



การศึกษาจัดตารางขนส่งภายใต้ความไม่แน่นอนด้านเวลาขนส่ง กรณีศึกษา คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์

A Study on Truck Scheduling Under Travel Time Uncertainty : A Case of Automobile Warehouse

-Paper ID. 65-

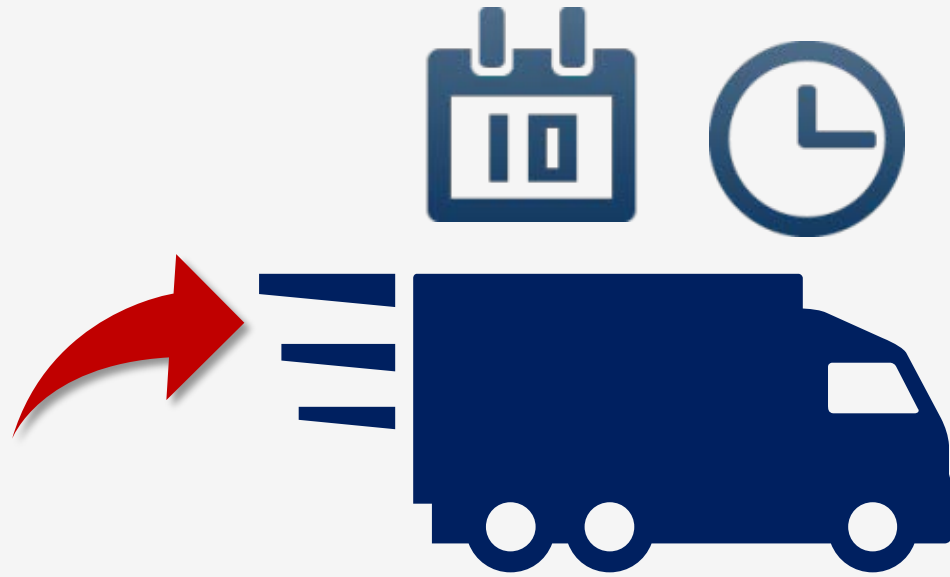
โดย นางสาวชินนันทน์ เผ่ากันสีห์ภัค รศ.ดร.กาญจน์ภา อมรัชกุลและ ผศ.ดร.สราวุธ จันทร์สุวรรณ

สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

การประชุมวิชาการการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2565
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
16-18 มีนาคม 2565 ณ โรงแรมเดอะเบดเวเคชั่น ราชมั่งกลา โฮเทล อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

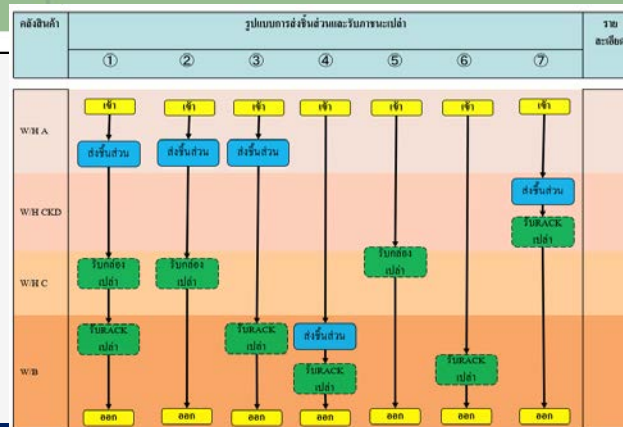
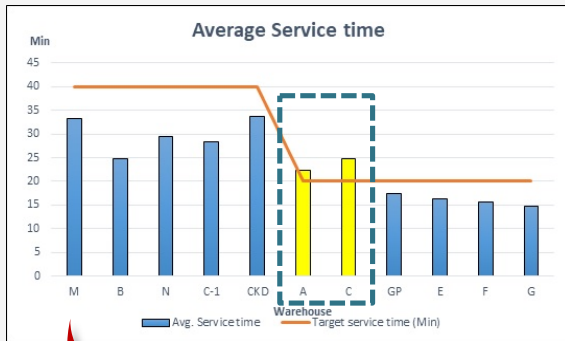
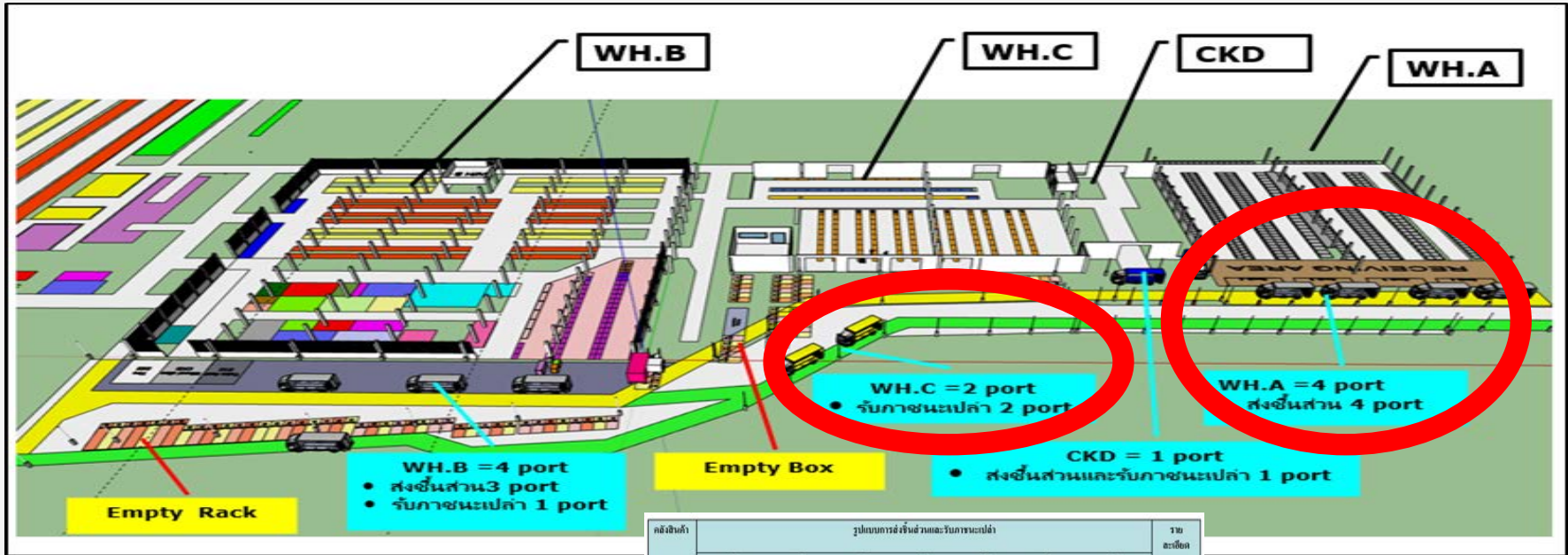
ความสำคัญของปัญหา ระบบบริหารการผลิตและคลังสินค้า



ระบบการผลิตแบบ *JIT* การจัดการรถขนส่งต้องวางแผนให้ดี หากรถขนส่งมาถึงคลังสินค้าพร้อมกันเป็นจำนวนมาก จะส่งผลต่อความแออัดในบริเวณคลังสินค้า เกิดแถวคอยรถขนส่ง ก่อให้เกิดความล่าช้าส่งผลต่อสายการผลิต

ความสำคัญของปัญหา

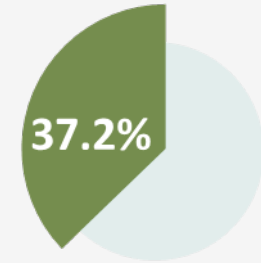
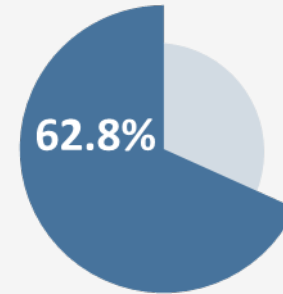
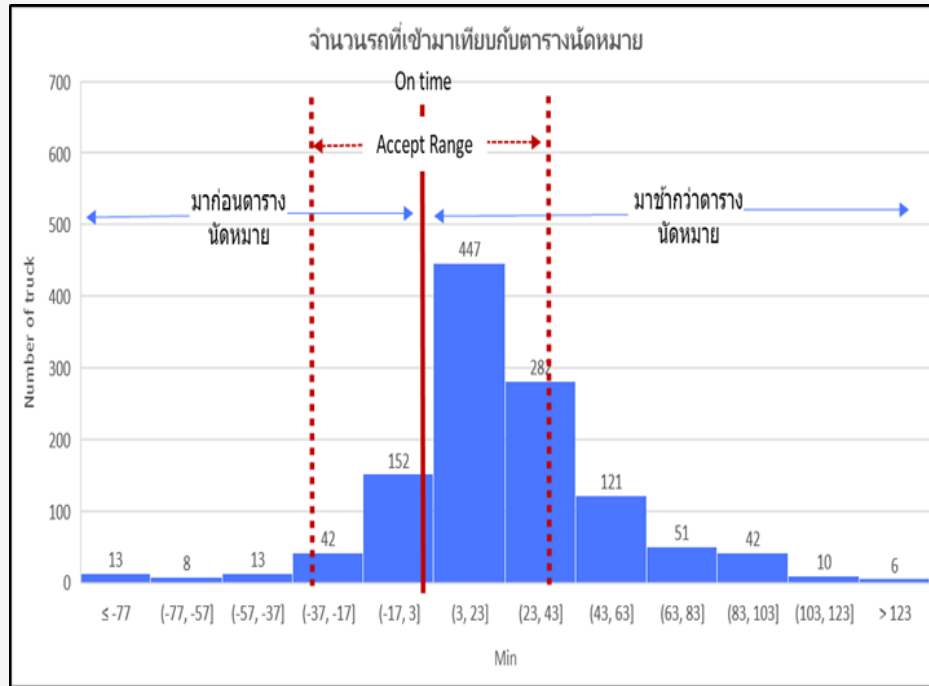
กรณีศึกษาคลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์



ให้บริการของจุดรับชิ้นส่วนคลังสินค้า A และ C สูงกว่าค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้

ความสำคัญของปัญหา

กรณีศึกษาคลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์



อยู่ในช่วงช่วงเวลาที่ยอมรับได้

(Accept Range) 62.8 %

อยู่นอกเวลาที่ยอมรับได้

(Unaccepted Range) 37.2%

ค่าเฉลี่ย (Mean) ของรถขนส่งที่มาถึงช้ากว่าเวลาที่กำหนด 23.02 นาทีต่อคัน (SD $\pm$ 33.26 นาทีต่อคัน)
รถขนส่งที่มาถึงอยู่นอกเวลาที่ยอมรับได้ 37.2%

ความสำคัญของปัญหา จุดรับชิ้นส่วนและตารางรถขนส่ง



Truck scheduling low efficiency



Travel time uncertainty



Receiving Point high process time



Queue

Cost

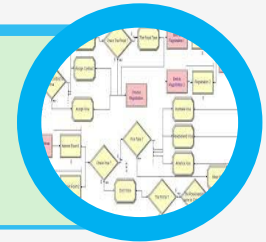
การจัดตารางรถขนส่งที่มีประสิทธิภาพต่ำ ระยะเวลาเดินทางของรถขนส่งที่ไม่แน่นอน และ จุดรับชิ้นส่วนที่มีเวลาให้บริการที่สูงเกินเวลามาตรฐาน ทำให้เกิดแถวคอยของรถขนส่งมากขึ้น ส่งผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพตารางเวลารถขนส่งชิ้นส่วนและจุดรับชิ้นส่วนปัจจุบันโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)



2. เพื่อวิเคราะห์หาตารางเวลารถขนส่งแบบทันเวลาพอดีที่เหมาะสมภายใต้ความไม่แน่นอนด้านเวลาในการขนส่ง ด้วยกำหนดการเชิงเส้น



3. เพื่อวัดประสิทธิภาพของตารางเวลารถขนส่งแบบทันเวลาพอดีที่เหมาะสม ภายใต้ความไม่แน่นอนด้านเวลาในการขนส่ง และเสนอแนะนโยบายเพื่อปรับปรุงการทำงานของบริษัทให้เหมาะสม

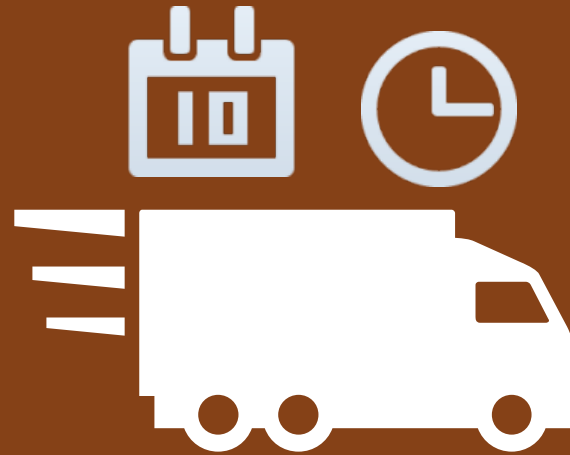


ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลรถขนส่งที่เข้ามาส่งชิ้นส่วนในบริเวณคลังสินค้า A คลังสินค้า B คลังสินค้า C และคลังสินค้า CKD ของบริษัทกรณีศึกษา

2. ศึกษาข้อมูลรถขนส่งชิ้นส่วน ข้อมูลเวลาและสภาพการจราจร ในช่วงเดือน กันยายน 2561

W/H A, B, C, CKD

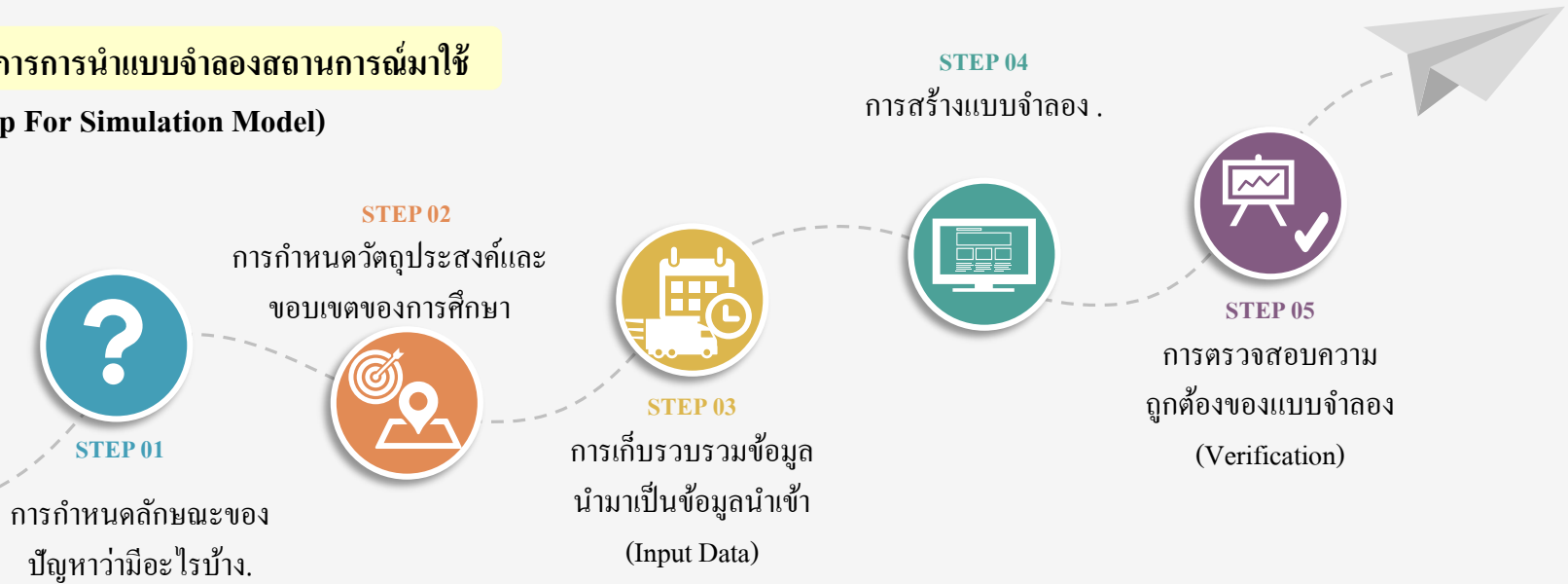


ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองสถานการณ์ : พัฒนาจากทฤษฎีแถวคอยและตัวแบบแถวคอย

เหมาะกับการจำลอง ระบบที่มีความซับซ้อน ไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการหรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้ ต้องการทำนายอนาคตของระบบ และระบบที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้

กระบวนการการนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้
(Five Step For Simulation Model)



ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการจัดตารางเวลา: พัฒนาจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการกำหนดงาน (Scheduling)

ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. *Deterministic* เป็นการจัดตารางเวลาที่ทราบปริมาณ ลักษณะของทรัพยากรและงานที่แน่นอน
2. *Stochastic* เป็นตารางเวลาที่มีความไม่แน่นอน ที่อาจเกิดขึ้น ใช้ความน่าจะเป็นทางสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้

ทฤษฎีการขนส่ง: คือ การเคลื่อนย้ายสินค้าจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่ง

การเคลื่อนย้ายสินค้านี้ระหว่างสถานที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มของสินค้า เรียกว่า รรถประโยชน์ด้านสถานที่ (Place Utility) รรถประโยชน์ด้านเวลา (Time Utility) การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างรรถประโยชน์ด้านเวลา

ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) :

เป็นการใช้คณิตศาสตร์ในการอธิบายระบบ มีกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) :

เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถประยุกต์ใช้ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน นำไปช่วยในการจัดเวลาที่มีอยู่จำกัดให้สามารถจัดกิจกรรมที่มีอยู่หลาย ๆ อย่าง เกิดผลที่มีประโยชน์สูงสุด มีองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

1. ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)
2. ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)
3. ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints)

ในทางปฏิบัติสามารถใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ช่วยในการประมวลผลกำหนดการเชิงเส้น เช่น Microsoft Excel Solver

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบบจำลองสถานการณ์

ผู้ศึกษา	เรื่องที่ศึกษา	ประเด็นที่ศึกษา
ปาณิสรา นันดี วรญา เนื่องมัจฉา และอริวัฒน์ บุญมี (2018)	การหาจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานรถตัดอ้อยด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์	งานวิจัยใช้แบบจำลองสถานการณ์วิเคราะห์ปัญหาการบรรทุกที่ใช้ร่วมกับรถตัดอ้อยมีจำนวนไม่เหมาะสม
จิตภา ชมชื่น และ กัญชลลา สุดตาชาติ (2017)	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาร่วมการขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์	จัดสมมูลขนส่งบรรจุภัณฑ์จากคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์ และตัดสินใจกำหนดปริมาณการขนส่งที่เหมาะสม
ปริตรา มั่นเหมาะ และวสุศรี ธัญญญา (2019)	การจำลองสถานการณ์เพื่อลดเวลารอคอยของผู้ป่วย แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลชุมชน จังหวัดสุพรรณบุรี	งานวิจัยใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการจำลองกระบวนการทำงานของแผนกผู้ป่วยนอกเพื่อลดเวลารอคอยเฉลี่ยของผู้ป่วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้กำหนดการเชิงเส้นในการกำหนดตารางงาน

ผู้ศึกษา	เรื่องที่ศึกษา	ประเด็นที่ศึกษา
ฤทัย ลำประเสริฐ และ สรวิชัย เยาวสุวรรณไชย (2017)	การจัดเส้นทางรถขนส่งที่เวลาในการเดินทางขึ้นอยู่กับช่วงเวลา สำหรับคลังสินค้ารูปแบบครอสต์อ็อก	การจัดตารางรถขนส่งหรือเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ด้วยวิธีกำหนดการเชิงเส้น
อนจ ชัยมณี และ วิสุทธิ สุพิทักษ์ (2015)	การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่นโดยมีเวลาปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งขึ้นกับลำดับงานภายใต้นโยบายการผลิตแบบทันเวลาพอดี	งานวิจัยปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบทันเวลาพอดีได้มีการใช้กำหนดการเชิงเส้นเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด
เพชรายุทธ แซ่หลี่ วชิระ วิจิตรพงษา และ หทัยธนก พวงแย้ม (2017)	การจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่มโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นกรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัตมี	งานวิจัยศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งน้ำดื่มโดยได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวางแผนหาเส้นทางและตารางการจัดส่งน้ำดื่ม ได้ใช้ Solver เป็นเครื่องมือช่วยหาคำตอบ
ธัญพร อุดม ภูพงษ์ พงษ์เจริญ และขวัญนิธิ คำเมือง (2559)	การแก้ปัญหาการวางแผนและจัดตารางการผลิตขั้นสูงที่พิจารณาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบมีกรอบเวลาโดยตัวแบบกำหนดการจำนวนเต็มแบบผสม	งานวิจัยศึกษาการแก้ปัญหาการวางแผนและจัดตารางการผลิตขั้นสูงโดยใช้กำหนดการเชิงเส้นมาช่วยจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม
ชวันลักษณ์ สุวรรณรัมย์ (2559)	งานวิจัยใช้เครื่องมือโซลเวอร์ ของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล เพื่อจัดแผนการเดินทางแบบรายเดือนและเส้นทางของพนักงานขาย	งานวิจัยใช้เครื่องมือโซลเวอร์ ของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล เพื่อจัดแผนการเดินทางแบบรายเดือนและเส้นทางของพนักงานขาย

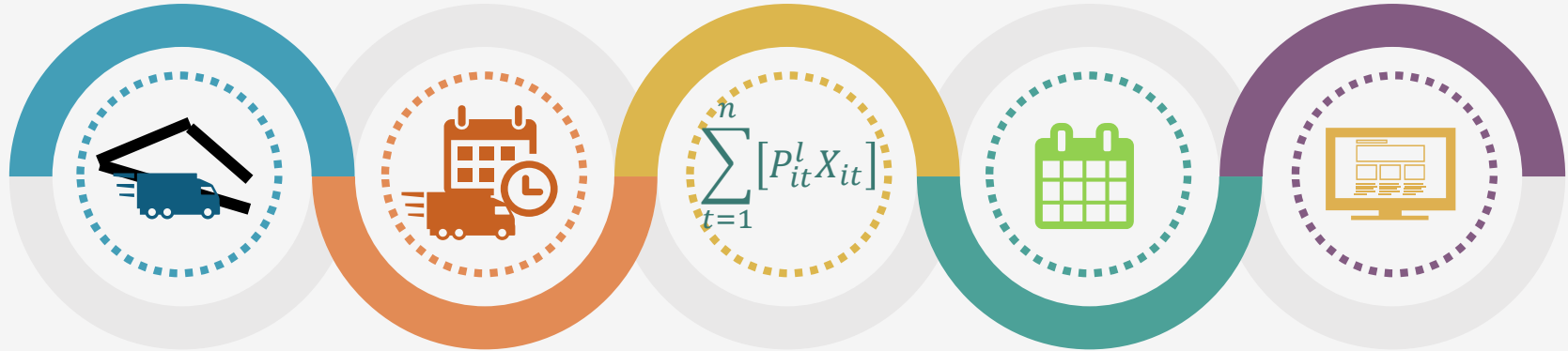
วิธีการวิจัย

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์วิเคราะห์ปัญหา



วิธีการวิจัย

การจัดตารางรถขนส่งภายใต้ความไม่แน่นอนของเวลา



STEP 1 :

เก็บข้อมูลเวลา
เดินทางของรถ
ขนส่งแต่ละ
ช่วงเวลา

STEP 2 :

เก็บข้อมูลเวลารถ
ขนส่งมาถึงเทียบ
กับตารางรถ
ขนส่ง.

STEP 3 :

สร้างสมการ
กำหนดการเชิงเส้น
และตาราง MS
Excel Solver

STEP 4 :

ใช้ MS Excel
Solver ค้นหา
ตารางรถขนส่งที่
เหมาะสม

STEP 5 :

ทดสอบตารางรถ
ขนส่งใน
แบบจำลอง
วิเคราะห์ผล และ
สรุป

วิธีการวิจัย การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ: การเข้ามาของรถขนส่ง

15

จำนวนรถที่เข้ามาแต่ละ
ช่วงเวลาแตกต่างกัน

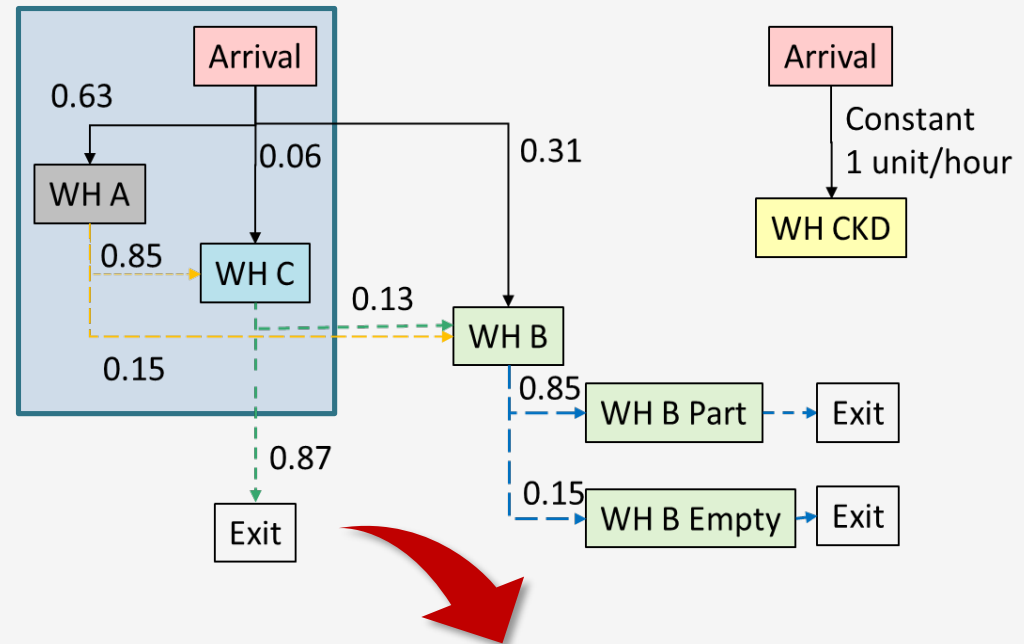
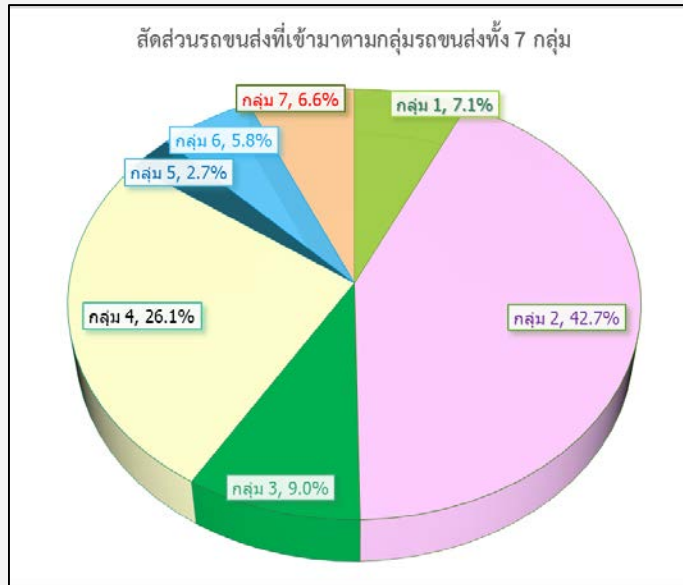


กลุ่มรถขนส่ง	เวลาที่ใช้ในการเดินทาง หน่วย : นาที	จำนวนรถตามกลุ่มรถ หน่วย : คัน	จำนวนรอบรถตามกลุ่มรถ หน่วย : รอบ	จำนวนเที่ยวตามกลุ่มรถ หน่วย : เที่ยว
1. รถขนส่ง Milk Run กลุ่ม 1	60	7	2	14
2. รถขนส่ง Milk Run กลุ่ม 2	85	30	2	60
3. รถขนส่งขึ้นส่วนจากซัพพลายเออร์ กลุ่ม 1	260	15	1	15
4. รถขนส่งขึ้นส่วนจากซัพพลายเออร์ กลุ่ม 2	140	16	2	32
5. รถรับกล่องเปล่าจากซัพพลายเออร์	110	3	2	6
6. รถรับ Rack เปล่าจากซัพพลายเออร์	60	2	2	4
7. รถขนส่งขึ้นส่วน CKD	60	2	2	8

รถส่งขึ้นส่วนมีการเข้าทั้งหมด 7 กลุ่มรถ

วิธีการวิจัย การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ: การเข้ามาของรถขนส่ง

ความน่าจะเป็นกิจกรรมรถขนส่งในแต่ละคลังสินค้า

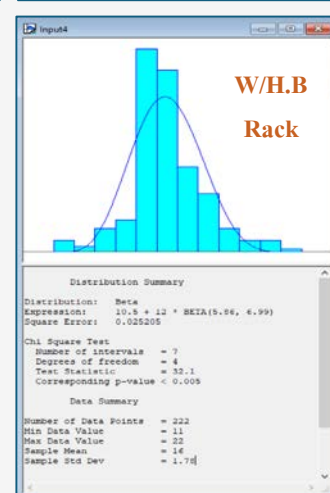
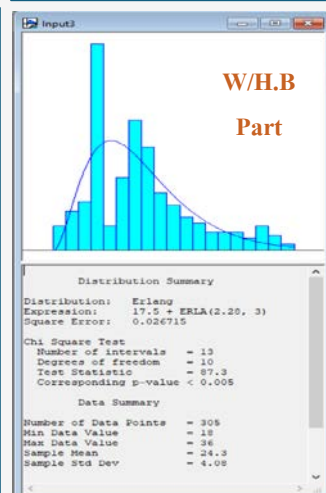
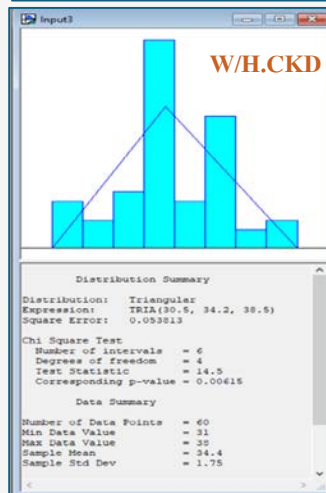
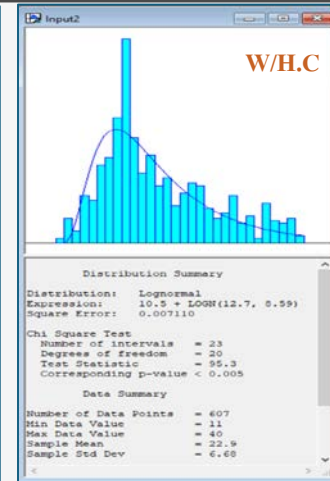
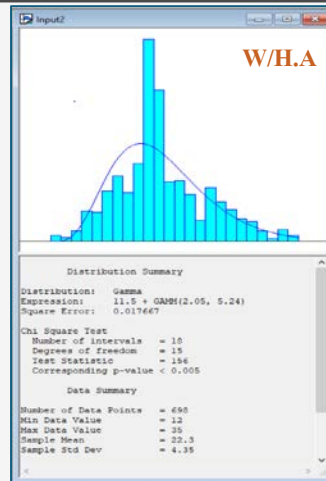
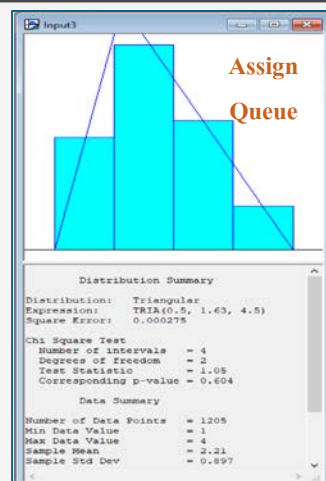


รถขนส่งกลุ่ม 2 กิจกรรมอยู่บริเวณ
คลังสินค้า A และ C

รถขนส่งกลุ่ม 2 มีสัดส่วนการเข้ามาสูงสุด 42.7%

วิธีการวิจัย การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ: Service Time

หน่วย: นาที	Distribution	Expression	Square Error	P-value
เวลาจัดคิว	Triangular	TRIA (0.5,1.63,4.5)	0.000275	0.604
เวลาส่งชิ้นส่วนที่ W.H.A	Gamma	11.5 + GAMM (2.05,5.24)	0.017667	<0.005
เวลารับกล่องเปล่าที่ W.H.C	Lognormal	10.5 + LOGN (12.7,8.59)	0.00711	0.005
เวลาส่งชิ้นส่วนและ รับกล่องเปล่าที่ W.H.CKD	Traingular	TRIA (30.5,34.2,38.5)	0.53813	0.00615
เวลาส่งชิ้นส่วนและ รับRackเปล่าที่ W.H.B	Erlang	17.5 + ERIA (2.28,3)	0.026715	<0.005
เวลารับRackเปล่าที่ W.H.B	Beta	10.5 + 12 * BETA (5.86,6.99)	0.025205	<0.005

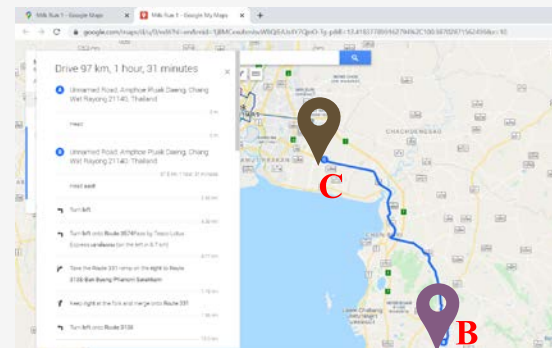


Fit Distribution Service time จุดรับชิ้นส่วน

17

วิธีการวิจัย เก็บข้อมูลเวลาเดินทางรถขนส่งแต่ละช่วงเวลา

จากการเก็บข้อมูลใน Google Maps กลุ่มรถขนส่งที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่เป็นกลุ่มรถขนส่งนอกเขตกรุงเทพและสมุทรปราการ เวลาการเดินทางของรถขนส่งมีความไม่แน่นอนของเวลาโดยเฉพาะในช่วงเช้าระหว่างเวลา 06:00-10:00



Group 1 Travel Time (Rayong)



Group 3 Travel Time (Korat_Prachinburi)



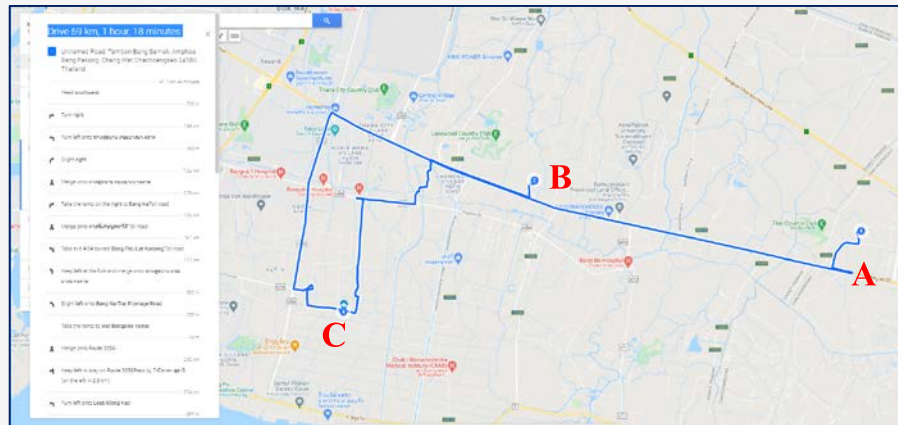
Group 2 Travel Time (Ayuthaya_Rayong)



Group 4 Travel Time (Chonburi_Amata)



วิธีการวิจัย เก็บข้อมูลเวลาเดินทางรถขนส่งแต่ละช่วงเวลา



กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ 6 และกลุ่มที่ 7 ที่เป็นกลุ่มรถขนส่งที่ต้องผ่านถนนเส้นบางนา-ตราด เวลาการเดินทางของรถขนส่งมีความไม่แน่นอนของเวลาในแต่ละช่วงเวลาโดยเฉพาะในช่วงเช้าระหว่างเวลา 06:00-10:00

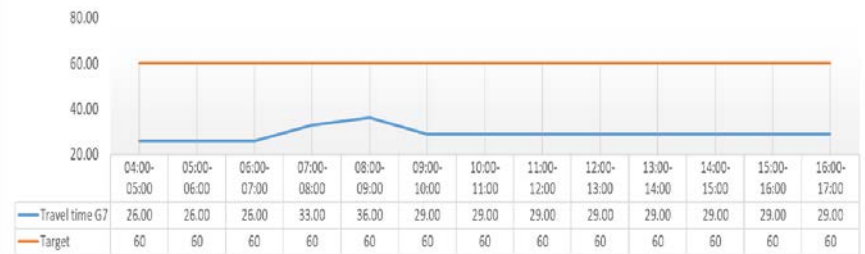
Group 5 Travel Time (Chachoengsao_Bangna Trad)



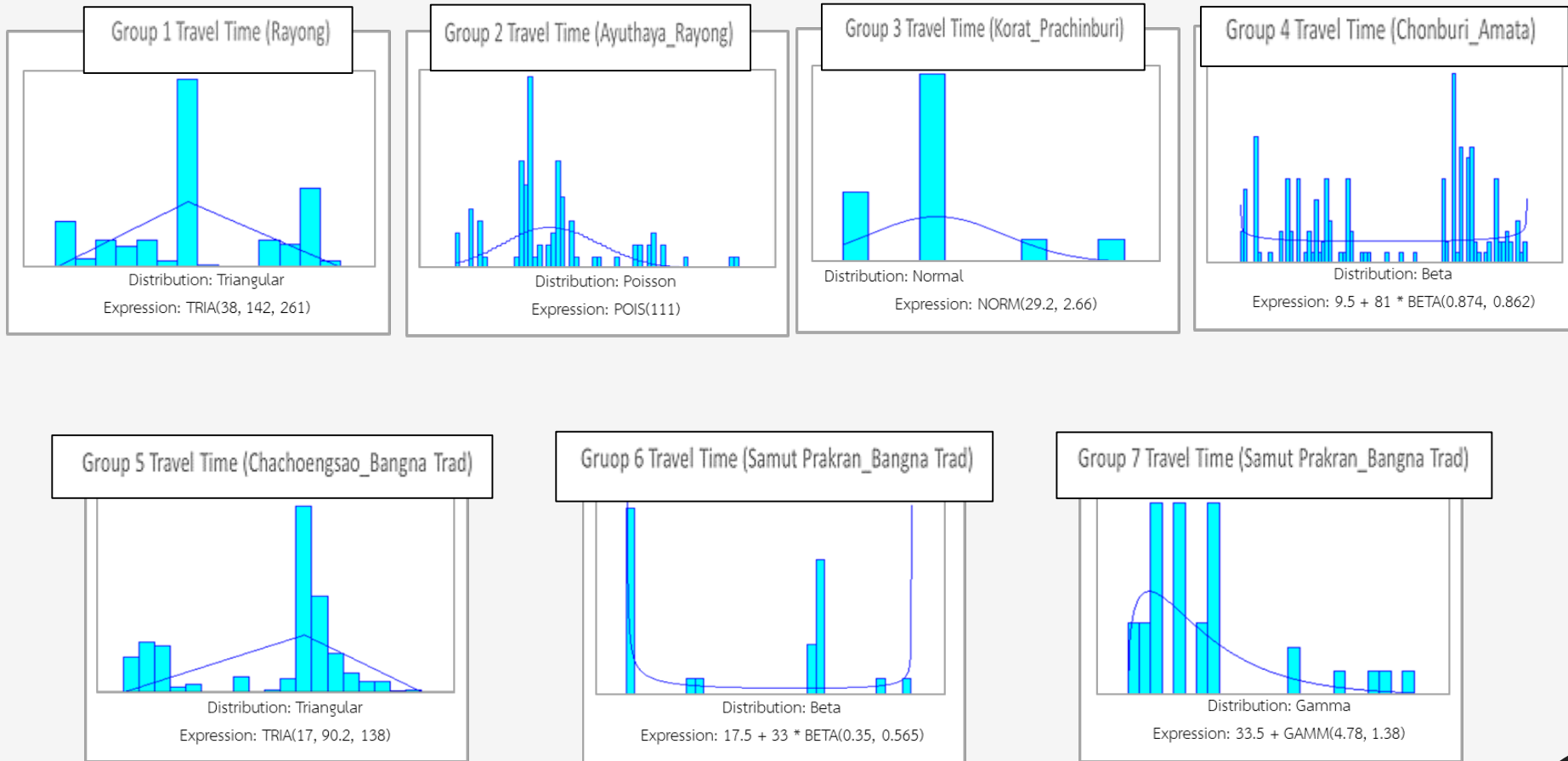
Group 6 Travel Time (Samut Prakan_Bangna Trad)



Group 7 Travel Time (Samut Prakan_Bangna Trad)



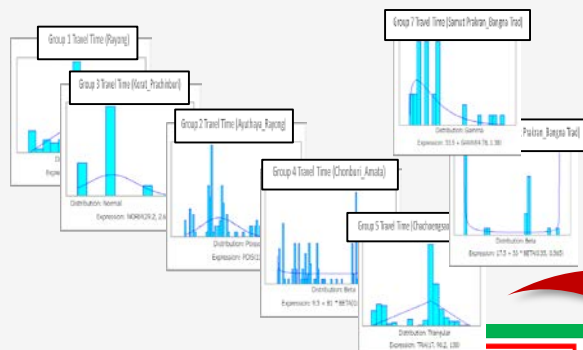
วิธีการวิจัย *Fit Distribution* ข้อมูลเวลาเดินทางของรถขนส่ง



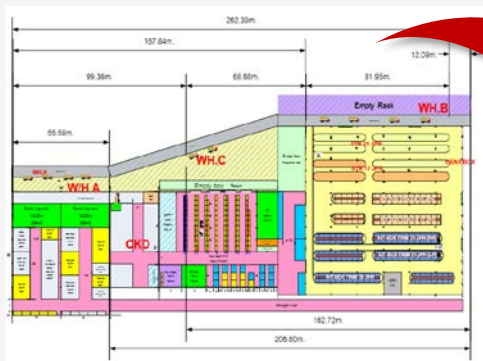
วิธีการวิจัย ออกแบบแบบจำลอง

ความน่าจะเป็นของรถขนส่งที่เข้ามาแยกตามคลังสินค้า

เวลาเดินทางของรถขนส่ง



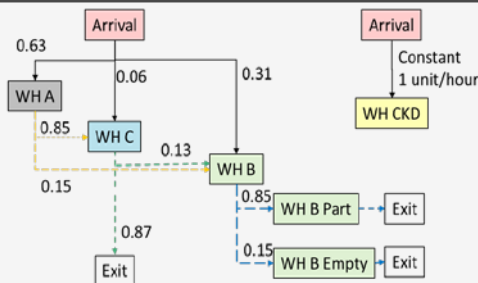
ระยะทางและเวลาการขนส่ง
ระหว่างจุดรับชิ้นส่วน



Input

แบบจำลองแบ่งตาม
กลุ่มรถ 7 กลุ่ม และ
เพิ่มเวลาเดินทาง

กำหนดค่าเริ่มต้น 10 รอบ



เวลาให้บริการของจุดรับชิ้นส่วน

หน่วย: นาที	Distribution	Expression	Square Error	P-value
เวลาจัดคิว	Triangular	TRIA (0.5, 1.63, 4.5)	0.000275	0.604
เวลาส่งชิ้นส่วนที่ WH.A	Gamma	11.5 + GAMM (2.05, 5.24)	0.017657	<0.005
เวลาเก็บของเข้าที่ WH.C	Lognormal	10.5 + LOGN (12.7, 5.9)	0.00711	0.005
เวลาส่งชิ้นส่วนและรับกล่องเปล่าที่ WH.CKD	Triangular	TRIA (30.5, 34.2, 38.5)	0.53813	0.00615
เวลาส่งชิ้นส่วนและรับ Rackเปล่าที่ WH.B	Erlang	17.5 + ERGA (2.28, 3)	0.026715	<0.005
เวลาเก็บ Rackเปล่าที่ WH.B	Beta	10.5 + 12 * BETA (5.86, 6.99)	0.025205	<0.005

อัตราการเข้ามาของรถแต่ละชั่วโมง



วิธีการวิจัย ทดสอบและตรวจสอบแบบจำลอง

นำ Half Width ที่ได้จากแบบจำลอง มาคำนวณรอบทำซ้ำ โดยแทนค่าในสูตร

$$n \cong n_0 \frac{h_0^2}{h^2}$$

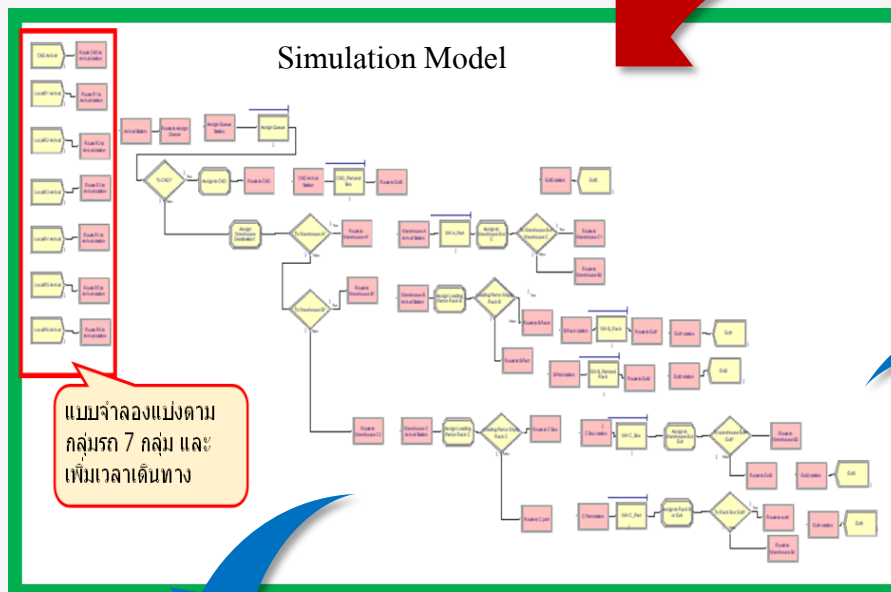
โดยที่

n คือจำนวนรอบ (Replications)

n_0 คือจำนวนรอบของการประมวลผลครั้งแรก

h คือค่าความกว้างระหว่างจุดกึ่งกลางที่ยอมรับได้ (Half Width)

h_0 คือค่าความกว้างระหว่างจุดกึ่งกลางจากการประมวลผลครั้งแรก



= 20 รอบ

ทดสอบความถูกต้องโดยใช้ข้อมูล Average waiting time เทียบกับข้อมูลจริง

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

โดยที่

$\bar{X}_1$ คือค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยเฉลี่ยที่วัดได้ในภาคสนาม

$\bar{X}_2$ คือค่าเฉลี่ยของเวลารอคอยเฉลี่ยจากแบบจำลองสถานการณ์

S_1 คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของที่วัดได้ในภาคสนาม

S_2 คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบจำลองสถานการณ์

n_1 คือจำนวนตัวอย่างที่วัดได้ในภาคสนาม

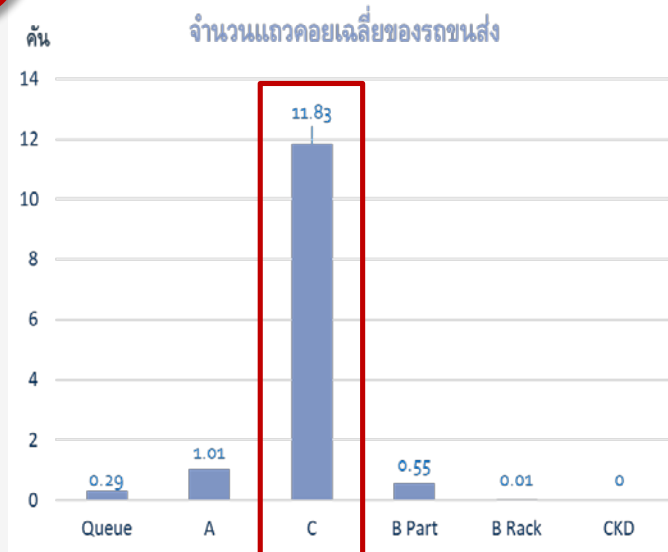
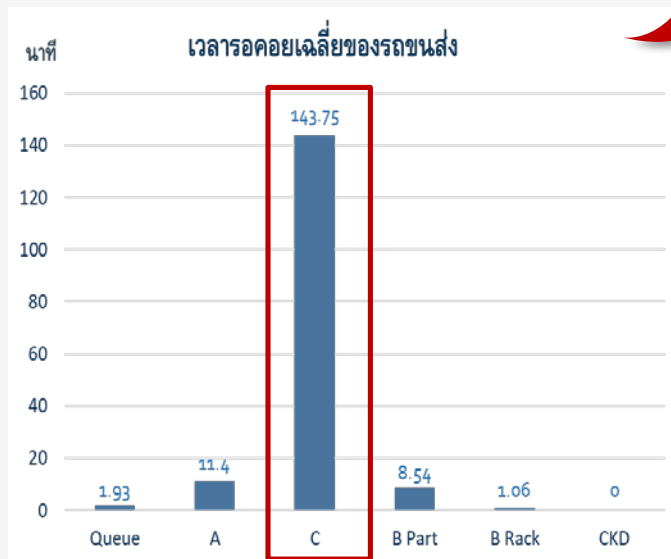
n_2 คือจำนวนจากแบบจำลองสถานการณ์

$$t_{\text{ทดลอง}} = 1.2351 < t_{\text{critical}} = 2.1$$

∴ ผลจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

วิธีการวิจัย ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองสถานการณ์

- เวลารวมเฉลี่ยของรถขนส่งขึ้นส่วน (Total Time) = 148.02 นาที/คัน
- เวลารอคอยเฉลี่ย (Wait Time) = 98.29 นาที/คัน
- บริเวณคลังสินค้า C มีจำนวนแถวคอยสูงสุดเฉลี่ย 11.83 คัน



ดัชนี (Indices)

i = จำนวนรถขนส่งขึ้นส่วนกลุ่มรถใด ๆ เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, m$

t = เวลาตารางรถขนส่งที่กำหนดใด ๆ เมื่อ $t = 1, 2, 3, \dots, n$

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

x_{it} = จำนวนรถขนส่งขึ้นส่วนกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

พารามิเตอร์ (Parameters)

e = เหตุการณ์รถขนส่งมาก่อนตารางรถขนส่งที่กำหนด

l = เหตุการณ์รถขนส่งมาช้ากว่าตารางรถขนส่งที่กำหนด

o = เหตุการณ์รถขนส่งมาตรงตามตารางรถขนส่งที่กำหนด

s = เหตุการณ์รถขนส่งมากกว่าความจุจุดรับขึ้นส่วน

C_{it}^e = ต้นทุนค่าปรับกรณีรถขนส่งมาก่อนตารางรถขนส่งที่กำหนดของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

C_{it}^l = ต้นทุนค่าปรับกรณีรถขนส่งมาช้ากว่าตารางรถขนส่งที่กำหนดของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

C_t^s = ต้นทุนค่าใช้จ่ายกรณีรถขนส่งมากกว่าความจุจุดรับขึ้นส่วน ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t ต่อ 1 คัน

พารามิเตอร์ (Parameters)

P_{it}^e = ความน่าจะเป็นกรณีรถขนส่งมาก่อนตารางรถขนส่งที่กำหนดของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

P_{it}^l = ความน่าจะเป็นกรณีรถขนส่งมาช้ากว่าตารางรถขนส่งที่กำหนดของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

Y_{it}^o = ความน่าจะเป็นกรณีรถขนส่งมากกว่าความจุจุดรับขึ้นส่วนของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t เมื่อรถขนส่งมาตรงเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด

Y_{it}^e = ความน่าจะเป็นกรณีรถขนส่งมากกว่าความจุจุดรับขึ้นส่วนของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t เมื่อรถขนส่งมาก่อนเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด

Y_{it}^l = ความน่าจะเป็นกรณีรถขนส่งมากกว่าความจุจุดรับขึ้นส่วนของกลุ่มรถ i ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t เมื่อรถขนส่งมาช้าเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด

K_t = ความจุของจุดรับขึ้นส่วน ตามเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด t

d_i = จำนวนรถขนส่งขึ้นส่วนที่ต้องการของกลุ่มรถ i

วิธีการวิจัย

ตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Model) สำหรับตารางรถขนส่งที่เหมาะสม

Objective Function

$$\text{Min} \sum_{t=1}^n \left[\sum_{i=1}^m (C_{it}^e P_{it}^e + C_{it}^l P_{it}^l) X_{it} + C_t^s (K_t - (Y_{it}^o X_{it} + Y_{i,t+1}^e X_{i,t+1} + Y_{i,t-1}^l X_{i,t-1})) \right] \quad (1)$$

การจัดตารางรถขนส่งขึ้นส่วนเพื่อให้เกิดต้นทุนขนส่งรวมต่ำที่สุด ต้นทุนขนส่งรวมประกอบด้วย ต้นทุนค่าปรับเนื่องจากรถขนส่งมาก่อนเวลาตารางรถขนส่งที่กำหนด + ต้นทุนค่าปรับเนื่องจากรถขนส่งมาช้ากว่าตารางรถขนส่งที่กำหนด + ต้นทุนจากรถขนส่งมากกว่าความจุของจุดรับขึ้นส่วน

Constraints

$$\sum_{t=1}^n X_{it} \leq K_t \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ และ } t = 1, 2, 3, \dots, n \quad \forall_i \quad (2)$$

จำนวนรถขนส่งที่เข้ามาต้องไม่เกินความจุของจุดรับขึ้นส่วน

$$\sum_{t=1}^n X_{it} = d_i \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ และ } t = 1, 2, 3, \dots, n \quad \forall_i \quad (3)$$

จำนวนรถขนส่งที่เข้ามาต้องเท่ากับ
จำนวนรถขนส่งขึ้นส่วนที่ต้องการ

$$X_{7t} = 1 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n \quad \forall_t \quad (4)$$

จำนวนรถขนส่งกลุ่ม 7 เป็นค่าคงที่
เท่ากับ 1 คันต่อชั่วโมง

$$\sum_{t=1}^n X_{1t} \geq d_{1t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^n X_{2t} \geq d_{2t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^n X_{4t} \geq d_{4t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^n X_{5t} \geq d_{5t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^n X_{6t} \geq d_{6t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (9)$$

$$\sum_{t=1}^n X_{7t} \geq d_{7t}/2 \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, 3, \dots, n/2 \quad (10)$$

รถขนส่งกลุ่ม 1 กลุ่ม 2 กลุ่ม 4 กลุ่ม 5
กลุ่ม 6 และกลุ่ม 7 เป็นรถใช้วน 2 รอบ

$$X_{it} = \text{Integer} \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ และ } t = 1, 2, 3, \dots, n \quad \forall_{it} \quad (11)$$

จำนวนรถขนส่งที่เข้ามาต้องเป็นจำนวนเต็ม

วิธีการวิจัย

กระบวนการแก้ปัญหาด้วย MS Excel solver สำหรับตารางรถขนส่งที่เหมาะสม

Objective Function

Set Objective : Min \$B\$141

ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

Decision Variable

By change variable cell : \$B\$14:\$J\$20

จำนวนรถขนส่งชิ้นส่วนที่มาถึงตามตารางรถขนส่งที่กำหนด

Constraints

\$B\$14:\$J\$20=integer

เงื่อนไขจำนวนเต็ม

\$B\$20:\$E\$20=1 และ \$G\$20:\$J\$20=1

เงื่อนไขค่าคงที่ของรถขนส่งกลุ่มที่ 7

\$B\$21:\$J\$21<=\$B\$23:\$J\$23

เงื่อนไขความจุของจุดรับชิ้นส่วน

\$K\$14:\$K\$20=\$M\$14:\$M\$20

เงื่อนไขจำนวนรถขนส่งที่ความต้องการ

\$N\$14:\$N\$15 = \$P\$14:\$P\$15

และ \$N\$17:\$N\$19 = \$P\$17:\$P\$19

เงื่อนไขรถขนส่งที่ใช้วน 2 รอบ

1 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) : ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

2

3

4 เลือก Solving Method: GRG Nonlinear

1 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) : ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

2 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable): จำนวนรถที่มาถึงตามกลุ่มรถขนส่ง

3 ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขบังคับ (Constraints):

- เงื่อนไขจำนวนรถขนส่งที่ความต้องการ
- เงื่อนไขรถขนส่งที่ใช้วน 2 รอบ
- เงื่อนไขค่าคงที่ของรถขนส่งกลุ่มที่ 7
- เงื่อนไขความจุของจุดรับชิ้นส่วน

4

แบบจำลองสถานการณ์เพื่อการจัดการตารางรถขนส่งที่เหมาะสมสำหรับคลังสินค้าแบบทันเวลาพอได้ภายใต้ความไม่แน่นอนด้านเวลาการขนส่ง

A Simulation Model for Truck Scheduling of Just-In-Time Warehouse Under Travel Time Uncertainty

วิธีการวิจัย ทดสอบตารางรถขนส่งในแบบจำลอง

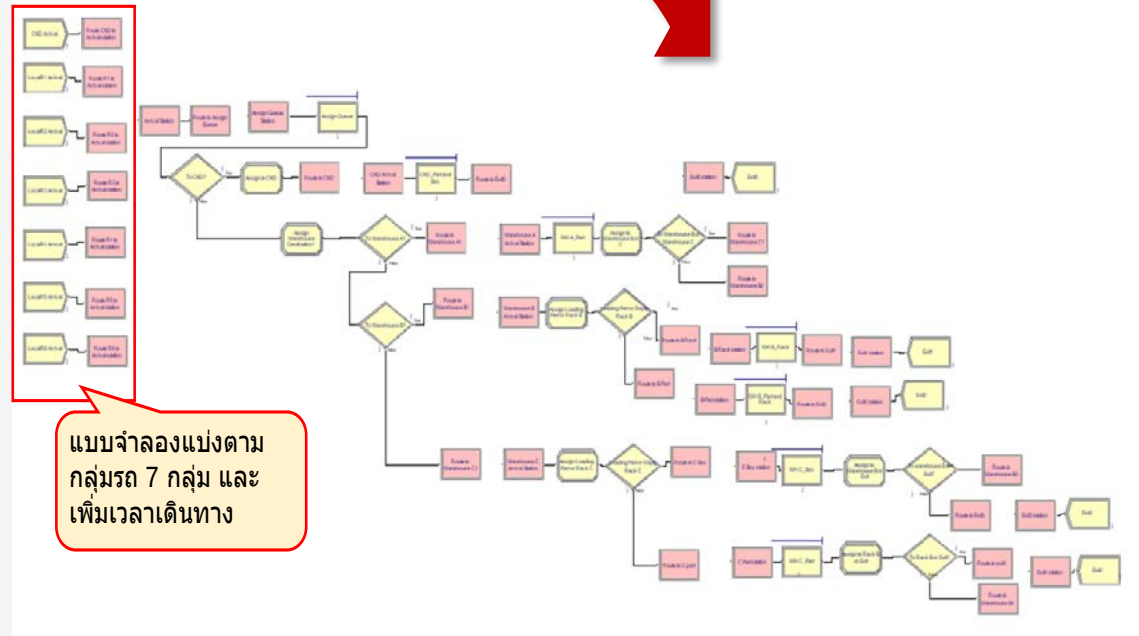
นำตารางรถขนส่งที่ได้
จากกำหนดการเชิงเส้น
และ MS Excel solver ไป
ทดสอบในแบบจำลองทาง
คอมพิวเตอร์

ตารางเวลารถออก

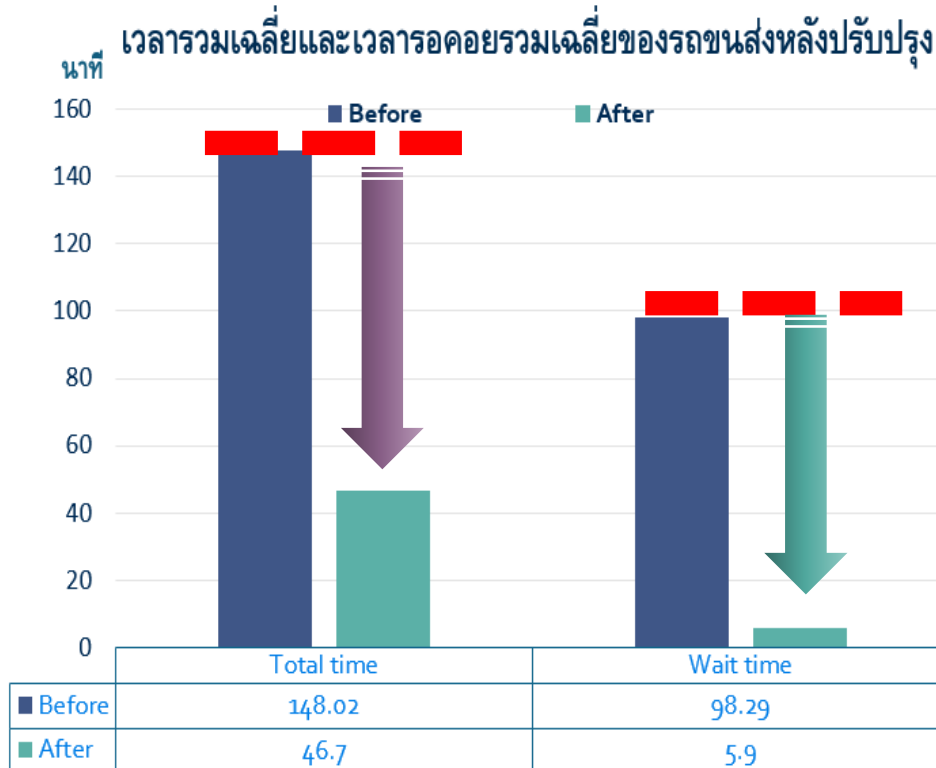
กลุ่มรถขนส่ง	03:00-04:00	04:00-05:00	05:00-06:00	06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00
1			-	-	-	-	5	1	-	-	4			
2				-	13	14	1	0	20	0	0	8		
3		-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-		
4				-	13	-	1	2	2	-	1	13		
5					3	-	-	-	-	3	-	-	-	
6					2	-	-	-	-	2	-	-	-	
7					1	1	1	1	-	1	1	1	1	

ตารางรถขนส่งมาถึง

กลุ่มรถขนส่ง	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	All day
กลุ่มรถขนส่ง	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	Total
1	-	-	-	-	5	1	-	-	-	4
2	-	-	13	14	1	-	20	-	-	8
3	-	-	-	-	11	-	-	-	-	11
4	-	-	13	-	1	2	2	-	1	13
5	3	-	-	-	-	-	3	-	-	6
6	2	-	-	-	-	2	-	-	-	4
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8



ผลการวิจัย ผลการทดสอบตารางรถขนส่งในแบบจำลอง

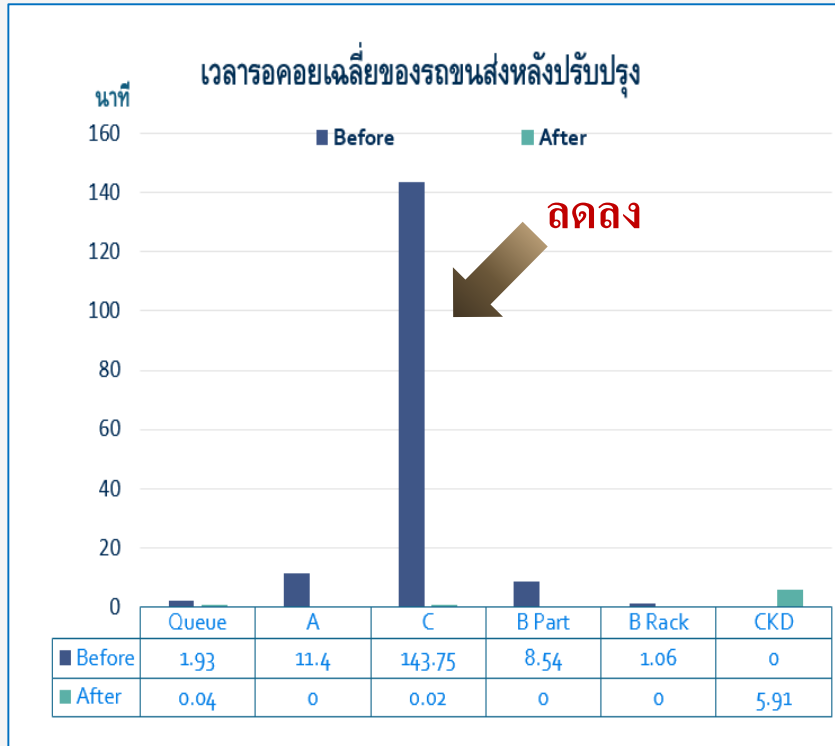


หลังจากปรับปรุงใช้ตารางรถขนส่งที่เหมาะสม

ลดเวลารวมเฉลี่ยต่อคันจาก 148.02
นาทื เป็น 46.49 นาทื (68.45%)

ลดเวลารอคอยเฉลี่ยต่อคันจาก 98.29
นาทื เป็น 5.94 นาทื (94%)

ผลการวิจัย ผลการทดสอบตารางรถขนส่งในแบบจำลอง



หลังจากใช้ตารางรถขนส่งที่เหมาะสม ทุกจุดรับเวลารอคอยเฉลี่ยและแถวคอยเฉลี่ยลดลง
แทบจะมีค่าเท่ากับ 0

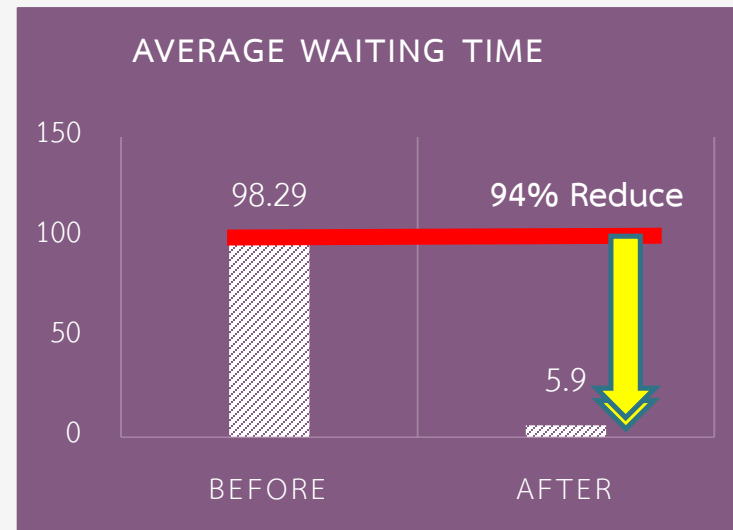
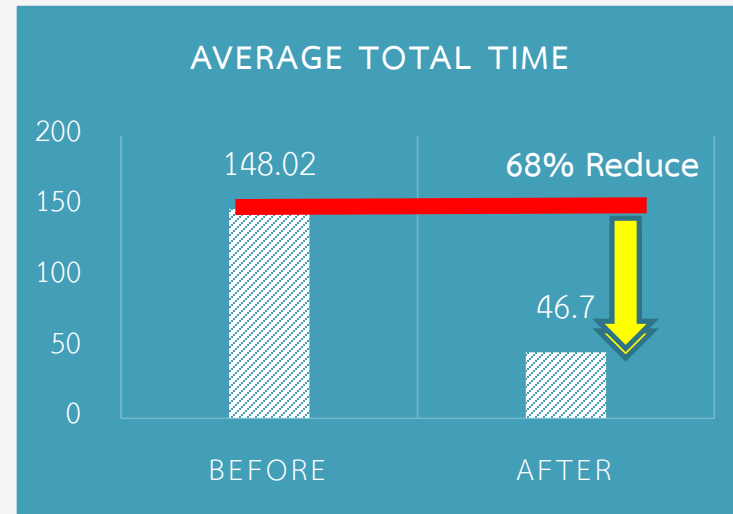
ผลการวิจัย ปรับปรุงตารางรถขนส่ง



ลดต้นทุนรวมได้ 10,888,416 บาทต่อปี

สรุปผลการศึกษา

- การใช้ตารางรถขนส่งที่เหมาะสมจากกำหนดการเชิงเส้นสามารถลดเวลารวมเฉลี่ยของระบบ 68% ลดเวลารอคอยเฉลี่ย 94% ลดต้นทุนรวมเฉลี่ยได้ 10,888,416 บาทต่อปี
- แบบจำลองสถานการณ์สามารถช่วยวิเคราะห์ประสิทธิภาพของจุดรับชิ้นส่วนและตารางรถขนส่งได้ดี และกำหนดการเชิงเส้นสามารถใช้ค้นหาตารางรถขนส่งที่เหมาะสมได้ดี มีประสิทธิภาพ



Thank you

Appendix

เก็บข้อมูลเวลารถขนส่งมาถึงเทียบกับตารางรถขนส่ง

เก็บข้อมูลของเวลารถขนส่งที่มา
ถึงเทียบกับตารางรถขนส่งว่า
มาก่อนเวลา มาทันเวลา มาช้ากว่า
เวลานัดหมาย จะได้ความน่าจะเป็น
ของแต่ละเหตุการณ์

Probability (Pit)	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00
กลุ่มรถขนส่งที่ 1									
Late	0.00	0.14	0.11	0.33	0.00	0.17	0.58	0.50	0.67
Early	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
On time	1.00	0.86	0.89	0.67	0.88	0.83	0.42	0.50	0.33
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 2									
Late	0.01	0.14	0.21	0.33	0.94	0.51	0.73	0.88	0.93
Early	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
On time	0.99	0.86	0.79	0.67	0.06	0.49	0.27	0.12	0.07
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 3									
Late	0.00	0.07	0.29	0.38	0.67	0.59	0.85	0.83	0.86
Early	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
On time	1.00	0.93	0.71	0.62	0.33	0.41	0.15	0.17	0.14
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 4									
Late	0.23	0.27	0.26	0.15	0.36	0.19	0.24	0.32	0.23
Early	0.00	0.02	0.03	0.21	0.27	0.07	0.13	0.00	0.00
On time	0.77	0.71	0.72	0.64	0.36	0.74	0.62	0.68	0.77
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 5									
Late	0.00	0.29	0.00	0.00	0.25	0.57	0.63	1.00	1.00
Early	0.75	0.57	0.20	0.50	0.50	0.29	0.00	0.00	0.00
On time	0.25	0.14	0.80	0.50	0.25	0.14	0.38	0.00	0.00
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 6									
Late	0.00	0.67	0.83	1.00	0.50	0.00	0.25	0.67	1.00
Early	0.50	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
On time	0.50	0.00	0.17	0.00	0.50	1.00	0.75	0.33	0.00
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กลุ่มรถขนส่งที่ 7									
Late	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00
Early	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
On time	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	0.90	0.89	1.00
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00