บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ในการศึกษาถึงการแก้ปัญหานี้ ได้มีการพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์เพื่อให้เกิดอรรถประโยชน์ในการใช้พื้นที่สูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมมีการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ 2 ลักษณะ คือ 1) จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์โดยตรง และ 2) การจัดเรียงลงพาเล็ท (Pallet) ก่อนแล้วจึงจะจัดเรียงลงตู้คอนเทนเนอร์อีกครั้งหนึ่ง อย่างไรก็ตามในงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นการศึกษาโดยการจัดเรียงจะเป็นแบบแรกเท่านั้นซึ่งมีอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

วิธีการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณา

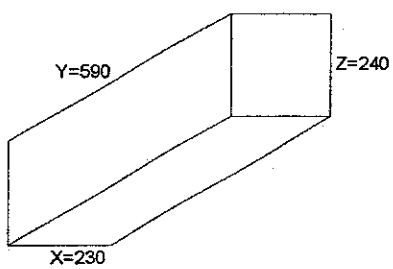
1. ข้อมูลของตู้คอนเนอร์

   1.1 ชนิด (Container Type) ประเภทตู้แห้งขนาดมาตรฐาน

   1.2 น้ำหนัก (Weight) ที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถรับได้

   1.3 ปริมาตรพื้นที่ (Volume) ที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้

โดยทั่วไป ตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าทางทะเล หมายถึง ตู้สี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 8 ฟุต สูง 8.5 ฟุต ยาว 20, 35, 40 หรือ 45 ฟุต ทำจากเหล็กหรืออลูมิเนียมได้รับการผนึกอย่างดี กันไม่ให้น้ำเข้าไปในตัวตู้ได้ ใช้บรรทุกสินค้าที่เป็นหีบ ห่อ ชิ้น ลัง พาเล็ท กล่อง หรือไม่มีหีบห่อ เพื่อป้องกันการสูญหาย และเสียหายระหว่างขนส่ง สะดวกและรวดเร็วต่อการเปลี่ยนวิธีการขนส่ง ซึ่งจะแตะต้องเฉพาะตัวตู้ปราศจากการแตะต้องสินค้าที่บรรจุอยู่ภายใน (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ, 2547, หน้า 204)



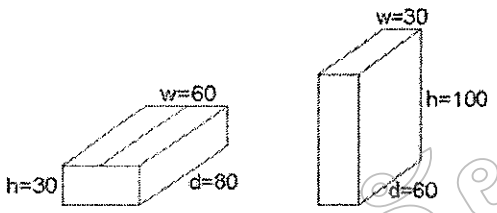
ภาพที่ 3-1 ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์

2. ข้อมูลของบรรจุภัณฑ์

2.1 บรรจุภัณฑ์มีหลายขนาด

2.2 บรรจุภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม

2.3 น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 3-2 ขนาดของบรรจุภัณฑ์

3. ข้อกำหนดการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์

3.1 เป็นการบรรจุสินค้าแบบ Single Container โดยบรรจุภัณฑ์จะถูกจัดส่ง ณ ปลายทางเดียวกัน

3.2 การจัดเรียงโดยไม่มีช่องว่างระหว่างบรรจุภัณฑ์

3.3 จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ไว้ตำแหน่งใดก็ได้ในตู้คอนเทนเนอร์

3.4 จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเท่ากันไว้ด้วยกัน โดยไม่สนใจว่าเป็นลูกค้าเดียวกันหรือไม่

3.5 จัดเรียงบรรจุภัณฑ์โดยให้ด้านยาวของบรรจุภัณฑ์ขนานกับด้านข้างของตู้คอนเทนเนอร์

3.6 จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดก่อน

3.7 จัดเรียงบรรจุภัณฑ์ตามแนวตั้ง โดยเริ่มจากทางซ้ายของตู้คอนเทนเนอร์ด้านในสุดมายังด้านขวาของตู้ และจนถึงด้านหน้าของตู้

3.8 บรรจุภัณฑ์ที่ทับซ้อนอยู่ด้านบนต้องมีพื้นที่ฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง

3.9 ข้อจำกัดในการวาง คือ ความสามารถในการวางด้านต่าง ๆ ได้

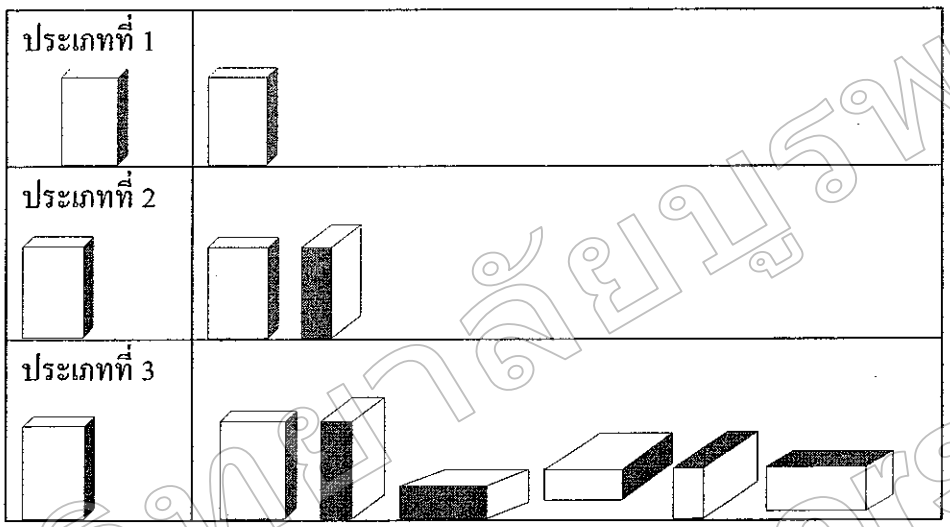
ข้อจำกัดของการวาง (Orientation) เป็นข้อจำกัดเฉพาะของบรรจุภัณฑ์แต่ละบรรจุภัณฑ์ โดยหมายถึงความสามารถในการวางได้ในด้านต่าง ๆ ของบรรจุภัณฑ์ โดยสามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภท (คชาเดช วุฒิยารังสิต, 2545, หน้า 21)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประเภทที่ 1 สามารถวางได้ด้านเดียว แต่ไม่สามารถหมุนได้

ประเภทที่ 2 สามารถวางได้ด้านเดียว และสามารถหมุนได้

ประเภทที่ 3 สามารถวางได้ทุกด้านของบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 3-3 ประเภทของการวางของบรรจุภัณฑ์

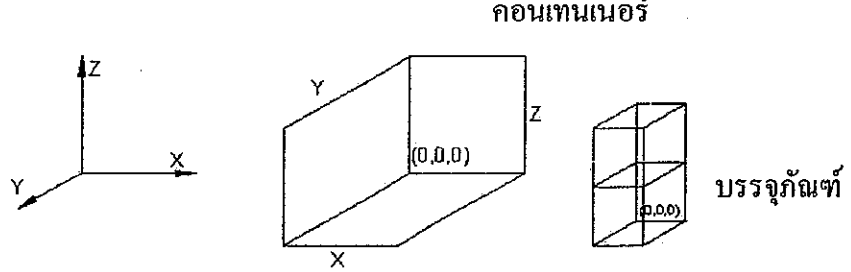
งานวิจัยฉบับนี้ได้พิจารณาข้อจำกัดในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ประเภทที่ 1 เท่านั้น

การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงตู้คอนเทนเนอร์

ในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์จะทำการจัดเรียงโดยมีวิธีดังนี้

1. เลือกบรรจุภัณฑ์กล่องแรก โดยมีพื้นฐานใหญ่ที่สุด และหากมีพื้นฐานเท่ากันจะเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากกว่านำมาจัดเรียง

2. สำหรับการจัดวาง พิจารณาข้อจำกัดในการวางประเภทที่ 1 เท่านั้น โดยให้ด้านที่ยาวที่สุดขนานกับตู้คอนเทนเนอร์ โดยเริ่มต้นการจัดเรียงจากจุดอ้างอิง (0, 0, 0) ณ มุมในสุดซ้ายสุดล่างสุดของตู้คอนเทนเนอร์ ดังภาพที่ 3-4

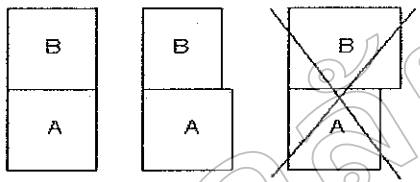


ภาพที่ 3-4 ตำแหน่งพิกัดที่ (0, 0, 0) ของตู้คอนเทนเนอร์และของบรรจุภัณฑ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

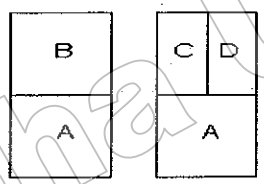
3. พิจารณาเลือกบรรจุภัณฑ์ชิ้นถัดไปที่มีพื้นที่ฐานเท่ากับพื้นที่ด้านบนของบรรจุภัณฑ์ชิ้นแรก หากไม่มีจะเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่รองจากบรรจุภัณฑ์ชิ้นแรกจนถึงขนาดเล็กสุดตามลำดับ โดยในการจัดเรียงจะทำการพิจารณาให้บรรจุภัณฑ์ทับซ้อนในแนวดิ่งก่อน

4. พิจารณาขนาดพื้นฐานของบรรจุภัณฑ์ด้านบนไม่ให้เหลื่อมล้ำบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่างเพื่อป้องกันการไม่เสถียรของบรรจุภัณฑ์ โดยไม่อนุญาตให้บรรจุภัณฑ์ด้านบนยื่นออกมาเกินบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง ดังภาพที่ 3-5



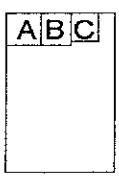
ภาพที่ 3-5 ตำแหน่งการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ในแนวดิ่ง

5. ทำการพิจารณาพื้นที่ฐานรวมของบรรจุภัณฑ์ 2 ชิ้นที่นำมาทับซ้อนด้านบน โดยพื้นที่ฐานรวมของบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านบนต้องไม่เกินพื้นที่ของบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 การทับซ้อนของบรรจุภัณฑ์

6. พิจารณาการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ตามแนวแกน X ดังภาพที่ 3-7 เมื่อวางบรรจุภัณฑ์ B และ C แล้วส่วนปลายไม่ยื่นเกินบรรจุภัณฑ์เดิม (A) ในตู้คอนเทนเนอร์ จะถูกเลือกนำมาจัดเรียง และหากมีบรรจุภัณฑ์ที่มีพื้นฐานเท่ากันจะเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากกว่านำมาจัดเรียง

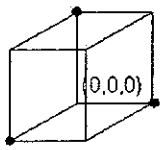


รูปด้านบน

ภาพที่ 3-7 การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ตามแนวแกน X

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. สำหรับตำแหน่งที่ใช้อ้างอิง (x_i, y_i, z_i) สำหรับจัดวางบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไปจะอยู่มุมด้านนอกทั้ง 3 มุม ดังนี้



● ตำแหน่งพิกัดที่ใช้อ้างอิง

ภาพที่ 3-8 ตำแหน่งพิกัดที่ใช้สำหรับจัดวางบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไป

วิธีการหาตำแหน่งพิกัดอ้างอิงใหม่ 3 จุด (ดชาเดช วุฒิยารังสิต, 2545, หน้า 27)

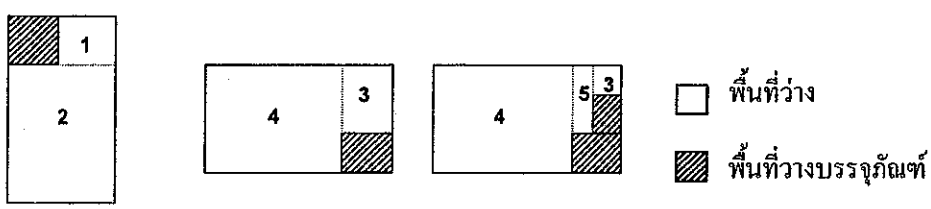
- ตำแหน่งที่ว่าง : (x_i, y_i, z_i)
- พิกัดในแนวกว้าง : x_i และ $x_i + \mathrm{w}$
- พิกัดในแนวยาว : y_i และ $y_i + \mathrm{d}$
- พิกัดในแนวสูง : z_i และ $z_i + \mathrm{h}$

8. การประเมินพื้นที่การจัดวางบรรจุภัณฑ์ ในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์จะพิจารณาขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ว่างที่เหลืออยู่ โดยในการพิจารณาพื้นที่ว่างนั้นสามารถพิจารณาได้ดังภาพที่ 3-9 ตัวอย่างเช่น

พื้นที่ว่างหมายเลข 1 เป็นพื้นที่ว่างในแนวแกน X ซึ่งสามารถวางบรรจุภัณฑ์ที่มีความกว้างขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ว่าง แต่ต้องมีความยาวไม่เกินบรรจุภัณฑ์ที่วางอยู่ก่อนแล้ว

พื้นที่ว่างหมายเลข 2 กับ 4 เป็นพื้นที่ว่างในแนวแกน Y ซึ่งสามารถวางบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดที่เหมาะสมกับพื้นที่ว่างได้ทั้งในแนวแกน X, Y และ Z

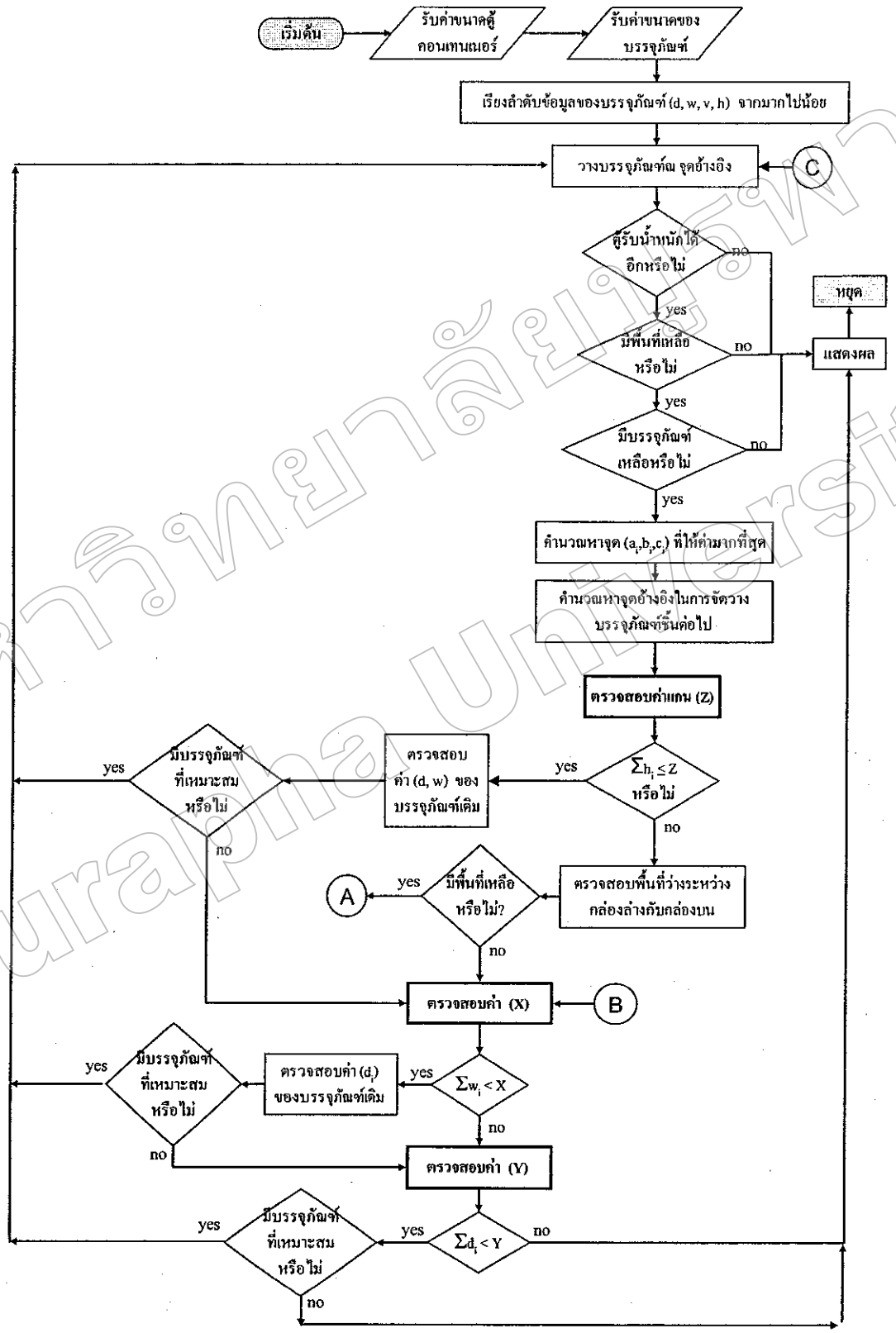
พื้นที่ว่างหมายเลข 3 กับ 5 เป็นพื้นที่ว่างในแนวแกน Z ซึ่งสามารถวางบรรจุภัณฑ์ที่มีความสูงเหมาะสมกับพื้นที่ว่าง แต่ต้องมีพื้นฐานไม่เกินบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง



ภาพที่ 3-9 การประเมินพื้นที่ในการจัดวางบรรจุภัณฑ์

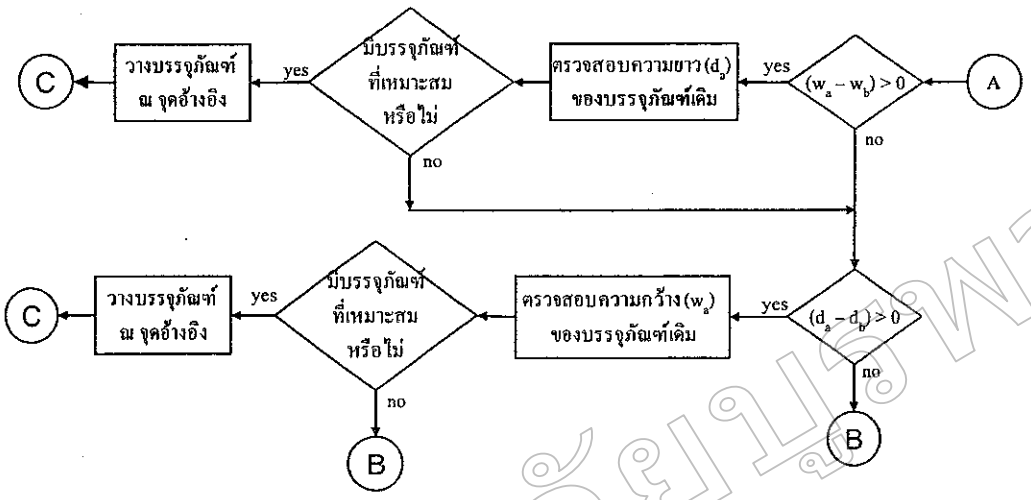
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธี Constructive



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนของวิธีการจัดเรียงโดยวิธีทางคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-10 (ต่อ)

วิธี Constructive จะประกอบไปด้วยค่าพารามิเตอร์ที่นำมาพิจารณา และในการประเมินมีปัจจัยที่นำมาพิจารณาร่วมซึ่งทำให้สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์โดยมีปริมาณการใช้พื้นที่สูงสุดดังนี้

ตัวแปร (Variable)

(w_i, d_i, h_i) = ความกว้าง, ความยาว, ความสูง ของบรรจุภัณฑ์

ข้อกำหนด (Parameter)

(X, Y, Z) = ความกว้าง, ความยาว, ความสูง ของตู้คอนเทนเนอร์

(x_i, y_i, z_i) = จุดอ้างอิงของตำแหน่งที่จะทำการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์

W = น้ำหนักที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถบรรจุได้

V = ปริมาตรที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้

n = จำนวนของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่าง ๆ ที่ถูกเลือกบรรจุลงตู้คอนเทนเนอร์

M = จำนวนของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่าง ๆ ที่มีทั้งหมด

S_i = บรรจุภัณฑ์ i ที่ถูกเลือก

v_i = น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ i

t_i = ปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ i

(a_i, b_i, c_i) = จุดที่เคลื่อนที่ในแนวแกน X, Y, Z

e = แทนค่าการหดขยายตัวของบรรจุภัณฑ์

(ตัวอย่างเช่น $e = 0$ คือ บรรจุภัณฑ์ไม่มีการหดตัว, $e = 20$ บรรจุภัณฑ์มีการขยายตัว 20%, $e = 30$ บรรจุภัณฑ์มีการขยายตัว 30% เป็นต้น)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวชี้ (Subscript Index)

i = แทนกลุ่มของบรรจุภัณฑ์ขนาดต่าง ๆ ที่ถูกเลือกบรรจุลงตู้คอนเทนเนอร์ $\{i = 1,2,3,...,n\}$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

เพื่อลดความสูญเปล่าในการใช้พื้นที่ภายในตู้คอนเทนเนอร์ให้เหลือน้อยที่สุด (Minimize Broken Space)

$$Min(X * Y * Z) - \sum_{i=1}^{n} w_i * d_i * h_i$$

เงื่อนไข (Constraint)

ข้อที่ 1 กำหนดว่า ผลรวมความกว้างทั้งหมดของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ได้ถูกคัดเลือกเมื่อรวมแล้วต้องไม่เกินความกว้างของตู้คอนเทนเนอร์

$\sum w_i \le X$ สำหรับแต่ละความกว้างของแถว (Row width)

ข้อที่ 2 กำหนดว่า ผลรวมความยาวทั้งหมดของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ได้ถูกคัดเลือกเมื่อรวมแล้วต้องไม่เกินความยาวของตู้คอนเทนเนอร์

$\sum d_i \le Y$ สำหรับแต่ละความยาวของแถว (Row ศength)

ข้อที่ 3 กำหนดว่า ผลรวมความสูงทั้งหมดของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ได้ถูกคัดเลือกจัดวางในแนวดิ่ง เมื่อรวมแล้วต้องไม่เกินความสูงของตู้คอนเทนเนอร์

$\sum h_i \le Z$ สำหรับแต่ละความสูงของแถว (Row high)

ข้อที่ 4 กำหนดว่า ผลรวมน้ำหนักทั้งหมดของจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ได้ถูกคัดเลือก เมื่อรวมแล้วต้องไม่เกินน้ำหนักที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถรับได้

$\sum_{i=1}^{n} v_i \le W$ For $i = 1,2,...,n$

ข้อที่ 5 กำหนดว่า บรรจุภัณฑ์ชิ้นใด ๆ ถ้าถูกเลือกแล้วจะต้องถูกเลือกไม่เกินจำนวน 1 ครั้ง

$S_i \in \{0,1\}$ For $i = 1,2,...,n$

ข้อที่ 6 กำหนดว่า เพิ่มค่าปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ที่ถูกคัดเลือกให้มีปริมาตรให
ตู้คอนเทนเนอร์

$(w'_i, d'_i, h'_i) = (ew_i, ed_i, eh_i)$

ค่าที่กำหนดสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะของบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมมากยิ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์จริงของผู้ตัดสินใจวางแผนการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อที่ 7 กำหนดว่าจำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดที่ถูกคัดเลือกและจัดเรียงลงตู้คอนเทนเนอร์ต้องมีปริมาตรไม่เกินจากปริมาตรที่ตู้คอนเทนเนอร์สามารถบรรจุได้

$$\sum_{i=1}^{n} t_i \leq V \qquad \text{For } i = 1,2,...,n$$

ข้อที่ 8 กำหนดว่าบรรจุภัณฑ์ที่ทับซ้อนอยู่ชั้นบนเมื่อวางลงในตำแหน่งแล้วต้องไม่เหลื่อมล้ำบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง เพื่อป้องกันการเสถียร

$w_a \geq w_b$

$d_a \geq d_b$

โดยที่ w คือขนาดของบรรจุภัณฑ์ตามแนวความกว้าง

d คือขนาดของบรรจุภัณฑ์ตามแนวความยาว

a คือดัชนีของบรรจุภัณฑ์อื่น ๆ ที่จัดวางอยู่แล้ว

b คือดัชนีของบรรจุภัณฑ์ที่กำลังจะทำการวาง

ข้อที่ 9 ข้อจำกัดของการวางของบรรจุภัณฑ์ (Orientation) เป็นประเภทที่ 1

ขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์

1. รับค่าข้อมูลของตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งตู้เป็นตู้สำหรับสินค้าทั่วไป ดังตารางที่ 3-1 ดูการอ้างอิงแกน (X, Y ,Z) ในการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ แสดงดังภาพที่ 3-11 แล้วทำข้อ 2

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างข้อมูลของตู้คอนเทนเนอร์ (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

	จำนวนตู้	กว้าง (X)	ยาว (Y)	สูง (Z)	น้ำหนัก (kg) (W)
ตู้คอนเทนเนอร์	1	200	200	220	405

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอย่างในกรณีที่กำหนดค่าพามิเตอร์เพื่อเผื่อค่าปริมาตรของบรรจุภัณฑ์ $e = 0$

2. รับค่าข้อมูลของบรรจุภัณฑ์ดูภาพที่ 3-12 ซึ่งแสดงรูปภาพตัวอย่างขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการจัดเรียงลงตู้คอนเทนเนอร์และทำการจัดเรียงข้อมูลโดยข้อมูลการจัดเรียงจะเริ่มจากด้านยาว กว้าง น้ำหนักและสูง (d_i, w_i, v_i, h_i) จากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังตารางที่ 3-2 แล้วทำข้อ 3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลของบรรจุภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	ยาว (d_i)	กว้าง (w_i)	สูง (h_i)	น้ำหนัก (v_i)	จำนวนชิ้นของบรรจุภัณฑ์
A	200	100	120	100	1
B	100	100	200	80	1
C	100	100	100	50	1
D	100	100	80	25	1
E	100	50	100	25	1
F	100	50	100	25	1

3. วางบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดเหมาะสมกับพื้นที่ที่จุดอ้างอิง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ A ดังภาพที่ 3-13 แล้วทำข้อ 4

4. ถ้าตู้คอนเทนเทนเนอร์สามารถรับน้ำหนักได้อีก ทำข้อ 5 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 35

5. ถ้ามีพื้นที่ว่างที่จะจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ได้อีก ทำข้อ 6 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 35

6. ถ้ามีบรรจุภัณฑ์เหลือที่จะจัดเรียงอีก ทำข้อ 7 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 35

7. เก็บค่าจุดพิกัดอ้างอิงตามแนวแกน (X,Y,Z) ที่ให้ค่า (a_i, b_i, c_i) สูงสุด เพื่อใช้เป็นค่าในการอ้างอิงของการคำนวณหาบรรจุภัณฑ์ชิ้นอื่นต่อไป ดังภาพที่ 3-13 แล้วทำข้อ 8

8. คำนวนหาจุดพิกัดอ้างอิงที่จะใช้ในการวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป (x_i, y_i, z_i) ดังภาพที่ 3-14 แล้วทำข้อ 9

9. ตรวจสอบผลรวมสำหรับแต่ละความสูงของแถว $\left(\sum h_i < Z\right)$ ทำข้อ 10

10. ถ้าค่า $\left(\sum h_i < Z\right)$ ทำข้อ 11 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 15

11. ตรวจสอบค่าความยาว (d_i) และความกว้าง (w_i) ของบรรจุภัณฑ์เดิม เพื่อคำนวณหาพื้นที่ฐานของบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป แล้วทำข้อ 12

12. คำนวณหาบรรจุภัณฑ์ที่มีพื้นที่ฐานเท่ากับบรรจุภัณฑ์ชิ้นแรก ถ้าไม่มีเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ แล้วทำข้อ 13 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 15

13. จัดวางที่จุดอ้างอิง ดังตัวอย่างภาพที่ 3-15 บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมคือบรรจุภัณฑ์ C และตัวอย่างภาพที่ 3-19 บรรจุภัณฑ์ F แล้วทำข้อ 14

14. กลับไปที่ข้อ 3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

15. ตรวจสอบค่าความกว้าง (w_i) ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นเดิมเปรียบเทียบกับพื้นที่ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นที่วางซ้อนอยู่ด้านบน $(w_a - w_b > 0)$ แล้วทำข้อ 16

16. ถ้ามีพื้นที่เหลือ ทำข้อ 17 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 20

17. ตรวจสอบค่าความยาว (d_a) ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นเดิม ทำข้อ 18

18. ถ้ามีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ทำข้อ 19 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 20

19. จัดวางบรรจุภัณฑ์ที่จุดอ้างอิง แล้วกลับไปที่ข้อ 3

20. ตรวจสอบค่าความยาว (d_i) ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นเดิมเปรียบเทียบกับพื้นที่ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นที่วางซ้อนอยู่ด้านบน $(d_a - d_b > 0)$ แล้วทำข้อ 21

21. ถ้ามีพื้นที่เหลือ แล้วทำข้อ 22 มิฉะนั้นแล้ว ไปที่ข้อ 25

22. ตรวจสอบค่าความกว้าง (w_a) ของบรรจุภัณฑ์ชิ้นเดิมที่อยู่ด้านล่าง แล้วทำข้อ 23

23. คำนวณหาบรรจุภัณฑ์ที่มีพื้นที่ฐานพอดีกับบรรจุภัณฑ์ที่อยู่ด้านล่าง ถ้าไม่มีเลือกบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ดังตัวอย่างภาพที่ 3-16 คือบรรจุภัณฑ์ D แล้วทำข้อ 24 มิฉะนั้นไปที่ข้อ 25

24. กลับไปที่ข้อ 3

25. ตรวจสอบผลรวมสำหรับแต่ละความกว้างของแถว $\left(\sum w_i < X\right)$ ทำข้อ 26

26. ถ้าค่า $\left(\sum w_i < X\right)$ ทำข้อ 27 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 30

27. ตรวจสอบค่าความยาว (d_i) ของบรรจุภัณฑ์เดิม เพื่อคำนวณหาบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไปดังตัวอย่างภาพที่ 3-17 การจัดวางบรรจุภัณฑ์ B ตามแนวแกน X แล้วทำข้อ 28

28. ถ้ามีบรรจุภัณฑ์เหมาะสม ทำข้อ 29 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 30

29. กลับไปที่ข้อ 3

30. ตรวจสอบผลรวมสำหรับแต่ละความยาวของแถว $\left(\sum d_i < Y\right)$ แล้วทำข้อ 31

31. ถ้าค่า $\left(\sum d_i < Y\right)$ ทำข้อ 32 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 35

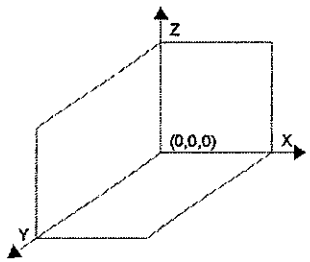
32. คำนวณหาบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไปที่มีความกว้าง (w_i) ความสูง (h_i) และความยาว (d_i) ที่เหมาะสมกับพื้นที่ แล้วทำข้อ 33

33. ถ้ามีบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ดังภาพที่ 3-18 ทำข้อ 34 มิฉะนั้น ไปที่ข้อ 35

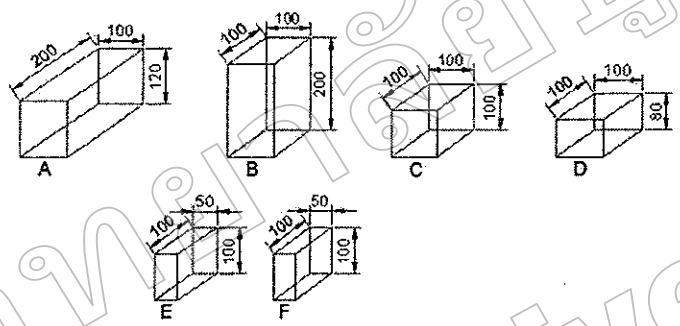
34. กลับไปที่ข้อ 3

35. จบการทำงานแสดงผล

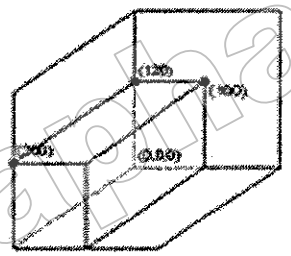
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



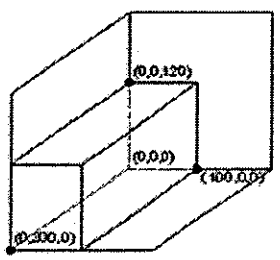
ภาพที่ 3-11 ตัวอย่างแกนอ้างอิง X, Y, Z ของตู้คอนเทนเนอร์



ภาพที่ 3-12 รูปภาพตัวอย่างขนาดของบรรจุภัณฑ์

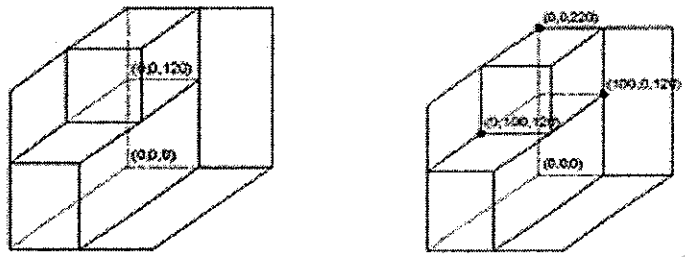


ภาพที่ 3-13 แสดงตัวอย่างการวางบรรจุภัณฑ์ A ที่จุดอ้างอิง และแสดงจุดพิกัดใหม่
ที่ใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ฐานของบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป



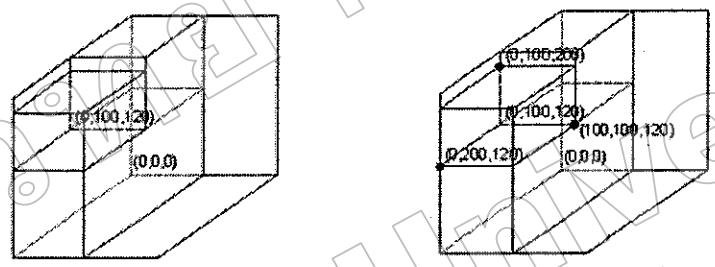
ภาพที่ 3-14 แสดงตัวอย่างของจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



(ก) (ข)

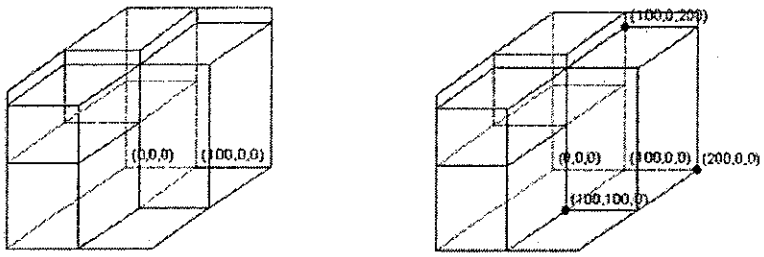
ภาพที่ 3-15 (ก) แสดงตัวอย่างการจัดวางบรรจุภัณฑ์ C ที่จุดอ้างอิง (ข) แสดงจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป



(ก) (ข)

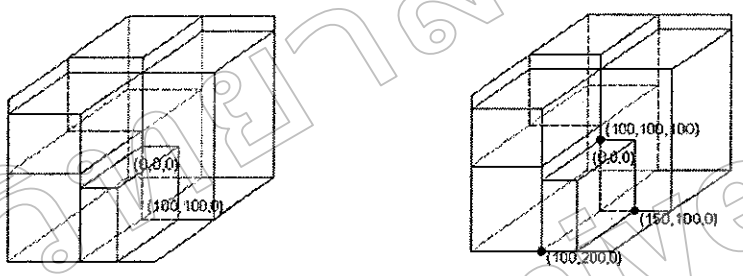
ภาพที่ 3-16 (ก) แสดงตัวอย่างการจัดวางบรรจุภัณฑ์ D ที่จุดอ้างอิง (ข) แสดงจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



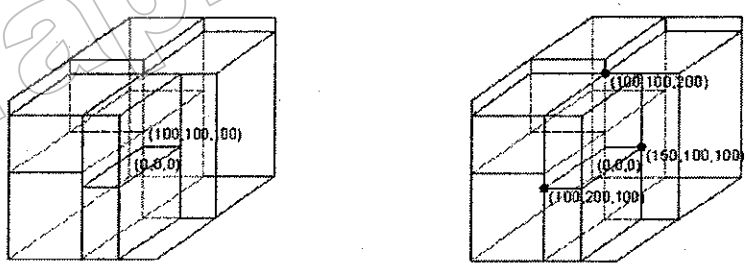
(ก) (ข)

ภาพที่ 3-17 (ก) แสดงตัวอย่างการจัดวางบรรจุภัณฑ์ B ที่จุดอ้างอิง (ข) แสดงจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป



(ก) (ข)

ภาพที่ 3-18 (ก) แสดงตัวอย่างการจัดวางบรรจุภัณฑ์ E ที่จุดอ้างอิง (ข) แสดงจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป



(ก) (ข)

ภาพที่ 3-19 (ก) แสดงตัวอย่างการจัดวางบรรจุภัณฑ์ F ที่จุดอ้างอิง (ข) แสดงจุดพิกัดใหม่ที่ใช้อ้างอิงในการจัดวางบรรจุภัณฑ์ชิ้นต่อไป

หลังจากได้ออกแบบผังในการคำนวณหาตำแหน่งการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการเขียนโปรแกรม Visual Basic โดยใช้เวลาในการเขียนเป็นระยะเวลา 1 เดือน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University