๆ เช่น การมองเห็นแนวเส้นทาง การมองเห็น อุปกรณ์ควบคุมการจราจร การมองเห็นบริเวณทางแยกหรือทางเข้าออก และการมองเห็นของ ผู้โดยสารบริเวณป้ายหยุดรถโดยสารประจำทาง เป็นต้นการติดตั้งอุปกรณ์กันหรือรั้ว หรือการปรับปรุงทัศนียภาพต่าง ๆ บริเวณเกาะกลางถนน เพื่อบังคับให้คนเดินข้ามถนนต้องเดินไปใช้สะพานคนเดินข้าม สามารถป้องกันอุบัติเหตุในลักษณะต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการเดินข้ามถนนบริเวณใต้สะพาน คนเดินข้ามได้

สะพานลอยสำหรับผู้เดินข้ามถนน อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ออกแบบก่อสร้างโดย กองสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง รูปร่างลักษณะของตัวสะพานมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความกว้างของผิวจราจร และลักษณะการออกแบบทางขึ้นลงสะพานลอยรวมทั้ง รายละเอียดปลีกย่อยอื่นๆ บริเวณรอบๆที่ก่อสร้างสะพานลอย

สะพานลอยที่ก่อสร้างจากคอนกรีตอัดแรง เป็นรูปแบบที่มีคุณสมบัติด้านดีหลาย ๆ ด้าน เช่น มีความคงทนสูง มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยาก เป็นต้น โดยที่สะพานลอยคนเดินข้ามมีรายละเอียดของสะพานคอนกรีตมีดังนี้ (ณรัฐ บัวแย้ม, 2547)

1) ตัวสานที่เป็นคอนกรีตอัดแรง รูปร่างที่นิยมใช้ คือ คานรูปตัวที คานรูปตัวโอ เป็น ต้นตัวสะพานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้เช่น รวากันตก หรือบางครั้งอาจมีหลังคา

2) เสาดม่อ จะมีลักษณะเป็นรูปตัวที เสาดม่อบางครั้งต้องมีการทำเป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Post tension เพื่อรับโมเมนต์ที่เกิดขึ้น ถ้าออกแบบเป็นเสาดม่อคอนกรีต เสริมเหล็กธรรมดาจะได้อายุหน้าตัดเสาดม่อใหญ่มาก

3) ทางขึ้นลงตัวสะพาน ทางขึ้นลงตัวสะพานลอยคนเดินเป็นแบบบันไดคอนกรีต บางครั้งมีรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากติดอุปสรรคเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้าง สาธารณูปโภค

4) ฐานราก ตามแบบมาตรฐานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ในงานก่อสร้างจริงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปทรงต่าง ๆ เนื่องจากติดอุปสรรคพวก สาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ติดท่อน้ำทิ้ง ท่อประปาติดถนน เป็นต้น

5) เสาเข็ม มีทั้งเข็มตอกและเข็มเจาะ ในปัจจุบันผู้ก่อสร้างนิยมใช้เข็มเจาะมากกว่า

6) ราวกันตก ราวกันตกบนสะพานจะมีทั้งเป็นผนังคอนกรีตและราวกันตกเหล็ก ซึ่งในปัจจุบันราวกันตกส่วนใหญ่ทำด้วย สแตนเลส ราวกันตกทั้งทางขึ้นลงก็จะใช้แบบ เดียวกันกับตัวสะพาน

7) หลังคา ส่วนมากแล้วสะพานลอยคนเดินที่เป็นคอนกรีตที่นิยมสร้างในปัจจุบัน จะไม่มีหลังคาเนื่องจากถ้ามีหลังคาทำให้มีผู้คนส่วนหนึ่งใช้สะพานลอยเป็นที่พักพิง อาจจะทำให้เกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมต่อผู้ใช้สะพานลอยได้ รวมทั้งทำให้มีราคา ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นด้วย

8) ไฟฟ้าแสงสว่าง ถ้าหากไม่มีหลังคา ไฟฟ้าก็จะไม่ถูกติดตั้งบนสะพานลอย

(วรวิทย์ เกรียงเกษม ,2558)

9.6 อุโมงค์คนข้าม (Underpass) ทางข้ามต่างระดับเป็นทางข้ามที่ปลอดภัยสูงสุดในการข้ามถนน แต่ผู้คน บางส่วนอาจมีความรู้สึกไม่ชอบที่จะต้อง "ลงไปใต้ดิน" ดังนั้น ถ้าจะจัดทำทางข้ามแบบนี้ ควรวางผังและออกแบบให้ผู้ใช้ทางข้ามเกิดความรู้สึกว่า ถนนถูกยกระดับข้ามอุโมงค์คนข้าม ความรู้สึกดังกล่าวสามารถสร้างขึ้นได้โดยการออกแบบทางเข้า-ออกให้กว้าง สามารถมองเห็นทะเลอุโมงค์ได้ตลอดและชัดเจน และความกว้างของทางเดินให้กว้างที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผู้ใช้จะรู้สึกปลอดภัยถ้ามีคนเห็นตลอดเวลาขณะเข้าไปใช้อุโมงค์ และไม่มีจุดที่ผู้ร้ายจะแอบซ่อนได้ สิ่งเหล่านี้ สามารถทำได้โดยจัดให้มีร้านค้าเล็ก ๆ อยู่ปากทางเข้า-ออก นอกจากนั้นวัสดุที่ใช้ควรสะท้อนแสงได้ ไม่สะท้อนเสียงและง่ายแก่การบำรุงรักษาและทำความสะอาด วัตถุประสงค์ สำคัญของการออกแบบ คือ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าเดิน

ประเด็นที่ควรพิจารณาในการก่อสร้างอุโมงค์คนข้ามควรประกอบด้วย

- ปริมาณของคนข้ามถนนและจักรยานที่คาดว่าจะมาใช้อุโมงค์
- เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้มีข้อจำกัดทางร่างกายที่ข้ามถนนได้ยากและมีความเสี่ยงต่ออันตรายสูง ในการข้ามถนนที่ระดับพื้นดิน

- ประเภทและความกว้างของถนนที่จะข้าม

- ความเร็วของยานพาหนะและสัดส่วนของรถบรรทุกขนาดใหญ่

- ค่าก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาในอนาคต

9.6.1 ลักษณะทั่วไปของโครงการอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช และถนนหน้าพระลาน โครงการก่อสร้างอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช และถนนหน้าพระลาน ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดระเบียบและความปลอดภัยด้านการจราจร เป็นการส่งเสริมพัฒนาอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่บริเวณสนามหลวง ถนนหน้าพระลาน และถนนมหาราช เพื่อให้มีศักยภาพพร้อมที่จะรองรับนักท่องเที่ยวได้อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ ช่วยลดผลกระทบด้านการจราจร เพิ่มความปลอดภัยในการสัญจรของประชาชนและนักท่องเที่ยว เป็นการจัดระเบียบให้เกิดความปลอดภัยในการเดินทางโดยไม่ต้องเดินข้ามถนน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการสัญจรของประชาชนและอำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยวในการเข้าชมพระบรมมหาราชวังและพื้นที่ใกล้เคียง มีการจัดพื้นที่ สำหรับบริการห้องสุขาสาธารณะที่ถูกลักษณะ มีจุดพักคอย และพื้นที่รองรับกิจกรรมต่างๆ ใน อนาคต (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 2 อุโมงค์หน้าพระลาน



ภาพที่ 3 ภาพแสดงทัศนียภาพของโครงการอุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราชและถนนหน้าพระลาน
ที่มา:กรุงเทพมหานคร , 2562

1) อุโมงค์ทางเดินลอดบริเวณจุดตัดถนนถนนหน้าพระธาตุ กับถนนหน้าพระลาน ระยะทาง 96 เมตร ความลึก 6.6 เมตร ประกอบด้วยโถงพักคอย ห้องน้ำชาย 21 ห้อง ห้องน้ำหญิง 51 ห้อง ทางขึ้นลง 4 จุด (ระบบบันไดเลื่อน) มีชั้นลอยเป็นห้องเครื่อง สำหรับงานระบบควบคุม มีพื้นที่รวม 6,800 ตารางเมตร สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ประมาณวันละ 35,000 คน รวมทั้งมีการ ปรับปรุงระบบจราจรและภูมิทัศน์โดยรอบ ทางขึ้นลงของทางเดินประกอบด้วย ฝั่งสนามหลวง 1 จุด ฝั่งบริเวณพื้นที่ของกรมศิลปากร 1 จุด ฝั่งแนวกำแพงวัดพระศรีรัตนศาสดารามจำนวน 2 จุด ซึ่งอยู่ บริเวณระหว่างประตูวิเศษไชยศรี กับประตูมณีนพรัตน์



ภาพที่ 4 ภาพผังพื้นของอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 1 ชั้น B 1 (ระดับ - 6.60 เมตร)

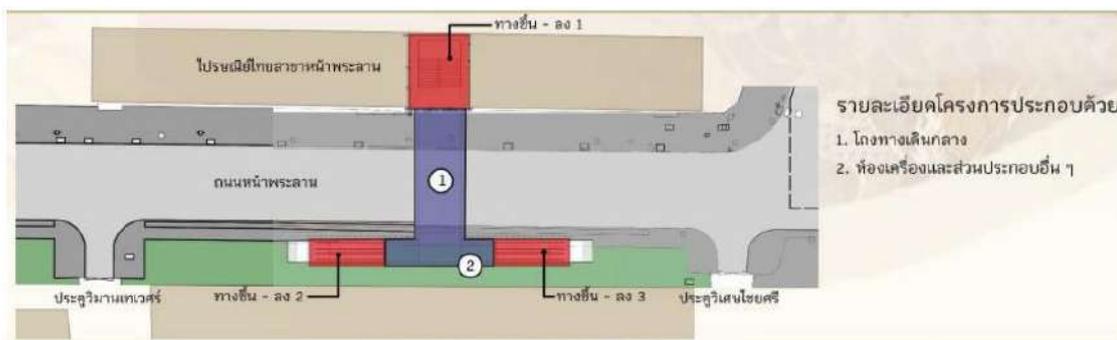
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 5 ภาพจำลองทัศนียภาพภายในอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 1 ชั้น B1

ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

2) อุโมงค์ทางเดินลอดบริเวณหน้าที่ทำการไปรษณีย์ไทยสาขาหน้าพระลาน ระยะทาง 37 เมตร ประกอบด้วย ทางเดินลอดใต้ดิน มีทางขึ้นลง 3 จุด (ระบบบันไดเลื่อน) พื้นที่รวม 390 ตารางเมตร มีทางขึ้นลง 1 จุด ฝังกำแพงแนวพระบรมมหาราชวัง มีทางขึ้นลง ระหว่างประตูวิมานเทเวศร์กับประตูวิเศษไชยศรี 2 จุด



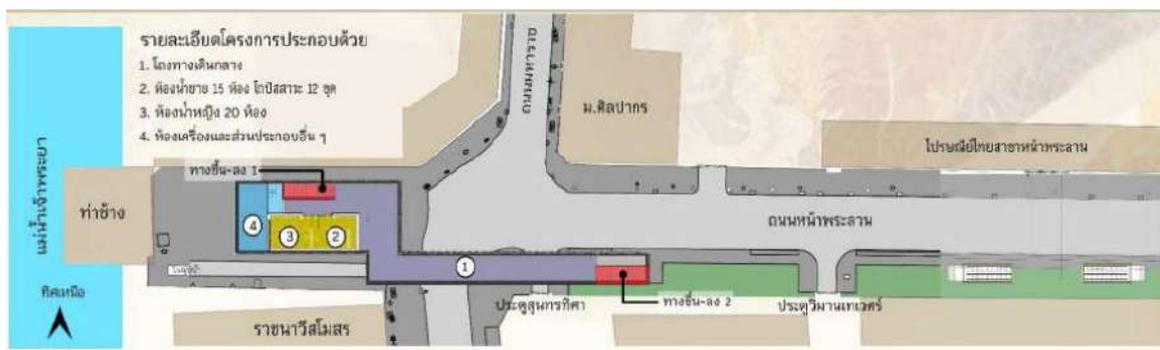
ภาพที่ 6 ภาพแปลนอุโมงค์ถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2 ชั้น B1 (ระดับ - 6.60 เมตร)
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 7 ภาพจำลองโครงการถนนหน้าพระลาน จุดที่ 2
ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

9.6.2 อุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช อุโมงค์ทางเดินลอดถนนมหาราช มีระยะทาง 90 เมตร พื้นที่รวม 1,146 ตารางเมตร ห้องน้ำ ชาย 15 ห้อง ห้องน้ำหญิง 20 ห้อง มีโถงพักคอย ทางเดิน จุดขึ้นลงของโครงการอุโมงค์ทางเดินลอด ถนนมหาราช อยู่ระหว่างทางขึ้นลงฝั่งท่าช้าง กับทางขึ้นลง ที่อยู่ฝั่งแนวกำแพงพระบรมมหาราชวัง บริเวณระหว่างประตูสุนทรทิศากับประตูวิมานเทเวศร์ หากแล้วเสร็จจะทำให้พื้นที่ที่โดยรอบเป็นระเบียบสวยงามมากขึ้น

เมื่อโครงการแล้วเสร็จทั้ง 2 โครงการ จะทำให้สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้วันละประมาณ 35,000 คน และจะมีการจัดระเบียบความปลอดภัยด้านการจราจร บริเวณท้องสนามหลวง และพระบรมมหาราชวัง



ภาพที่ 8 ผังพื้นที่อุโมงค์ถนนมหาราช

ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)



ภาพที่ 9 ภาพจำลองทัศนียภาพโครงการถนนมหาราช

ที่มา: (สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร, 2020)

9.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัญญาณัฐ แหวนหล่อ, ศศิธร ปัญจะพันดอน, พรรณวษา พิกุลทอง, เนตรชนก อ่อนดี (2565) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอยข้ามทางแยกกรณีศึกษา สะพานลอยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอยข้ามทางแยก มีผลต่อการเลือกใช้สะพานลอยของประชาชนกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นหากมีการปรับปรุงและพัฒนาสะพานลอยที่มีอยู่และพิจารณาการก่อสร้างสะพานลอยเพิ่มขึ้นตามบริเวณต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน จะทำให้ประชาชนมีแนวโน้มที่จะใช้สะพานลอยสูงขึ้น

สมนึก เคียรุ่น (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาการพัฒนาความปลอดภัยของคนเดินเท้าในประเทศไทย:กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าอุบัติเหตุจราจรเกิดขึ้นกับคนเดินเท้า

ในเขตเทศบาล 2 เทศบาล ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเด็กวัยรุ่น และกลุ่มผู้สูงอายุ (19.1% และ 17.0% ตามลำดับ) โดยปัญหาเกิดจาก องค์ประกอบหลักทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านกายภาพของพื้นที่ ได้แก่ การออกแบบทางเท้า/ทางข้ามทางแยก ที่ไม่เหมาะสมและขาดการบำรุงรักษาให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และด้านพฤติกรรม ได้แก่ ความประมาทไม่ระมัดระวังและไม่ข้ามถนนในจุดที่จัดไว้สำหรับข้ามถนนของคนเดินเท้า และผู้ขับขี่ใช้ความเร็วสูงส่วนใหญ่ไม่ชะลอ/หยุดให้คนข้ามถนน (68.0% และ 90.6% ตามลำดับ) และอื่น ๆ

ณัฐ บัวแย้ม (2547) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องสัมฤทธิ์ผลของสะพานลอยข้ามทางหลวงในจังหวัด สงขลา กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ตั้งแต่หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ถึงสามแยกอำเภอสะเดา พบว่าคนข้ามถนนส่วนใหญ่ไม่ใช่สะพานลอย แม้ว่าสะพานลอยจะผ่านเกณฑ์การติดตั้งสะพานลอยของกรมทางหลวงและพบว่าลักษณะทางกายภาพบริเวณทางข้ามมีผลต่อการใช้สะพานลอย เช่น สะพานลอยที่ตั้งอยู่บนช่วงถนน มีคนใช้มากกว่าที่ตั้งอยู่ใกล้ทางแยกสัญญาณไฟจราจรและปริมาณการจราจรบนท้องถนนมีผลต่อการตัดสินใจใช้สะพานลอย ถ้ามีปริมาณการจราจรสูง อัตราส่วนคนใช้สะพานลอยจะสูงตามไปด้วย และเหตุผลหลักที่ไม่ใช้สะพานลอยเพราะว่าการใช้สะพานลอยทำให้เสียเวลารู้สึกเหนื่อยและร้อน เป็นต้น

รัจจวน เบญจศิริ (2558) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน : กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการสำรวจพบว่า มีผู้ใช้อุโมงค์ลอดถนนหน้าจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย 3,409 คนต่อวัน ผู้ใช้อุโมงค์มีอายุเฉลี่ย 22 ปีเป็นหญิงมากกว่าชาย และส่วนใหญ่เป็นนิสิต นักศึกษา อุโมงค์ลอดถนนมีประโยชน์ คือ ช่วยลดอุบัติเหตุ ลดอันตรายจากการข้ามถนน สะดวกในการ ข้ามถนน ไม่เหนื่อยเหมือนข้ามสะพานลอย และสามารถกันแดดกันฝนได้ อุโมงค์ลอดถนนสามารถลดเวลา ในการเดินทางของผู้ใช้อุโมงค์ไปยังที่หมายได้เฉลี่ย 3.56 นาที การศึกษาพบว่าอุโมงค์ลอดถนนนี้ไม่มีผลเสีย ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้บ้านเมืองไม่สวยงาม ไม่กีดขวางทางเดินบนทางเท้า ประโยชน์ทางสังคม ที่ได้รับมีค่าเท่ากับบรรดาประโยชน์ที่บุคคลได้รับจากการใช้อุโมงค์ลอดถนน คือ ความยินดีจ่ายในการใช้อุโมงค์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.42 บาทต่อคนต่อครั้ง ประโยชน์ทางสังคมของอุโมงค์ลอดถนนนี้มีมูลค่าเท่ากับ 7,698,890 บาทต่อปี อุโมงค์ลอดถนนที่ใช้ในการศึกษามีช่องทางเดินกว้าง 4 เมตร ยาว 40 เมตร สูง 3.5 เมตร มีต้นทุน ทางสังคมเท่ากับ 15,063,282 บาท ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางสังคมของอุโมงค์ลอดถนนในพื้นที่หน้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพบว่า มีความคุ้มค่าทางสังคมสูง สวัสดิการที่สังคมจะได้รับโดยรวมจากการสร้าง อุโมงค์ลอดนี้มีมูลค่า 69,881,175 55,229,718 และ 45,000,776 บาท ในการใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 10 และ 12 ตามลำดับ

Long T. Truong , Hang T.T. Nguyen , Hien D. Nguyen , Hung V. Vu (2019) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้สะพานลอยคนข้ามและความสัมพันธ์กับสิ่งรบกวนทางดิจิทัลและสังคม และลักษณะของสะพานลอย (Pedestrian overpass use and its relationships with digital and social distractions, and overpass characteristics.) ผลการวิจัยพบว่าการสำรวจเชิงสังเกตการณ์ได้ดำเนินการในกรุงเทพมหานคร ประเทศเวียดนาม ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ที่สะพานลอยคนข้ามสิบแห่ง สังเกตพฤติกรรมของคนเดินถนน 608 คน รวมทั้งผู้ใช้สะพานลอยเพื่อข้ามและผู้ที่ข้ามอย่างผิดกฎหมาย อัตราการใช้สะพานลอยแตกต่างกันอย่างมาก ระหว่าง 35.9 % ถึง 96.5 % ผลจากการสร้างแบบจำลองชี้ให้เห็นว่าคนเดินเท้ามีแนวโน้มที่จะชดเชยความเสี่ยงของการข้ามที่ผิดกฎหมายโดยจัดตั้งกลุ่มและหลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนทางดิจิทัลและสังคม (เช่น การโทร ใช้งานหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ฟังเพลง หรือพูดคุยกับคนเดินถนนคนอื่นขณะข้าม) นอกจากนี้ การใช้สะพานลอยลดลงเมื่อสะพานลอยสูงขึ้น แต่เพิ่มขึ้นเมื่อสะพานลอยกว้างขึ้น นอกจากนี้ยังกล่าวถึงผลกระทบของเพศ สภาพอากาศ และความเร็วในการข้ามที่ผิดกฎหมายต่อการใช้สะพานลอย

Bandara, D. and Hewawasam, C (2020) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของทางลอดและสะพานลอยของคนเดินเท้าในบริบทเมืองที่แตกต่างกันในศรีลังกา (A Comparative Study on Effectiveness of Underpass and Overpass among Pedestrians in Different Urban Contexts in Sri Lanka) จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลมากที่สุดต่อการใช้ประโยชน์ของ Underpass/Overpass คือ "คุณลักษณะการบังคับตนเอง" ในขณะที่ปัจจัยที่ไม่ถูกพูดถึงมากที่สุดคือ "ความน่าสนใจ" นอกจากนี้ การศึกษาพบว่าประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่าใน Underpasses โดยเฉพาะในพื้นที่ธุรกิจและพื้นที่ที่ต้องการการขนส่งสาธารณะ ในขณะที่ Overpasses เหมาะสำหรับพื้นที่โรงเรียน / วิทยาลัย นอกจากนี้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าวัตถุประสงค์การเดินทางและสถานที่ สถานที่และเวลา วัตถุประสงค์การเดินทางและเวลา ความสะดวกสบายและความปลอดภัยส่วนตัว มีความสัมพันธ์กันอย่างเข้มแข็งและมีผลทำให้การใช้ประโยชน์ของ Underpass/Overpass มีประสิทธิภาพ การวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้หรือไม่ใช้ Overpass/Underpass ขึ้นอยู่กับทัศนคติและแบบแผนพฤติกรรมของคนเดินเท้า นอกจากนี้ การศึกษายังให้ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด ดังนั้น ผลการศึกษาจึงเป็นพื้นฐานสำหรับนักวางแผน สถาปนิก นักพัฒนา และผู้กำหนดนโยบายสำหรับการออกแบบทางลอด/ทางยกระดับที่มีประสิทธิภาพในอนาคต

Yumrutaş, H. İ. & Çınar Sarısoy, Ş. (2021) ได้ทำการศึกษาเรื่องเปรียบเทียบการผ่านทางข้ามและการผ่านทางใต้ดินตามพารามิเตอร์ต่างๆ: กรณีศึกษาจากการสร้างทางข้าม Karabuk-Safranbolu (Comparison of Overpass / Underpass in the Light of Various Parameters: Karabuk-Safranbolu Case Study) ผลการศึกษาพบว่าผลประโยชน์และข้อเสียของการใช้ทางมอเตอร์เวย์เปิด/ซ้อนทับตามด้านต้นทุน ความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งาน/ความสะดวกสบาย ประหยัดเวลา ความชอบของผู้ใช้บริการ การประดิษฐ์และวัสดุสร้างสรรค์เป็นผลการศึกษาจากการสำรวจข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยกรมทางหลวง และการสังเกตการณ์บนสถานที่ แล้วนำเสนอด้วยตารางและกราฟิก เนื่องจากยังไม่มีมาตรฐาน กฎระเบียบ หรือเกณฑ์การออกแบบและความปลอดภัยสำหรับการก่อสร้างทางมอเตอร์เวย์เปิด/ซ้อนทับในประเทศของเรา ดังนั้นคาดว่าจะการศึกษานี้จะมีส่วนสำคัญในการตัดสินใจของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เทศบาล กรมทางหลวง ฯลฯ

10. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

Bandara, D., & Hewawasam, C. (2020). A Comparative Study on Effectiveness of Underpass and Overpass among Pedestrians in Different Urban Contexts in Sri Lanka. *Journal of Service Science and Management*, 13, 729-744. doi: 10.4236/jssm.2020.135046.

Siam Piwat. "Universal Design." Dsign Something,

<https://dsignsomething.com/2022/03/02/universal-design-siampiwat/>. เข้าถึงเมื่อ 18 กันยายน 2566.

Truong, L. T., Nguyen, H. T. T., Nguyen, H. D., & Vu, H. V. (2019). Pedestrian overpass use and its relationships with digital and social distractions, and overpass characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, 131, 234-238. doi: 10.1016/j.aap.2019.07.004.

Universal Design Ireland. "What is Universal Design?". สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2023. <https://universaldesign.ie/What-is-Universal-Design/>.

Yumrutaş, H. İ., & Çınar Sarısoy, Ş. (2021). Comparison of Overpass / Underpass in the Light of Various Parameters: Karabuk-Safranbolu Case Study. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(3), 681-695. doi: 10.35414/akufemubid.889442.

กัญญาณัฐ แหวนหล่อ, ศศิธร ปัญจะพันดอน, พรรณวษา พิกุลทอง, เนตรชนก อ่อนดี. (2565). การศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและเออร์โกโนมิกส์ที่เหมาะสมในสะพานลอยข้ามทางแยก
กรณีศึกษา: สะพานลอยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข.

กองวิชาการและแผนงาน เทศบาลเมืองแสนสุข แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2561 – 2565) เทศบาลเมืองแสนสุข. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2567, เข้าถึงได้จาก

<https://saensukcity.go.th/images/doc/Plan-2561-2565.pdf>

ณรัฐ บัวแย้ม. (2547). สัมฤทธิผลของสะพานลอยข้ามทางหลวงในจังหวัดสงขลา: กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ตั้งแต่หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ถึงสามแยกอำเภอสะเดา.

ตรีปิยะ ต๊ะวิชัย. (ม.ป.ป.) แนวคิดและทฤษฎีด้านการจราจร. https://k-rc.net/imageupload/27848/4_.pdf.

ธีรวิทย์ เอกะกุล. (2543) ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. อุบลราชธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

จำจวน เบญจศิริ. (2558). ความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน: กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรวิทย์ เกรียงเกษม. (2558). การสำรวจความคิดเห็นและสถิติการข้ามถนนของนักศึกษาโดยไม่ใช้สะพานลอยด้านหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

http://eng.sut.ac.th/ce/ce_course/download/project/10-2-56/6WORAWIT%20KRIENGKASEM.pdf.

ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ Thai RSC เพื่อเสริมสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยทางถนน. (2566). สถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมในจังหวัดชลบุรี. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2566, เข้าถึงได้จาก www.thairsc.com

สมนึก เคียรุ่น. (2545). การศึกษาการพัฒนาความปลอดภัยของคนเดินเท้าในประเทศไทย: กรณีศึกษาจังหวัดสงขลา.

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้พิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบอุโมงค์ข้ามถนนที่ถูกต้องตามหลักเออร์โกโนมิกส์และอารยสถาปัตยกรรมแก่ประชาชน และนักท่องเที่ยวในบริเวณถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเลือกตำแหน่งการสร้างอุโมงค์ข้ามถนนในบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เขตเทศบาลเมืองแสนสุข ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

3. สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อดำเนินการการมีส่วนร่วมและความพร้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนลงหาดบางแสน และถนนข้าวหลาม

12. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ Mixed Research โดยกำหนดวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบ Societal Readiness Level - 4 ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นอกร่องเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อม

ขององค์ความรู้และเทคโนโลยีในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน และตรวจสอบความพร้อมของประชากรกลุ่มตัวอย่างในการจัดสร้างและการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตามลำดับดังต่อไปนี้

1 ประชากรผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ใช้ดำเนินการมีส่วนร่วมโดยใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และประชากรกลุ่มตัวอย่างเพื่อการสอบถามความคิดเห็น ประกอบด้วย

1.1 ประชาชนผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเฉพาะในบริเวณถนนลงหาดบางแสน โดยคัดเลือกจากกลุ่มผู้นำชุมชนและกลุ่ม อสม. จำนวน 5 คน

1.2 นักท่องเที่ยว คือ ประชาชนผู้เดินทางมาท่องเที่ยวในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเฉพาะบริเวณหาดบางแสน โดยคัดเลือกจากนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในบริเวณหาดบางแสนอย่างสม่ำเสมอ จำนวน 5 คน

1.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ หน่วยงานราชการที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการ และบริการสาธารณสุข ปลอดภัยสาธารณะและสวัสดิภาพของประชาชน คือ เทศบาลเมืองแสนสุข โดยมีตัวแทนจากกองช่าง 1 คน ตัวแทนจากกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม 1 คน กองยุทธศาสตร์และงบประมาณ 1 คน กองสวัสดิการสังคม 1 คน และตัวแทนจากงานจราจร สถานีตำรวจภูธร แสนสุข จ.ชลบุรี 1 คน รวมทั้งหมด 5 คน

1.4 ประชากรกลุ่มตัวอย่างจากผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเพื่อการสอบถามความคิดเห็น จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Cochran (1977) เนื่องจากไม่สามารถทราบถึงจำนวนประชากรที่แท้จริง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดให้ประชากรที่ทำการศึกษารวมถึงนักท่องเที่ยวที่ไม่สามารถรู้จำนวนที่แท้จริงได้ ดังนี้

$$n = \frac{P(1 - P)Z^2}{d^2}$$

โดยกำหนดให้

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (โดยทั่วไปนิยมใช้สัดส่วน 30% หรือ 0.30)

Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนด หรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ เช่น

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 เทากับ 1.65 (ความเชื่อมั่น 90%) >> Z = 1.65

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เทากับ 1.96 (ความเชื่อมั่น 95%) >> Z = 1.96

Z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เทากับ 2.58 (ความเชื่อมั่น 99%) >> Z = 2.58

d คือ สัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (จะต้องสอดคล้องกับค่า Z ที่ระดับความเชื่อมั่นนั้น ๆ) เช่น

ระดับความเชื่อมั่น 90% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.10

ระดับความเชื่อมั่น 95% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

ระดับความเชื่อมั่น 99% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.01

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

2.1 อากาศยานไร้คนขับ (Unman Aerial Vehicle UAV) หรือ โดรน (Drone) เพื่อใช้ในการถ่ายภาพมุมสูงของถนนลงหาดบางแสน ณ ตำแหน่งที่ตั้งที่เลือกเพื่อการสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนน

2.2 โปรแกรมออกแบบ เพื่อใช้ในการออกแบบสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนตามหลักการด้านเออร์โกโนมิกส์และอารยะสถาปัตยกรรม

2.3 โปรแกรมตัดต่อ เพื่อใช้ในการจัดทำสื่อคลิปวีดิทัศน์เพื่ออธิบายรายละเอียดของสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบ

2.4 แอปพลิเคชัน Google form เพื่อดำเนินการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับที่ตั้งและรูปแบบถูกต้องตามหลักเออร์โกโนมิกส์และอารยะสถาปัตยกรรมของสะพานลอยและอุโมงค์ข้ามถนนข้อเสนอแนะตามแบบสอบถามที่ออกแบบไว้

3. วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและรายละเอียดเกี่ยวกับหลักการด้านเออร์โกโนมิกส์และอารยะสถาปัตยกรรม ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนน

3.2 ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปร และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอุโมงค์ทางข้ามถนนตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และทำการรับฟังความคิดเห็น ข้อมูล และข้อเสนอแนะ เพื่อพิจารณาในประเด็น ตำแหน่งที่ตั้ง รูปแบบ และองค์ประกอบ มาตรการในการใช้งาน

3.3 ทำการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนโดยยึดหลักการด้านเออร์โกโนมิกส์และอารยะสถาปัตยกรรม ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ โดยจัดทำเป็น Concept design ด้วยโปรแกรมออกแบบ

3.4 จัดทำสื่อคลิปวีดิทัศน์เพื่ออธิบายรายละเอียดของอุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบไว้ให้เกิดความเข้าใจ ทั้งตำแหน่งที่ตั้งและรูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนโดยโปรแกรมตัดต่อ เพื่อนำออกเผยแพร่สู่ช่องทางสาธารณะต่าง ๆ เช่น You tube, Facebook

3.5 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเกี่ยวกับความคิดเห็น ความรู้ ความเข้าใจ และความพร้อมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและพิจารณาข้อเสนออื่น ๆ เกี่ยวกับการจัดสร้างและการใช้งาน

3.6 สรุปข้อมูลจากการสอบถามเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา คือ อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อยืนยันผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ตลอดจนการปรับแก้ไขรายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้ง รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนน ข้อเสนอแนะในการดำเนินแผนงานโครงการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน และการเตรียมความพร้อมทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

3.7 นำเสนอผลการศึกษา คือ รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ได้ทำการปรับแก้ไขรายละเอียดต่าง ๆ แก่ตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

3.8 จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

13. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด) เป็นเวลา 16 เดือน นับตั้งแต่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย (ประมาณมิถุนายน 2567 – กันยายน 2568)

กิจกรรม	เดือน				
	1	2	3	4	5
ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและสำรวจพื้นที่	→				
ดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยวิธีการ AHP และทำการรับฟังความคิดเห็น ข้อมูล และข้อเสนอแนะ				→	

กิจกรรม	เดือน				
	6	7	8	9	10
ทำการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนโดยจัดทำเป็น Concept design	→				
จัดทำสื่อคลิปวีดิทัศน์อุโมงค์ทางข้ามถนนที่ออกแบบไว้และนำออกเผยแพร่สู่ช่องทางสาธารณะต่าง ๆ			→		
เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้อยู่อาศัยในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข					→

กิจกรรม	เดือน				
	11	12	13	14	15
นำเสนอ รูปแบบของอุโมงค์ข้ามถนนที่ได้ทำการปรับแก้ไข แก่ตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	→				
ขึ้นจัดทำรูปเล่มรายงาน		→			
ส่งผลงานวิจัย				→	

14. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ) ระบุเฉพาะปัจจัยที่ต้องการเพิ่มเติม

17. คำชี้แจงอื่น ๆ

แบ่งการส่งผลการวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1) ผลการออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนโดยยึดหลักการด้านเออร์โกโนมิกส์ (ergonomic) และอารยะสถาปัตยกรรม (Universal Design) ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ ในแบบ Concept design ด้วยโปรแกรมออกแบบ

2) ผลการรับฟังความคิดเห็น ข้อมูล และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอุโมงค์ทางข้ามถนนตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) จากประชากรกลุ่มตัวอย่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2) ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขเกี่ยวกับความคิดเห็น ความรู้ ความเข้าใจ และความพร้อมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและพิจารณาข้อเสนออื่น ๆ เกี่ยวกับการจัดสร้างและการใช้งาน



(รองศาสตราจารย์ ดร. ดนัย บวรเกียรติกุล)

หัวหน้าโครงการ

วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

ภาคผนวก ข
แบบประเมินเปรียบเทียบความสำคัญโดยเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์
ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)
เพื่อดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบระดับความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน ตั้งแต่ B1 – B5 โดยลงเครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ของอุโมงค์ บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายสอง (แยกจรินทร์) ดังนี้

B1 โอกาสในการใช้อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว

B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน

B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B1																		B2
B1																		B3
B1																		B4
B1																		B5
B2																		B3
B2																		B4
B2																		B5
B3																		B4
B3																		B5
B4																		B5

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 2 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบระดับความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน ตั้งแต่ B1 – B5 โดยลงเครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ของอุโมงค์ บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสายหนึ่ง (แยกวงเวียนบางแสน) ดังนี้

B1 โอกาสในการใช้อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว

B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน

B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B1																		B2
B1																		B3
B1																		B4
B1																		B5
B2																		B3
B2																		B4
B2																		B5
B3																		B4
B3																		B5
B4																		B5

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 3 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบระดับความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน ตั้งแต่ B1 – B5 โดยลงเครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ของอุโมงค์ บริเวณถนนข้าวหลามหรือถนนสาย 1073 (ตลาดปลาบางแสน) ดังนี้

B1 โอกาสในการใช้อุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยว

B2 การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน

B3 การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและวันหยุดจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B4 การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน

B5 ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B1																		B2
B1																		B3
B1																		B4
B1																		B5
B2																		B3
B2																		B4
B2																		B5
B3																		B4
B3																		B5
B4																		B5

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 4 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับโครงสร้างกายภาพในการใช้งานของ อุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ตั้งแต่ B6 – B10 โดยลง เครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ดังนี้

B6 ขนาดของทางสัญจรในอุโมงค์ข้ามถนน

B7 ระบบระบายอากาศและการปรับอากาศเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน

B8 ระบบแสงสว่างเพื่อการสัญจรภายในอุโมงค์ข้ามถนน

B9 สิ่งตกแต่งเพื่อความสวยงามในบริเวณผนัง เพดาน และทางเดินของอุโมงค์

B10 โซลาร์เซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในระบบไฟฟ้าของอุโมงค์ข้ามถนน

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B6																		B7
B6																		B8
B6																		B9
B6																		B10
B7																		B8
B7																		B9
B7																		B10
B8																		B9
B8																		B10
B9																		B10

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 5 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ตั้งแต่ B11 – B14 โดยลง เครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ดังนี้

B11 ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน

B12 การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์

B13 บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์

B14 ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรตามทางเดินในอุโมงค์

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B11																		B12
B11																		B13
B11																		B14
B12																		B13
B12																		B14
B13																		B14

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 6 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน อุโมงค์ข้ามถนนทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ตั้งแต่ B16 – B19 โดยลง เครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ดังนี้

B15 กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการเหตุการณ์ภายในอุโมงค์

B16 ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ

B17 แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์

B18 ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B15																	B16	
B15																	B17	
B15																	B18	
B16																	B17	
B16																	B18	

ลงชื่อ.....

(.....)

ลงวันที่.....

ตอนที่ 7 ขอความกรุณาให้ท่านเปรียบเทียบความสำคัญในประเด็นเกี่ยวกับมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ทั้ง 3 แห่ง (แยกจรินทร์, แยกวงเวียนบางแสน, ตลาดปลาบางแสน) ตั้งแต่ B19 – B22 โดยลงเครื่องหมาย X ตรงช่องตัวเลขมากกว่า (9-2) เท่ากัน (=) หรือน้อยกว่า (2-9) ดังนี้

B19 กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลาทำการ 8.00 - 18.00 น. ในวันทำการและใช้งานอุโมงค์นอกเวลาทำการ 18.00 – 21.00 น. ได้เฉพาะในวันหยุดนักขัตฤกษ์

B20 กำหนดข้อห้ามและข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนเพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบาย

B21 การเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการฝ่าฝืนข้อห้ามการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนและเพื่อให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์

B22 กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี

ผลการจัดอันดับความสำคัญตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็น	ค่ามาตรฐานการเปรียบเทียบ																ประเด็น	
	มากกว่า								=	น้อยกว่า								
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8		9
B19																	B20	
B19																	B21	
B19																	B22	
B20																	B21	
B20																	B22	
B21																	B22	

ลงชื่อ.....
 (.....)
 ลงวันที่.....

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามเพื่อการทดสอบทางสถิติสมการโครงสร้าง
(Structural Equation Model SEM) เพื่อดำเนินการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อการทดสอบทางสถิติ
การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณ
ถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี

เลขที่แบบสอบถาม.....

วันที่ตอบแบบสอบถาม.....

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นเครื่องมือของงานวิจัยเพื่อใช้ในการทดสอบทางสถิติของการดำเนินการ การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการ ออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าวหลาม เทศบาล เมืองแสนสุข จ.ชลบุรี โดยข้อมูลความคิดเห็นจากท่านจะถูกใช้ในการทดสอบทางสถิติกับความพร้อม ของประชากรกลุ่มตัวอย่างในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ณ ทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและ ถนนข้าวหลาม เทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี ซึ่งการให้ข้อมูลของท่านจะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ หรือ ความเสียหายต่อตัวท่านแต่ประการใด

ต้นฉบับแบบสัมภาษณ์นี้จะไม่ได้รับการเผยแพร่ต่อสาธารณะในรูปแบบใด ๆ การนำเสนอ ข้อมูลจะเป็นแบบภาพรวม และข้อมูลจะถูกเก็บไว้เป็นเวลา 3 ปี หลังการเผยแพร่ผลการวิจัยและจะ ถูกนำไปทำลายหลังจากนั้น ทั้งนี้ เพื่อการพิทักษ์สิทธิส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามตาม หลักเกณฑ์จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์
- ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข
- ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาล เมืองแสนสุข

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กรุณาลงเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บหน้าข้อความตอบในแบบสอบถามดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ
 1. ชาย
 2. หญิง
2. อายุ _____ ปี
3. ระดับการศึกษาสูงสุด
 1. ประถมศึกษา
 2. มัธยมศึกษา/ปวช.
 3. อนุปริญญา/ปวส.
 4. ปริญญาตรี
 5. สูงกว่าปริญญาตรี
4. ภูมิลำเนาที่อยู่อาศัย
 1. อาศัยอยู่ใน จังหวัด.ชลบุรี อำเภอ_____
 2. อาศัยอยู่ใน จังหวัดอื่น (ระบุ) _____

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่ออุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข

1. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านมีความเห็นต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกจรินทร์ ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน					
2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน					
3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน					
4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
6	ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน					

2. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านมีความเห็นต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกวงเวียนบางแสน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน					
2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน					
3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน					
4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
6	ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน					

3. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านมีความเห็นต่อความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนนที่บริเวณแยกตลาดปลาบางแสน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน					
2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน					
3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน					
4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
6	ข้อจำกัดและอุปสรรคของที่ตั้งในการจัดสร้างอุโมงค์ข้ามถนน					

4. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความเห็นต่อความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ความสำคัญของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมของรูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	โอกาสของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน					
2	ความปลอดภัยของประชาชนและนักท่องเที่ยวในการใช้อุโมงค์ข้ามถนน					
3	การไม่กีดขวางทางเท้าของในที่ตั้งของอุโมงค์ข้ามถนน					
4	การช่วยลดความติดขัดการจราจรในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุดจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					
5	การช่วยส่งเสริมกิจการและบริการเกี่ยวกับการท่องเที่ยวจากการใช้งานของประชาชนและนักท่องเที่ยวต่ออุโมงค์ข้ามถนน					

5. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความเห็นต่อความสำคัญของการอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมในการอำนวยความสะดวกของอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	ตำแหน่งทางขึ้นลงของอุโมงค์ข้ามถนน					
2	การติดตั้งป้ายสัญลักษณ์ เส้นทาง ขึ้น - ลง ภายในอุโมงค์					
3	บันไดเลื่อนและลิฟต์สำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับลงและขึ้นอุโมงค์					
4	ทางเลื่อนอัตโนมัติสำหรับผู้พิการและคนชราสำหรับการสัญจรภายในอุโมงค์					

6. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความเห็นต่อความเหมาะสมของการรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	การรักษาความปลอดภัยในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมในการรักษาความปลอดภัยของอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	กล้องวงจรปิดเพื่อสังเกตการณ์เหตุการณ์ภายในอุโมงค์					
2	ระบบกระจายเสียงเพื่อแจ้งเตือนรายละเอียดในการใช้อุโมงค์ และประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ					
3	แผ่นทางเดินสำหรับผู้พิการทางสายตา (Braille Block) ที่บริเวณทางเดินภายในอุโมงค์					
4	ระบบโทรศัพท์ขอความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินในอุโมงค์					

7. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความเห็นต่อความเหมาะสมของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	มาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความเหมาะสมของของมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมอย่างมาก	เหมาะสมพอสมควร	เหมาะสมน้อย	ไม่เหมาะสม
1	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ในช่วงเวลา 6.00 - 18.00 น. ในวันทำการ					
2	กำหนดให้ใช้งานอุโมงค์ได้ตลอดเวลาเฉพาะในวันหยุดทั่วไปและช่วงหยุดยาวในวันหยุดนักขัตฤกษ์					
3	กำหนดข้อห้ามการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง					
4	การสอดส่องป้องกันการกระทำกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการสัญจรเพื่อข้ามถนนภายในอุโมงค์และพื้นที่เกี่ยวข้อง					
5	กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนอย่างเหมาะสมเพื่อความปลอดภัย และความสะดวกสบาย					
6	การให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพของผู้ใช้งานอุโมงค์					
7	กำหนดการทำความสะอาดและรักษาสภาพภายในอุโมงค์ให้อยู่ในสภาพที่ดี					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข

8. กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความเห็นต่อความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข ดังตารางต่อไปนี้

ลำดับ	ความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน	ระดับความพร้อมทางสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน				
		มีความพร้อมมากที่สุด	มีความพร้อมมาก	มีความพร้อมพอสมควร	มีความพร้อมน้อย	มีความพร้อมน้อยที่สุด
1	ความตระหนักและเข้าใจถึงความสำคัญของการใช้อุโมงค์ข้ามถนน					
2	การปฏิบัติตามข้อกำหนดในมาตรการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน					
3	จำนวนผู้ใช้อุโมงค์ข้ามถนน					

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ข้าพเจ้า (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ดนัย บวรเกียรติกุล ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัย จากคณะสาธารณสุขศาสตร์ ประเภทเงินอุดหนุน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๗ โครงการวิจัย เรื่อง (ภาษาไทย) การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการออกแบบและการใช้งานอุโมงค์ข้ามทางแยกบริเวณถนนลงหาดบางแสนและถนนข้าม หลามเทศบาลเมืองแสนสุข จ.ชลบุรี.....
(ภาษาอังกฤษ) A study to evaluate the feasibility and implement participation of stakeholders for designing and usage of Underpass across of Long Hat Bang Saen Road and Khao Lam Road at Saen Suk Municipality, Chonburi Province.....
รหัสโครงการ 03/2567 สัญญาเลขที่ 03/2567 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 250,000 บาท (สองแสนห้าหมื่นบาทถ้วน)
ระยะเวลาการดำเนินงาน 1 ปี (ระหว่างวันที่ 27 พฤษภาคม 2567 ถึง วันที่ 26 พฤษภาคม 2567)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมและดำเนินการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการออกแบบและใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข จังหวัดชลบุรี โดยใช้แนวคิดระดับความพร้อมของสังคม (Societal Readiness Level: SRL) ระดับ 4 การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ระยะ คือ (1) การคัดเลือกตำแหน่งและการออกแบบแนวคิดอุโมงค์ข้ามถนน (Concept Design) (2) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และ (3) การประเมินความเหมาะสมของอุโมงค์ข้ามถนนต่อระดับความพร้อมทางสังคมโดยใช้รูปแบบสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model: SEM) ผลการวิจัย พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการก่อสร้างอุโมงค์ข้ามถนนที่สุด คือ บริเวณแยกวงเวียนบางแสนโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุดจากวิธีการ AHP เท่ากับ 0.288 การออกแบบอุโมงค์ข้ามถนนยึดหลักการออกแบบอย่างเท่าเทียม Universal Design โดยมีองค์ประกอบสำคัญ คือ รูปแบบทางกายภาพ การอำนวยความสะดวกในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน การรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน มาตรการในการใช้งาน ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) ของความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของอุโมงค์ข้ามถนนทุกตัวต่อระดับความพร้อมทางด้านสังคมในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนน พบว่า ค่าความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Fit Indices) ซึ่งประกอบด้วย χ^2 /df, P Value, CFI, TLI, RNI, SRMR และ RMSEA อยู่ในเกณฑ์สำหรับความสอดคล้องทุกตัว และพบว่า องค์ประกอบทุกด้านของอุโมงค์มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness) ในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนในระดับสูง โดยมาตรการในการใช้งานอุโมงค์ข้ามถนนมีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.891 การอำนวยความสะดวกในอุโมงค์ข้ามถนน เท่ากับ 0.888 การรักษาความปลอดภัยในอุโมงค์ข้ามถนน 0.887 และสุดท้าย คือ รูปแบบทางกายภาพของอุโมงค์ข้ามถนน เท่ากับ 0.841 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ การพัฒนาอุโมงค์ข้ามถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขควรเน้นการออกแบบที่ตอบสนองต่อความปลอดภัย ความสะดวก และการมีส่วนร่วมของ

ชุมชน พร้อมประยุกต์แนวคิดการออกแบบเพื่อทุกคนและเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเสริมสร้างความยั่งยืนของเมืองและคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว

Output/Outcome

ชื่อวารสาร/การประชุมวิชาการ	ชื่อบทความ	เดือน/ปีพ.ศ.
Suranaree Journal of Social Science (SJSS) Online ISSN 2651-088X	Providing concept design of Underpass to implement Analytic Hierarchy Process (AHP) for stakeholders in Saensuk municipality Chonburi province Thailand	อยู่ในระหว่างการเตรียมบทความ
Journal of Multidisciplinary in Social Sciences (JMSS) Online ISSN: 2673-0235	Evaluating social readiness level for urban innovation, Case study: Underpass concept design in Saensuk municipality Chonburi province Thailand.	อยู่ในระหว่างการเตรียมบทความ

- ข้อเสนอแนะ

.....