

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ความหมายของการขนส่ง

“การขนส่ง” หมายถึง การจัดให้มีการเคลื่อนย้ายบุคคล สัตว์ หรือสิ่งของต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนส่งจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ตามความประสงค์และเกิดอรรถประโยชน์ตามต้องการ

จากความหมายข้างต้น การขนส่งต้องประกอบด้วยลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบุคคล สัตว์ หรือสิ่งของ จากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง
2. การเคลื่อนย้ายนั้น จะต้องกระทำด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการขนส่ง
3. จะต้องเป็นไปตามความต้องการ และเกิดอรรถประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ที่ทำการขนส่ง

โดยตามความหมายเชิงเศรษฐศาสตร์ คำว่า “การขนส่ง” เป็นกิจกรรมทางด้านเศรษฐกิจอย่างหนึ่งที่จะจัดให้มีการเคลื่อนย้ายคน สัตว์ และสิ่งของ จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง

การขนส่งมีความหมายต่อการขายและการจัดจำหน่ายเป็นอย่างมาก เพราะการขนส่งเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการ ทำให้ผู้บริโภคที่อยู่ในสถานที่ที่การขนส่งเข้าไปถึงได้มีสินค้าหรือบริการบริโภคตามที่ต้องการ การขนส่งจะช่วยนำสินค้าจากแหล่งผลิตผ่านมือคนกลางจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค ดังนั้นการดำเนินธุรกิจใด ๆ ย่อมอาศัยการขนส่งทั้งสิ้นในท้องถิ่นใดที่มีการขนส่งดี ถนนดี และมียานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งเพียงพอ ก็ย่อมทำให้การลำเลียงสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่ตลาดทำได้สะดวกรวดเร็วเป็นผลให้เศรษฐกิจในท้องถิ่นนั้นเจริญ การขนส่งจึงมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากิจกรรมอื่น ๆ (ค่านาย อภิปรีชญาสกุล, 2550, หน้า 19-20)

นอกจากนี้กิจกรรมการขนส่งยังแอบแฝงถึงต้นทุนของการขนส่งอยู่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ธุรกิจต้องนำมาพิจารณาควบคู่กันไป และหาหนทางให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด

## ต้นทุนของการขนส่ง (Transportation Cost)

ต้นทุนของการขนส่งเป็นหนึ่งในต้นทุนโลจิสติกส์ที่สำคัญตัวหนึ่ง ต้นทุนของแต่ละธุรกิจ นอกจากจะประกอบด้วย ต้นทุนการผลิต ต้นทุนด้านการตลาดแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงต้นทุนการขนส่งของธุรกิจด้วย ซึ่งต้นทุนจะสะท้อนออกมายังราคาขาย หากธุรกิจสามารถปรับลดต้นทุนได้ จะช่วยสร้างผลกำไรให้แก่ธุรกิจมากขึ้น

โดยทั่วไปแล้วค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จำแนกได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย คือค่าใช้จ่ายการขนส่งต่อปริมาณที่ขนส่ง เช่นค่าใช้จ่ายต่อระยะทาง ค่าใช้จ่ายต่อน้ำหนัก ค่าใช้จ่ายต่อระยะทางและน้ำหนัก ค่าใช้จ่ายต่อกล่อง หรือ ค่าใช้จ่ายต่อตู้คอนเทนเนอร์

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการขนส่งเป็นหลัก คือค่าอุปกรณ์ ตำแหน่งหรือพนักงานที่ขนพาหนะ พนักงานขับรถ

ค่าใช้จ่ายโดยตรง คือค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายกลาง เช่นเชื้อเพลิง ใบอนุญาตรถบรรทุก ประกันรถบรรทุก

ค่าใช้จ่ายแฝง คือค่าใช้จ่ายที่เป็นผลมาจากการดำเนินธุรกิจ หรือ เรียกกันว่าค่าเสียหุ้ย ค่าดำเนินการ

ค่าใช้จ่ายคงที่ เช่นค่าขนพาหนะ ดังนั้นค่าใช้จ่ายนี้จะคงที่ตลอดอายุการใช้งานของขนพาหนะ และไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณการขนส่งเลย เช่นค่าเสื่อมราคาจากการซื้อรถ ภาษีรถ ประกันภัยรถ (ไพโรจน์ เจริญชวลกุล, 2552, หน้า 87-88)

โครงสร้างการขนส่งสินค้าขาออกของทางบริษัทจะประกอบไปด้วยโหมดขนส่งดังนี้

1. การขนส่งทางถนน บริษัทจะใช้รถกึ่งพ่วง (Semi-Trailer) ในการขนย้ายสินค้าจากโรงงานผลิตไปยังท่าเรือสินค้าเพื่อการส่งออกต่างประเทศ

2. การขนส่งทางทะเล เพื่อส่งสินค้าออกไปยังต่างประเทศโดยใช้การขนส่งทางเรือ (Sea Freight) กระจายสินค้าไปยังลูกค้าต่างประเทศทั่วโลก จากโรงงานผลิตในประเทศไทย

3. การขนส่งทางอากาศ บริษัทได้จัดส่งสินค้าผ่าน Air Freight ในกรณีเร่งด่วน หรือตามข้อตกลงของลูกค้า

ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งจึงเป็นต้นทุนสำคัญของบริษัท หากบริษัทสามารถลดต้นทุนการขนส่งในกิจกรรมส่วนใดส่วนหนึ่งจะช่วยให้บริษัทสามารถเพิ่มกำไรได้มากขึ้น

และนอกจากนี้บริษัทยังมีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มอีกส่วนหนึ่ง คือการจ้างบริษัทขนส่งจากภายนอก (Outsource) เพื่อมาช่วยขนส่งสินค้า ในกรณีที่ขนส่งสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาเนื่องจาก

รถขนส่งของทางบริษัทมีจำนวนจำกัด ซึ่งก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งของบริษัทเพิ่มสูงขึ้น

งานวิจัยนี้จึงต้องศึกษาถึงการดำเนินงานของรถขนส่งต่อหลักขนส่งน้ำมัน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานให้สูงมากยิ่งขึ้น โดยจะศึกษาในเรื่องของ รูปแบบการจัดเรียงสินค้าขึ้นรถขนส่ง (Pattern Loading) ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งในการขนย้ายสินค้าเพื่อการส่งออก

### ลักษณะของรูปแบบการจัดเรียงสินค้า (Pattern Loading)

เพื่อการคำนวณหาจำนวนโหลสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการจัดเรียงสินค้าขึ้นรถบรรทุก ผู้วิจัยจึงศึกษาถึงลักษณะการจัดเรียง โดยพิจารณาถึงจำนวนสินค้าในการโหลแต่ละครั้งให้ได้มากที่สุด โดยมีข้อจำกัดของรถบรรทุกเป็นกรอบในการศึกษา ซึ่งการพิจารณารูปแบบการจัดเรียง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การศึกษารูปแบบการจัดเรียงแบบแยกแต่ละขนาด และการศึกษารูปแบบการจัดเรียงแบบผสม

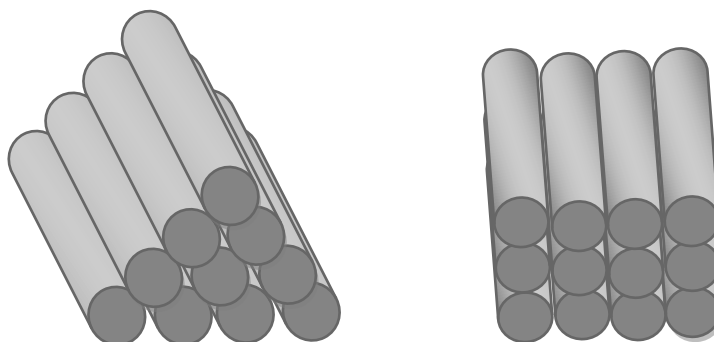
ซึ่งการคำนวณหาจำนวนบรรทุก จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของการขนส่ง จึงพิจารณาได้ตามเกณฑ์ดังนี้

1. พิจารณาตามน้ำหนักบรรทุก (Weight)
2. พิจารณาตามปริมาตรบรรทุก (Volume) โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น
  - 2.1 ปริมาตรแบบสามเหลี่ยม
  - 2.2 ปริมาตรแบบสี่เหลี่ยม

รูปแบบการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยม คือ การนำชิ้นงานมาวางซ้อนกันขึ้นไปเป็นชั้น ๆ โดยมีลักษณะเป็น ปริซึมฐานสามเหลี่ยม จำนวนสินค้าที่วางเป็นฐานจะมีปริมาณมากที่สุด โดยนับเป็นชั้นที่ 1 และจำนวนสินค้าจะลดลงตามชั้นที่สูงขึ้นไป เช่น ฐานชั้นที่ 1 จำนวนสินค้า 4 ชิ้น ชั้นที่ 2 จำนวนสินค้า 3 ชิ้น ชั้นที่ 3 จำนวนสินค้า 2 ชิ้น และชั้นที่ 4 จำนวนสินค้า 1 ชิ้น (4-3-2-1) ตามลำดับ

รูปแบบการจัดเรียงแบบสี่เหลี่ยม คือ การนำชิ้นงานมาวางซ้อนกันขึ้นไปเป็นชั้น ๆ โดยมีลักษณะเป็น ปริซึมฐานสี่เหลี่ยม จำนวนสินค้าที่วางซ้อนกันขึ้นไปเป็นชั้น จะเรียงในปริมาณที่เท่ากันในทุก ๆ ชั้น จนถึงชั้นสูงสุด

จากรูปแบบการจัดเรียงทั้งสองลักษณะ สามารถอธิบายได้จากภาพที่ 2-1 ดังนี้



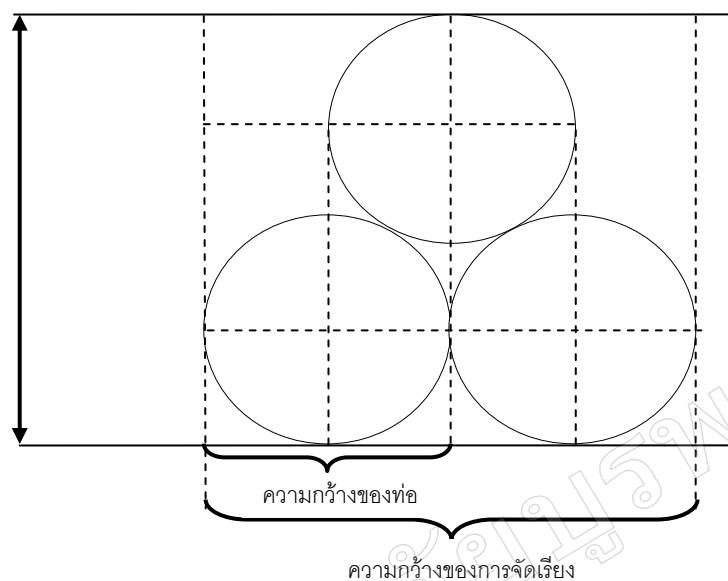
ภาพที่ 2-1 รูปแบบการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยมและรูปแบบการจัดเรียงแบบสี่เหลี่ยม

### รูปแบบการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยม

เนื่องจากลักษณะสินค้าเป็นท่อขนส่งน้ำมัน การลำเลียงจะใช้การวางซ้อนของตัวสินค้าขึ้นเป็นลำดับชั้น ซึ่งรูปแบบการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยมนี้ เป็นรูปแบบการจัดเรียงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การจัดเรียงแบบสามเหลี่ยม จำนวนชั้นของ ความสูงในการวางซ้อน จะขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นงานของฐานล่าง จำนวนของฐานล่างขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของท่อในแต่ละขนาด โดยทั้งความกว้างและความสูงในการจัดเรียงจะต้องไม่เกินขนาดบรรทุกตามกฎหมายกำหนด

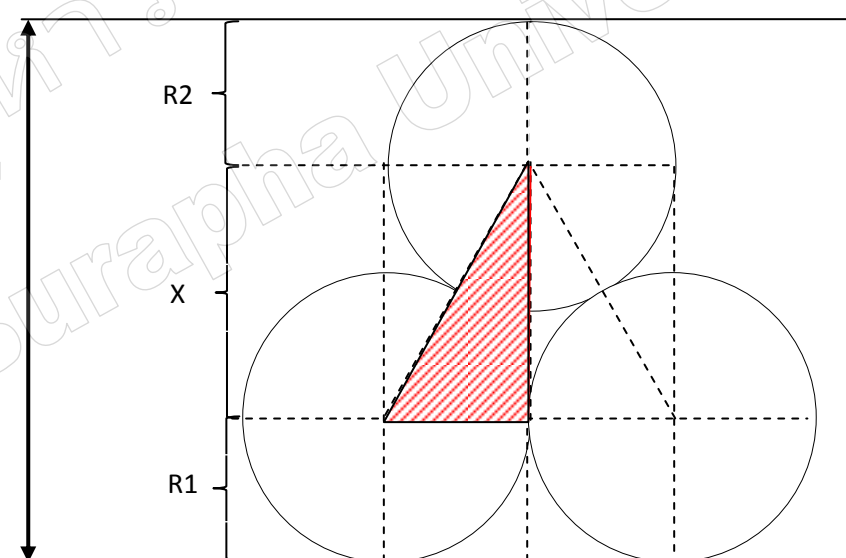
โดยมีวิธีคำนวณความกว้างและความสูงของการจัดเรียงสินค้าแบบสามเหลี่ยมดังนี้

ความกว้างของการจัดเรียง = ความกว้างของท่อ x ปริมาณท่อที่ฐาน



ภาพที่ 2-2 ความกว้างของการจัดเรียงสินค้าแบบสามเหลี่ยม

การคำนวณความสูงในการจัดเรียงของรูปแบบสามเหลี่ยม ดังนี้



ภาพที่ 2-3 ความสูงของการจัดเรียงสินค้าแบบสามเหลี่ยม

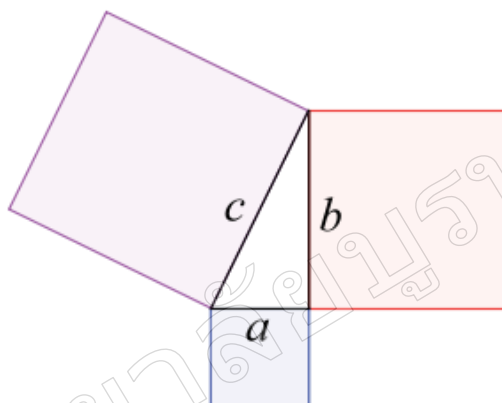
จากภาพที่ 2-3  $H$  คือ ความสูงของการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยม

$R1$  คือ รัศมีของท่อที่อยู่ด้านล่าง

$R2$  คือ รัศมีของท่อที่อยู่ด้านบน

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ในเรขาคณิต ระหว่างด้านทั้งสามของ สามเหลี่ยมมุมฉาก กำลังสองของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลรวมของกำลังสองของอีกสองด้านที่เหลือ ในแง่ของพื้นที่ กล่าวไว้ดังนี้

“ในสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของสี่เหลี่ยมที่มีด้านเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับ ผลรวมพื้นที่ของสี่เหลี่ยมที่มีด้านเป็นด้านประชิดมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น”



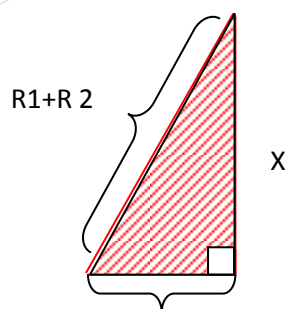
ภาพที่ 2-4 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ผลรวมของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมสองรูปบนด้านประชิดมุมฉาก (a และ b) เท่ากับพื้นที่ของ สี่เหลี่ยมบนด้านตรงข้ามมุมฉาก (c)

ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน a, b และ c ได้ ซึ่งมักเรียกว่า สมการพีทาโกรัส ดังด้านล่าง

$$a^2 + b^2 = c^2$$

และนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาความสูงของตัวแปร X ในภาพที่ 2-3 ได้ดังนี้



$$X^2 = (R1 + R2)^2 - R1^2$$

$$X^2 = R1^2 + 2R1R2 + R2^2 - R1^2$$

$$X^2 = 2R1R2 + R2^2$$

$$X^2 = R2(2R1 + R2)$$

$$X = \sqrt{R2(2R1 + R2)}$$

ดังนั้นความสูงของ H จะได้ดังนี้

$$H = R1 + X + R2$$

$$H = R1 + \sqrt{R2(2R1 + R2)} + R2$$

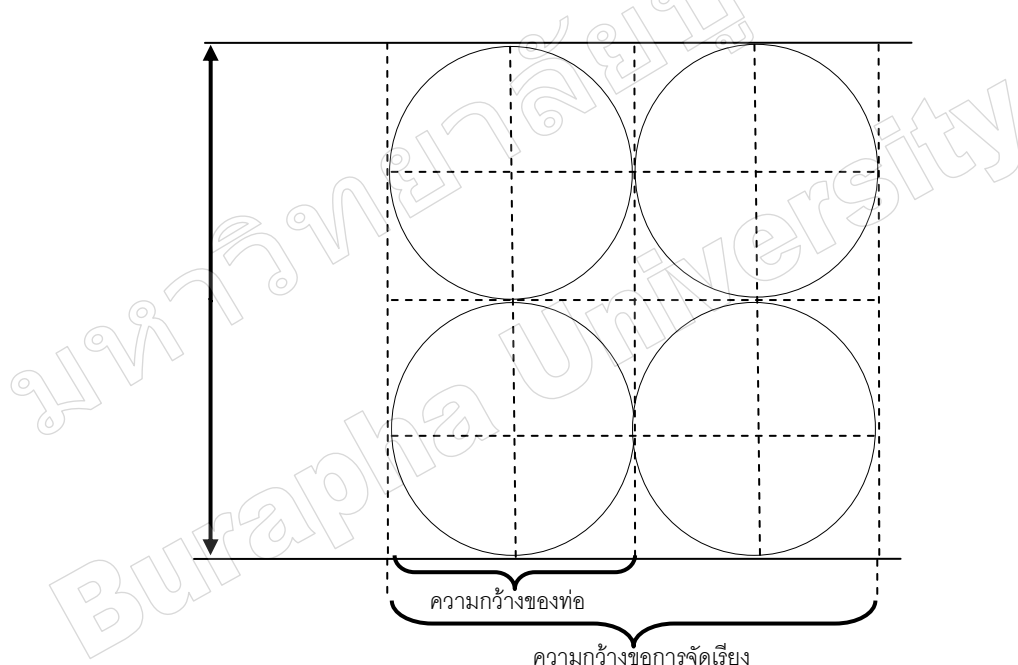
### รูปแบบการจัดเรียงแบบสี่เหลี่ยม

การจัดเรียงลักษณะนี้เป็นรูปแบบที่สามารถใช้รรถประโยชน์ด้านพื้นที่ได้สูงกว่าการจัดเรียงแบบสามเหลี่ยม แต่การจัดเรียงลักษณะนี้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือเข้ามาช่วยประกอบในการจัดเรียงสินค้า เพราะเนื่องจากลักษณะสินค้าเป็นท่อนส่งน้ำมันรูปทรงของท่มีลักษณะโค้ง การเรียงซ้อนท่อนขึ้นเป็นชั้น ๆ นั้น ต้องมีอุปกรณ์มายึดเพื่อรองรับให้ท่อสามารถทรงตัวอยู่ซ้อนกันได้

จำนวนชั้นงานที่วางซ้อนกันจะเท่ากันทุกชั้น จนถึงชั้นสูงสุด โดยความกว้างและความสูงของการจัดเรียงลักษณะสี่เหลี่ยมนี้จะต้องไม่เกินขนาดบรรทุกตามกฎหมายกำหนด

สูตรการคำนวณความกว้างและความสูงของการจัดเรียงสินค้าแบบสี่เหลี่ยมดังนี้

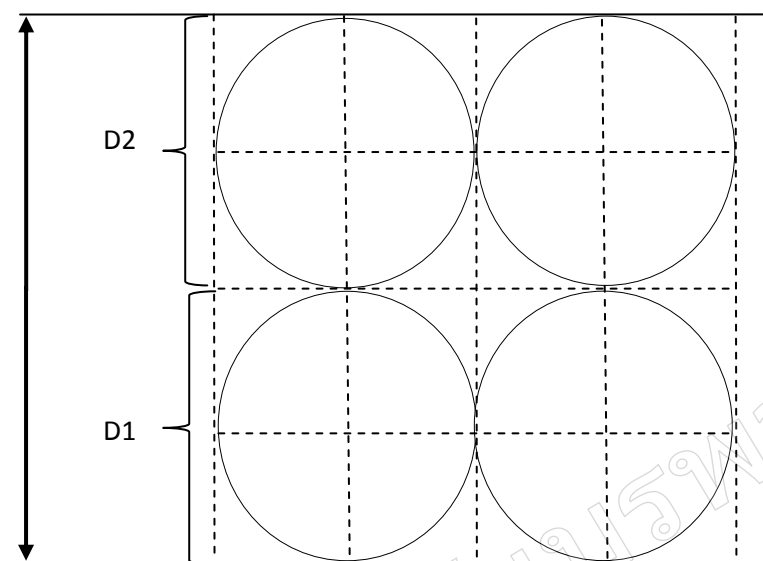
ความกว้างของการจัดเรียง = ความกว้างของท่อ x ปริมาณท่อฐาน



ภาพที่ 2-5 ความกว้างของการจัดเรียงสินค้าแบบสี่เหลี่ยม

การคำนวณความสูงของการจัดเรียงของรูปแบบสี่เหลี่ยม ดังนี้

ความสูงของการจัดเรียงแบบสี่เหลี่ยม =  $D1 + D2$



ภาพที่ 2-6 ความสูงของการจัดเรียงสินค้าแบบสี่เหลี่ยม

และจากข้อจำกัดด้านการขนส่งในด้านน้ำหนัก และ ปริมาตร ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันการจัดเรียงท่อแบบแยกแต่ละขนาด และแบบผสม ดังนี้

1. การคิดแบบแยกแต่ละขนาด ใช้วิธีการคำนวณหาค่าสูงสุดในการคำนวณหาปริมาณท่อที่บรรทุกได้คุ้มค่าที่สุด โดยพิจารณาจากข้อจำกัด ด้านน้ำหนักบรรทุกและปริมาตรบรรทุก เพื่อให้ได้ถึงกรอบของคำตอบ โดยวิธีนี้เป็นการคำนวณแบบง่าย ๆ และตรงไปตรงมา

2. การคิดแบบผสม ใช้วิธีการวิเคราะห์รูปแบบการจัดเรียงที่ใช้ทรัพยากรประโยชน์ด้าน ปริมาตรบรรทุกและน้ำหนักบรรทุกให้คุ้มค่าที่สุด ในการคำนวณหาปริมาณท่อที่บรรทุกได้คุ้มค่าที่สุด โดยจะสร้างรูปแบบการผสมท่อโดยมีเกณฑ์ด้านน้ำหนักและปริมาตรบรรทุกเป็นข้อจำกัดในการศึกษาและนำต้นทุนการขนส่งต่อเที่ยวที่ได้จากการแจกแจงนั้นมารวมตัดสินใจ ซึ่งการที่ทั้ง 2 ด้านมาพิจารณาร่วมกัน เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดเรียงที่มีทั้ง Maximize Utilize และ Minimize Cost

จากกรอบข้อจำกัดของรถบรรทุก ที่ทำให้ต้องใช้เกณฑ์ด้านน้ำหนักและปริมาตรบรรทุกเป็นกรอบในการศึกษารูปแบบการจัดเรียง ดังนั้นในส่วนต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายถึงข้อจำกัดของการขนส่ง จะต้องใช้เกณฑ์ด้านกฎหมายของรถบรรทุก โดยแบ่งเป็นลักษณะของรถขนส่ง และ น้ำหนักบรรทุก สามารถอธิบายได้ดังนี้

## ลักษณะของรถขนส่ง

ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก “รถบรรทุก” คือ รถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ

กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2524 ได้แบ่งประเภทรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 9 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะ 1 รถกระบะบรรทุก

ลักษณะ 2 รถตู้บรรทุก

ลักษณะ 3 รถบรรทุกของเหลว

ลักษณะ 4 รถบรรทุกวัตถุอันตราย

ลักษณะ 5 รถเฉพาะกิจ

ลักษณะ 6 รถพ่วง

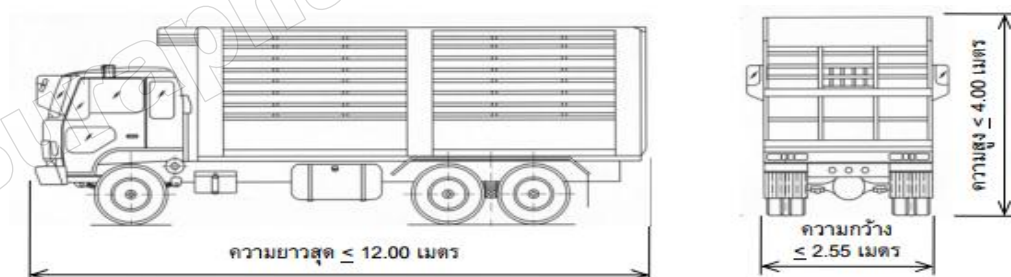
ลักษณะ 7 รถกึ่งพ่วง

ลักษณะ 8 รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว

ลักษณะ 9 รถลากจูง

สามารถแบ่งประเภทของรถขนส่ง ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 60 ได้ดังนี้

ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9



ภาพที่ 2-7 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9

ตารางที่ 2-1 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 1, 2, 3, 4, 5 และ 9

| ขนาดสัดส่วน  | กฎกระทรวง ฉบับที่ 60                                                                             |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| กว้าง (เมตร) | ไม่เกิน 2.55 เมตร และตัวถังยื่นเกินขอบทางด้านนอกของกลุ่มเพลาท้ายได้ไม่มากกว่าด้านละ 15 เซนติเมตร |
| ยาว (เมตร)   | ไม่เกิน 12.00 เมตร                                                                               |
| สูง (เมตร)   | ไม่เกิน 4.00 เมตร                                                                                |

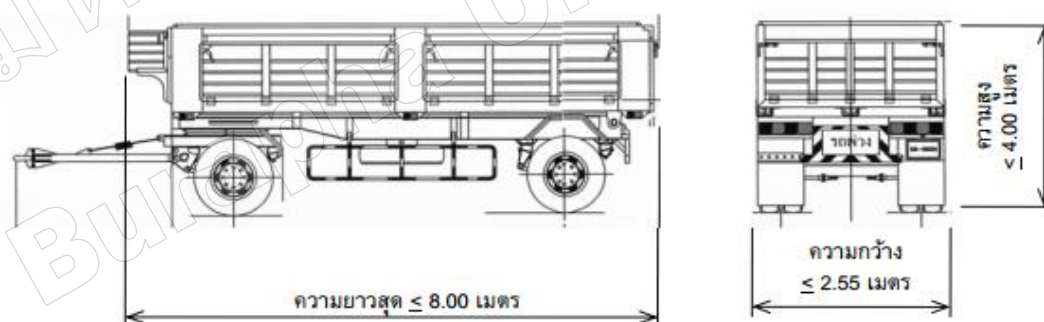
หมายเหตุ: สำหรับรถลักษณะ 2 ที่ติดตั้งระบบทำความเย็นเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้กว้างได้ไม่เกิน 2.60 เมตร

รถต้องมีรัศมีวงเลี้ยวด้านในไม่น้อยกว่า 5.30 เมตร

สำหรับรถที่มีความยาวเกิน 10 เมตร จะต้องมียะช้ายปิดไม่เกิน 0.80 เมตร

สำหรับรถที่มีความกว้างไม่เกิน 2.30 เมตรให้สูงไม่เกิน 3.00 เมตร

ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 6 (รถพ่วง)



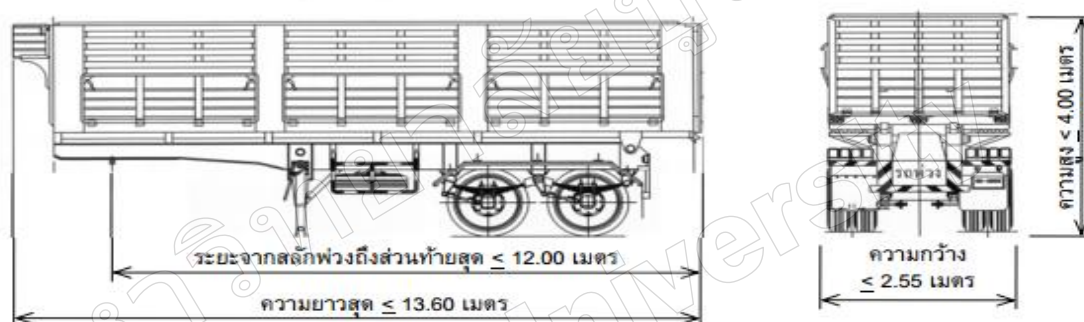
ภาพที่ 2-8 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 6

ตารางที่ 2-2 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 6

| ขนาดสัดส่วน  | กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 |
|--------------|----------------------|
| กว้าง (เมตร) | ไม่เกิน 2.55 เมตร    |
| ยาว (เมตร)   | ไม่เกิน 8.00 เมตร    |
| สูง (เมตร)   | ไม่เกิน 4.00 เมตร    |

หมายเหตุ: สำหรับรถที่มีความกว้างไม่เกิน 2.30 เมตรให้สูงได้ไม่เกิน 3.00 เมตร

ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุกลักษณะ 7 (รถกึ่งพ่วง) และ 8 (รถกึ่งพ่วงบรรทุกวัสดุยาว)



ภาพที่ 2-9 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 7 และ 8

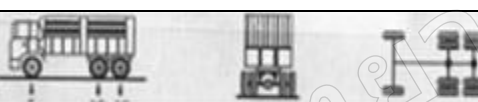
ตารางที่ 2-3 ขนาดสัดส่วนของรถบรรทุก ลักษณะ 7 และ 8

| ขนาดสัดส่วน                   | กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 |
|-------------------------------|----------------------|
| กว้าง (เมตร)                  | ไม่เกิน 2.55 เมตร    |
| ยาว (เมตร)                    | ไม่เกิน 13.60 เมตร   |
| สูง (เมตร)                    | ไม่เกิน 4.00 เมตร    |
| ระยะจากสลักพ่วงถึงส่วนท้ายสุด | ไม่เกิน 12.00 เมตร   |

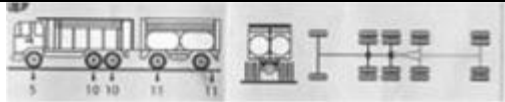
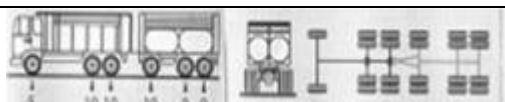
หมายเหตุ: สำหรับรถที่มีความกว้างไม่เกิน 2.30 เมตรให้สูงได้ไม่เกิน 3.00 เมตร

การกำหนดน้ำหนักบรรทุกตามประกาศผู้อำนวยการทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงสัมปทาน ณ วันที่ 22 ธันวาคม 2548 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2-4 ข้อกำหนดน้ำหนักบรรทุก

| ลักษณะยานพาหนะ                                                                      |                                                              | น้ำหนักรวม (ตัน)                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|    | 2 เพลา 4 ล้อ ใ้ย่าง 4<br>เส้น (2 เพลา 4 ล้อ)                 | $2.5+7 = 9.5$                    |
|    | 2 เพลา 4 ล้อ ใ้ย่าง 6<br>เส้น (2 เพลา 4 ล้อ)                 | $4+11 = 15$                      |
|    | 3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 6<br>เส้น (3 เพลา 6 ล้อ)                 | $5+2 \times 6.5 = 18$            |
|    | 3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 8<br>เส้น (3 เพลา 6 ล้อ)                 | $5+2 \times 6.5 = 21.5$          |
|   | 3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 10<br>เส้น (3 เพลา 10 ล้อ)               | $5+2 \times 10 = 25$             |
|  | 3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 10<br>เส้น (3 เพลา 10 ล้อ)               | $5+2 \times 10 = 25$             |
|  | 3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 8<br>เส้น (3 เพลา 8 ล้อ)                 | $2 \times 5 + 11 = 21$           |
|  | 4 เพลา 8 ล้อ ใ้ย่าง 8<br>เส้น (4 เพลา 8 ล้อ)                 | $2 \times 5 + 2 \times 6.5 = 23$ |
|  | 4 เพลา 8 ล้อ ใ้ย่าง 12<br>เส้น (4 เพลา 12 ล้อ)               | $2 \times 5 + 2 \times 10 = 30$  |
|  | รถกึ่งพ่วง<br>2 เพลา 4 ล้อ ใ้ย่าง 8<br>เส้น (5 เพลา 18 ล้อ)  | $25+2 \times 10 = 45$            |
|  | รถกึ่งพ่วง<br>3 เพลา 6 ล้อ ใ้ย่าง 12<br>เส้น (6 เพลา 22 ล้อ) | $25+3 \times 8.5 = 50.5$         |

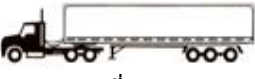
ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

| ลักษณะยานพาหนะ                                                                    |                                                          | น้ำหนักรวม (ตัน)        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | รถพ่วง<br>2 เพลา 4 ล้อ ใช้ยาง 8<br>เส้น (5 เพลา 18 ล้อ)  | $25+2 \times 11 = 50.5$ |
|  | รถพ่วง<br>6 เพลา 6 ล้อ ใช้ยาง 12<br>เส้น (6 เพลา 22 ล้อ) | $25+10+2 \times 9 = 53$ |

### การกำหนดน้ำหนักบรรทุกยานพาหนะชนิดรถลากจูงและรถกึ่งพ่วง (Semi Trailer)

ตัวรถลากจูงต้องมีน้ำหนักลงเพลาหรือน้ำหนักบรรทุกรวมไม่เกินที่กำหนดไว้ และ ตัวรถพ่วงต้องมีน้ำหนักลงเพลาไม่เกินตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงพิเศษดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-5 ข้อกำหนดน้ำหนักบรรทุกยานพาหนะชนิดรถลากจูงและรถกึ่งพ่วง

| ลักษณะยานพาหนะ                                                                                                                                                          | น้ำหนักรถ+น้ำหนักบรรทุก (ตัน) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|   | $25+(2 \times 10.0) = 45.0$   |
|   | $25+(3 \times 8.5) = 50.5$    |

ลักษณะของรถกึ่งพ่วงที่ทางบริษัتناมาใช้ในการขนส่งสินค้าเพื่อการส่งออก มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2-6 ลักษณะของรถกึ่งพ่วงของบริษัท

| ขนาดสัดส่วน  | รถกึ่งพ่วง 3 เพลา                   |
|--------------|-------------------------------------|
| กว้าง (เมตร) | 2,500 มิลลิเมตร/ 2.5 เมตร           |
| ยาว (เมตร)   | 7,200 – 12,500 มิลลิเมตร/ 12.5 เมตร |
| สูง (เมตร)   | 1,500 มิลลิเมตร/ 1.5 เมตร           |

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กริธา จุฬานนท์ (2549) ได้ทำการศึกษาถึงแนวทางการเพิ่มรายได้จากรถบรรทุกกึ่งพ่วงเทวเพล่า ของบริษัทขนส่งรถยนต์ในประเทศไทย โดยบริษัทจะต้องมีการขนส่งรถยนต์เพื่อกระจายไปยังศูนย์ตัวแทนจำหน่ายทั่วประเทศ และวิ่งเทวเพล่ากลับเข้าฐาน แต่ทั้งนี้งานวิจัยจึงเสนอแนวทางการเพิ่มรายได้ให้กับรถบรรทุกกึ่งพ่วงเทวเพล่า โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้างรถบรรทุก/ รถเทรลเลอร์กึ่งพ่วงและรถเทรลเลอร์พ่วงจากที่ใช้ขนส่งรถยนต์อย่างเดียว ให้สามารถขนส่งสินค้าประเภทอื่น ๆ ได้ ในการศึกษาเป็นการขนส่งทางพาราในเทวกลับ โดยมีการลงทุนโครงสร้างต่าง ๆ และคำนวณหาความคุ้มค่าในการลงทุน ใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ในคำนวณจุดคุ้มทุน และนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนเทวเพล่าที่เสียไป ว่าสามารถเพิ่มรายได้จากการรับบรรทุกเทวกลับ (รายได้จากเทวกลับ – ต้นทุนเทวกลับ = กำไรที่เพิ่มขึ้น) เพื่อประโยชน์การใช้รถบรรทุกให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่รวบรวมได้จากการสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถาม โดยมีการนำความคิดในการลดจำนวนเทวเพล่าของอุตสาหกรรมขนส่งมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์เชิงพรรณนา ผลของการศึกษาทำให้ทราบว่า การเพิ่มรายได้จากรถบรรทุกกึ่งพ่วงเทวเพล่าช่วยให้บริษัทมีต้นทุนการขนส่งที่ลดลง ซึ่งบริษัทขนส่งสามารถลดลงได้ถึง 40% ของต้นทุนในการวิ่งเทวกลับทั้งหมด หรือคิดเป็นกำไรส่วนเพิ่มเท่ากับ 21%

กนกกุลป์ จันทรประสิทธิ์ (2551) ได้ดำเนินการศึกษาเรื่องระดับความพึงพอใจของระบบการจัดการขนส่งสินค้าสำเร็จรูป เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าสูงสุด ลักษณะการวิจัยเป็นการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล กลุ่มตัวอย่างบริษัทลูกค้าจำนวน 28 ราย และมีการใช้ค่าสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยลักษณะของปัญหานั้นบริษัทได้มีการจ้างบริษัทภายนอก (Outsource) เข้ามาช่วยส่งสินค้าซึ่งทำให้ค่าขนส่งของบริษัทสูงขึ้น และบริษัทยังพบกับปัญหาที่ลูกค้าร้องเรียนเรื่องส่งล่าช้า ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะมีการศึกษาถึงตัวแปรต้น ได้แก่ ประเภทของสินค้าปริมาณการสั่งซื้อ และระยะทางการขนส่ง และตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับ

ความพึงพอใจด้านการขนส่งสินค้า เช่น ความรวดเร็ว ความปลอดภัย ความตรงต่อเวลา และผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการศึกษา เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งผลการศึกษาลูกค้าให้ระดับความพึงพอใจด้านการขนส่งสินค้า โดยภาพรวมอยู่ในระดับที่มากเท่ากัน ส่วนผลการทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับประเภทของสินค้าที่สั่งซื้อ และระยะทางที่ใช้ในการขนส่งที่แตกต่างกัน ทำให้ระดับความพึงพอใจด้านการขนส่งสินค้าในภาพรวมไม่แตกต่างกัน และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนปริมาณการสั่งซื้อแตกต่างกัน ทำให้ระดับความพึงพอใจในการขนส่งสินค้าแตกต่างกัน พบว่าไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปริมาณการสั่งซื้อ หากเป็นปริมาณการสั่งซื้อที่มีปริมาณมากกว่าย่อมมีผลกระทบต่อปัจจัยแต่ละด้านมากกว่าการสั่งซื้อที่มีปริมาณน้อยกว่า

ธนัช ชากักจามนธ์ (2548) ได้แก้ปัญหาการจัดการเส้นทางของรถบรรทุกหัวลากภายในท่าเรือแหลมฉบังด้วยวิธีจัดสมดุลการทำงาน เนื่องจากจำนวนรถบรรทุกหัวลากที่ใช้ในการลากตู้มีอยู่จำกัด บริษัทเอกชนผู้ให้บริการรถบรรทุกหัวลากในท่าเทียบเรือแหลมฉบังต้องอาศัยการเช่ารถบรรทุกหัวลากจากภายนอกมาช่วยซึ่งทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการเช่ารถ งานวิจัยนี้จึงศึกษาและหาวิธีการในการบริหารจัดการกับรถบรรทุกหัวลากให้เกิดความเหมาะสมโดยใช้วิธีการศึกษาระบบการจัดสรรรถบรรทุกหัวลากแบบเดิมและแก้ไขโดยการออกแบบวิธีใหม่ด้วยวิธีการจัดสมดุลการทำงาน ซึ่งวิธีการจัดสมดุลการทำงาน หรือ Man Machine Chart เป็นการศึกษาหาปัญหาข้อขัดและจัดสมดุลการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานรถบรรทุกหัวลากได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและสามารถรองรับความต้องการการใช้รถได้ทั้งในช่วงปกติและช่วงเวลาที่มีการขนย้ายตู้สินค้าจำนวนมากซึ่งการลดระยะเวลารอคอย และปรับเปลี่ยนเส้นทางวิ่งของรถบรรทุกหัวลากระหว่างจากเรือมาที่ลานตู้และจากลานตู้ไปที่เรือ ซึ่งถือเป็นการวิ่งเที่ยวเปล่าไป 2 นาที แต่หากปรับเปลี่ยนเส้นทางวิ่งแทนที่จะวิ่งไปกลับ เปลี่ยนเป็นวิ่งวนไปตำแหน่งอื่นเพื่อรับโหลดแทนการวิ่งไปรับสินค้าลงจากเรือ จะช่วยเวลาในการวิ่งเที่ยวเปล่าเหลือ 1 นาที จากผลการศึกษาทำให้พบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานรถหัวลากนั้นสามารถช่วยขจัดปัญหาการรอคอยและลดปัญหาการวิ่งเที่ยวเปล่าด้วยการวางแผนกำหนดเส้นทางให้เหมาะสม และช่วยลดจำนวนความต้องการรถบรรทุกหัวลากลง เดิมมีความต้องการรถบรรทุกหัวลาก 48 คัน ให้เหลือ 24 คันสำหรับรองรับการทำงานของเครนหน้าท่า ซึ่งสามารถลดได้ถึงร้อยละ 50 ของความต้องการเดิม

ชาญณรงค์ เอื้อศิริศักดิ์ (2550) ได้ศึกษาถึงระดับประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของรถหัวลากตู้คอนเทนเนอร์ และทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของรถหัวลากตู้คอนเทนเนอร์ในแต่ละเที่ยวในการดำเนินการขนส่ง โดยศึกษาจากจำนวนรถหัวลาก 12 คัน มีการเก็บข้อมูลแบบ Panel Data และใช้วิธีการวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีทางเศรษฐมิติด้วยวิธีแบบจำลองพรมแดนเชิงสุ่ม โดยมี

ปัจจัยการผลิตประกอบด้วย น้ำมัน ค่าแรงพนักงาน และค่าเสื่อมราคาของรถยนต์เพื่อหาขอบเขตการผลิตซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านน้ำมันมีความเข้มข้นสูงสุดต่อการผลิต รองมาได้แก่ค่าเสื่อมและค่าแรง ตามลำดับ เมื่อเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นผลผลิตที่ได้จะเท่ากับปัจจัยการผลิตที่ใส่ลงไปอย่างเป็นสัดส่วนตามกัน ตัวแปรที่มีผลต่อความด้อยประสิทธิภาพที่มีนัยทางสถิติประกอบด้วย อายุพนักงาน อายุหัวหน้าผู้คอนเทนเนอร์ ค่าผ่านทางขึ้นทางด่วนพิเศษ และการวิ่งขนส่งไปยังต่างจังหวัดยังมีประสิทธิภาพมากกว่าอยู่แต่บริเวณกรุงเทพและปริมณฑล และตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพสูงได้แก่การใช้รถหัวลากที่มีอายุการใช้งานน้อยและพนักงานขับรถที่มีอายุหรือประสบการณ์สูง

รักชนก ตะเพียนทอง (2549) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาเครื่องมือที่นำมาช่วยในการตัดสินใจในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์ขนาดมาตรฐาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะใช้วิธี Constructive ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดพื้นที่ว่างของตู้คอนเทนเนอร์ให้เหลือน้อยที่สุด ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์ให้มีความสอดคล้องกับขั้นตอนในการปฏิบัติจริง อาทิ การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ชั้นที่ใหญ่ที่สุดและมีน้ำหนักมากที่สุดก่อน โดยทำการจัดเรียงจากด้านในสุดซ้ายสุดของตู้ออกมายังด้านหน้าตู้ รวมทั้งยังใช้ข้อจำกัดในการจัดเรียง เช่น บรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนทับอยู่ด้านบนต้องไม่เหลื่อมล้ำบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง เพื่อป้องกันการไม่เสถียรของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพบรรจุภัณฑ์โดยตรง วิธีการของงานชิ้นนี้จะใช้ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณและแสดงผลจากตาราง Excel โดยผลการศึกษาพบว่าการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อการวางแผนการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์ให้ผลเป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของวิธีการจัดเรียงแบบสุ่มจำนวน 30 ครั้ง สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ภายในตู้คอนเทนเนอร์เพิ่มขึ้น 9.38 % ของพื้นที่ทั้งหมด