

การศึกษาความคิดเห็นของประชาชนต่อรูปแบบของ
สะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน:
กรณีศึกษาถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข จังหวัดชลบุรี

A Study of the Opinions of the People on the Design
of the Overpasses and Road Crossing Tunnel:
Case Study of Longhad Bang Saen Road,
Saen Suk Subdistrict, Chonburi Province

दनई बवर्णकीटकुल^{1*}, नत्तावत् खिदसुक², दनुपल सङ्खप्रीचा³, रज्जुदी चोटीगाविन⁴
^{1, 2, 3, 4} คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Danai Bawornkiattikul^{1*}, Nattawat Khidsuk², Danupol Sangkhapreecha³,
Rotruedee Chotigawin⁴
^{1, 2, 3, 4} Faculty of Public Health, Burapha University Thailand

* Corresponding author, Email: danai@go.buu.ac.th

Received: 17/06/2024 Revised: 18/12/2024 Accepted: 18/09/2025

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้เส้นทางเกี่ยวกับความเหมาะสมของที่ตั้งของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่ออกแบบตามหลักการออกแบบอย่างสากล ณ ถนนลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ทำการเลือกจุดที่เหมาะสมกับการสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน 3 จุด ประกอบด้วย ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) ทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 2 (แยกจรินทร์) และวงเวียนบางแสนที่ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 (วงเวียนบางแสน) ทำการออกแบบรูปแบบตามแนวคิดของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนให้ตามหลักการออกแบบอย่างสากล จัดทำเป็นคลิปวิดีโอที่แสดงรายละเอียดของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน แล้วเผยแพร่ผ่านทางช่องทางยูทูบ และสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้เส้นทางโดยผ่านกูเกิลฟอร์ม ผลการศึกษาพบว่า บริเวณแยกรังเรและแยกจรินทร์ สะพานลอยมีความเหมาะสมมากกว่าอุโมงค์ ส่วนบริเวณวงเวียนบางแสน อุโมงค์มีความเหมาะสมมากกว่าสะพานลอย ผลการศึกษายังพบว่า ความเหมาะสมของสะพานลอยต่อแยกรังเรประเด็นที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน (3.56) และความเหมาะสมของอุโมงค์ต่อแยกรังเรประเด็นที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.29) ความเหมาะสมของสะพานลอยที่แยกจรินทร์มีประเด็นค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ อุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการออกแบบอย่างสากล (ลิฟต์ ทางเลื่อนสำหรับผู้สูงอายุและคนพิการ) (3.45) ส่วนความเหมาะสมของอุโมงค์ต่อแยกจรินทร์ ประเด็นที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.35) ในขณะที่ความเหมาะสมของอุโมงค์บริเวณที่วงเวียนบางแสน ประเด็นที่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน (3.31) ข้อเสนอแนะเพื่อความปลอดภัย ควรติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อบันทึกภาพได้ตลอด 24 ชั่วโมง และอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน ให้เปิดใช้อุโมงค์เฉพาะช่วงเวลาทำการคือ ตั้งแต่ 08.00-18.00 น. ในวันทำการ แต่อาจเปิดใช้งานได้ 24 ชั่วโมงในช่วงวันหยุดยาว

คำสำคัญ: สะพานลอย, อุโมงค์ลอดใต้ถนน, การออกแบบอย่างสากล

Abstract

This study aimed to survey the opinions of pedestrians on the appropriateness of the location of the overpass and underpass designs based on universal design principles at Longhad Bang Saen Road, Saensuk Subdistrict, Mueang District, Chonburi Province. Three suitable locations for the construction of overpasses and road crossing tunnel were selected: the intersection of Longhad Bang Saen Road and Mitsampan Road (Rang Rae Intersection), the intersection of Bang Saen Beach Road and Bang Saen Road 2 (Charin Intersection), and the Bang Saen circle where Longhad Bang Saen Road intersects Bang Saen Road 1 (Bang Saen circle). The overpass and underpass designs were designed based on universal design principles. To provide video clips showing details of the overpass and road crossing tunnel designs, which were broadcasted on YouTube and survey attitude of pedestrians via Google Forms. The results of the study found that overpasses were more suitable than road crossing tunnel at Rang Rae and Charin Intersections, while underpasses were more suitable than overpasses at Bang Saen circle. The study also found that: The suitability of the overpass at Rang Rae Intersection has the highest average score as convenience of use (3.56), and the suitability of the tunnel at Rang Rae Intersection has the highest average score as not obstructing footpath (3.29). The suitability of the overpass at Charin Intersection has the highest average score as facility that accord universal design (elevator, escalator for the disabled, elderly) (3.45). As for the

suitability of the tunnel at Charin Intersection, the highest average score as not obstructing footpath (3.35), while the suitability of the tunnel at Bang Saen circle has the highest average score as convenience of use (3.31). Suggestions for safety: CCTV cameras should be installed to monitor for 24 hours, and emergency assistance devices should be provided. The tunnel should be open only during daytime, from 08:00 a.m. to 06:00 p.m. on weekdays, but may be open 24 hours a day during long weekend.

Keywords: Overpasses, Road crossing tunnel, Universal design

1. บทนำ

ปัจจุบัน ปัญหาอุบัติเหตุบนท้องถนนนับเป็นหนึ่งปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย แต่ละอุบัติเหตุทางถนนส่งผลต่อความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ทั้งความสูญเสียทางตรงต่อผู้ประสบอุบัติเหตุและความสูญเสียทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นต่อสังคม เช่น ความเสียหายต่อทรัพย์สิน ความสูญเสียต่อครอบครัวของผู้ประสบอุบัติเหตุ รวมทั้งอาจสูญเสียบุคลากรที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้พยายามหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวในหลายวิธี ทั้งในด้านการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ จัดอบรมและประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐด้วยกันเองและระหว่างภาคประชาชน เพื่อแก้ไขอุบัติเหตุบนท้องถนนที่เกิดขึ้น กรมทางหลวงในฐานะหน่วยงานผู้รับผิดชอบการคมนาคมทางบกโดยระบบถนนมีความพยายามที่จะลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน จึงได้ก่อสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้าม ซึ่งเป็นสิ่งปลูกสร้างสำหรับประชาชนใช้เดินข้ามถนนอย่างปลอดภัยในถนนสายต่าง ๆ เพิ่มขึ้น แต่ผู้คนส่วนใหญ่ก็ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการข้ามถนนโดยใช้สะพานลอยมากเท่าที่ควร ดังนั้น จึงยังเกิดอุบัติเหตุการจราจรจากการที่ประชาชนไม่ใช้สะพานลอยในการข้ามถนนอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมทั่วประเทศไทย จากรายงานสถิติระบุว่า มีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 249,962 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 4,920 ราย ซึ่งจังหวัดชลบุรีในฐานะจังหวัดหลักที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษในภาคตะวันออก (EEC) ของประเทศไทยมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมอยู่ในอันดับที่ 2 ของประเทศไทย โดยมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 12,164 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 173 ราย และเมื่อแบ่งสถิติการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนสะสมออกเป็นระดับอำเภอ พบว่าอำเภอเมืองชลบุรีมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 3,448 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 36 ราย และในเขตเทศบาลเมืองแสนสุขมีจำนวนผู้บาดเจ็บสะสม 319 ราย และมีจำนวนผู้เสียชีวิตสะสม 4 ราย (ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุฯ, 2566)

จากสถิติอุบัติเหตุจากการจราจรในเขตเทศบาลแสนสุขดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงปัญหาการจราจรบนท้องถนนในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข โดยเส้นทางหลักที่มีการจราจรด้วยยานพาหนะต่าง ๆ และการข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยวอย่างหนาแน่นที่สุด คือ ถนนลงหาดบางแสน โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนในวันทำการ วันหยุดราชการ และวันหยุดยาวในเทศกาลต่าง ๆ ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน อย่างไรก็ตาม ถนนลงหาดบางแสนมีสะพานลอยเพื่อใช้ในการข้ามถนนเพียง 1 แห่งที่บริเวณหน้ามหาวิทยาลัยบูรพาเท่านั้น ส่งผลให้ไม่เพียงพอต่อความจำเป็นในการข้ามถนนของประชาชนและนักท่องเที่ยว ทำให้ทั้งประชาชนและนักท่องเที่ยวจำเป็นต้องเดินข้ามถนนในบริเวณอื่น ๆ และก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการสัญจรระหว่างคนข้ามถนนและยานพาหนะอยู่บ่อยครั้ง

จากประเด็นดังกล่าว สามารถแสดงถึงปัญหาในการจราจรของถนนลงหาดบางแสนที่เกี่ยวกับการจราจรติดขัด การเดินข้ามถนนที่ต้องเผชิญกับยานพาหนะมากมาย จนทำให้มีผู้ได้รับอุบัติเหตุจากยานพาหนะในการเดินข้ามถนนเป็นอย่างมาก เพราะฉะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการก่อสร้างสะพานข้ามถนนหรืออุโมงค์ลอดใต้ถนน เพื่อให้เป็นสาธารณูปการที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับประชาชนและเพิ่มความคล่องตัวให้กับยานพาหนะได้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุด และจะต้องมีความสอดคล้องกับความต้องการตลอดจนความคิดเห็นของประชาชนผู้ใช้งานด้วย ทางคณะผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความคิดเห็นของประชาชนต่อรูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่ได้ทำการออกแบบไว้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการดำเนินการก่อสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของผู้สนใจเกี่ยวกับความเหมาะสมของที่ตั้งของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่ออกแบบตามหลักการออกแบบอย่างสากล ณ ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

3. การทบทวนวรรณกรรม

ผู้ศึกษาได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษา ดังต่อไปนี้ 1) สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า 2) รูปแบบของสะพานลอย 3) อุโมงค์ลอดใต้ถนน (Underpass) และ 4) การออกแบบอย่างสากล (Universal Design)

3.1 สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า

การติดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนนและการแก้ไขปัญหาการตัดกันของยานพาหนะและผู้เดินเท้า โดย วรวิทย์ เกรียงเกษม (2558) ได้แนะนำไว้ ดังนี้

3.1.1 ทางข้ามหรือทางม้าลาย เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกเบื้องต้นที่ใช้ช่วยแนะนำตำแหน่งข้ามถนนสำหรับผู้เดินเท้า และช่วยเตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้ถึงบริเวณที่จะมีการข้ามถนนของผู้เดินเท้า โดยมีข้อกำหนดว่าผู้ขับขี่ยานพาหนะจะต้องหยุดยานพาหนะเมื่อมีผู้เดินข้ามถนนบริเวณที่มีทางม้าลาย

3.1.2 ทางข้ามหรือทางม้าลายพร้อมเกาะกลางถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนน กรณีที่ถนนมีความกว้างมาก เพื่อให้ผู้เดินข้ามถนนได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น และสามารถข้ามถนนที่ละส่วนได้ โดยมีเกาะกลางถนนเป็นที่หยุดรอชื่อยานพาหนะในทิศทางตรงข้าม

3.1.3 ทางข้ามหรือทางม้าลายพร้อมระบบสัญญาณปุ่มกด เป็นการพัฒนาทางข้ามหรือทางม้าลายให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้เดินเท้าและผู้ขับขี่ยานพาหนะที่ต้องการเดินทางผ่านบริเวณนั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้สัญญาณข้ามแก่ผู้เดินเท้าเมื่อมีความต้องการในการข้ามจริง และลดเวลาในการรอของผู้เดินเท้าที่มาถึงในช่วงที่หมดสัญญาณของผู้เดินเท้าได้ไม่นาน และระบบนับถอยหลังระยะเวลารอจะมีส่วนช่วยเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้เดินเท้าในกรณีเปิดสัญญาณให้ข้าม

3.1.4 สะพานลอยและอุโมงค์สำหรับผู้เดินข้ามถนน เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้เดินข้ามถนนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถแยกการเดินทางระหว่างผู้เดินเท้าและผู้ขับขี่ยานพาหนะได้อย่างสมบูรณ์ จึงทำให้ผู้ข้ามถนนสามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย แต่มีต้นทุนค่าก่อสร้างที่สูงกว่าวิธีอื่น ๆ สะพานลอยและอุโมงค์จึงถูกสร้างในบริเวณที่มีความจำเป็นหรือมีความเสี่ยงสูงต่อผู้เดินเท้าเป็นส่วนมากในเขตชุมชนที่มีปริมาณคนเดินถนนสูงและสภาพการจราจรที่ถ้ามีการหยุดการเคลื่อนตัวของยานพาหนะแล้วทำให้เกิดปัญหาการจราจรคับคั่ง รวมถึงเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากยานพาหนะที่ใช้ความเร็วสูง บริเวณนั้นจะต้องแยกกันอย่างชัดเจนระหว่างคนเดินถนนกับยานพาหนะ ซึ่งมีเหตุผลหลักที่ใช้พิจารณา คือ ยานพาหนะแล่นด้วยความเร็วสูงบนถนนสายหลัก ซึ่งต้องการให้ยานพาหนะแล่นอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นที่ที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุต่อคนเดินเท้าค่อนข้างสูง อุโมงค์เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีความเหมาะสมในการพิจารณาในการก่อสร้างเป็นทางข้าม เพราะมีระยะทางขึ้น-ลงในแนวดิ่งสั้นกว่าสะพานลอย ซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อคนเดินสะพานลอยและอุโมงค์มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างค่อนข้างสูง แต่มีค่าบำรุงรักษาต่ำ ถ้าคำนึงถึงความคุ้มค่าที่เกิดขึ้น เช่น การรอคอยเพื่อให้มีช่วงจังหวะที่สามารถข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย หรือค่าความสูญเสียที่เกิดจากอุบัติเหตุซึ่งสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งสองชนิดนี้สามารถแก้ไขปัญหาได้ทั้ง 2 อย่าง แต่มีผู้คนจำนวนมากที่ไม่ใช้ทางข้ามสะพานลอย เพราะไม่ต้องการที่จะเดินขึ้น-ลงบันได รวมทั้งมีความไม่ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินจากอาชญากรที่อยู่บนสะพานลอยหรือในอุโมงค์ เนื่องจากการก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์มีราคาค่าก่อสร้างสูง ดังนั้น การก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์จะต้องคำนึงถึงจุดที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เช่น เป็นจุดที่มีคนเดินข้ามถนนสูงและมีปริมาณยานพาหนะมาก ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ภายในเมืองหรือถ้าอยู่บนถนนสายนอกเมืองก็จะต้องเป็นย่านการค้า หรือมีการพัฒนาที่ดินที่ทำให้มีคนเดินข้ามถนนไปมาเป็นจำนวนมากซึ่งจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย รั้วหรือที่กั้นบนเกาะกลางถนนสามารถใช้กันผู้คนไม่ให้เดินข้ามถนนในบริเวณที่สามารถก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และสามารถบังคับให้คนเดินข้ามถนนไปใช้สิ่งอำนวยความสะดวกในการข้ามถนน เช่น สะพานลอย แต่ก็มีคน

ส่วนน้อยที่ยังชอบข้ามถนนในทางที่มีรั้วกันซึ่งจะต้องปีนรั้วกันหรือทำลายเครื่องกัน หน่วยงานที่ดูแลรับผิดชอบจะต้องมีมาตรการในการแก้ไขไม่ว่าจะเป็นการบังคับใช้กฎหมาย จับ ปรับ ผู้กระทำความผิด หรือปรับปรุงลักษณะของเครื่องกันไม่ให้สามารถปีนได้โดยง่าย เช่น รั้วหรือเครื่องกันควรมีความสูงอย่างน้อย 1 เมตร และมีโครงสร้างเป็นวัสดุที่แข็งแรงมากพอ เป็นต้น

3.2 รูปแบบของสะพานลอย

สะพานลอยสำหรับผู้เดินข้ามถนน อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ออกแบบและก่อสร้างโดย กองสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง รูปร่างลักษณะของตัวสะพานมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความกว้างของผิวจราจรและลักษณะการออกแบบทางขึ้น-ลงสะพานลอย รวมทั้งรายละเอียดปลีกย่อยอื่น ๆ บริเวณรอบ ๆ ที่ก่อสร้างสะพานลอย สะพานลอยที่ก่อสร้างจากคอนกรีตอัดแรง เป็นรูปแบบที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายด้าน เช่น มีความคงทนสูง มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยาก เป็นต้น โดยที่สะพานลอยคนเดินข้ามมีรายละเอียดของสะพานคอนกรีตตามที่รุ่งโรจน์ ปิงเจริญกุล (ณรัฐ บัวแย้ม, 2547) ดังนี้

3.2.1 ตัวคานที่เป็นคอนกรีตอัดแรง รูปร่างที่นิยมใช้ คือ คานรูปตัวที คานรูปตัวไอ เป็นต้น ตัวสะพานประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ เช่น รวากันตก หรือบางครั้งอาจมีหลังคา

3.2.2 เสาตอม่อ จะมีลักษณะเป็นรูปตัวที เสาตอม่อบางครั้งต้องมีการทำเป็นคอนกรีตอัดแรงระบบ Post Tension เพื่อรับโมเมนต์ที่เกิดขึ้น ถ้าออกแบบเป็นเสาตอม่อคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาจะได้ขนาดหน้าตัดเสาตอม่อใหญ่มาก

3.2.3 ทางขึ้น-ลงตัวสะพาน ทางขึ้น-ลงตัวสะพานลอยคนเดินเป็นแบบบันไดคอนกรีต บางครั้งมีรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากติดอุปสรรคเกี่ยวกับสิ่งก่อสร้างสาธารณูปโภค

3.2.4 ฐานราก ตามแบบมาตรฐานจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ในงานก่อสร้างจริงมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปทรงต่าง ๆ เนื่องจากติดอุปสรรคพวกสาธารณูปโภคต่าง ๆ เช่น ดินท่อน้ำทิ้ง ท่อประปาติดถนน เป็นต้น

3.2.5 เสาเข็ม มีทั้งเข็มตอกและเข็มเจาะ ในปัจจุบันผู้ก่อสร้างนิยมใช้เข็มเจาะมากกว่า

3.2.6 รวากันตกบนสะพานจะมีทั้งเป็นผนังคอนกรีตและรวากันตกเหล็ก ซึ่งในปัจจุบันรวากันตกส่วนใหญ่ทำด้วยสแตนเลส รวากันตกทั้งทางขึ้น-ลงก็จะใช้แบบเดียวกันกับตัวสะพาน

3.2.7 หลังคา ส่วนมากแล้วสะพานลอยคนเดินที่เป็นคอนกรีตที่นิยมสร้างในปัจจุบัน จะไม่มีหลังคา เนื่องจากถ้ามีหลังคาทำให้มีผู้คนส่วนหนึ่งใช้สะพานลอยเป็นที่พักพิง อาจเกิดปัญหาทางด้านอาชญากรรมต่อผู้ใช้สะพานลอยได้ รวมทั้งทำให้มีราคาก่อสร้างเพิ่มขึ้นด้วย

3.2.8 ไฟฟ้าแสงสว่าง ถ้าหากไม่มีหลังคา ไฟฟ้าก็จะไม่ถูกติดตั้งบนสะพานลอย

3.3 อุโมงค์ลอดใต้ถนน (Underpass Tunnel)

ณรัฐ บัวแย้ม (2547) อธิบายว่า ทางข้ามต่างระดับเป็นทางข้ามที่ปลอดภัยสูงสุดในการข้ามถนน แต่ผู้คน บางส่วนอาจมีความรู้สึกไม่ชอบที่จะต้อง “ลงไปใต้ดิน” ดังนั้น ถ้าจะจัดทำทางข้ามแบบนี้ ควรวางแผนและออกแบบให้ผู้ใช้ทางข้ามเกิดความรู้สึกว่า ถนนถูกยกระดับข้ามอุโมงค์คนข้าม ความรู้สึกดังกล่าวสามารถสร้างขึ้นได้โดยการออกแบบทางเข้า-ออกให้กว้างสามารถมองเห็นทะลุอุโมงค์ได้ตลอดและชัดเจน และความกว้างของทางเดินให้กว้างที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผู้ใช้จะรู้สึกปลอดภัยถ้ามีคนเห็นตลอดเวลาขณะเข้าไปใช้อุโมงค์ และไม่มีจุดที่ผู้ร้ายจะแอบซ่อนได้ สิ่งเหล่านี้สามารถทำได้โดยจัดให้มีร้านค้าเล็ก ๆ อยู่ปากทางเข้า-ออก นอกจากนั้นวัสดุที่ใช้ควรสะท้อนแสงได้ ไม่สะท้อนเสียงและง่ายแก่การบำรุงรักษาและทำความสะอาด วัตถุประสงค์สำคัญของการออกแบบคือ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าเดิน ประเด็นที่ควรพิจารณาในการก่อสร้างอุโมงค์คนข้ามควรประกอบด้วย

3.3.1 ปริมาณของคนข้ามถนนและจักรยานที่คาดว่าจะมาใช้อุโมงค์

3.3.2 เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้มีข้อจำกัดทางร่างกายที่ข้ามถนนได้ยากและมีความเสี่ยงต่ออันตรายสูงในการข้ามถนนที่ระดับพื้นดิน

- 3.3.3 ประเภทและความกว้างของถนนที่จะข้าม
- 3.3.4 ความเร็วของยานพาหนะและสัดส่วนของรถบรรทุกขนาดใหญ่
- 3.3.5 ค่าก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาในอนาคต

3.4 การออกแบบอย่างสากล (Universal Design)

ไตรรัตน์ จารุทัศน์ (2552) ได้อธิบายว่า การออกแบบอย่างสากล หรือ Universal Design การออกแบบเพื่อให้ทุกคน หมายถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์และสภาพแวดล้อมที่ปราศจากการออกแบบหรือดัดแปลงเป็นพิเศษ เป็นการออกแบบที่ทุกคนใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยไม่มีข้อจำกัดด้านอายุและสุขภาพร่างกาย

หลัก 7 ประการของการออกแบบเพื่อทุกคน Universal Design เป็นแนวความคิดสากลที่องค์การสหประชาชาติได้พยายามเผยแพร่และส่งเสริม จากแนวความคิดเพื่อให้คนพิการได้รับสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตในอาคารและสิ่งแวดล้อมตามโครงการ Promotion of Non-Handicapping Physical Environment for Disabled Persons และได้มีการพัฒนาตามลำดับเป็น คือ Accessible Design, Adaptable Design, Barrier Free Design, Design for all และ Inclusive Design ซึ่งในที่สุดก็เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในหลักการของการออกแบบอย่างสากลซึ่งประกอบด้วยหลัก 7 ประการ ได้แก่

3.4.1 ทุกคนใช้ได้อย่างเท่าเทียมกัน (Equitable Use) เป็นการออกแบบที่เป็นประโยชน์และตรงต่อความต้องการของคนทุกกลุ่ม

3.4.2 มีความยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนการใช้ได้ (Flexible Use) การออกแบบที่รองรับความสามารถที่หลากหลายของแต่ละบุคคล

3.4.3 ใช้งานง่าย (Simple and Intuitive Use) ใช้การออกแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจ โดยไม่คำนึงถึงระดับประสบการณ์ ความรู้ และความสามารถ

3.4.4 การสื่อความหมายที่เข้าใจง่าย (Perceptible Information) การสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมและความสามารถทางประสาทสัมผัสของผู้ใช้

3.4.5 การออกแบบที่เผื่อการใช้งานที่ผิดพลาดได้ (Tolerance for Error) การออกแบบที่สามารถลดอันตรายจากอุบัติเหตุและผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์หรือการกระทำที่ไม่ได้ตั้งใจ

3.4.6 ใช้แรงน้อย (Low Physical Effort) การออกแบบที่สามารถนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกสบาย และไม่เกิดความเมื่อยล้า

3.4.7 มีขนาดและพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเข้าถึงและใช้งานได้ (Size and Space for Approach and Use) ขนาดที่เหมาะสมและพื้นที่สำหรับการเข้าถึงและการใช้งาน โดยไม่คำนึงถึงขนาดร่างกาย ท่าทาง หรือการเคลื่อนไหวของผู้ใช้

การแบ่งกลุ่มการออกแบบเพื่อทุกคน เพื่อให้สามารถนำหลักการออกแบบเพื่อทุกคนนี้ไปใช้กับงานออกแบบได้อย่างเข้าใจ จะขอแบ่งกลุ่มการออกแบบเพื่อทุกคนนี้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 สิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐานสำหรับผู้พิการ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2552

- 1) ที่จอดรถ
- 2) ทางลาด
- 3) ป้ายสัญลักษณ์
- 4) ห้องน้ำ
- 5) บริการข้อมูล

หมายเหตุ: กำหนดให้หน่วยราชการ ได้แก่ ศาลากลางจังหวัด ที่ว่าการอำเภอ สำนักงานเขต อบจ. อบต. เทศบาล เมืองพัทยา สถาบันการศึกษา และสถานีตำรวจ จัดสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน: โรงพยาบาลให้จัดทำครบถ้วน ตามกฎกระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2548

กลุ่มที่ 2 สิ่งอำนวยความสะดวกในอาคาร ตามกฎกระทรวงกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารสำหรับผู้พิการหรือทุพพลภาพและคนชรา พ.ศ. 2548 กระทรวงมหาดไทย

- 1) ที่จอดรถ
- 2) ทางลาด
- 3) ป้ายสัญลักษณ์
- 4) ห้องน้ำ
- 5) ลิฟต์โดยสาร
- 6) บันได
- 7) ราวจับ
- 8) ประตู
- 9) ทางสัญจรระหว่างอาคารและทางเชื่อมระหว่างอาคาร
- 10) พื้นผิวต่างสัมผัส
- 11) โรงมหรสพ หอประชุม และโรงแรม

หมายเหตุ: สิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารตามกฎกระทรวงนี้มีทั้งสิ้น 11 ข้อ ถือเป็นรายการในกลุ่มที่ 1 = 4 ข้อ (ข้อ 1-4) ที่เพิ่มเติมจากกลุ่มที่ 1 = 7 ข้อ (ข้อ 5-11)

กลุ่มที่ 3 อุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวก ตามกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ กฎกระทรวงกำหนดลักษณะ หรือการจัดให้มีอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวก หรือบริการในอาคารสถานที่ หรือบริการ สาธารณะอื่น เพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ พ.ศ. 2555 ได้แก่

- 1) ที่จอดรถสำหรับคนพิการ
- 2) ทางลาด
- 3) ป้ายแสดงอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการ
- 4) ห้องน้ำสำหรับคนพิการ
- 5) สถานที่ติดต่อหรือประชาสัมพันธ์สำหรับคนพิการ
- 6) ลิฟต์สำหรับคนพิการ
- 7) ราวจับติดหรือผนังกันตก
- 8) ประตูสำหรับคนพิการ
- 9) ทางสัญจรสำหรับคนพิการ
- 10) พื้นผิวต่างสัมผัสสำหรับคนพิการทางการเห็น
- 11) ที่นั่งสำหรับคนพิการหรือพื้นที่สำหรับจอดวีลแชร์
- 12) บันไดเลื่อนสำหรับคนพิการ
- 13) ทางลาดเลื่อนหรือทางเลื่อนในแนวราบ
- 14) ถึงขยะแบบยกเคลื่อนที่ได้
- 15) โทรศัพท์สาธารณะสำหรับคนพิการ
- 16) จุดบริการน้ำดื่มสำหรับคนพิการ

- 17) ตู้บริการเงินด่วนสำหรับคนพิการ
- 18) สัญญาณเสียงและสัญญาณแสงขอความช่วยเหลือสำหรับคนพิการ
- 19) ตู้ไปรษณีย์สำหรับคนพิการ
- 20) พื้นที่สำหรับหนีภัยของคนพิการ
- 21) การประกาศเตือนภัยสำหรับคนพิการทางการเห็น และตัวอักษรไฟวิ่งหรือสัญญาณไฟเตือนภัยสำหรับคนพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย
- 22) การประกาศข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับคนพิการทางการเห็น และตัวอักษรไฟวิ่งหรือป้ายแสดงความหมายสำหรับคนพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย
- 23) เจ้าหน้าที่ซึ่งผ่านการฝึกอบรมและมีคุณสมบัติตรงกับความต้องการของคนพิการแต่ละประเภทอย่างน้อยหนึ่งคนเพื่อให้บริการคนพิการ

หมายเหตุ: สิ่งอำนวยความสะดวกในอาคารตามกฎหมายกระทรวงนี้มีทั้งสิ้น 23 ข้อ เป็นรายการในกลุ่มที่ 1 = 5 ข้อ (ข้อ 1-5) และเป็นรายการในกลุ่มที่ 2 = 5 ข้อ (ข้อ 6-10)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขอบเขตของการวิจัย

4.1.1 ขอบเขตทางวิชาการ

การออกแบบอย่างสากล (Universal Design) คือ การออกแบบเพื่อให้ทุกคนได้มีสภาพแวดล้อม การใช้ชีวิตอย่างสะดวกสบาย สามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ได้โดยไม่เกิดอุปสรรคในการใช้ชีวิต ไม่ว่าจะเป็นเพศใดหรือวัยใด รวมไปถึงบุคคลทุพพลภาพ (ไตรรัตน์ จารุทัศน์, 2552) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดองค์ประกอบการใช้งานที่เหมาะสมของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนให้อำนวยความสะดวกให้กับการใช้งานอย่างเท่าเทียม

4.1.2 ขอบเขตเชิงพื้นที่ พื้นที่ศึกษา คือ ถนนลงหาดบางแสน ซึ่งอยู่ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี

4.1.3 ขอบเขตเชิงประชากร คือ ผู้สนใจแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ โดยเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตบางแสน ซึ่งเป็นผู้พักอาศัยอยู่ในเขตเทศบาลเมืองแสนสุข และเป็นผู้ใช้เส้นทางของถนนลงหาดบางแสนเพื่อการสัญจรในชีวิตประจำวันอย่างสม่ำเสมอ

4.2 การดำเนินการวิจัย

4.2.1 พิจารณาบริเวณที่ตั้งที่เหมาะสมของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนเส้นลงหาดบางแสนโดยพิจารณาจุดที่เป็นทางแยก ทิศทางการจราจรของยานพาหนะ จากภาพถ่ายดาวเทียมจากกูเกิลแมป (Google Map) และภาพถ่ายมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ (Unman Aerial Vehicle UAV) หรือ โดรน (Drone) และการข้ามถนนของประชาชนในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงวันหยุด

4.2.2 ทำการออกแบบสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนตามหลักการด้านการยศาสตร์และการออกแบบอย่างสากล สิ่งอำนวยความสะดวกและสิ่งตกแต่งต่าง ๆ ในรูปแบบแนวคิด (Concept Design) โดยโปรแกรมออกแบบโรโนเซอเรส เวอร์ชัน 7 (Rhinoceros 7)

4.2.3 จัดทำคลิปวิดีโอทัศนียภาพรายละเอียดรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน โดยโปรแกรมตัดต่อคอเรล โพร เวอร์ชัน 7 (Corel Pro 7) แล้วนำคลิปวิดีโอทัศนียภาพลงเผยแพร่ในช่องยูทูบ (YouTube) ให้ผู้ใช้งานเส้นทางแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ได้รับชมก่อนให้ความคิดเห็น

4.2.4 สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ดัดขึ้นตอนต่อไปนี

- 1) กำหนดข้อสอบถามเกี่ยวกับ ความสะดวกสบายในการใช้งาน โอกาสในการใช้งาน องค์ประกอบการออกแบบอย่างสากล สิ่งประดับตกแต่ง ภูมิทัศน์ การไม่กีดขวางทางเท้า
- 2) กำหนดค่าความคิดเห็นเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (Rating Scale) โดยมีมาตรวัดทั้งหมด 4 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$), 3.28-4.00 หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด 2.52-3.27 หมายความว่า เหมาะสมมาก 1.76-2.51 หมายความว่า เหมาะสมน้อย และ 1.00-1.75 หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด
- 3) หาความเที่ยงของเครื่องมือ โดยนำข้อสอบถามไปทดลองใช้เบื้องต้น (Try Out) กับกลุ่มประชากรใกล้เคียง คือ นักเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 30 คน แล้วทำการทดสอบเครื่องมือโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งมีค่า α มากกว่า 0.7 จึงจะสามารถยอมรับได้ ซึ่งในการทดสอบได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.744
- 4) จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์เพื่อสอบถามผู้ใช้เส้นทางผ่านลิงก์กูเกิลฟอรม์ ในช่งยูทูบที่เผยแพร่คลิปวีดิทัศน์แสดงรายละเอียดรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ตลอดได้ถนน

5. ผลการวิจัย

5.1 กำหนดพื้นที่ทำการวิจัย

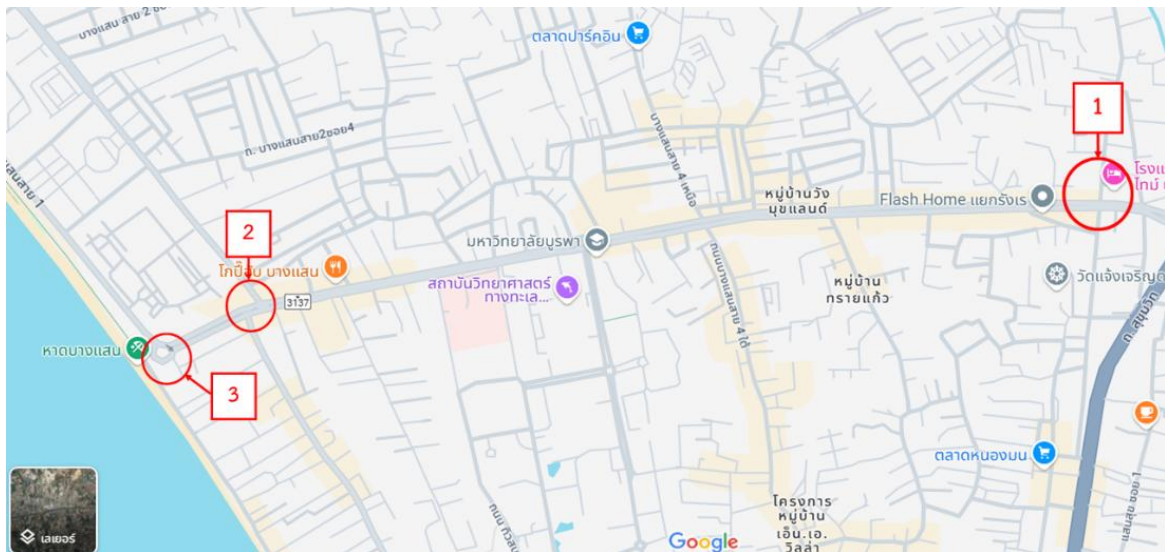
เส้นถนนลงหาดบางแสนและบริเวณใกล้เคียง ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ที่เริ่มต้นจากบริเวณสี่แยกหนองมนจากถนนสุขุมวิททางนา-ตราด เลี้ยวขวาลงมายังถนนลงหาดบางแสนตัดตรงมาถึงบริเวณวงเวียนหาดบางแสนเป็นระยะทาง 2.6 กิโลเมตร และกำหนดจุดเพื่อการศึกษา ดังนี้ (ภาพที่ 1)

5.1.1 จุดที่ 1 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) คือ ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่ตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์จากถนนสุขุมวิทชอย 6 ต.แสนสุข (ภาพที่ 2) เนื่องจากเป็นทางแยกที่มีการเดินข้ามแยกของผู้ใช้ถนนเป็นจำนวนมากในเวลาเร่งด่วนช่วงเช้า (07.00-09.00 น.) และช่วงเย็นในวันทำการ (16.00-18.00 น.) นอกจากนี้ ยังมีการจราจรที่หนาแน่นจากยานพาหนะที่สัญจรจากถนนสุขุมวิทมายังถนนลงหาดบางแสน และจากถนนลงหาดบางแสนขึ้นไปยังถนนสุขุมวิทแล้วยังตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์

5.1.2 จุดที่ 2 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 2 (แยกรังเร) คือ ทางแยกของถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 2 จากถนนบางแสน-อ่างศิลา และทางแยกที่บรรจบกับถนนบางแสนล่าง 14/3 จากถนนสุขุมวิททางนา-ตราด 3137 ซึ่งสี่แยกดังกล่าวมีลักษณะที่เอียงกันและเป็นทางแยกที่มีการเดินข้ามแยกของผู้ใช้ถนนเป็นจำนวนมากทั้งในช่วงเวลาเร่งรีบในวันทำการและวันหยุด โดยเฉพาะวันหยุดยาวในช่วงเย็นถึงค่ำ นอกจากนี้ยังมีการจราจรที่หนาแน่นจากยานพาหนะที่สัญจรจากถนนลงหาดบางแสนไปยังวงเวียนบางแสน และถนนบางแสนสาย 2 กับถนนบางแสนล่าง 14/3

5.1.3 จุดที่ 3 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 (วงเวียนบางแสน) คือ พื้นที่วงเวียนที่ถนนสายลงหาดบางแสน หรือถนนสาย 3137 จากแยกบางแสนที่บรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือที่เลียบหาดบางแสนและบรรจบกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ที่เลียบหาดวอนนภา ซึ่งบริเวณวงเวียนดังกล่าวมีผู้ใช้ถนนเดินข้ามเส้นทางและพื้นที่ไปมาบริเวณโดยรอบเป็นจำนวนมากในวันหยุด โดยเฉพาะวันหยุดยาวในช่วงเย็นถึงค่ำ

และยังมีการจราจรที่หนาแน่นจากยานพาหนะที่สัญจรจากถนนลงหาดบางแสนไปยังถนนลงหาดบางแสนตอนล่าง และถนนบางแสนสาย 1

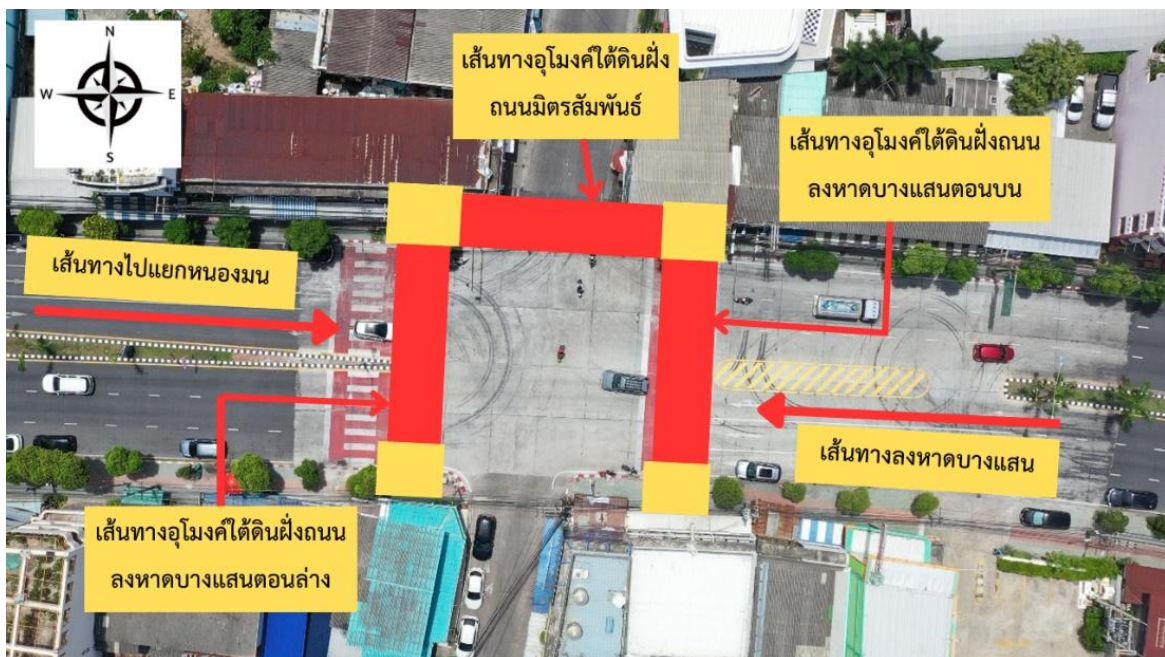


ภาพที่ 1 แสดงเส้นถนนลงหาดบางแสนและบริเวณทางแยกที่ทำการศึกษา (Google Map)

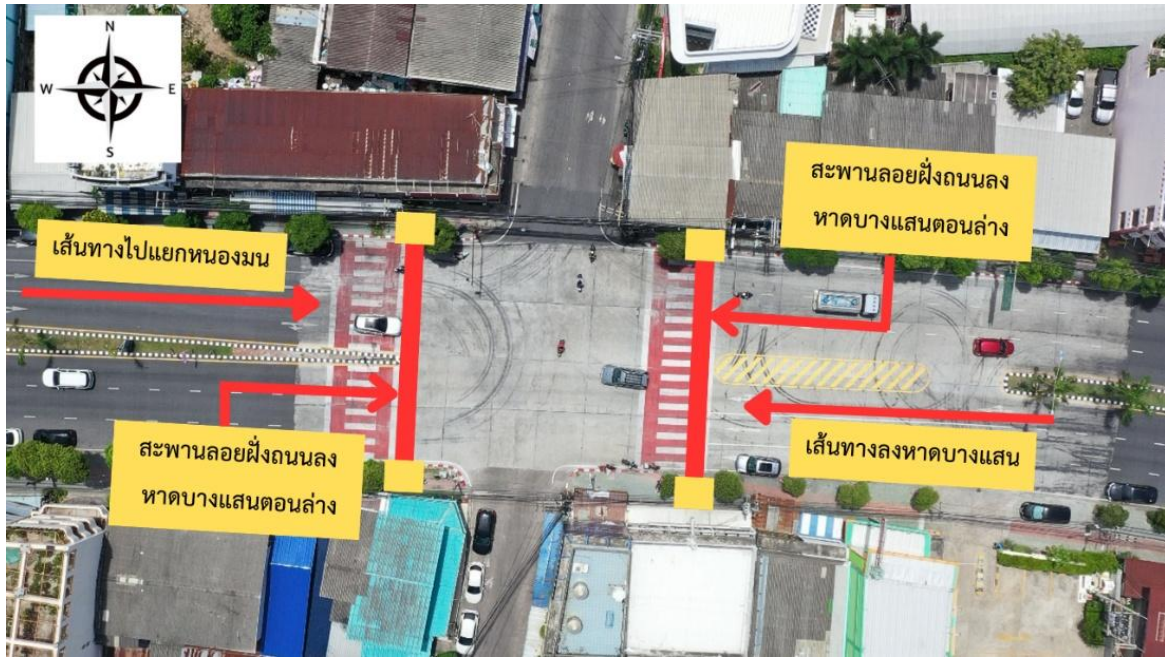
5.2 กำหนดตำแหน่ง

เพื่อออกแบบรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน 3 จุด ดังนี้

5.2.1 ตำแหน่งที่ 1 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) (ภาพที่ 2 และ 3)

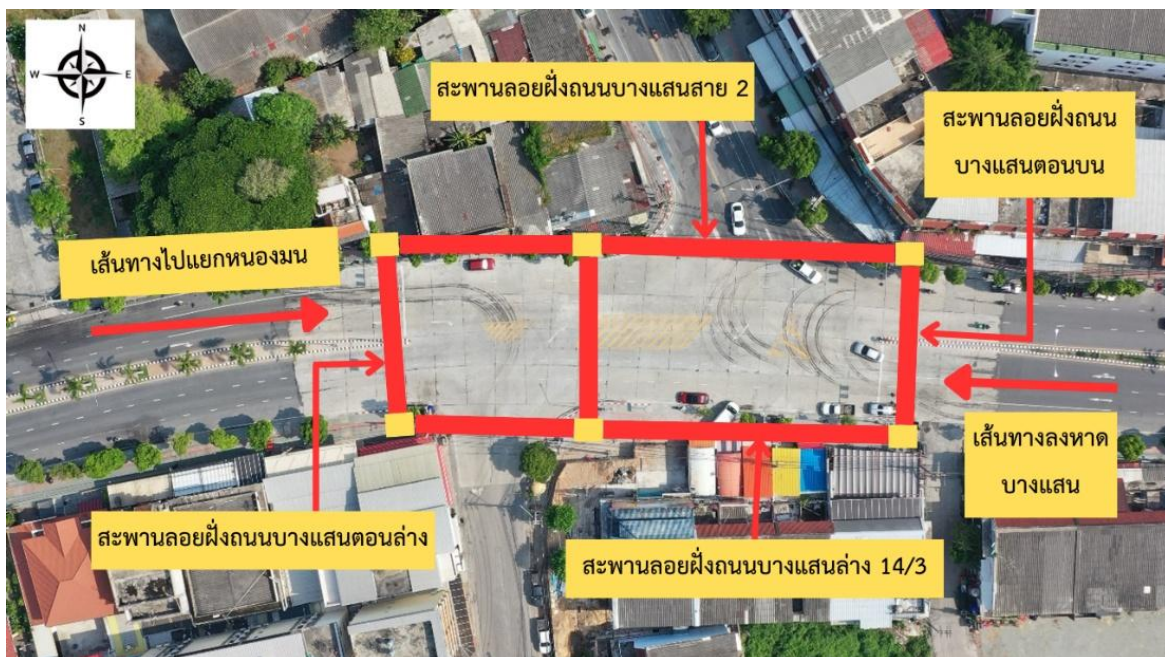


ภาพที่ 2 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงสะพานลอยที่แยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ หรือแยกรังเร (ภาพมุมมองสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)

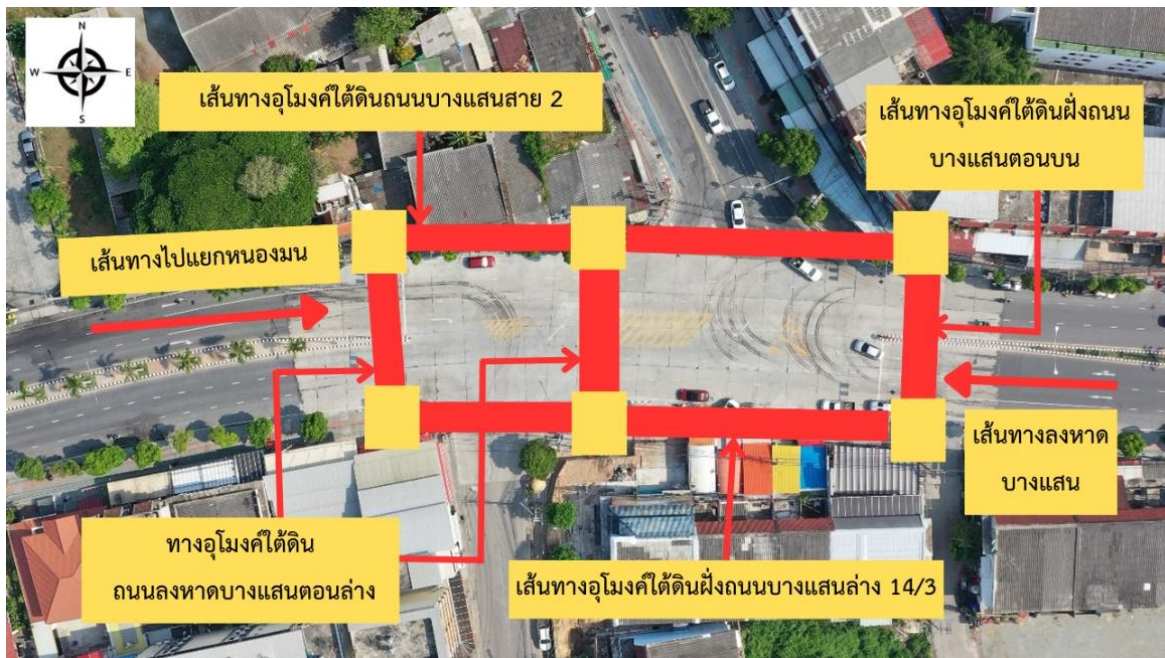


ภาพที่ 3 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่แยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ หรือแยกกรังเร (ภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)

5.2.2 ตำแหน่งที่ 2 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 2 (แยกจรินทร์) (ภาพที่ 4 และ 5)



ภาพที่ 4 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงสะพานลอยที่แยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือแยกจรินทร์ (ภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)



ภาพที่ 5 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่แยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและถนนบางแสนสาย 1 ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือแยกจรินทร์ (ภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)

5.2.3 ตำแหน่งที่ 3 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 (วงเวียนบางแสน) (ภาพที่ 6 และ 7)



ภาพที่ 6 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงสะพานลอยข้ามถนนที่ถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 หรือวงเวียนบางแสน (ภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)



ภาพที่ 7 ตำแหน่งและเส้นทางขึ้น-ลงอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่ถนนลงหาดบางแสน
ตัดกับถนนบางแสนสาย 1 หรือวงเวียนบางแสน (ภาพมุมสูงจากอากาศยานไร้คนขับ)

5.3 การออกแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน

ในการออกแบบสะพานลอยและอุโมงค์ทางข้ามถนนในครั้งนี้ได้จัดทำในรูปแบบแนวคิด (Concept Design) ด้วยโปรแกรมออกแบบโรนโซเชอรัส เวอร์ชัน 7 (Rhino 7) แล้วได้รูปแบบ (Model) ของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่เหมาะสม (ภาพที่ 8-17)



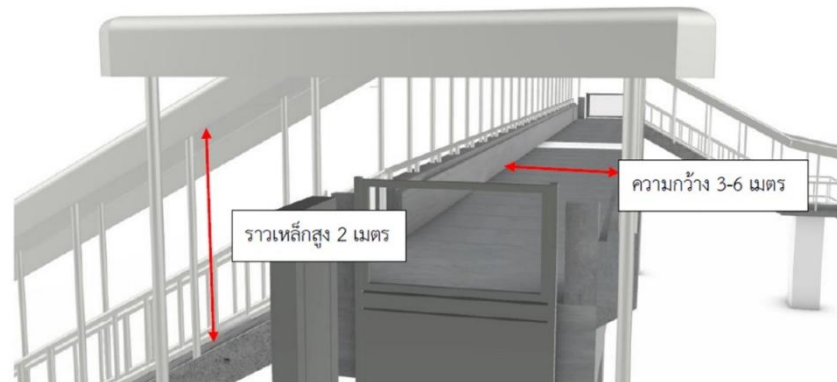
ภาพที่ 8 รูปแบบตัวสะพานลอย



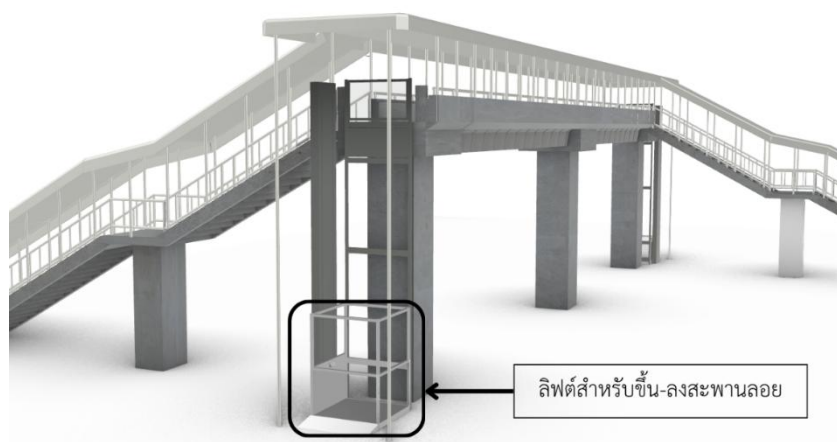
ภาพที่ 9 แสดงบันไดขึ้น-ลงของรูปแบบสะพานลอย



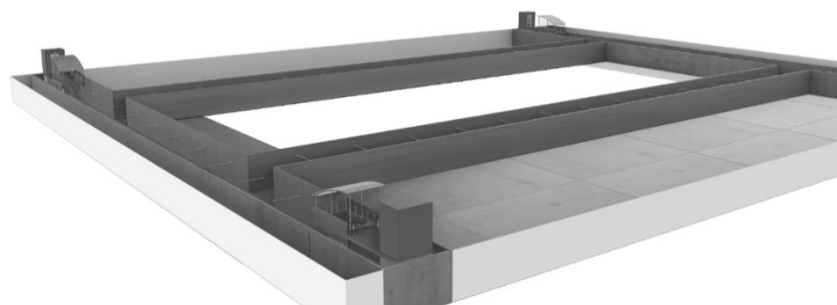
ภาพที่ 10 แสดงระยะพักการเดินของรูปแบบสะพานลอย



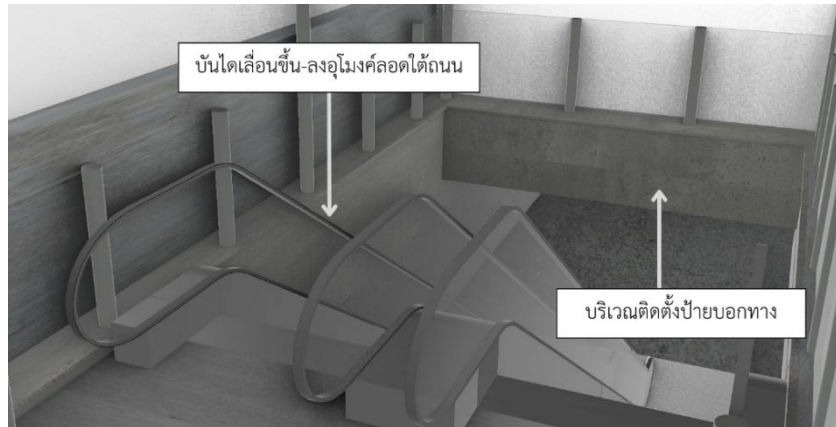
ภาพที่ 11 แสดงราวเหล็กและทางเดินของรูปแบบสะพานลอย



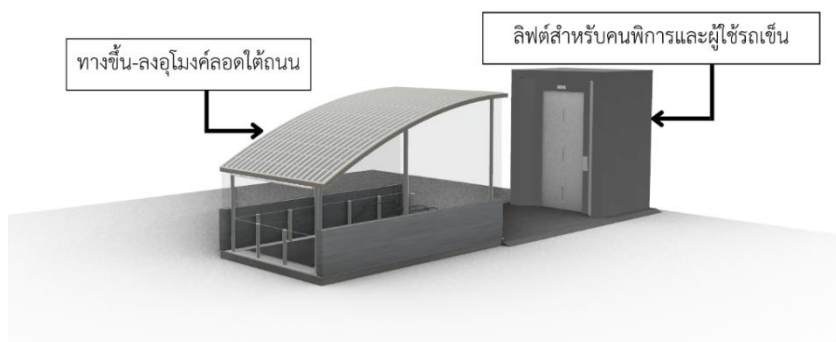
ภาพที่ 12 แสดงลิฟต์สำหรับขึ้น-ลงของรูปแบบสะพานลอย



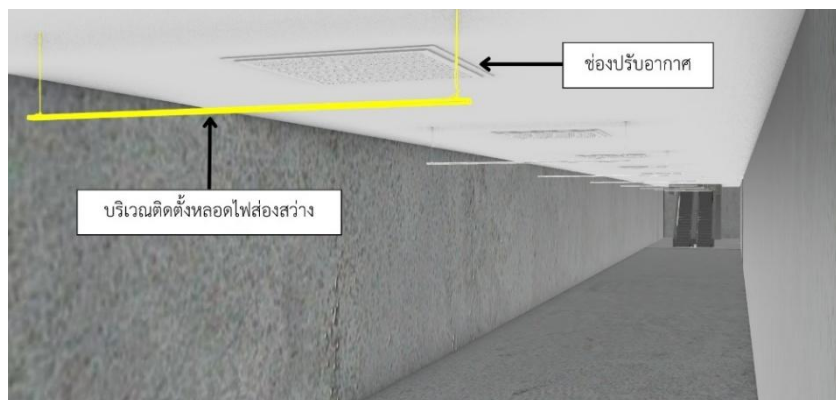
ภาพที่ 13 แสดงภาพตัดของรูปแบบอุโมงค์ลอดใต้ถนน



ภาพที่ 14 แสดงทางขึ้น-ลงและลิฟต์ของรูปแบบอุโมงค์ตามหลักการออกแบบอย่างสากล



ภาพที่ 15 แสดงบันไดเลื่อนและป้ายบอกทางของรูปแบบอุโมงค์



ภาพที่ 16 แสดงหลอดไฟและช่องปรับอากาศของรูปแบบอุโมงค์ลอดใต้ถนน



ภาพที่ 17 แสดงตำแหน่งห้องน้ำสาธารณะของรูปแบบอุโมงค์ลอดใต้ถนน

5.4 การเก็บข้อมูลผู้ใช้เส้นทางตอบแบบสอบถาม

จัดทำคลิปวิดีโอที่แสดงรายละเอียดรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนตามหลักการยศาสตร์และการออกแบบอย่างสากลโดยใช้โปรแกรมตัดต่อคอเรลโปร เวอร์ชัน 7 (Corel Pro 7) แล้วนำลงเผยแพร่ในยูทูปช่อง Nattawat Kidsuk เพื่อให้ผู้ใช้ถนนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ คือ นิสิตรระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตบางแสน ได้รับชมและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของสะพานลอยและอุโมงค์ด้วยกูเกิลฟอร์มที่จัดทำขึ้น

5.4.1 ผลการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์และการออกแบบอย่างสากล พบว่า มีผู้สนใจแสดงความคิดเห็น 120 ราย ซึ่งมีรายละเอียดกลุ่มผู้สนใจสรุปได้ดังตารางที่ 1 ได้ทำการประมวลผลความคิดเห็นในหัวข้อต่าง ๆ ในบริเวณตำแหน่งที่ทำการศึกษากันทั้ง 3 จุด และเปรียบเทียบความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนทั้ง 3 จุด สรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดของผู้สนใจแสดงความคิดเห็นจำแนกตามข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้สนใจแสดงความคิดเห็น (n = 120 คน)								
เพศ	จำนวน	ร้อยละ	อายุ	จำนวน	ร้อยละ	ชั้นปี	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	35	29.20	18	5	4.20	1	7	5.8
หญิง	85	70.80	19	18	15.00	2	39	32.5
			20	41	34.20	3	31	25.8
			21	46	38.30	4	42	35.0
			22	8	6.70	5	1	0.8
			24	2	1.70			

5.4.2 จุดที่ 1 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนมิตรสัมพันธ์ (แยกรังเร) พบว่า ในส่วนของสะพานลอย ประเด็นที่ได้รับความความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดคือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน (3.56) และประเด็นที่ได้รับความความคิดเห็นความเหมาะสมในการใช้งานที่น้อยที่สุดคือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.18) ในส่วนของอุโมงค์ ประเด็นที่ได้รับความความคิดเห็นความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดคือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.29) และประเด็นที่ได้รับความความคิดเห็นความเหมาะสมในการใช้งานที่น้อยที่สุดคือ โอกาสในการใช้งาน (3.20) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์บริเวณแยกรังเร

ประเด็นความเหมาะสม ของรูปแบบ	ค่าเฉลี่ยและความเหมาะสมของรูปแบบ					
	สะพานลอย			อุโมงค์		
	$\bar{X}$	SD	แปลค่า	$\bar{X}$	SD	แปลค่า
ความสะดวกสบายในการใช้งาน	3.56	1.21	มากที่สุด	3.29	1.14	มากที่สุด
โอกาสในการใช้งาน	3.32	1.17	มากที่สุด	3.14	1.15	มาก
การออกแบบอย่างสากล	3.55	1.22	มากที่สุด	3.21	1.14	มาก
สิ่งประดับตกแต่ง	3.39	1.19	มากที่สุด	3.21	1.12	มากที่สุด
ภูมิทัศน์	3.31	1.15	มากที่สุด	3.21	1.12	มาก
การไม่กีดขวางทางเท้า	3.18	1.10	มาก	3.2	1.14	มากที่สุด

5.4.3 จุดที่ 2 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 2 (แยกจรีนทร์) พบว่า ในส่วนของสะพานลอย ประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดคือ หลักการออกแบบอย่างสากล (ลิฟต์ ทางเลื่อนสำหรับผู้สูงอายุและคนพิการ) (3.45) และประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานที่น้อยที่สุดคือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.15) ในส่วนของอุโมงค์ ประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดคือ การไม่กีดขวางทางเท้า (3.35) และประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานที่น้อยที่สุดคือ สิ่งประดับตกแต่ง (ป้าย แผ่นผนัง แผ่นที่บอกทางสถานที่ต่าง ๆ ฯลฯ) (3.18) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ในบริเวณแยกจรีนทร์

ประเด็นความเหมาะสม ของรูปแบบ	ค่าเฉลี่ยและความเหมาะสมของรูปแบบ					
	สะพานลอย			อุโมงค์		
	$\bar{X}$	SD	แปลค่า	$\bar{X}$	SD	แปลค่า
ความสะดวกสบายในการใช้งาน	3.39	1.23	มากที่สุด	3.28	1.21	มากที่สุด
โอกาสในการใช้งาน	3.17	1.18	มาก	3.23	1.20	มาก
การออกแบบอย่างสากล	3.45	1.25	มากที่สุด	3.28	1.21	มากที่สุด
สิ่งประดับตกแต่ง	3.37	1.22	มาก	3.18	1.17	มาก
ภูมิทัศน์	3.24	1.20	มาก	3.27	1.19	มาก
การไม่กีดขวางทางเท้า	3.15	1.15	มาก	3.35	1.22	มากที่สุด

5.4.4 จุดที่ 3 บริเวณทางแยกถนนลงหาดบางแสนตัดกับถนนบางแสนสาย 1 (วงเวียนบางแสน) พบว่า ในส่วนของสะพานลอย ประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานมากที่สุดคือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน (3.19) และประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นถึงความเหมาะสมในการใช้งานที่น้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมทางภูมิทัศน์ (3.00) ในส่วนของอุโมงค์ ประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นมากที่สุดคือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน (3.31) และประเด็นที่ได้รับความคิดเห็นที่น้อยที่สุดคือ โอกาสในการใช้งาน (3.11) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ในบริเวณวงเวียนบางแสน

ประเด็นความเหมาะสม ของรูปแบบ	ค่าเฉลี่ยและความเหมาะสมของรูปแบบ					
	สะพานลอย			อุโมงค์		
	$\bar{X}$	SD	แปลค่า	$\bar{X}$	SD	แปลค่า
ความสะดวกสบายในการใช้งาน	3.19	1.18	มาก	3.31	1.20	มากที่สุด
โอกาสในการใช้งาน	3.10	1.12	มาก	3.11	1.10	มาก
การออกแบบอย่างสากล	3.14	1.13	มาก	3.22	1.18	มาก
สิ่งประดับตกแต่ง	3.15	1.13	มาก	3.24	1.19	มาก
ภูมิทัศน์	3.00	1.04	มาก	3.16	1.11	มาก
การไม่กีดขวางทางเท้า	3.20	1.18	มาก	3.23	1.19	มากที่สุด

5.4.5 เปรียบเทียบความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนทั้ง 3 จุด พบว่า บริเวณแยกราษฎร์
สะพานลอยมีความเหมาะสมมากกว่าอุโมงค์ในเกือบทุกประเด็น ยกเว้นการไม่กีดขวางทางเท้าและมีความเหมาะสมในค่าเฉลี่ย
รวม เช่นเดียวกับบริเวณแยกจันทน์ที่สะพานลอยมีความเหมาะสมมากกว่าอุโมงค์ในค่าเฉลี่ยรวม ยกเว้นบริเวณวงเวียนบาง
แสน อุโมงค์มีความเหมาะสมมากกว่าสะพานลอยในทุกประเด็นและค่าเฉลี่ยรวม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมต่อรูปแบบสะพานลอยและอุโมงค์ในบริเวณตำแหน่งที่ทำการศึกษาทั้ง 3 แห่ง

บริเวณที่ศึกษา	รูปแบบ	ค่าเฉลี่ยของประเด็นความเหมาะสมที่ทำการสอบถาม						ค่าเฉลี่ยรวม	เปรียบเทียบความเหมาะสม
		ความสะดวกสบาย ในการใช้งาน	โอกาส ในการใช้งาน	การออกแบบ อย่างสากล	สิ่งประดับ ตกแต่ง	ภูมิทัศน์	การไม่กีด ขวางทางเท้า		
แยกโรงเร	สะพานลอย	3.56	3.32	3.55	3.39	3.31	3.18	3.39	สะพานลอย
	ความเหมาะสม	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก		
	อุโมงค์	3.29	3.14	3.21	3.21	3.21	3.20	3.21	
	ความเหมาะสม	มากที่สุด	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด		
แยกจรินทร์	สะพานลอย	3.39	3.17	3.45	3.37	3.24	3.15	3.30	สะพานลอย
	ความเหมาะสม	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	มาก		
	อุโมงค์	3.28	3.23	3.28	3.18	3.27	3.35	3.27	
	ความเหมาะสม	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก	มากที่สุด		
วงเวียน บางแสน	สะพานลอย	3.19	3.10	3.14	3.15	3.00	3.20	3.13	อุโมงค์
	ความเหมาะสม	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก		
	อุโมงค์	3.31	3.11	3.22	3.24	3.16	3.23	3.21	
	ความเหมาะสม	มากที่สุด	มาก	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด		

6. อภิปรายผล

6.1 รูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน

รูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ที่สร้างขึ้นนี้เป็นเพียงการกำหนดตามแนวคิด (Concept Design) ยังไม่ได้พิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ ทางกายภาพ ได้แก่ ความกว้างของถนน ทางเท้า เสาไฟฟ้า สายไฟฟ้า ฯลฯ อย่างไรก็ตาม รูปแบบนี้ออกแบบตามรูปแบบของสะพานลอยและอุโมงค์ของ รุ่งโรจน์ ปิงเจริญกุล (2530) ได้อธิบายไว้ ตามหลักการออกแบบอย่างสากลตามที่ ไตรรัตน์ จารุทัศน์ (2552) ได้อธิบายไว้ในประเด็นความเท่าเทียมในการใช้งาน และการใช้ความพยายามให้น้อยที่สุด

6.2 ความเหมาะสมของการจัดสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนน

ในภาพรวม แม้ว่าจะมีคะแนนใกล้เคียงกันและบางประเด็นก็มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับเดียวกัน แต่คะแนนความเหมาะสมของสะพานลอยจะสูงกว่าอุโมงค์ในบริเวณแยกร้างเร ซึ่งเส้นถนนมีตรัสสัมพันธ์ที่ติดกับถนนลงหาดบางแสนผ่านที่ตั้งของโรงเรียนราษฎร์ศรัทธา ซึ่งสอดคล้องกับ Bandara, D. and Hewawasam, C (2020) ที่ได้ศึกษา “เปรียบเทียบประสิทธิภาพของทางลอดและสะพานลอยของคนเดินเท้าในบริบทเมืองที่แตกต่างกันในศรีลังกา” ที่พบว่า การใช้ประโยชน์ของสะพานลอยเหมาะสมสำหรับพื้นที่โรงเรียนและวิทยาลัย

การศึกษาของ วรวิทย์ เกรียงเกษม (2558) ที่ได้อธิบายถึง “ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพิจารณาใช้สะพานลอยเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ปัจจัยด้านสุขภาพ ปัจจัยด้านความปลอดภัย ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านตำแหน่ง และปัจจัยด้านกฎหมายบังคับใช้และการรับรู้ข่าวสาร” พบว่า ความเหมาะสมของการจัดสร้างสะพานลอยและอุโมงค์ลอดใต้ถนนสอดคล้องกับปัจจัยด้านกายภาพและตำแหน่งที่ตั้งมากที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ตำแหน่งของสะพานลอยในบริเวณแยกร้างเรจะมีคะแนนความเหมาะสมในด้านโอกาสในการใช้งานในระดับมากที่สุด และคะแนนความเหมาะสมในด้านความสะดวกสบาย สิ่งประดับตกแต่ง ภูมิทัศน์ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

ในบริเวณวงเวียนบางแสน อุโมงค์ลอดใต้ถนนได้รับคะแนนความเหมาะสมสูงกว่าสะพานลอยในทุกองค์ประกอบ เพราะพื้นที่มีรูปแบบและสิ่งก่อสร้างที่เป็นจุดสังเกต (Landmark) ที่มีความสำคัญ ซึ่งการก่อสร้างอุโมงค์จะไม่เกิดปัญหาการบดบังทัศนียภาพ และอุโมงค์ยังมีสรรพประโยชน์ในการเดินข้ามถนนได้ดี ซึ่งสอดคล้องตามที่ รำจวน เบญจศิริ (2558) ได้อธิบายว่า อุโมงค์ลอดถนนมีประโยชน์ คือ ช่วยลดอุบัติเหตุ ลดอันตรายจากการข้ามถนน สะดวกในการข้ามถนน ไม่เหนียวเหมือนข้ามสะพานลอย และสามารถกันแดดกันฝนได้ อุโมงค์ลอดถนนสามารถลดเวลาในการเดินทางของผู้ใช้อุโมงค์ไปยังที่หมายได้เฉลี่ย 3.56 นาที นอกจากนี้ อุโมงค์ลอดใต้ถนนไม่มีความเสี่ยงต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ไม่ทำให้บ้านเมืองไม่สวยงาม ไม่กีดขวางทางเดินบนทางเท้า ประโยชน์ทางสังคม ที่ได้รับมีค่าเท่ากับสรรพประโยชน์ที่บุคคลได้รับจากการใช้อุโมงค์ลอดใต้ถนน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การศึกษาครั้งต่อไป อาจต้องดำเนินการในประเด็นความคุ้มค่าของการสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์ลอดใต้ถนน ถ้าหากจะมีการพิจารณาเพื่อการตัดสินใจระหว่างการก่อสร้างสะพานลอยหรืออุโมงค์ลอดใต้ถนนขึ้นในอนาคต ดังที่ รำจวน เบญจศิริ (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน: กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”

7.2 การศึกษาครั้งต่อไป ควรต้องศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นพฤติกรรมและความคิดเห็นในการเลือกใช้สะพานลอยหรืออุโมงค์ลอดใต้ถนนของคนที่สัญจรไปมาตามถนน ดังที่ Truong, L. T., Nguyen, H. T. D., & Vu, V. (2019) ได้ทำการศึกษา

“การใช้สะพานลอยคนข้ามและความสัมพันธ์กับสิ่งรบกวนทางดิจิทัลและสังคม” และลักษณะของสะพานลอยจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเดินถนน 608 คน ถึงผลกระทบของเพศ สภาพอากาศ และความเร็วของยานพาหนะบนท้องถนนต่อการใช้สะพานลอย

7.3 การศึกษาครั้งต่อไป ควรต้องเพิ่มประเด็นการจัดทำทางข้ามที่เด่นชัดในบริเวณทางแยกและบริเวณวงเวียนทั้ง 3 แห่งและติดตั้งสัญญาณไฟแดงสำหรับการข้ามถนนแบบผู้สัญจรสามารถกดสัญญาณไฟให้รถหยุดเพื่อข้ามถนนเองได้ เพื่อให้เป็นทางเลือกสำหรับการพิจารณาเพื่อจัดสร้างสาธารณูปการในการข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย

7.4 ในกรณีที่มีการพิจารณาก่อสร้างอุโมงค์ลอดใต้ถนนเพื่อใช้งานจริง โดยเฉพาะบริเวณแยกจันทน์ และบริเวณวงเวียนบางแสน ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน คือ ควรมีการติดตั้งกล้องวงจรปิดเพื่อบันทึกภาพได้ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อสอดส่องความปลอดภัยของผู้ใช้งานจากปัญหาอาชญากรรม ติดตั้งอุปกรณ์ขอความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น ผู้ป่วยโรคหัวใจในกรณีที่ใช้งานอุโมงค์เพียงคนเดียว และสมควรให้เปิดใช้งานอุโมงค์เฉพาะช่วงเวลาทำการคือ ช่วงเวลาตั้งแต่ 08.00-18.00 น. ในวันทำการ แต่อาจเปิดใช้งานได้ 24 ชั่วโมง ในช่วงวันหยุดยาว

8. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้มาจากการศึกษาเฉพาะด้านของนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเอกอนามัยสิ่งแวดล้อม หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งคณะผู้ศึกษาหวังให้เกิดการต่อยอดการศึกษาเพื่อการออกแบบและความเหมาะสมในการก่อสร้างสาธารณูปโภคอื่น ๆ ต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐ บัวแย้ม. (2547). *สัมฤทธิ์ผลของสะพานลอยข้ามทางหลวงในจังหวัดสงขลา: กรณีศึกษาทางหลวงหมายเลข 4 ตั้งแต่หน้ามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ถึงสามแยกอำเภอสะเตา* [วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์]. PSU Knowledge Bank. <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2553/2007>
- ไตรรัตน์ จารุทัศน์. (2552). *คู่มือการออกแบบเพื่อทุกคน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: บริษัทยูนิเวอร์салดีไซน์เซ็นเตอร์ (ไทยแลนด์) จำกัด.
- รุ่งโรจน์ ปิงสุจริตกุล. (2530) *การศึกษางานก่อสร้างสะพานลอยคนเดินข้ามถนน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chula ETD. <https://digiverse.chula.ac.th/Info/item/dc:69502>
- จำจวน เบญจศิริ. (2558). ความคุ้มค่าทางสังคมในการลงทุนสร้างอุโมงค์สำหรับเดิน: กรณีศึกษาพื้นที่หน้าจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. *วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์ (ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 5(3), 66-82. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/phdsj/article/view/67261>
- วรวิทย์ เกรียงเกษม. (2558). *การสำรวจความคิดเห็นและสถิติการข้ามถนนของนักศึกษาโดยไม่ใช้สะพานลอยด้านหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา* [วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี]. http://eng.sut.ac.th/ce/ce_course/download/project/10-2-56/6WORAWIT%20KRIENGKASEM.pdf.
- บริษัทกลางคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ จำกัด. (2566) *สถิติข้อมูลผู้เสียชีวิตสะสม ประเทศไทย ปี 2566*. ศูนย์ข้อมูลอุบัติเหตุ-Thai RSC. <https://www.thairsc.com/>

- 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(5), 729-744.
- Truong, L. T., Nguyen, H. T. D., & Vu, V. (2019). Pedestrian overpasses use and its relationships with digital social distractions and overpass characteristics. *Accident Analysis & Prevention Journal*, 131(50), 234- 238.