ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติโดยใช้โมเดล p-hub: กรณีศึกษาในมหาวิทยาลัย
Vending Machine Location Problem Using The P-Hub Model: a Case Study in a University

อานันท์ บุตรรัตน์[1*], ประภาวรรณ แพงศรี[1], ภัทราภรณ์ เหนือศรี[1] และ ริศภพ ตรีสุวรรณ[1]
Anan Butrat[1*], Prapawan Pangsri[1], Pattaraporn Nueasri[1] and Rissaphop Treesuwan[1]
[1]หลักสูตรวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี, 13180, ประเทศไทย
[1]Industrial Management Engineering Program, Faculty of Industrial Technology,
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Phathumthani, 13180, Thailand
***Corresponding Author E-mail:** anan.but@vru.ac.th

รับบทความ (Received) : August 21, 2025 /ปรับแก้ไข (Revised) : December 18, 2025 /ตอบรับบทความ (Accepted) : December 25, 2025

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ประยุกต์ใช้ โมเดล p-hub เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัย โมเดลนี้ซึ่งโดยปกติใช้ในเครือข่ายการขนส่งจะช่วยระบุจุดศูนย์กลาง (central nodes) สำหรับการติดตั้งตู้กดน้ำ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดระยะทางรวมที่ผู้ใช้ต้องเดิน การศึกษานี้เสนอกรอบแนวทางสำหรับผู้บริหารมหาวิทยาลัยในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกภายในวิทยาเขต ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโมเดลในการแก้ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำ ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดถูกระบุเป็น P1, P4 และ P8 ซึ่งให้ระยะทางรวม 1,110 เมตร การศึกษานี้เสนอแนวทางสำหรับงานวิจัยในอนาคตให้พิจารณาปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น รูปแบบการสัญจรของผู้คนที่เปลี่ยนไป และ อัตราการใช้งานตู้กดน้ำ การศึกษานี้เน้นศักยภาพของโมเดล p-hub ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตในวิทยาเขตและสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร

คำสำคัญ : ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติ, โมเดล P-Hub, การเพิ่มประสิทธิภาพ, ปัญหาการวางตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวก, การเขียนโปรแกรมเชิงตัวเลขแบบทวิภาค (Binary Programming)

Abtract

This study applies the p-hub model to optimize vending machine locations in a university setting. The model, traditionally used in transportation networks, identifies central nodes for vending machine placement, aiming to minimize total travel distance for users. The study provides a framework for university administrators to make informed decisions about campus amenities. The results show the model's effectiveness in addressing the vending machine location problem. Optimal positions were identified as P1, P4, and P8, yielding a total distance of 1,110 meters. The study suggests future research to include dynamic factors like changing foot traffic

patterns and vending machine usage rates. This study highlights the potential of the p-hub model in enhancing campus life and guiding decision-making.

Keywords : Vending Machine Location Problem, P-Hub Model, Optimization, facility location problem, Binary programming

บทนำ

ในโลกปัจจุบันที่เต็มไปด้วยความเร่งรีบ ความสะดวกสบายถือเป็นสิ่งสำคัญ หนึ่งในสัญลักษณ์ที่พบได้บ่อยที่สุดของวัฒนธรรมความสะดวกสบายนี้คือ ตู้กดน้ำอัตโนมัติ ตู้กดน้ำอัตโนมัติ ด้วยความสามารถในการให้บริการสินค้าต่าง ๆ ตั้งแต่อาหารว่าง เครื่องดื่ม ไปจนถึงอาหารสำเร็จรูป กลายเป็นส่วนสำคัญในชีวิตประจำวันของเรา นอกจากนี้ ตู้กดน้ำยังได้พัฒนาขึ้นเกินกว่าการให้บริการด้านอาหารและเครื่องดื่มเท่านั้น ปัจจุบันตู้กดน้ำสามารถให้บริการสินค้าหลากหลาย ตั้งแต่เครื่องใช้ไฟฟ้าไปจนถึงสินค้าดูแลส่วนบุคคล ทำให้กลายเป็น จุดบริการแบบครบวงจร สำหรับความต้องการหลายด้านของผู้ใช้

ในมหาวิทยาลัย การวางตำแหน่งตู้กดน้ำอย่างมีกลยุทธ์ไม่ได้เป็นเพียงเรื่องของความสะดวกสบายเท่านั้น แต่ยังกลายเป็นความท้าทายด้านการเพิ่มประสิทธิภาพที่ซับซ้อน ซึ่งสะท้อนถึงรูปแบบการเคลื่อนที่ของนักศึกษาและบุคลากรอย่างละเอียด บทความนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ โมเดล p-hub ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในงานวิจัยด้านการปฏิบัติการ เพื่อแก้ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำในบริบทของมหาวิทยาลัย โมเดล p-hub ซึ่งโดยทั่วไปใช้ในด้านโลจิสติกส์และเครือข่ายการขนส่ง มีความเชี่ยวชาญในการระบุ จุดศูนย์กลาง (hub) ที่ทรัพยากรสามารถไหลเวียนไปยัง จุดปลายทาง (spoke) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประยุกต์ใช้โมเดลนี้กับกรณีของวิทยาเขตมหาวิทยาลัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงและลดเวลาในการเดินทางของผู้ใช้

ความสำคัญของการศึกษานี้มีสองประการ ประการแรกคือการส่งเสริมคุณภาพชีวิตในวิทยาเขต โดยทำให้แน่ใจว่านักศึกษาและบุคลากรสามารถเข้าถึงบริการตู้กดน้ำได้อย่างรวดเร็วและสะดวกสบาย ประการที่สองคือการนำเสนอ กรอบแนวทางเชิงวิธีวิทยา สำหรับผู้บริหารมหาวิทยาลัยในการตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในวิทยาเขต ในขณะที่เราศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับความซับซ้อนของโมเดล p-hub บทความนี้จะสำรวจ ศักยภาพในการปฏิวัติวิธีการกำหนดตำแหน่งตู้กดน้ำ ซึ่งจะเป็นแบบอย่างสำหรับงานวิจัยในอนาคตด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการวางตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวก

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อประยุกต์ใช้ โมเดล p-hub ในการแก้ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติภายในมหาวิทยาลัย

1.2 เพื่อหาตำแหน่งตู้กดน้ำที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Location) ที่ช่วยลดระยะทางรวมการเดินทางของผู้ใช้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ได้รวบรวมและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) วิวัฒนาการของปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวก (2) ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง p-hub ในด้านการผลิตและการขนส่ง และ (3) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางตู้กดสินค้าอัตโนมัติ

2.1 วิวัฒนาการของโมเดลการเลือกทำเลที่ตั้ง (Facility Location Models)

พื้นฐานของการศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้งเริ่มจากปัญหาการวางตำแหน่งโรงงานแบบดั่งเดิม (Simple Plant Location Problem) ซึ่งมีเป้าหมายในการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน Cabezas และ García [1] ได้นำเสนออัลกอริทึม Lagrangean Relaxation เพื่อแก้ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งที่มีความซับซ้อนโดยพิจารณาถึงความพึงพอใจ (Preferences) ร่วม

ด้วย ในขณะที่ Haddou Amar และคณะ [2] ได้เสนอวิธีการลดระยะทาง (Distance Reduction Approach) เพื่อช่วยในการคำนวณหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโรงงาน ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการจัดวางทรัพยากร

2.2 ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้แบบจำลอง p-hub

ในงานผลิตและขนส่ง แบบจำลอง p-hub (p-hub Model) เป็นทฤษฎีขั้นสูงที่พัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในการออกแบบเครือข่ายที่มีจุดศูนย์กลาง (Hubs) ในการรวบรวมและกระจายสินค้า ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบโลจิสติกส์และการผลิตสมัยใหม่ โดยวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์และการประยุกต์ใช้ดังนี้

ด้านการผลิตและการกระจายสินค้า (Production and Distribution): Zhao และคณะ [3] ได้นำเสนอแบบจำลอง p-hub Center Problem แบบความน่าจะเป็นที่มีความทนทาน (Distributionally Robust Chance-Constrained) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นประโยชน์ของการใช้ p-hub model ในการจัดการกับ "ความไม่แน่นอน" ของข้อมูลในโซ่อุปทาน ซึ่งช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถกำหนดตำแหน่งศูนย์กลางการกระจายสินค้าที่รองรับความเสี่ยงและความผันผวนของความต้องการสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ (Transportation and Logistics): Ghaffarinasab และ Motallebzadeh [4] ได้ศึกษาปัญหา p-hub Median Problem ภายใต้สภาวะที่มีความแออัด (Congestion) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าในการขนส่งจริง การเลือกตำแหน่งฮับที่ไม่คำนึงถึงปริมาณจราจรอาจทำให้เกิดความล่าช้า ดังนั้นการประยุกต์ใช้โมเดล p-hub ที่พิจารณาปัจจัยด้านความแออัดจะช่วยลดต้นทุนเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการไหลเวียนของสินค้าในเครือข่ายขนส่งได้ดียิ่งขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นแสดงให้เห็นว่า p-hub model เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด โดยสามารถรองรับเงื่อนไขที่ซับซ้อนทั้งในด้านความไม่แน่นอนและความหนาแน่นของการใช้งาน

2.3 การศึกษาบริบทการวางตำแหน่งตู้กดสินค้า (Vending Machine Context)

นอกเหนือจากทฤษฎีเชิงคำนวณ การวางตำแหน่งตู้กดสินค้าในทางปฏิบัติยังต้องคำนึงถึงผลกระทบทางสังคมและบริบทการใช้งาน Volpe และคณะ [5] ได้นำเสนอผลลัพธ์จากโครงการ "A Vending Machine for a Friend" ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการวางตู้กดสินค้าเพื่อให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายในเชิงโภชนาการและสุขภาพ ในขณะที่ Stewart และคณะ [6] ได้ศึกษาการยอมรับของชุมชนต่อการวางตู้กดสินค้าเพื่อการลดอันตราย (Harm Reduction) โดยพบว่าแม้ตู้กดสินค้าจะมีประโยชน์ แต่การเลือกตำแหน่งต้องพิจารณาถึงแรงต้านจากชุมชน (Community Opposition) อย่างรอบคอบ การศึกษาเหล่านี้เน้นย้ำว่าตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Location) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะทางเพียงอย่างเดียว แต่ต้องคำนึงถึงการยอมรับและการเข้าถึงของผู้ใช้งานจริงด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

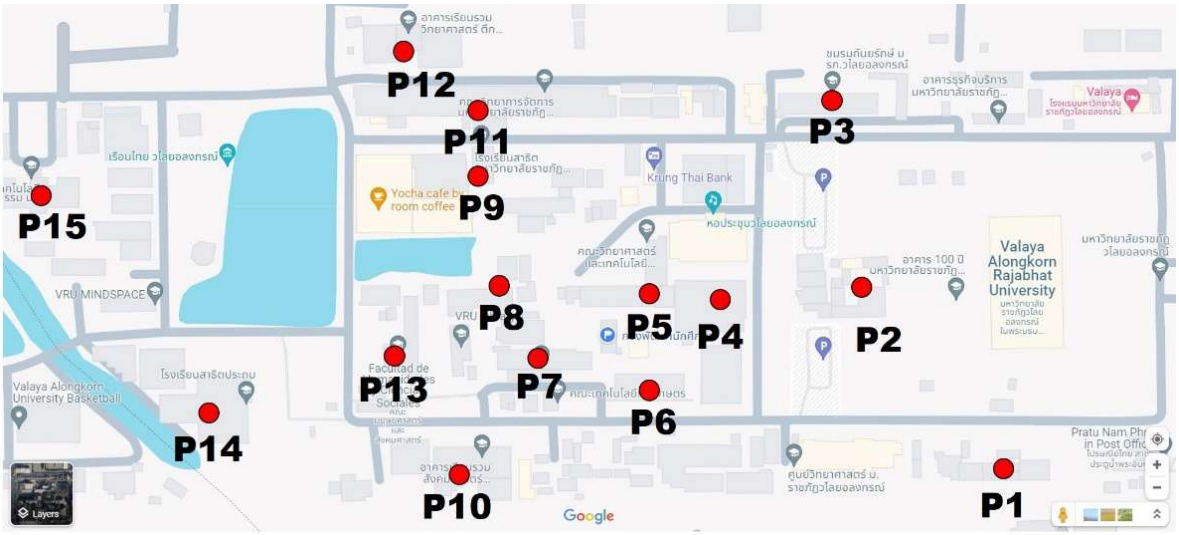
1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลถือเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับการนำโมเดลการวางตำแหน่งตู้กดน้ำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนย่อยนี้อธิบายกระบวนการรวบรวมข้อมูล ซึ่งรวมถึง แผนผังของมหาวิทยาลัย (ดูรูปที่ 1) และ ระยะทางระหว่างอาคารแต่ละหลัง (ดูรูปที่ 2) โดยใช้ Google Maps เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้ทั้งความแม่นยำและความเกี่ยวข้องกับบริบท

2. การสร้างแบบจำลอง

โมเดล p-hub ถูกสร้างขึ้นเพื่อค้นหา ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของสิ่งอำนวยความสะดวกโดยอ้างอิงโครงสร้างสมการและหลักการคำนวณจากงานวิจัยของ Zhao และคณะ [3] และ Ghaffarinasab และ Motallebzadeh [4] ส่วนย่อยนี้อธิบาย

การแทนค่าทางคณิตศาสตร์ของโมเดล รวมถึงสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) และสมการข้อจำกัด (Constraints) โมเดลมีเป้าหมายเพื่อลดระยะทางรวมที่ผู้ใช้ต้องเดิน โดยพิจารณาจำนวนตู้กดน้ำที่จำเป็นตามจำนวน hub ที่ต้องการ



รูปที่ 1 ตำแหน่งของตึกเรียนภายในมหาวิทยาลัย

ระยะทาง	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
P1	0	230	450	260	450	350	350	500	550	400	550	650	450	550	1000
P2		0	350	190	400	270	300	350	500	350	500	600	350	500	900
P3			0	180	230	400	450	300	250	500	250	350	500	650	650
P4				0	190	240	260	270	300	320	300	400	400	450	700
P5					0	73	80	80	210	220	200	400	450	600	600
P6						0	81	210	500	180	500	500	260	330	700
P7							0	100	400	105	400	400	98	250	600
P8								0	310	550	300	50	50	50	50
P9									0	450	10	190	300	400	400
P10										0	450	450	130	200	600
P11											0	54	250	400	350
P12												0	300	400	300
P13													0	160	500
P14														0	500
P15															0

รูปที่ 2 ระยะทางระหว่างตึกเรียน

ดัชนี

I = จำนวนตำแหน่ง (i = 1, 2, ..., N)

พารามิเตอร์

d_{ij} = ระยะทางระหว่างตึก

p

= จำนวน hub ที่ต้องการ

ตัวแปรตัดสินใจ

x_{ij} = ตัวแปรเชิงทวิภาค (Binary) สำหรับกำหนดว่า ตำแหน่ง i จะถูกกำหนดให้กับตำแหน่ง j หรือไม่

y_j = ตัวแปรเชิงทวิภาค (Binary) สำหรับเลือกตำแหน่ง j ให้เป็น hub

สมการวัตถุประสงค์

$$MIN = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} d_{ij}y_j \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{i}^{N} x_{ij} = 1 \qquad \forall \quad j \quad in \quad I \quad (2)$$

$$x_{ij} \leq y_j \qquad \forall \quad i,j \; in \quad I \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{N} y_j = p \quad (4)$$

สมการวัตถุประสงค์ของโมเดล (1) มีจุดประสงค์เพื่อลด ระยะทางรวมที่ผู้ใช้ต้องเดินไปยังตู้กดน้ำ สมการข้อจำกัดข้อแรก (2) รับประกันว่า ทุกตำแหน่งผู้ใช้ต้องอยู่ในพื้นที่บริการของตู้กดน้ำอย่างน้อยหนึ่งเครื่อง สมการข้อจำกัดข้อที่สอง (3) กำหนดให้ระยะทางไปยังตู้กดน้ำต้องไม่เกินระยะบริการสูงสุดที่กำหนดไว้ สมการข้อจำกัดข้อที่สาม (4) ระบุว่า จำนวนตู้กดน้ำที่เลือกติดตั้งต้องตรงกับจำนวนตู้กดน้ำที่จำเป็นเพื่อการครอบคลุมที่เหมาะสม

3. วิธีการแก้ปัญหา

งานวิจัยนี้ใช้ กลยุทธ์เชิงอัลกอริทึม ในการแก้ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำ ซึ่งเป็น ตัวแปรของโมเดล p-hub ระเบียบวิธีคำนวณนี้อาศัยการผสานระหว่าง Python ซึ่งเป็นภาษาการเขียนโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูง และ Python-MIP ซึ่งเป็นไลบรารีที่ให้เครื่องมือสำหรับ Mixed-Integer Linear Programming (MILP)

เพื่อจัดการกับความซับซ้อนของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ใช้ อัลกอริทึม Branch-and-Bound ซึ่งสำรวจต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) อย่างเป็นระบบ เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของตู้กดน้ำ วิธีการนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการแก้ปัญหา Binary Programming ซึ่งการตัดสินใจเป็นแบบทวิภาค

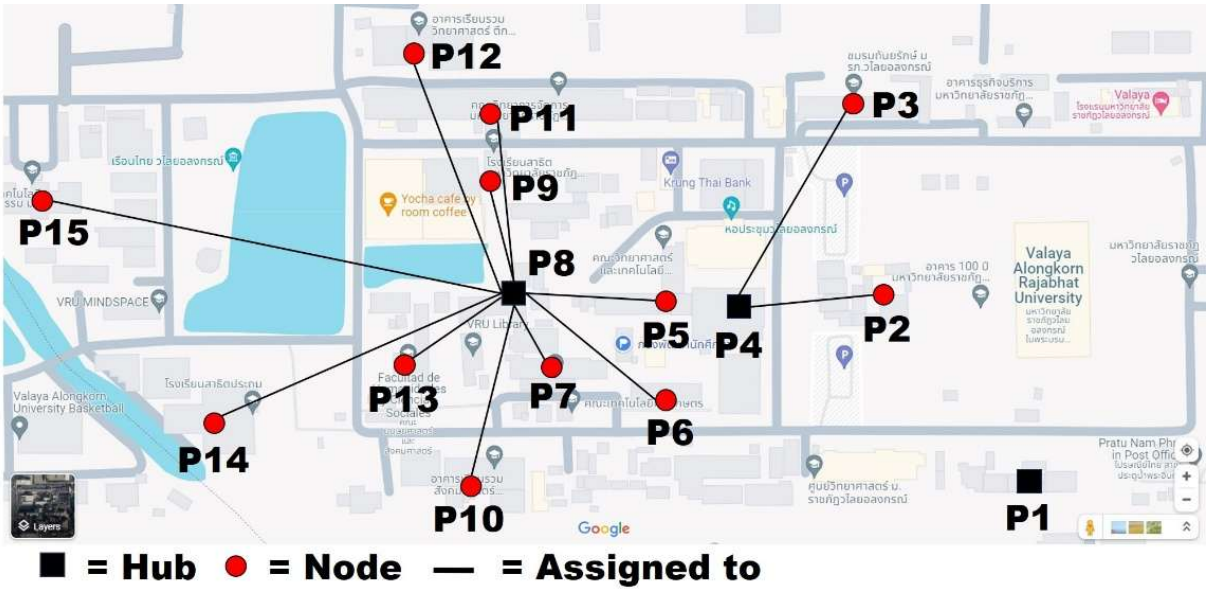
ผลการวิจัย

1. ตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติที่เหมาะสมที่สุด

โมเดลระบุ ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ระยะทางรวมต่ำสุด โดยจากจำนวน 15 ตำแหน่งและความต้องการ 3 hub ตำแหน่งที่เหมาะสมคือ P1, P4 และ P8 ซึ่งให้ ระยะทางรวม 1,110 เมตร ตำแหน่ง P1 ครอบคลุมเพียง 1 จุด ในขณะที่ P4 และ

P8 ครอบคลุม 7 จุดต่อแต่ละ hub แสดงให้เห็น การกระจายอย่างมีกลยุทธ์ ที่เน้นทั้งการเข้าถึงง่ายและประสิทธิภาพ การกำหนด node เฉพาะมีดังนี้: P1, P4, P4, P4, P8, P8, P8, P8, P8, P8, P8, P8, P8, P8, P8

รูปที่ 3 แสดงภาพการเลือก hub และการกำหนด node ของแต่ละ hub อย่างชัดเจน ทำให้เห็นภาพรวมของการกระจายตู้กดน้ำภายในวิทยาเขต การจัดวางนี้ช่วยให้ ทุกพื้นที่ที่มีการสัญจรสูงได้รับการบริการอย่างเหมาะสม เพิ่มความสะดวกสบายให้กับชุมชนในวิทยาเขต



รูปที่ 4 การกำหนด P1 P4 และ P8 เป็น hub

2. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวถูกดำเนินการเพื่อ ประเมินความมั่นคงของโมเดลต่อการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์สำคัญ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสัญจรของผู้คนหรืออัตราการใช้งานตู้กดน้ำ นอกจากนี้ งานวิจัยยังรวมผลลัพธ์จากการเปลี่ยนจำนวน hub ที่ต้องการตั้งแต่ 1 ถึง 15 ตามรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การปรับเปลี่ยนจำนวน hub

จำนวน hub ที่ต้องการ	ผลลัพธ์จากโมเดล																
	ตำแหน่งที่เป็น hub	Node จะถูกมอบหมายไปยัง hub															ระยะทางรวม (เมตร)
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	
1	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	2,160
2	P4, P8	P4	P4	P4	P4	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	1,370
3	P1, P4, P8	P1	P4	P4	P4	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	1,110
4	P1, P4, P5, P8	P1	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	873
5	P1, P2, P3, P5, P8	P1	P2	P3	P3	P5	P5	P5	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	683

6	P1, P2, P3, P4, P5, P8	P1	P2	P3	P4	P5	P5	P5	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	503
7	P1, P2, P3, P4, P5, P8, P9	P1	P2	P3	P4	P5	P5	P5	P8	P9	P8	P9	P8	P8	P8	P8	413
8	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P8	P9	P8	P8	P8	P8	333
9	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P11	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P11	P8	P11	P8	P8	P8	P8	260
10	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P10, P11	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P10	P8	P11	P8	P8	P8	P8	210
11	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P10, P11, P15	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P10	P8	P11	P8	P8	P8	P15	160
12	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P11, P12, P13, P15	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P10	P8	P11	P12	P13	P8	P15	110
13	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P12, P13, P14, P15	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P8	P9	P12	P13	P14	P15	60
14	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P13, P14, P15	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P11	P10	P11	P12	P13	P14	P15	10
15	P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P19, P10, P11, P12, P13, P14, P15	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	0

อภิปรายผล

การประยุกต์ใช้โมเดล p-hub กับปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติภายในมหาวิทยาลัยได้ให้ผลลัพธ์ที่น่าสนใจและมีนัยสำคัญ ส่วนนี้จะอภิปรายถึงผลลัพธ์ที่ได้ ความสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีต และแนวทางการพัฒนาในอนาคต

1 นัยสำคัญของผลลัพธ์และการเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลลัพธ์จากการคำนวณผ่านโมเดล p-hub ระบุว่าตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งตู้กดน้ำคือจุด P1, P4 และ P8 การกระจายตัวของตำแหน่งเหล่านี้ช่วยลดระยะทางรวมในการเดินทางของผู้ใช้งานในวิทยาเขตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลลัพธ์นี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับแนวคิดของ Haddou Amar และคณะ [2] ที่นำเสนอวิธีการลดระยะทาง (Distance Reduction Approach) ว่าเป็นปัจจัยวิกฤตในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนี้ กระบวนการคัดเลือกตำแหน่งภายใต้เงื่อนไขความ

ต้องการของผู้ใช้นี้ ยังสอดคล้องกับงานของ Cabezas และ García [1] ที่พบว่าอัลกอริทึมที่มีการผ่อนปรนเงื่อนไข (Relaxation Algorithm) สามารถระบุตำแหน่งที่ตอบสนองความพึงพอใจได้ดีกว่าการพิจารณาเพียงต้นทุนเพียงอย่างเดียว

ในแง่ของประสิทธิภาพเชิงโครงข่าย การที่โมเดลสามารถระบุจุดศูนย์กลาง (Hubs) ที่รองรับความหนาแน่นของผู้ใช้งานได้ดี ถือเป็นการยืนยันความสามารถของโมเดล p-hub ที่ถูกกล่าวถึงในงานของ Zhao และคณะ [3] และ Ghaffarinasab และ Motallebzadeh [4] โดยผลการวิจัยของเราแสดงให้เห็นว่า แม้จะปรับเปลี่ยนบริบทจากระบบขนส่งขนาดใหญ่ (Logistics) มาเป็นระบบบริการภายในวิทยาเขต (Campus Facility) หลักการรวมศูนย์เพื่อลดความแออัดและเพิ่มความรวดเร็วในการเข้าถึงยังคงใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ

นอกจากมิติด้านคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้ยังสนับสนุนงานวิจัยเชิงคุณภาพของ Volpe และคณะ [5] และ Stewart และคณะ [6] อย่างชัดเจน โดยตำแหน่ง P1, P4 และ P8 ล้วนเป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมหนาแน่น ซึ่งตรงกับข้อค้นพบของพวกเขาที่ว่าความสำเร็จของการตั้งตู้กดสินค้าไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวสินค้าเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ "การเข้าถึงได้ง่าย" (Accessibility) และ "การยอมรับของชุมชน" (Community Acceptability) หากวางในตำแหน่งที่ผู้คนไม่สะดวกเดินทางไปใช้บริการ แม้ระบบจะดีเพียงใดก็ไม่อาจเกิดประโยชน์สูงสุดได้

2. บทสรุปและแนวทางการวิจัยในอนาคต

การศึกษานี้ประสบความสำเร็จในการขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้โมเดล p-hub จากเดิมที่มักใช้ในด้านการขนส่ง มาสู่การจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกในระดับจุลภาค อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต ควรมีการพิจารณาปัจจัยแบบไดนามิก (Dynamic Factors) เพิ่มเติม เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสัญจรในช่วงเวลาเรียนและนอกเวลาเรียน หรือความแปรผันของความต้องการตามฤดูกาล ซึ่งจะช่วยให้โมเดลมีความละเอียดและตอบโจทย์ความเป็นจริงได้ดียิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ โมเดล p-hub กับปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติในบริบทของมหาวิทยาลัยได้สำเร็จ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของโมเดลในฐานะ เครื่องมือที่ทรงพลังสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการวางตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวก ผลลัพธ์ชี้ให้เห็นว่า การวางตู้กดน้ำอย่างมีกลยุทธ์สามารถเพิ่มความสะดวกสบายอย่างมากและยกระดับคุณภาพชีวิตในวิทยาเขต ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัวของ โมเดล p-hub ถูกเน้นอย่างชัดเจน โดยการประยุกต์ใช้โมเดลนี้ขยายเกินขอบเขตการใช้งานเดิมในเครือข่ายการขนส่งและโลจิสติกส์ การศึกษานี้จึงสร้าง แบบอย่างสำหรับงานวิจัยในอนาคต ขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้โมเดลและช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัญหาการวางตำแหน่งที่ซับซ้อน นอกจากนี้การศึกษายังได้เสนอกรอบแนวทางเชิงวิธีวิทยาที่มั่นคง ซึ่งสามารถชี้แนะแนวทางการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลาย และเน้นย้ำถึงความสำคัญของการผสมผสาน วิธีวิจัยเชิงปริมาณกับเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพขั้นสูง เพื่อแก้ปัญหาเชิงซับซ้อนในโลกจริง

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังตระหนักถึง ความเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Dynamic nature) ของปัญหา แนวทางการวิจัยในอนาคตอาจรวมถึง การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสัญจรของผู้คนและอัตราการใช้งานตู้กดน้ำตามเวลา ซึ่งจะช่วยพัฒนา โมเดลที่ซับซ้อนและแม่นยำยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การผสาน เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพอื่น ๆ กับโมเดล p-hub ยังสามารถสำรวจเพื่อแก้ปัญหาการวางตำแหน่งที่ซับซ้อนมากขึ้น การศึกษานี้ไม่เพียงแต่มีส่วนช่วย ยกระดับคุณภาพชีวิตในวิทยาเขต แต่ยังให้ ข้อมูลเชิงลึกอันมีค่าในสาขาการเพิ่มประสิทธิภาพการวางตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวก แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของโมเดล p-hub ในการเปลี่ยนวิธีการกำหนดตำแหน่งตู้กดน้ำ และวางรากฐานสำหรับ งานวิจัยในอนาคตในสาขาที่น่าตื่นเต้นนี้ เมื่อเรายังคงปรับปรุงและขยายโมเดลนี้ต่อไป เราจะสามารถค้นพบโอกาสใหม่ ๆ และมีส่วนร่วมต่อการพัฒนาในสาขาการศึกษาอันสำคัญนี้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของโมเดล p-hub ในการแก้ปัญหาการวางตำแหน่งตู้กดน้ำอัตโนมัติภายในมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การประยุกต์ใช้โมเดลมีความแม่นยำและเหมาะสมยิ่งขึ้น แนะนำให้งานวิจัยในอนาคตพิจารณาปัจจัยแบบไดนามิก เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสัญจรของนักศึกษาและบุคลากรตามเวลา รวมถึงอัตราการใช้งานตู้กดน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงวัน นอกจากนี้สามารถทดลองผสานเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพอื่น ๆ เข้ากับโมเดล p-hub เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ได้ การจัดวางตู้กดน้ำที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ดีที่สุด และสามารถนำกรอบแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้กับการวางตำแหน่งสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยหรือองค์กรอื่น ๆ ได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] Cabezas, X., & García, S. (2018). A Lagrangean relaxation algorithm for the simple plant location problem with preferences. arXiv. https://arxiv.org/abs/1805.03945

[2] Haddou Amar, S., Abouabdellah, A., & Ouazzani, Y. E. (2017). A distance reduction approach for simple plant location problem. In 2017 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT) (pp. 1–5). IEEE.

[3] Zhao, Y., Chen, Z., & Zhang, Z. (2023). Distributionally robust chance-constrained p-hub center problem. INFORMS Journal on Computing, 35(6), 1361–1382.

[4] Ghaffarinasab, N., & Motallebzadeh, A. (2021). Modeling and solving the uncapacitated r-allocation p-hub median problem under congestion. Computational and Applied Mathematics, 40(7), 251.

[5] Volpe, R., Glaveckaite, S., Sotis, G., Kersnauskaite, D., Sulskute, K., Polevoda, V., Dudoniene, I., & Volpe, M. (2023). Results of European Heart Network pilot project “A vending machine for a friend”. Journal of Food and Nutrition Sciences, 11(3), 63–69.

[6] Stewart, R. E., Cardamone, N. C., Loscalzo, E., French, R., Lovelace, C., Mowenn, W. K., Tarhini, A., Lalley-Chareczko, L., Brady, K. A., & Mandell, D. S. (2023). “There’s absolutely no downside to this, I mean, except community opposition”: A qualitative study of the acceptability of vending machines for harm reduction. Harm Reduction Journal, 20(1), 25.