Journal of Architectural/Planning Research and Studies
(JARS) Vol.19(1).2022

DOI: 10.14456/jars.xxxx.xx

ผลการใช้งานแผนที่นูนต่ำนำทางคนตาบอดในศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

The Experimental Result of Tactile Map to Guide the Blind at Center of Quality of Life Improvement for Disabled in The North-eastern Part of Thailand

นิธิวดี ทองป้อง และ สัญชัย สันติเวส*
Nitiwadee Tongpong and Sanchai Santiwes*

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ผังเมืองและการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand
* Corresponding author e-mail: sanchai@kku.ac.th

Received 22/7/2020 Revised 30/12/2020 Accepted 5/1/2021

บทคัดย่อ

การพัฒนาแผนที่นูนต่ำเพื่อนำทางคนตาบอดในศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้งานหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำที่ผลิตจากเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ เพื่อใช้ช่วยนำทางคนตาบอดในการเข้าถึงอาคารต่าง ๆ ในบริเวณศูนย์ส่งเสริมฯ โดยไม่มีผู้ช่วยนำทาง มีวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตการณ์ แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 14 คน แบ่งเป็นคนตาบอดตั้งแต่กำเนิดและตาบอดภายหลังที่เคยอยู่และไม่เคยอยู่ในศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อน โดยให้อาสาสมัครสัมผัสหุ่นจำลองที่มีอาคารและผังบริเวณขนาดใหญ่พกพาไม่ได้มีมาตราส่วน 1 : 200 และขนาดพกพาได้มีมาตราส่วน 1 : 400 และ 1 : 750 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าใจลักษณะของผังบริเวณด้วยการสัมผัสหุ่นจำลอง สามารถจัดวางหุ่นจำลองไปในทิศทางเดียวกันกับบริบทของศูนย์ส่งเสริมฯ ได้ โดยอ้างอิงจากสภาพแวดล้อมของเสียงที่ได้ยินและอุณหภูมิจากแสงแดด ใช้ประสบการณ์ประกอบกับทักษะของวิชาความคุ้นเคยสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหว โดยกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยอยู่ศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจและจดจำตำแหน่งที่สำคัญเพื่อนำทางตนเองไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้อย่างปลอดภัยโดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วยนำทาง ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เคยอยู่ศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนเข้าใจได้ง่ายและใช้เวลาน้อยกว่า กลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถรับรู้เรื่องขนาดและสัดส่วนของหุ่นจำลองที่ถูกย่อส่วนจากขนาดจริงได้ การสร้างหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำควรมีการดัดแปลงรูปทรงของอาคารและพื้นที่บางส่วนเพื่อให้มีส่วนสัมผัสที่ปลอดภัยและเน้นเฉพาะส่วนที่สำคัญ มีการติดป้ายชื่อหรือคำอธิบายด้วยอักษรเบรลล์ ควรส่งเสริมให้มีการออกแบบและจัดทำหุ่นจำลองแผนที่สำหรับคนตาบอดในพื้นที่สาธารณะ

คำสำคัญ
แผนที่นูนต่ำ
นำทาง
คนตาบอด

Abstract

The development of a tactile map to guide the blind at the Center of Quality of Life Improvement for Disabled in The North-eastern Part of Thailand developed and evaluate the use of the tactile map produced from a 3D printer to help guide the blind to access buildings in the Center of Quality of Life Improvement for Disabled in The North-eastern Part of Thailand without a navigation assistant. The qualitative research methods, including observation, questionnaires and interviews were employed. The subjects were 14 blind volunteers, who have been blind since birth and later. They were both those who have been and never lived in Center of Quality of Life Improvement for Disabled in The North-eastern Part of Thailand. The volunteers had to touch the model of the Center, which is big and not portable with the scale of 1: 200, and the portable models with the scales of 1: 400 and 1: 750. The study results revealed that the volunteers were able to understand the layout by touching the models. They could also align the model in the same direction as the context of the Center by using the reference of atmosphere and environment, including the sound of the environment and the temperature of the sunlight as well as experience and Orientation and Mobility (O&M). However, it took time for volunteers who have never lived in the Center to understand and memorize the important positions to be able to guide themselves to various places safely without the need for a navigation assistant, but it took less time for the volunteers who have been in the Center. All subjects were able to perceive the scale and the proportion of the model scaled from the actual size. For the construction of a tactile map, the shape of the building and some areas should be modified to be safe when touching and highlight the essential parts. Braille labels should be used for signs or descriptions. The design and construction of the model of the map for the blind in public areas should be promoted.

Keywords

Tactile Map

Guide

The Blind

1. บทนำ

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นหน่วยงานภายใต้สังกัดมูลนิธิธรรมิกชนเพื่อคนตาบอดในประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ มีภารกิจในการฟื้นฟูสมรรถภาพให้กับคนตาบอด (Christian Foundation for the Blind in Thailand Under the Royal Patronage of His Majesty the King, 2017) โดยฝึกทักษะการสร้างความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเดินทางหรือการเคลื่อนไหว (O&M : Orientation and mobility) ซึ่งเป็นวิชาที่ใช้สอนคนตาบอดให้สามารถพัฒนาพฤติกรรมและบุคลิกภาพโดยใช้การรับรู้ที่เหลืออยู่นำมาใช้ช่วยในการเดินทางไปสถานที่ต่างๆ ได้ด้วยตนเองอย่างปลอดภัย โดยเริ่มจากการมีผู้ช่วยดูแลก่อนจนถึงการไม่ใช้ผู้ช่วยดูแล มีกฎเกณฑ์สำคัญอยู่ 3 ประการ ได้แก่ “ขณะนี้ฉันอยู่ที่ไหน เป้าหมายของฉันอยู่ที่ไหน และฉันจะไปถึงเป้าหมายได้อย่างไร” (Yam-iam, 1988) ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์พื้นฐานเพื่อให้คนตาบอดเข้าใจตำแหน่งของตนเองในมิติหรือสภาพแวดล้อม หรือเรียกว่าการเรียนรู้ระบบการนำทาง (Wayfinding) นั่นเอง

จากการสัมภาษณ์รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารกิจการพิเศษของมูลนิธิธรรมิกชนเพื่อคนตาบอดฯ (Moonwicha, 2017) พบว่า ศูนย์ส่งเสริมฯ ยังขาดอุปกรณ์ที่เป็นแผนที่นูนต่ำ เพื่อช่วยในการเรียนรู้และนำทางคนตาบอดด้วยการสัมผัส เพื่อให้คนตาบอดที่เข้ามารับการฟื้นฟู ได้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของศูนย์ส่งเสริมฯ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น เพื่อให้แผนที่นูนต่ำ หรือแผนที่ต่างสัมผัส (Tactile map) ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเป้าหมายจึงต้องมีการศึกษาให้มีรูปแบบที่สามารถตอบสนองการใช้งานของคนตาบอดภายในศูนย์ส่งเสริมฯ เป็นกรณีศึกษานำร่องและต่อยอดเพื่อเป็นแนวทางออกแบบงานสถาปัตยกรรมที่มีความเหมาะสมแก่คนตาบอดและทุกคน (Universal design) ต่อไป

การรับรู้ภูมิทัศน์และทางสัญจรในงานสถาปัตยกรรมสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้งานที่มองเห็น แต่คนตาบอดซึ่งมองไม่เห็นหรือมองเห็นได้ลำบากนั้น จึงจำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือด้วยการออกแบบและกำหนดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม เช่น มีอักษรเบรลล์นูนต่ำบนป้าย ราวจับเพื่อชี้นำทาง เป็นต้น การจัดให้มีผู้ช่วยเหลือคอยช่วยนำทางแก่คนตาบอดเป็นสิ่งที่จำเป็น แต่คนตาบอดส่วนใหญ่ที่ได้ฝึกฝนวิชาความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหวมีความรู้สึกสะดวกและปลอดภัยกว่าถ้าสามารถเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (Yam-iam, 1988) ซึ่งทักษะความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหว เป็นทักษะที่คนตาบอดสามารถใช้ทักษะประสาทสัมผัสการรับรู้ที่เหลืออยู่ทำความเข้าใจกับสภาพแวดล้อมรอบๆ ตัว และสามารถเคลื่อนไหวไปในสิ่งแวดล้อมนั้นได้อย่างอิสระ ปลอดภัยและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการในทุกสถานภาพ (Udompiriyasak, 2005) เป็นหลักวิชาในการสร้างทักษะ โดยการฝึกฝนการสร้างความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของคนตาบอด เช่น ในบ้าน นอกบ้าน ในโรงเรียน เป็นต้น ใช้การอ้างอิงด้วยบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เสียงของสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิของแสงแดดช่วยบ่งบอกทิศทาง และประสบการณ์โดยอาสาสมัครที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจและจดจำตำแหน่งที่สำคัญเพื่อให้สามารถนำทางตนเองไปยังสถานที่ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย โดยไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วยนำทาง คนตาบอดมีการวางแผนเลือกเส้นทาง เป้าหมายและการรับรู้ที่ว่างกับสภาพแวดล้อมที่ดี จากความเคยชินด้วยประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่ รวมทั้งการฝึกฝนจากหลักวิชาความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหวเพื่อช่วยเหลือตนเองได้ ดำเนินชีวิตได้อย่างปลอดภัย ซึ่งเป็นหลักการที่ช่วยให้คนตาบอดใช้การรับรู้ในเชิงแผนที่ เพื่อเคลื่อนที่ไปยังที่ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย จนเกิดเป็นประสบการณ์ สอดคล้องกับการศึกษาของ สัญชัย สันติเวส ที่ว่า “คนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการรับรู้ที่ว่าง และสภาพแวดล้อมเป็นเส้นทางและภาพผังพื้นหรือแผนที่ 2 มิติ” (Santiwes, 2014)

การศึกษานี้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564) ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างความเป็นธรรมและลดความเหลื่อมล้ำในสังคม ส่งเสริมและจัดหาโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมให้ประชากรกลุ่มต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มผู้พิการ เพื่อให้เข้าถึงบริการและโอกาสทางสังคมได้อย่างเท่าเทียม (Office of the National Economic and Social Development Board, 2017) มีประชากรเป็นคนตาบอด ที่ได้รับคัดเลือกให้เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง ที่ได้มาอยู่อาศัยหรือใช้สอยพื้นที่ในศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. วัตถุประสงค์

1) พัฒนาหุ่นจำลองของแผนที่นูนต่ำต้นแบบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยนำทางคนตาบอดในการเข้าถึงอาคารภายในบริเวณศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2) ประเมินผลการใช้งานหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำที่ถูกพัฒนาขึ้นและใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างโดยไม่มีผู้ช่วยนำทาง

3. วิธีการศึกษา

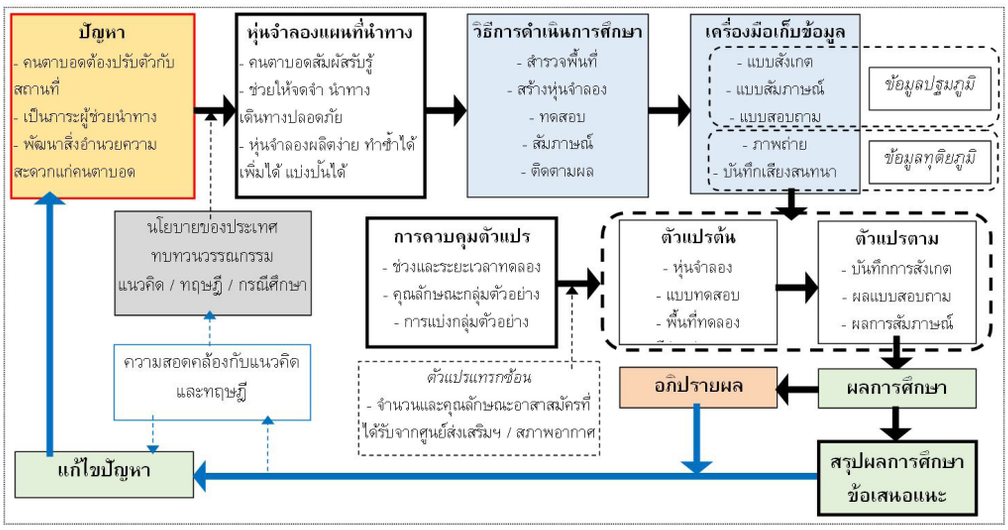
โครงการวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการวิจัยเชิงการพัฒนาทดลอง (Experimental development) เพื่อศึกษาปรากฏการณ์จากตัวแปร โดยมีการควบคุมสถานการณ์ตามปัจจัยที่นำมาใช้วิเคราะห์ จากข้อมูลเชิงคุณภาพปฐมภูมิและข้อมูลเชิงคุณภาพทุติยภูมิ มีวิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การสังเกตการณ์และการสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบและการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตการณ์ และแบบสอบถาม โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบก่อนนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ด้านความพึงพอใจ โดยใช้วิธีทางสถิติโดยใช้การวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางและเฉลี่ย (Central tendency and mean) โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัยเชิงกระบวนการ ดังรูปที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย อธิบายได้ว่า ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้มีความเชื่อมโยงกัน ข้อมูลของตัวแปรต้น ได้แก่ แบบทดสอบ ข้อมูลภูมิหลังของกลุ่มเป้าหมาย ข้อมูลของพื้นที่วิจัยและสภาพแวดล้อม ข้อมูลของการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ข้อมูลเชิงคุณภาพปฐมภูมิ (Primary qualitative data) ได้แก่ การสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ และการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเป้าหมาย และข้อมูลเชิงคุณภาพทุติยภูมิ (Secondary qualitative data) ได้แก่ ภาพถ่าย และบันทึกเสียงสนทนา ตัวแปรต้น (Independent variable) ทำให้เกิดผลหรือสิ่งที่ต้องการทดลอง จากนั้นตัวแปรตาม (Dependent variable) เป็นผลที่เกิดจากแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองของตัวแปรต้น โดยมีการควบคุมตัวแปรที่มีผลต่อการทดลอง ได้แก่ การใช้แบบสังเกตการณ์และแบบสัมภาษณ์ แบบทดสอบโดยหุ่นจำลองแผนที่นำทางขนาดต่างๆ ช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลและการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบโดยแยกตามคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากมีคนตาบอดที่เข้ามาอยู่ศูนย์ส่งเสริมฯ ในแต่ละปีหรือช่วงเวลานั้นมีจำนวนและลักษณะของการตาบอดไม่แน่นอนและไม่เท่ากัน และการรับอาสาสมัครเป็นไปตามความสมัครใจตามเงื่อนไขของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จึงทำให้การได้มาของจำนวนอาสาสมัครในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดจำนวนคนในแต่ละกลุ่มอย่างน้อย 2 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถใช้เปรียบเทียบกัน โดยในการทดลองและเก็บข้อมูลอาจมีตัวแปรแทรกซ้อน (Intervening variables) ซึ่งผู้วิจัยได้ควบคุมและสังเคราะห์ไว้ ได้แก่ จำนวนคนในแต่ละกลุ่มอาจไม่เท่ากันหรือเกินกว่า 2 คน นั้นไม่ส่งผลต่อการเก็บข้อมูล เนื่องจากการทดลองได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะความตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดและภายหลัง และตามการเคยอยู่หรือไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ ของอาสาสมัคร ข้อมูลจึงไม่ได้แปรผันตามจำนวนแต่แปรผันตามประเภทของกลุ่ม นอกจากนั้นการมีจำนวนเกินกว่าที่กำหนดไว้ ยังส่งผลดีต่อข้อมูลที่หลากหลายอีกด้วย ในการทดลองที่อาจมีสภาพอากาศ แสง เสียง และสิ่งอื่นๆ ของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นแตกต่างกันตามช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลนั้นจัดเป็นตัวแปรสอดแทรก ซึ่งไม่ส่งผลกระทบหรือมีอิทธิพลต่อการทดลอง เนื่องจากข้อมูลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์เป็นข้อมูลเชิงพฤติกรรม นอกจากนั้น ผู้วิจัยยังได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพปฐมภูมิตลอดการวิจัยเพื่อให้ได้สัมผัสข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยคอยช่วยเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพทุติยภูมิและบันทึกข้อมูลตามหัวข้อการสัมภาษณ์

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมีเกณฑ์ในการเลือกจากการเคยมีหรือไม่มีประสบการณ์เดิมหรือความคุ้นเคยสถานที่มาก่อน เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิผลของการใช้งานหุ่นจำลองแผนที่นำทางของศูนย์ส่งเสริมฯ การทดลองนี้ได้ทดสอบการนำทางภายในบริเวณพื้นที่ของศูนย์ส่งเสริมฯ เท่านั้น โดยกำหนดให้ประชากรเป็นคนตาบอดที่ได้รับคัดเลือกให้เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีเฉพาะเจาะจง แบ่งออกตามคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างเป็นคนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ กลุ่มตัวอย่างเป็นคนตาบอดสนิทภายหลังที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ กลุ่มตัวอย่างเป็นคนตาบอดสนิท



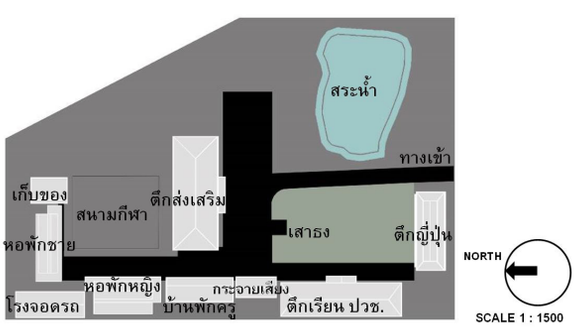
รูปที่ 1 แผนผังกรอบแนวคิดการวิจัยเชิงกระบวนการ (Diagram of the research conceptual framework)

ตั้งแต่กำเนิดที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ หรือมาครั้งแรก และกลุ่มตัวอย่างเป็นคนตาบอดสนิทภายหลังที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ หรือมาครั้งแรก โดยให้มีความสอดคล้องกับการแบ่งประเภทคนตาบอดของ Berthold Lowenfeld ที่อธิบายเกี่ยวกับประสบการณ์ของการมองเห็นภาพในความทรงจำไว้ว่า บอดภายหลัง (Adventitious loss) คือ การสูญเสียหรือความเจ็บที่เกิดขึ้นภายหลังการเกิด โดยมีผลมาจากอุบัติเหตุหรือโรคภัยไข้เจ็บ ซึ่งเกี่ยวโยงถึงการจดจำการเห็น (Visual Memory) ที่เกิดขึ้นภายหลังอายุ 5 ปี และบอดตั้งแต่กำเนิด (Congenital loss) คือ การสูญเสียที่เกิดขึ้นก่อนการเกิด โดยไม่เคยมีประสบการณ์ทางการเห็น หรือไม่มีการจดจำการเห็น ซึ่งการเรียนรู้แตกต่างจากการบอดภายหลัง (Lowenfeld, 1981) ในช่วงเวลาที่ได้ลงพื้นที่ครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างจากศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวนทั้งสิ้น 14 คน โดยครอบคลุมทั้ง 4 กลุ่มตามคุณลักษณะสำหรับการทดสอบครั้งนี้ ดังตารางที่ 1

ในแต่ละกลุ่มมีเจ้าหน้าที่ที่มองเห็น 1 คน ดูแลความปลอดภัยในการเดินทางภายในศูนย์ส่งเสริมฯ ระหว่างการทดลองและเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยได้อธิบายวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการวิจัยให้ทราบก่อน เพื่อให้อาสาสมัครสามารถตัดสินใจเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจตามวิธีการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบ

1) ขั้นแรก สำรวจพื้นที่ของศูนย์ส่งเสริมฯ เพื่อรังวัดระยะและขนาดของสิ่งปลูกสร้างต่างๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่สำคัญ เพื่อนำมาจัดทำหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำรูปทรง 3 มิติ ให้คนตาบอดสัมผัส ศูนย์ส่งเสริมฯ มีพื้นที่โครงการ 14,634 ตารางเมตร (9.14 ไร่) มีขนาดประมาณ 155x105 เมตร ประกอบไปด้วย ทางเข้า ตึกส่งเสริม เสาธง ตึกญี่ปุ่น ตึกเรียน ปวช. ห้องกระจายเสียง บ้านพักครู หอพักหญิง โรงจอดรถ หอพักชาย ห้องเก็บของ และสนามกีฬา ดังแสดงภาพผังบริเวณในรูปที่ 2

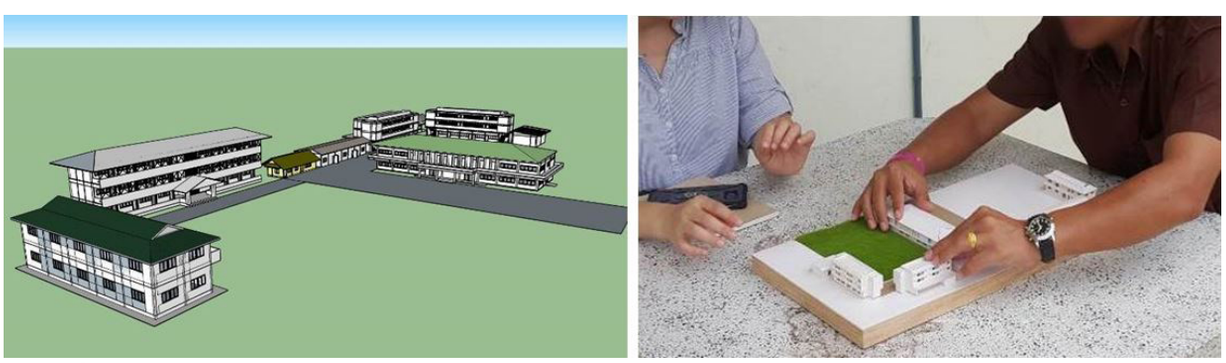


รูปที่ 2 ผังบริเวณของศูนย์ส่งเสริมฯ จากการลงพื้นที่สำรวจ โดยแสดงเฉพาะส่วนที่สำคัญ (The layout of the Center of Quality of Life Improvement for Disabled obtained from the area survey presenting only the important parts)

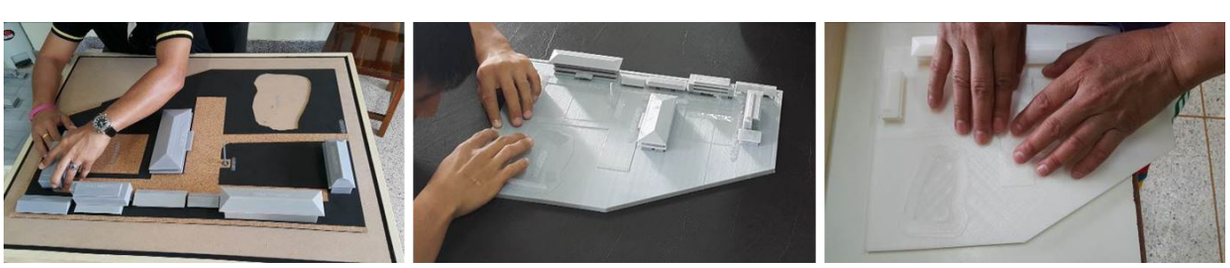
2) ขั้นที่ 2 จัดทำหุ่นจำลองเป็นผังบริเวณและอาคารต่างๆ ของศูนย์ส่งเสริมฯ พอสังเขปเพื่อใช้เป็นแบบร่างขั้นต้น โดยทำเป็นหุ่นจำลองกระดาษแข็งในขนาดมาตราส่วน 1 : 250 แล้วนำไปให้บุคลากรของศูนย์ส่งเสริมฯ ทดลองสัมผัสเพื่อการรับรู้บริบทของหุ่นจำลองเบื้องต้น และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงเป็นหุ่นจำลองที่นำมาใช้จริงในขั้นต่อไป ดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 รายชื่อและข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ (Name list and basic information of the samples in the experiment)

ชื่ออาสาสมัคร (นามแฝง)	คุณสมบัติ	ระยะเวลาที่อยู่ในศูนย์ฯ
อาสาสมัคร (1)	อายุ 18 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (2)	อายุ 19 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 1 ปี
อาสาสมัคร (3)	อายุ 19 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (4)	อายุ 20 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (5)	อายุ 19 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (6)	อายุ 18 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (7)	อายุ 34 ปี บอดภายหลังตอนอายุ 27 ปี	เคยอยู่มาแล้ว 5 ปี
อาสาสมัคร (8)	อายุ 18 ปี บอดภายหลังตอนอายุ 10 ปี	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (9)	อายุ 18 ปี บอดภายหลังตอนอายุ 10 ปี	เคยอยู่มาแล้ว 2 ปี
อาสาสมัคร (10)	อายุ 48 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	ไม่เคยอยู่มาก่อน เพิ่งเคยมาอยู่
อาสาสมัคร (11)	อายุ 25 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	ไม่เคยอยู่มาก่อน เพิ่งเคยมาอยู่
อาสาสมัคร (12)	อายุ 25 ปี บอดตั้งแต่กำเนิด	ไม่เคยอยู่มาก่อน เพิ่งเคยมาอยู่
อาสาสมัคร (13)	อายุ 26 ปี บอดภายหลังตอนอายุ 24 ปี	ไม่เคยอยู่มาก่อน เพิ่งเคยมาอยู่



รูปที่ 3 ภาพจำลอง 3 มิติ ด้วยคอมพิวเตอร์ และบุคลากรของศูนย์ส่งเสริมฯ ทดลองสัมผัสหุ่นจำลองกระดาษแข็ง
(The 3D model and the staff of the Center of Quality of Life Improvement for Disabled trying to touch a cardboard model)



รูปที่ 4 หุ่นจำลองทั้ง 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่ มาตราส่วน 1 : 200 ขนาดกลาง 1 : 400 และขนาดเล็ก 1 : 750
(The three sizes of the model: large (1:200), medium (1:400) and small (1:750))

เมื่อผู้วิจัยนำหุ่นจำลองที่ได้ในขั้นที่ 2 ให้อาสาสมัครที่เป็นตัวแทนของบุคลากรในศูนย์ส่งเสริมฯ ซึ่งเป็นคนตาบอดภายหลังได้ทดลองสัมผัสเพื่อสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลการใช้งานเบื้องต้น พบว่า อาสาสมัครสามารถวางทิศทางของหุ่นจำลองได้ถูกต้องตามที่อาสาสมัครหันหน้าไปในแนวทางของทิศนั้น อาสาสมัครสามารถรับรู้ว่าตนเองอยู่ ณ จุดใดของศูนย์ส่งเสริมฯ และได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงหุ่นจำลองต่อไป ได้แก่ ขนาดหุ่นจำลองขั้นต้นนี้มีขนาดปานกลางแต่พกพาไม่ค่อยสะดวก ควรมีขนาดที่สามารถพกพาได้หรือมีให้เลือกหลายขนาด การใช้วัสดุที่เป็นกระดาษแข็งเกิดความเสียหายง่ายเมื่อถูกสัมผัสใช้งาน ควรมีป้ายหรือคำอธิบายอักษรเบรลล์ช่วยให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น และอยากให้เพิ่มรายละเอียดอื่นๆ ที่ควรมีในหุ่นจำลอง เช่น สระน้ำ และเสาธง เป็นต้น

3) ขั้นที่ 3 จัดทำหุ่นจำลองสำหรับใช้ทดสอบจริงด้วยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ มีวัสดุเป็นโพลี-แลคติกเอซิด (Polylactic Acid: PLA) เป็นพลาสติกที่ทำจากวัตถุดิบธรรมชาติ ด้วยการให้ความร้อนที่เส้นพลาสติกแล้วฉีดออกมาทางหัวพิมพ์เพื่อขึ้นรูปทรงทีละชั้นจนได้เป็นรูปทรงที่สมบูรณ์ตามรูปแบบจากไฟล์คอมพิวเตอร์ หุ่นจำลองที่ได้มีความแข็งแรง สามารถผลิตซ้ำได้โดยใช้เครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ ซึ่งปัจจุบันมีราคาไม่แพง หาซื้อมาใช้ในหน่วยงานได้

การพัฒนาหุ่นจำลองแผนที่นำทางอ้างอิงกับหลักการออกแบบแผนที่ โดยคำนึงถึงสิ่งต่างๆ มีการจัดระบบของพื้นที่และสิ่งแวดล้อมให้มีความชัดเจนในทุกองค์ประกอบ โดยคำนึงถึงทั้งสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือการมองอย่างเป็นภาพรวม (Apelt, et al., 2007) เช่น อาคารหรือตึกสำคัญและจุดจดจำต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสัมผัสหุ่นจำลองสามารถรู้ถึงตำแหน่งของตัวเอง กำหนดสัญลักษณ์ในแผนที่เพื่อไม่ทำให้เกิดความสับสน โดยการใช้ข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ข้อมูลที่สำคัญนำไปสู่การเชื่อมโยงเส้นทาง การนำทางและทิศทางแก่ผู้ใช้ไปยังอาคารหรือตำแหน่งอื่นๆ และนำมาพัฒนาร่วมกับข้อเสนอแนะที่ได้รับ จากนั้น จึงนำมาสร้างหุ่นจำลองสำหรับใช้ทดสอบจริงด้วยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ โดยการศึกษานี้แบ่งหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำเป็น 3 ขนาด เพื่อประเมินผลการใช้งานจากลักษณะที่แตกต่างกัน ได้แก่ ขนาดและสัดส่วน ความแตกต่างหรือข้อจำกัดในรายละเอียดที่สามารถปรากฏหรือแสดงในหุ่นจำลอง ความสะดวกในการพกพาหรือเคลื่อนย้าย และเก็บรักษา เป็นต้น มีขนาดและสัดส่วน ดังแสดงในรูปที่ 4 มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

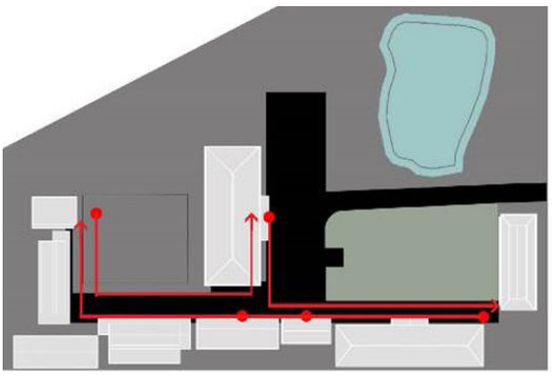
– ขนาดใหญ่ มาตราส่วน 1 : 200 มีขนาดของฐานประมาณ 80x60 เซนติเมตร มีน้ำหนักมาก โดยออกแบบให้หุ่นจำลองแต่ละอาคารของศูนย์ส่งเสริมฯ สามารถถอดออกจากฐานได้ ติดป้ายชื่อแต่ละอาคารด้วยอักษรเบรลล์พิมพ์นูนด้วยแผ่นพลาสติกใสแล้วติดด้วยกระดาษกาวสองหน้าอย่างบาง เพื่อให้สามารถเปลี่ยนแปลงป้ายหรือคำอธิบายได้

– ขนาดกลาง มาตราส่วน 1 : 400 มีขนาดของฐานประมาณ 40x30 เซนติเมตร สามารถถือและพกพาได้แต่ไม่สะดวกนักเพราะยังถือว่ามีขนาดที่ใหญ่ สามารถติดป้ายชื่อแต่ละอาคารด้วยอักษรเบรลล์พิมพ์นูนด้วยแผ่นพลาสติกใส

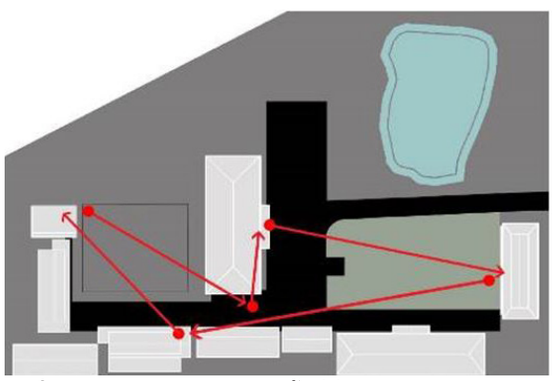
– ขนาดเล็ก มาตราส่วน 1 : 750 มีขนาดของฐานประมาณ 25x20 เซนติเมตร สามารถถือและพกพาได้สะดวก แต่ไม่สามารถติดป้ายหรือคำอธิบายที่เป็นอักษรเบรลล์ได้เนื่องจากหุ่นจำลองมีขนาดเล็กและมีพื้นที่น้อยเกินกว่าที่จะติดตัวอักษรเบรลล์ขนาดมาตรฐานได้

4) ขั้นที่ 4 นำหุ่นจำลองมาใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม โดยมีการอบรมเพื่ออธิบายลักษณะและการใช้งานหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำให้อาสาสมัครมีความเข้าใจเบื้องต้น 15 นาที การทดลองเดินทางและสังเกตการณ์ใช้เวลา 60 นาที และการสัมภาษณ์ 15 นาที มีการควบคุมให้มีขั้นตอนการทดสอบแบบเดียวกันทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตการณ์ แต่ละกลุ่มมีเจ้าหน้าที่ที่มองเห็นคอยดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อความปลอดภัย โดยการทดลองใช้หุ่นจำลองแผนที่ในการนำทางนั้นใช้หุ่นจำลอง 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก เนื่องจาก เป็นขนาดที่กลุ่มตัวอย่างสามารถสัมผัสและถือพกพาเพื่อนำทางตนเองไปยังตำแหน่งต่างๆ ของศูนย์ส่งเสริมฯ ส่วนหุ่นจำลองขนาดใหญ่นั้นไม่สามารถพกพาได้ จึงใช้สำหรับสัมผัสเพื่อรับรู้ภาพรวมแผนผังของศูนย์ส่งเสริมฯ ในบริเวณห้องประชุมที่ใช้อบรมสำหรับการแนะนำเบื้องต้น

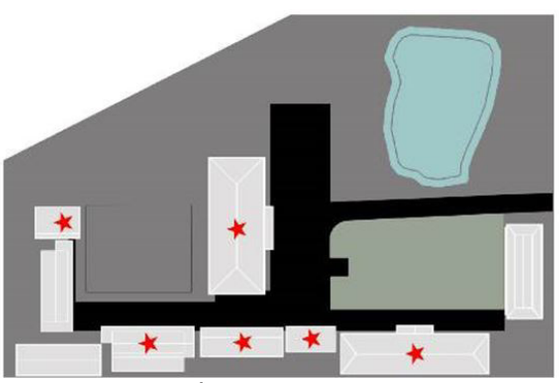
การกำหนดเส้นทางในการทดลองเดินทางไปยังตำแหน่งต่างๆ ของศูนย์ส่งเสริมฯ เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ การเดินตามเส้นทางของผังบริเวณที่เป็นทางเท้าและถนน โดยเดินทางเป็นเส้นตรงไปยังตำแหน่งต่างๆ ของศูนย์ส่งเสริมฯ การเดินทางแบบลัดสนาม โดยให้เดินตัดผ่านพื้นที่ที่ไม่ใช่เส้นทางหลัก เช่น สนาม ลาน เดินข้ามถนน เป็นต้น ทั้งแบบเดินเป็นเส้นตรงและเดินเป็นเส้นทแยง และการให้อาสาสมัครระบุตำแหน่งของตนเอง (Check Point) โดยชี้ไปยังตำแหน่งของหุ่นจำลอง ดังรูปที่ 5–7



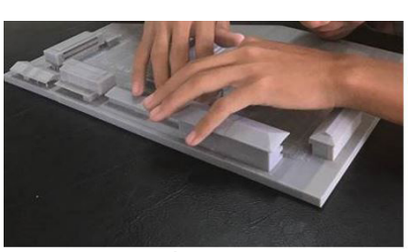
รูปที่ 5 เดินตามทางเท้าและถนนของผังบริเวณ โดยเดินทางเป็นเส้นตรงไปยังตำแหน่งต่างๆ ของศูนย์ส่งเสริมฯ
(Walking along the sidewalks and the paths in a straight line to various locations of the Center of Quality of Life Improvement for Disabled)



รูปที่ 6 เดินทางลัดสนามตัดผ่านพื้นที่ที่ไม่ใช่เส้นทางหลัก เช่น สนาม ลาน เดินข้ามถนน เป็นต้น ทั้งแบบเดินเป็นเส้นตรงและเดินเป็นเส้นทแยง
(Crossing the field through non-main paths such as fields, courtyards, crossing the streets both in straight and diagonal lines)



รูปที่ 7 การให้กลุ่มตัวอย่างระบุตำแหน่งของตนเอง (Check Point) โดยชี้ไปยังตำแหน่งของหุ่นจำลอง
(The sample determining his Check Point by pointing on the model)



รูปที่ 8 อาสาสมัครสามารถรับรู้ทิศทาง โดยกลับด้านของหุ่นจำลองตามตำแหน่งของตนเองเพื่อสำรวจแผนผัง
(The volunteers can perceive direction by inverting the model to their own positions to explore the layout)

5) ขั้นที่ 5 ผู้วิจัยสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างทั้งก่อน ระหว่าง และหลังเสร็จสิ้นการทดสอบจากขั้นที่ 4 และให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสำรวจผลสัมฤทธิ์ความพึงพอใจที่ได้จากการร่วมกิจกรรมและใช้หุ่นจำลองแผนที่นำทาง ซึ่งเป็นการเสร็จสิ้นการทดสอบที่มีการสังเกตการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างได้ใช้หุ่นจำลองแผนที่นำทางและอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ ต่อไปอีก 7–14 วัน เพื่อติดตามผล (รูปที่ 8)

6) ขั้นที่ 6 เป็นขั้นติดตามผลโดยวิธีการสัมภาษณ์หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ใช้หุ่นจำลองแผนที่นำทางและอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ 7–14 วัน ผู้วิจัยจึงได้เข้ามาพบกับอาสาสมัครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้วสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่เตรียมไว้ โดยใช้ข้อมูลจากบุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ของศูนย์ส่งเสริมฯ ที่มองเห็นประกอบการวิเคราะห์ผลด้วย

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างก่อน ระหว่าง และหลังการใช้งานหุ่นจำลองช่วยในการเดินทาง และแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ด้านความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการใช้งานหุ่นจำลอง ข้อมูลที่นำมาแสดงได้ถูกประมวลผลร่วมกับการสังเกตการณ์และปรับใช้คำให้เหมาะสมในการแปรผลข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 2 – 5

หุ่นจำลองแผนที่ของศูนย์ส่งเสริมฯ สามารถนำทางกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนตาบอดที่ได้มาอยู่ในศูนย์ส่งเสริมฯ ไปยังอาคารต่างๆ ได้ กลุ่มตัวอย่างสามารถใช้หุ่นจำลองแผนที่นำทางที่ถูกพัฒนาในงานวิจัยนี้ทั้ง 3 ขนาด โดยกลุ่มคนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ สามารถใช้หุ่นจำลองนำทางไปยังส่วนต่างๆ ของอาคาร

ตารางที่ 2 สรุปผลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างก่อนใช้งานหุ่นจำลองช่วยในการเดินทาง (Summary of the samples' interviews before using the model)

ก่อนใช้หุ่นจำลอง		
1) ท่านเดินทางไปยังสถานที่ต่างๆ อย่างไร เช่น มีผู้นำทาง ไม้ท้าว เดินทางสำรวจด้วยตนเอง ฯลฯ		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ถ้าเป็นสถานที่ไม่คุ้นเคยจะใช้ไม้เท้าและมีผู้นำทาง แต่ถ้าคุ้นเคยแล้วจะเดินสำรวจเองและใช้ไม้เท้าบ้าง
	ตาบอดภายหลัง	มีผู้นำทาง
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ใช้ไม้เท้า
	ตาบอดภายหลัง	ใช้ไม้เท้า โดยมีผู้นำทางคนคอยแนะนำ
2) ท่านเคยหลงทาง ท่านแก้ไขปัญหาอย่างไร		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เคย แก้ปัญหาโดยเริ่มเดินสำรวจใหม่ สังเกตทิศทาง ฟังและเดินตามเสียงของเพื่อน อาจใช้โทรศัพท์ให้คนมาช่วย
	ตาบอดภายหลัง	เคย แก้ปัญหาโดยฟังเสียงคน เสียงแวดล้อม เช่น เสียงจานกับช้อนเป็นโรงอาหาร เป็นต้น ส่งเสียงเรียกคนมาช่วย
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เคย แก้ไขปัญหาโดยใช้ไม้เท้าแกว่งซ้าย–ขวา ใช้สติและฟังทิศทางจากเสียงคนพูดรอบๆ ตัว
	ตาบอดภายหลัง	เคย แก้ไขปัญหาโดยพยายามใช้ไม้เท้าค่อยๆ หาทางไป หรือตะโกนขอความช่วยเหลือ
3) ท่านรู้จักส่วนต่างๆ ของอาคารหรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	รู้จักส่วนต่างๆ ของอาคาร เช่น เสา ประตู หน้าต่าง ผนัง พื้น บันได แต่ถ้ามีการเปลี่ยนชื่อห้องจะต้องเรียนรู้ใหม่
	ตาบอดภายหลัง	รู้จัก
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	
	ตาบอดภายหลัง	

แนวราบได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยนำทาง แต่ยังต้องมีผู้ช่วยที่คอยดูแลความปลอดภัยในการเดินทาง กลุ่มคนตาบอดสนิทภายหลังที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ สามารถใช้นำทางไปยังส่วนต่างๆ ของอาคารแนวราบได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ กลุ่มคนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนหรือได้มาอยู่ไม่เกิน 7 วัน สามารถใช้หุ่นจำลองนำทางไปยังส่วนต่างๆ ของอาคารแนวราบได้บ้าง โดยมีการหลงทิศทางเนื่องจากยังไม่คุ้นเคยกับสถานที่ แต่การมีหุ่นจำลองขนาดใหญ่ให้ศึกษาเพื่อเรียนรู้เส้นทางและตำแหน่งของอาคารต่างๆ แล้วมีหุ่นจำลองขนาดเล็กที่สามารถพกพาได้ สามารถเป็นอุปกรณ์ช่วยเหลือให้คุ้นเคยสถานที่ได้เร็วขึ้น และมีความมั่นใจในการศึกษาเส้นทางมากขึ้น และกลุ่มคนตาบอดสนิทภายหลังที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ สามารถใช้หุ่นจำลองนำทางไปยังส่วนต่างๆ ของอาคารแนวราบได้โดยมีการหลงทิศทางบ้างเนื่องจากยังไม่คุ้นเคยกับสถานที่ แต่สามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของหุ่นจำลองกับสถานที่จริงได้ค่อนข้างดี เนื่องจากเคยมองเห็นมาก่อน การมีหุ่นจำลองช่วยให้มีความมั่นใจในการศึกษาและเดินทางมากขึ้น

ตารางที่ 3 สรุปผลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างระหว่างใช้งานหุ่นจำลองช่วยในการเดินทาง (Summary of the samples' interviews while using the model)

ระหว่างใช้หุ่นจำลอง		
ท่านสัมผัสหุ่นจำลองขนาดใหญ่ 1 : 200 แล้วเข้าใจภาพรวมหรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	อาสาสมัครทุกคนสัมผัสหุ่นจำลองขนาดใหญ่แล้วมีความเข้าใจภาพรวม มีอักษรเบรลล์ติดบอกชื่ออาคารแต่ละหลังก็ทำให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น
	ตาบอดภายหลัง	
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	
	ตาบอดภายหลัง	
ท่านสัมผัสหุ่นจำลองขนาดกลาง 1 : 400 แล้วเข้าใจภาพรวมหรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	พอเข้าใจ แต่มีบางส่วนที่ไม่เข้าใจบ้างเนื่องจากหุ่นจำลองมีขนาดเล็ก แต่มีอักษรเบรลล์ทำให้เข้าใจได้
	ตาบอดภายหลัง	
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	
	ตาบอดภายหลัง	
ท่านสัมผัสหุ่นจำลองขนาดเล็ก 1 : 750 แล้วเข้าใจภาพรวมหรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เข้าใจบ้าง เพราะหุ่นจำลองขนาดเล็กต้องใช้เวลาสัมผัสนานเพื่อทำความเข้าใจ และไม่มีอักษรเบรลล์ช่วยอธิบาย
	ตาบอดภายหลัง	เข้าใจ
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เริ่มสัมผัสยังไม่เข้าใจว่าเป็นรูปร่างของอะไร แต่เมื่อสัมผัสไปซักพักแล้วก็เข้าใจได้ง่าย
	ตาบอดภายหลัง	เข้าใจ และรู้ได้ว่าเป็นหุ่นจำลองที่ถูกย่อส่วน
ห้องอะไรที่ท่านคิดว่าสำคัญและควรจะต้องรู้ตำแหน่งก่อนห้องอื่น		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ห้องน้ำกับที่พักเพราะต้องอยู่อาศัย ตึกส่งเสริมฯ เพราะเป็นศูนย์กลาง อาคารเรียนเพราะใช้เรียนทุกวัน
	ตาบอดภายหลัง	โรงอาหาร ห้องน้ำ ห้องเรียน เพราะเป็นกิจวัตรประจำวันที่สำคัญ ตึกส่งเสริมฯ ตึก ปวช. และจุดที่มีน้ำดื่ม
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ห้องนวด เพราะเป็นห้องที่ใช้เรียนนวดแผนไทย
	ตาบอดภายหลัง	ตึกส่งเสริมฯ หอพัก และห้องน้ำ
ขณะนี้ท่านสามารถชี้ตำแหน่งที่ท่านยืนอยู่จากหุ่นจำลองได้หรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	อาสาสมัครทุกคนสามารถชี้ตำแหน่งที่ตนเองยืนอยู่จากหุ่นจำลองได้ โดยยึดตำแหน่งเสาธงเป็นจุดสังเกต หรือต้องอ่านอักษรเบรลล์เพื่อความมั่นใจ
	ตาบอดภายหลัง	
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	
	ตาบอดภายหลัง	

ตารางที่ 4 สรุปผลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างหลังใช้งานหุ่นจำลองช่วยในการเดินทาง (Summary of the samples' interviews after using the model)

หลังใช้หุ่นจำลอง		
หุ่นจำลองช่วยนำทางให้ท่านและหลงทางน้อยลงหรือไม่		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ได้ เพราะตัวหุ่นจำลองสามารถทำให้เข้าใจว่าอาคารอะไรอยู่ใกล้กับอาคารอะไร ทำให้รู้ทิศทางและรู้ว่าตึกหรืออาคารเรียงตัวกันอย่างไร
	ตาบอดภายหลัง	
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	
	ตาบอดภายหลัง	
ท่านมีข้อคิดเห็นเกี่ยวกับหุ่นจำลองขนาดต่างๆ อย่างไร		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เหมาะสมทุกอัน แต่ละขนาดก็มีข้อดีแตกต่างกันไป หุ่นจำลองขนาดเล็กใช้พกพาสะดวกที่สุด จึงอยากให้มีป้ายอักษรเบรลล์ติดอธิบายจะทำให้เข้าใจได้ง่าย หุ่นจำลองขนาดใหญ่มีรายละเอียดครบถ้วน แต่พกพาไม่ได้
	ตาบอดภายหลัง	หุ่นจำลองขนาดใหญ่ใช้สัมผัสและศึกษาอยู่กับที่ มีอักษรเบรลล์ช่วยให้อ่านได้ หุ่นจำลองขนาดกลางสามารถยกหรือถือได้แต่ก็ถือว่ามีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับการพกพา ควรเรียงอักษรเบรลล์ไปในทิศทางเดียวกัน หุ่นจำลองขนาดเล็กมีขนาดที่เหมาะสม แต่ไม่มีอักษรเบรลล์
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ไม่แตกต่างกัน ใช้งานได้ดีทั้ง 3 ขนาด ขนาดไม่สำคัญ แต่ขอให้มีอาคารครบถ้วน
	ตาบอดภายหลัง	หุ่นจำลองขนาดใหญ่กว่าย่อมสัมผัสได้ดีกว่า แต่เริ่มสัมผัสเพื่อเรียนรู้กับขนาดใหญ่ก่อนแล้วค่อยๆ จับขนาดเล็กก็จะเข้าใจหุ่นจำลองขนาดเล็กได้ซึ่งสามารถพกพาได้
ท่านไม่จำเป็นต้องมีผู้ช่วยเหลือเมื่อไร		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	เมื่อคุ้นชินและคุ้นเคยกับพื้นที่แล้ว ก็ไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ
	ตาบอดภายหลัง	เมื่อมีหุ่นจำลองใช้เป็นแผนที่นำทาง
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ยังไม่แน่ใจ
	ตาบอดภายหลัง	ต้องมีผู้ช่วยเหลือประมาณ 7 วันขึ้นไป หรือ 3 เดือน แต่ถ้ามีหุ่นจำลองก็สามารถเข้าใจได้เลย

ผลลัพธ์เชิงปริมาณที่ได้รับจากแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ด้านความพึงพอใจ (ตารางที่ 6) เป็นข้อมูลประกอบการวิเคราะห์และตีความเชิงคุณภาพสามารถอภิปรายผลได้ว่า ด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกพึงพอใจมาก ด้านการใช้งานนั้นหุ่นจำลองทั้ง 3 ขนาดมีรายละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย และความเหมาะสมของวัสดุอยู่ในระดับที่ดี การมีหุ่นจำลองช่วยนำทางนั้นเป็นสิ่งที่ดีมาก เนื่องจากหุ่นจำลองสามารถช่วยในการรับรู้แผนผังบริเวณของได้เร็วขึ้นและรู้สึกปลอดภัย หุ่นจำลองสามารถเป็นอุปกรณ์ช่วยนำทางในระดับที่ดีโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ ควรสนับสนุนให้มีการทำหุ่นจำลองในสถานที่อื่นๆ ด้วย เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ดีมาก ความคาดหวังของกลุ่มตัวอย่างในกิจกรรมทั้งก่อนใช้และหลังใช้งานหุ่นจำลองอยู่ในระดับที่ดี

จากผลการศึกษาข้างต้นพบว่า การพัฒนาแผนที่นูนต่ำนอกจากช่วยนำทางให้คนตาบอดแล้วยังสามารถทำให้คนตาบอดได้รับรู้และเข้าถึงผลงานการออกแบบงานสถาปัตยกรรมด้วยการสัมผัส เขาสามารถจัดลำดับการทดลองสัญจรด้วยหุ่นจำลองได้ ทำให้คนตาบอดเข้าใจรูปแบบที่ปรากฏในงานสถาปัตยกรรมเกิดประสบการณ์แท้สามารถตอบโต้ พูดคุยเกี่ยวกับการออกแบบงานสถาปัตยกรรมอย่างมีส่วนร่วมได้ คนตาบอดสามารถเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมเดิมที่เป็นอยู่กับหุ่นจำลองขนาดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี และยังสามารถรับรู้เรื่องของขนาดและสัดส่วนของหุ่นจำลองที่ถูกย่อส่วนจากขนาดจริงได้

การสร้างและจัดทำหุ่นจำลองแผนที่นำทางสำหรับคนตาบอดมีข้อคำนึง ได้แก่ หุ่นจำลองแผนที่นำทางนี้มีจุดประสงค์เพื่ออะไร ใครเป็นผู้ใช้งาน ใช้เมื่อไรและใช้อย่างไร มีรายละเอียดดังนี้

1) การสร้างหุ่นจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ต้องมีการพิจารณาและคัดเลือกอาคารหรือส่วนที่มีความสำคัญของโครงการที่ปรากฏให้สัมผัส ช่วยกระตุ้นให้มีความน่าสนใจในการใช้งาน ช่วยให้คนตาบอดศึกษาเรียนรู้และเข้าใจแผนที่ของสถานที่นั้นๆ ได้เร็วขึ้น คนตาบอดได้รับประสบการณ์จริงหรือใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น

ตารางที่ 5 สรุปผลสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างหลังจากได้ใช้งานหุ่นจำลองช่วยในการเดินทางไปแล้ว 7–14 วัน (Summary of the samples' interviews after using the model for 7-14 days)

หลังใช้หุ่นจำลองต่อเนื่องอีก 7–14 วัน		
ท่านใช้เวลากี่วันในการจดจำตำแหน่งต่างๆ ของศูนย์		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	2–30 วัน
	ตาบอดภายหลัง	1–3 วัน
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	7–30 วัน
	ตาบอดภายหลัง	7–90 วัน
ท่านใช้เวลากี่วันในการใช้หุ่นจำลองโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	2–7 วัน
	ตาบอดภายหลัง	1–3 วัน
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	1–14 วัน
	ตาบอดภายหลัง	7–90 วัน
ท่านไม่จำเป็นต้องใช้หุ่นจำลองเมื่อใด		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	1–4 วัน
	ตาบอดภายหลัง	1–3 วัน
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ทันทีหลังจากได้ใช้หุ่นจำลองเสร็จ
	ตาบอดภายหลัง	7–90 วัน
ท่านคิดว่าควรเพิ่มเติมอะไรในหุ่นจำลองอีก		
เคยอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	ตำแหน่งต้นไม้ใหญ่ (Land Mark) บางทีเดินชนต้นไม้ เพิ่มเข็มทิศ และมีอัพเดทอาคารเพิ่มเติมในหุ่นจำลองให้ครบถ้วนหรือเมื่อสถานที่มีการเปลี่ยนแปลง
	ตาบอดภายหลัง	เข็มทิศ
เพิ่งอยู่	ตาบอดตั้งแต่กำเนิด	อักษรเบรลล์
	ตาบอดภายหลัง	รายละเอียดบางส่วน เช่น สวนเกษตร ถนน (สำคัญมากเพราะต้องใช้ถนนในการสัญจรทางโค้ง ทางเลี้ยว)

2) หุ่นจำลองแผนที่นำทางสำหรับคนตาบอดมีหลายขนาดหรือหลายมาตราส่วนให้เลือกใช้ เช่น ขนาดใหญ่เพื่อแสดงรายละเอียดของอาคาร และขนาดเล็กที่สามารถพกพาเพื่อถือไปสัมผัสในการเดินสำรวจเส้นทางได้ เป็นต้น ช่วยให้ผู้ใช้งานมีประสบการณ์ในการเรียนรู้มากขึ้น ไม่ซับซ้อนต่อการรับรู้ของคนตาบอดมากเกินไป สามารถสำรวจจำแนกความแตกต่าง และจำได้โดยไม่สับสนหรือยากเกินไป

3) ผิวสัมผัสต้องนูนหรือลึกมากเพียงพอต่อการสัมผัสเพื่อรับรู้รูปร่างหรือรูปทรง และต้องมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน เช่น ไม่มีส่วนที่แหลมหรือคม ชิ้นงานมีความสะอาด เป็นต้น จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ สำหรับการปะติดหรือซ่อมแซมหุ่นจำลอง เช่น กาวยาง กาวสำหรับติดพลาสติกโดยเฉพาะ ใช้กระดาษทรายสำหรับขัดผิวชิ้นงานให้เรียบร้อย ใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างประหยัดและคุ้มค่า เป็นต้น

4) ตัวอักษรเบรลล์ควรแยกชิ้นส่วนกับหุ่นจำลองโดยนำมาแปะหรือติดบนพื้นผิวของหุ่นจำลอง เพื่อให้สามารถแก้ไขข้อความได้ และใช้ขนาดอักษรเบรลล์ที่เป็นมาตรฐาน ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจุด 1.5–1.6 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างจุดในตัวอักษร 2.3–2.5 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างจุดหลังของตัวอักษรแรกกับจุดหน้าของตัวอักษรถัดไป 6.1–7.6 มิลลิเมตร ความสูงของจุด 0.6–0.9 มิลลิเมตร และระยะเว้นบรรทัดจากจุดล่างของตัวอักษรบนกับจุดบนของตัวอักษรบรรทัดล่าง 10.0–10.2 มิลลิเมตร (Braille Authority of North America, 2017)

5) การพัฒนาแผนที่นูนต่ำเพื่อนำทางคนตาบอดเป็นการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับคนตาบอดที่มองไม่เห็นสิ่งแวดล้อมต้องมีอักษรเบรลล์นูนต่ำเพื่ออ่านข้อความด้วยการสัมผัส กรณีคนตาบอดที่มองเห็นเลือนรางต้องคำนึงถึงการมองเห็นหุ่นจำลองแผนที่นำทางได้ในระยะใกล้ การกำหนดสีของวัตถุในหุ่นจำลองให้ตัดกันหรือมีความแตกต่างกัน หากมีการใช้ตัวอักษรควรมีขนาดใหญ่กว่าปกติเพื่อช่วยในการมองเห็นได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 6 ผลแบบสอบถามผลสัมฤทธิ์ด้านความพึงพอใจของอาสาสมัครต่อการใช้งานหุ่นจำลอง (The results of the volunteers' satisfaction on the use of the model)

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ (5 คะแนน) | ค่า SD									
	(1) บอดตั้งแต่เกิด (เคยอยู่ศูนย์)		(2) บอดตั้งแต่เกิด (ไม่เคยอยู่ศูนย์)		(3) บอดภายหลัง (เคยอยู่ศูนย์)		(4) บอดภายหลัง (ไม่เคยอยู่ศูนย์)		เฉลี่ยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด	
	$\bar{x}$	*SD*	$\bar{x}$	*SD*	$\bar{x}$	*SD*	$\bar{x}$	*SD*	$\sum\bar{x}$	*SD*
1) ความรู้สึกที่ได้ร่วมกิจกรรมครั้งนี้	4.50	0.50	4.67	0.47	5.00	0.00	5.00	0.00	4.71	0.45
2) ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม	4.00	0.00	4.00	0.00	4.33	0.47	4.50	0.50	4.14	0.35
3) หุ่นจำลองขนาดใหญ่มีรายละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย	4.67	0.47	4.33	0.47	4.00	0.00	4.50	0.50	4.43	0.49
4) หุ่นจำลองขนาดกลางมีรายละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย	4.50	0.50	4.33	0.47	5.00	0.00	4.50	0.50	4.57	0.49
5) หุ่นจำลองขนาดเล็กมีรายละเอียดชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.47	4.33	0.47	4.33	0.94	4.00	0.00	4.29	0.59
6) วัสดุมีความเหมาะสมในการใช้ทำหุ่นจำลอง	4.17	0.37	4.33	0.94	4.33	0.47	5.00	0.00	4.36	0.61
7) การมีหุ่นจำลองช่วยนำทางท่านได้ดีกว่าไม่มีหุ่นจำลอง	4.83	0.37	5.00	0.00	4.67	0.47	4.00	0.00	4.71	0.45
8) หุ่นจำลองช่วยในการรับรู้แผนผังบริเวณของได้เร็วขึ้น	4.50	0.50	4.67	0.47	4.33	0.47	5.00	0.00	4.57	0.49
9) ความรู้สึกปลอดภัยเมื่อพกพาหุ่นจำลอง	4.00	0.58	3.67	0.47	5.00	0.00	5.00	0.00	4.29	0.70
10) ท่านสามารถไปยังตำแหน่งต่างๆ ด้วยหุ่นจำลองนำทาง	3.83	0.37	4.33	0.47	4.33	0.47	4.50	0.50	4.14	0.52
11) หุ่นจำลองสามารถนำทางท่านได้โดยไม่ต้องมีผู้ช่วยเหลือ	4.33	0.47	4.67	0.47	4.00	0.00	3.50	0.50	4.21	0.56
12) ท่านคิดว่าควรจะมีการทำหุ่นจำลองในสถานที่อื่นหรือไม่	4.50	0.76	4.67	0.47	4.33	0.47	5.00	0.00	4.57	0.62
13) ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานหุ่นจำลองแผนที่นำทาง	4.83	0.37	4.33	0.47	5.00	0.00	5.00	0.00	4.79	0.41
14) ความคาดหวังผลที่ได้จากกิจกรรมก่อนใช้หุ่นจำลอง	4.17	0.37	4.67	0.47	4.67	0.47	3.50	0.50	4.29	0.59
15) ความคาดหวังผลที่ได้จากกิจกรรมหลังใช้หุ่นจำลอง	4.33	0.47	4.00	0.82	4.33	0.47	5.00	0.00	4.36	0.61
ระดับความพึงพอใจของคะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง ดีมาก, 3.51–4.50 หมายถึง ดี, 2.51–3.50 หมายถึง ปานกลาง, 1.51–2.50 หมายถึง น้อย, และ 1.00–1.50 หมายถึง น้อยที่สุด										
ข้อเสนอแนะ										
1) กลุ่มบอดตั้งแต่เกิด (เคยอยู่ศูนย์) – อยากให้แสดงและชื่อพันธุ์ต้นไม้ และอยากให้เพิ่มอาคารให้ครบ										
2) กลุ่มบอดตั้งแต่เกิด (ไม่เคยอยู่ศูนย์) – อยากให้จัดทำหุ่นจำลองอาคารให้ครบ										
3) กลุ่มบอดภายหลัง (เคยอยู่ศูนย์) – อยากให้มีสัญลักษณ์ทิศเหนือให้สัมผัส วัสดุที่ใช้ทำพื้นโมเดลยังเป็นวัสดุที่หลุดง่าย ต้องคอยซ่อมแซมบ่อย แต่มีโครงสร้างหลักที่แข็งแรงดี น่าจะมีหุ่นจำลองภายในอาคาร บอกทิศทางและห้องต่างๆ										
4) กลุ่มบอดภายหลัง (ไม่เคยอยู่ศูนย์) – ไม่มีบางอาคารหรือบางสถานที่ ไม่มีสวนเกษตร ไม่มีศาลานวด ไม่มีต้นไม้ อาจทำให้หุ่นจำลองอาคารเปิดหลังคาได้ หรือเปิดได้ทุกชั้น เพื่อสัมผัสภายในของห้องว่าเป็นอย่างไร										

การใช้ทักษะวิชาการสร้างความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเดินทางหรือการเคลื่อนไหว (O&M : Orientation and mobility) มาประกอบเพื่อทำความเข้าใจและเรียนรู้ในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ภายในโครงการโดยใช้การสัมผัสหุ่นจำลองแผนที่นำทาง 3 มิติ โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถจัดระเบียบองค์ประกอบในการรับรู้ ได้แก่ ความต่างระหว่างภาพและพื้น ความสมบูรณ์ของภาพ ความต่อเนื่อง (Horayangkura, 1998) เป็นต้น เกิดเป็นการรับรู้ หุ่นจำลองแผนที่นำทาง 3 มิติ สามารถช่วยให้คนตาบอดเรียนรู้ลักษณะของผังบริเวณของโครงการได้เร็วขึ้น ลดโอกาสการหลงทาง และการขอความช่วยเหลือจากผู้ดูแล

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและลงพื้นที่ทดลองเก็บข้อมูลการใช้งานแผนที่นูนต่ำนำทางคนตาบอดในศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาหุ่นจำลองของแผนที่นูนต่ำต้นแบบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยนำทางคนตาบอดในการเข้าถึงอาคารภายในบริเวณศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัครคนตาบอดจากศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวน 14 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่มลักษณะ ได้แก่ คนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวน 6 คน คนตาบอดสนิทภายหลังที่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวน 3 คน คนตาบอดสนิทตั้งแต่กำเนิดที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวน 3 คน และคนตาบอดสนิทภายหลังที่ไม่เคยอยู่ภายในศูนย์ส่งเสริมฯ จำนวน 2 คน การศึกษาได้สร้างหุ่นจำลองแผนที่นำทางด้วยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ โดยขึ้นรูปความร้อนด้วยวัสดุพอลีแลคติคแอซิด (Polylactic Acid) หรือ PLA ซึ่งเป็นพลาสติกที่ผลิตจากข้าวโพดหรือมันสำปะหลัง จึงปลอดภัยต่อการสร้างชิ้นงานและการสัมผัส ในการทดสอบมี 3 ขนาด ได้แก่ หุ่นจำลองขนาดมาตราส่วน 1 : 200 1 : 400 และ 1 : 750 ดังตารางที่ 7

ผลการศึกษาสามารถตอบวัตถุประสงค์ได้ว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถรับรู้เส้นทางสัญจรของอาคารในบริเวณศูนย์ส่งเสริมฯ ได้ทั้งในรูปแบบของการเดินทางเป็นเส้นตรงตามทางสัญจรหลัก ได้แก่ ถนน และทางเท้า แล้วยังสามารถเดินทางแบบตัดผ่านทางสัญจรหลัก ได้แก่ การเดินลัดสนาม การเดินทางเป็นแนวทแยงเพื่อไปยังอาคารเป้าหมายโดยตรง และสามารถบอกหรือชี้ตำแหน่งของตนเองในหุ่นจำลองได้อย่างถูกต้องโดยไม่ต้องมีผู้ช่วยคอยนำทางหรือช่วยเหลือได้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยอยู่ศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจและจดจำตำแหน่งที่สำคัญเพื่อนำทางตนเองไปยังสถานที่ต่างๆ ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เคยอยู่ศูนย์ส่งเสริมฯ มาก่อนเข้าใจได้ง่ายและใช้เวลาน้อยกว่า กลุ่มตัวอย่างทุกคนสามารถรับรู้เรื่องขนาดและสัดส่วนของหุ่นจำลองที่ถูกย่อส่วนจากขนาดจริงได้

การพัฒนาหุ่นจำลองของแผนที่นูนต่ำเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยนำทางคนตาบอด ในการเข้าถึงอาคารภายในบริเวณศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์วัตถุ 3 มิติ มาใช้ผลิตหุ่นจำลองต้นแบบได้ แล้วยังสามารถผลิตซ้ำได้อีกด้วย

จากการศึกษานี้ ทำให้ได้รับแนวความคิดเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาแผนที่นำทางช่วยคนตาบอดเดินทางเพื่อเข้าถึงอาคาร โดยอาศัยการใช้หลักของ O&M สอดคล้องกับหลักการที่สำคัญในการฝึกทักษะความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและการเคลื่อนไหว 3 ประการ คือ เมื่อสัมผัสหุ่นจำลองทำให้ทราบว่า “ขณะนี้ฉันอยู่ที่ไหน” เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้ทราบตำแหน่งที่อยู่ของตนเองในมิติ โดยจดจำร่องรอยหรือทราบความแตกต่างของแต่ละพื้นที่ที่ตนอยู่หรือเดินทางไป หรือเรียกว่า “การค้นหาจุดจดจำ” จากนั้นเมื่อต้องการไปยังสถานที่อื่นๆ จึงต้องวางแผนเพื่อให้ทราบว่า “เป้าหมายของฉันอยู่ที่ไหน” เพื่อเดินทางไปยังที่ต่างๆ ได้โดยอาศัย “เส้นแนวขอบทาง” (Shoreline) เป็นขอบหรือแนวเชิงเส้นบางส่วนหรือโดยรอบอาคารที่สามารถใช้กำหนดให้เป็นเส้นนำทางจากที่แห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่ง (Apelt, et al., 2007) เช่น ขอบทางเท้า แนวผนัง ราวจับ และอื่นๆ เป็นตัวช่วยในการนำทางตนเอง หรือเรียกว่า “การค้นหาเส้นนำทาง” และ “ฉันจะไปถึงเป้าหมายได้อย่างไร” คนตาบอดต้องวางแผนการเดินทางโดยอาศัยการรับรู้ที่เหลืออยู่เพื่อให้สามารถไปสู่จุดหมายได้ด้วย “ความปลอดภัย” ดังนั้น การออกแบบงานสถาปัตยกรรมโดยคำนึงถึง “การเรียนรู้ระบบการนำทาง” (Wayfinding) ช่วยให้คนตาบอดสามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายต่างๆ ของอาคารและพื้นที่ภูมิทัศน์ด้วยตนเองโดยใช้หุ่นจำลองได้อย่างปลอดภัย ตามแนวคิด “จุดจำ นำทาง ปลอดภัย”

ตารางที่ 7 ผลสรุปการใช้หุ่นจำลองแผนที่นำทางทั้ง 3 ขนาด (Summary of the use of the three sizes of the model)

ขนาดหุ่นจำลอง	ผลการวิเคราะห์
1 : 200 (80 x 60 cm)	หุ่นจำลองมีขนาดใหญ่มาก และมีน้ำหนักมากต้องตั้งวางแบบถาวรไว้ในบริเวณที่สำคัญ เช่น โถงทางเข้าหลัก บริเวณประตูทางเข้าออก เป็นต้น แต่ขนาดหุ่นจำลองที่ใหญ่จึงช่วยให้สัมผัสรายละเอียดของตัวอาคารต่างๆ เพื่อการรับรู้ได้และติดตั้งตัวอักษรเบรลล์ได้ สามารถใช้จัดวางแสดงเป็นหุ่นจำลองของโครงการศูนย์ส่งเสริมฯ
1 : 400 (40 x 30 cm)	หุ่นจำลองมีขนาดใหญ่ แต่น้ำหนักเบา สามารถถือพกพาติดตัวไปได้ แต่ไม่ค่อยสะดวกนัก ขนาดตัวอาคารต่างๆ ที่ถูกย่อส่วนยังสามารถสัมผัสรายละเอียดได้บ้าง และสามารถติดตั้งตัวอักษรเบรลล์ได้บางส่วน
1 : 750 (25 x 20 cm)	หุ่นจำลองมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาติดตัวได้สะดวก แต่ตัวอาคารที่ถูกย่อส่วนลงมามีขนาดเล็กจนไม่สามารถสัมผัสรายละเอียดได้ สามารถรับรู้ได้เฉพาะตำแหน่งของอาคาร และไม่สามารถติดอักษรเบรลล์

5.2 ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

การสร้างหุ่นจำลองแผนที่นูนต่ำหรือแผนที่ต่างสัมผัสเพื่อนำทางนั้นจำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมรายละเอียดตามสิ่งก่อสร้างใหม่ (Update) เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมปัจจุบัน กำหนดส่วนประกอบต่างๆ เพื่อเพิ่มรายละเอียด ได้แก่ สัญลักษณ์ช่วยจดจำ เช่น ต้นไม้ใหญ่ ลาน สวน เป็นต้น สัญลักษณ์ช่วยอธิบาย เช่น ลูกศรชี้บอกทาง ขอบเขต หรือเส้นเพื่อการสัมผัส เป็นต้น ต้องมีการดัดแปลงรูปทรงบางส่วน ซึ่งหุ่นจำลองที่ได้อาจไม่เหมือนรูปทรงอาคารหรือพื้นที่จริงบางส่วน เพื่อให้เกิดส่วนสัมผัสที่ปลอดภัย และมีพื้นที่ในการติดป้ายชื่อหรือคำอธิบายด้วยอักษรเบรลล์นูนต่ำ โดยเน้นเฉพาะรูปทรงที่สำคัญ การนำอุปกรณ์และเครื่องมือเฉพาะทางสำหรับคนตาบอดมาใช้ประกอบหรือติดตั้งในหุ่นจำลองแผนที่นำทางนั้นช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ หากมีการศึกษาเพื่อจัดทำเพิ่มเติมไปด้วยก็จะยิ่งสมบูรณ์มากขึ้น เช่น เข็มทิศสำหรับคนตาบอด อักษรเบรลล์บรรยายข้อมูล สัญลักษณ์อื่นๆ มีการใช้เทคโนโลยีเสียงบรรยายประกอบ เป็นต้น การออกแบบเพื่อพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกและการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อคนตาบอดนั้นมีความสำคัญ ควรส่งเสริมให้มีการออกแบบและจัดทำหุ่นจำลองแผนที่สำหรับคนตาบอดในพื้นที่สาธารณะและตามบริเวณสำคัญของเมือง เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อแผนที่ระดับเมือง

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยและบริการวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นงานวิจัยที่บูรณาการเข้ากับงานบริการวิชาการตอบสนองการบริการด้านสังคมและสาธารณะตามวิสัยทัศน์ “การอุทิศตนด้วยการออกแบบ” (Devotion by design) และได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE613043

References

Apelt, R., et al. (2007). *Wayfinding design guidelines*. Queensland: Cooperative Research Centre of Construction Innovation.

Braille Authority of North America. (2017). *Size and Spacing of Braille Characters.* [Online]. Retrieved January 25, 2017, from http://www.brailleauthority.org/sizespacingofbraille/

Christian Foundation for the Blind in Thailand Under the Royal Patronage of His Majesty the King. (2017, August 12). *Center of Quality of Life Improvement for Disabled in the north-eastern part of Thailand*. [Online]. Retrieved from http://www.cfbt.or.th/nepd/

Horayangkura, V. (1998). *Human Behavior and Environment: Behavioral Basis for Design and Planning* (3rd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University.

Lowenfeld, B. (1981). *Effects of blindness on the cognitive functioning of children. In Berthold Lowenfeld on blindness and blind people: Selected papers*. New York: American Federation for the Blind.

Moonwicha, W. (2017). Deputy Director of Christian Foundation for the Blind in Thailand - CFBT. (Personal communication, May 11).

Office of the National Economic and Social Development Board. (2017, November 8). *12th National Economic and Social Development Plan 2017-2021*. [Online]. Retrieved from https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

Santiwes, S. (2014). Perception of Space and Surrounding by Color Painting in the Blind. *Built Environment Inquiry – BEI Journal*, Faculty of Architecture, Khon Kaen University. 13, 41-54.

Yam-iam, C. [trans]. (1988). *Community-Based rehabilitation of the rural blind-A training guide for field workers*. Bangkok: Donbosgo Press.

Udompiriyasak, S. (2005). *Orientation and mobility for the pre-school visually impaired children.* Bangkok: Suan Dusit Rajabhat University.