



WISDOM for Change



**การวางแผนจัดตู้คอนเทนเนอร์ลงเรือบรรทุกสินค้า
กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งทางเรือแห่งหนึ่งในประเทศไทย**

จัดทำโดย: ปนัดดา สาระพิทักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจน์ภา อมรัชกุล



1. ที่มาและความสำคัญ



เรือขนส่งสินค้าทางทะเล

เรือบรรทุกสินค้าแบบเทกอง (Bulk Carriers)

เรือบรรทุกน้ำมัน (Tankers)

เรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ (Container Vessel)



Tankers



Bulk Carriers



Container Vessel

ข้อดีของเรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์

1. อัตราค่าขนส่งถูกกว่าการขนส่งประเภทอื่น
2. ลดความเสียหายของสินค้า และ ป้องกันการโจรกรรม
3. ง่ายต่อการตรวจเช็คและขนถ่ายขึ้นลงเรือได้อย่างรวดเร็ว
4. สามารถส่งสินค้าได้ในระยะไกล
5. สามารถบรรทุกสินค้าได้เป็นปริมาณมาก

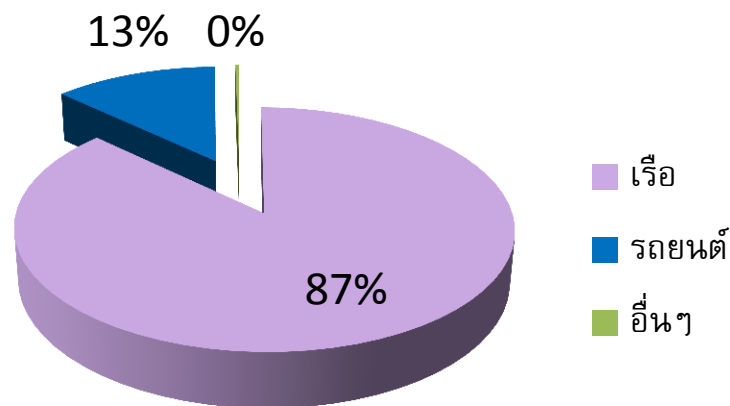




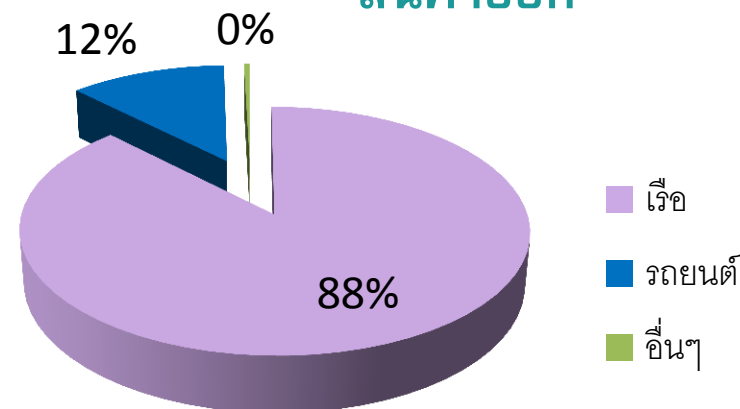
การขนส่งสินค้าระหว่างประเทศของไทย



สินค้าเข้า



สินค้าออก



สินค้าเข้า (พันตัน)

ปริมาณสินค้า 100,404

ขนส่งทางเรือ 87,391

ขนส่งทางรถยนต์ 12,723

ขนส่งอื่นๆ 290

สินค้าออก (พันตัน)

ปริมาณสินค้า 112,603

ขนส่งทางเรือ 98,696

ขนส่งทางรถยนต์ 13,419

ขนส่งอื่นๆ 487

จากสถิติของกรมศุลกากร กระทรวงการคลัง ณ ปี พ.ศ. 2556





การขนส่งทางเรือของประเทศไทย



ท่าเรือหลักที่ใช้นำเข้าและส่งออกสินค้า

ท่าเรือกรุงเทพ

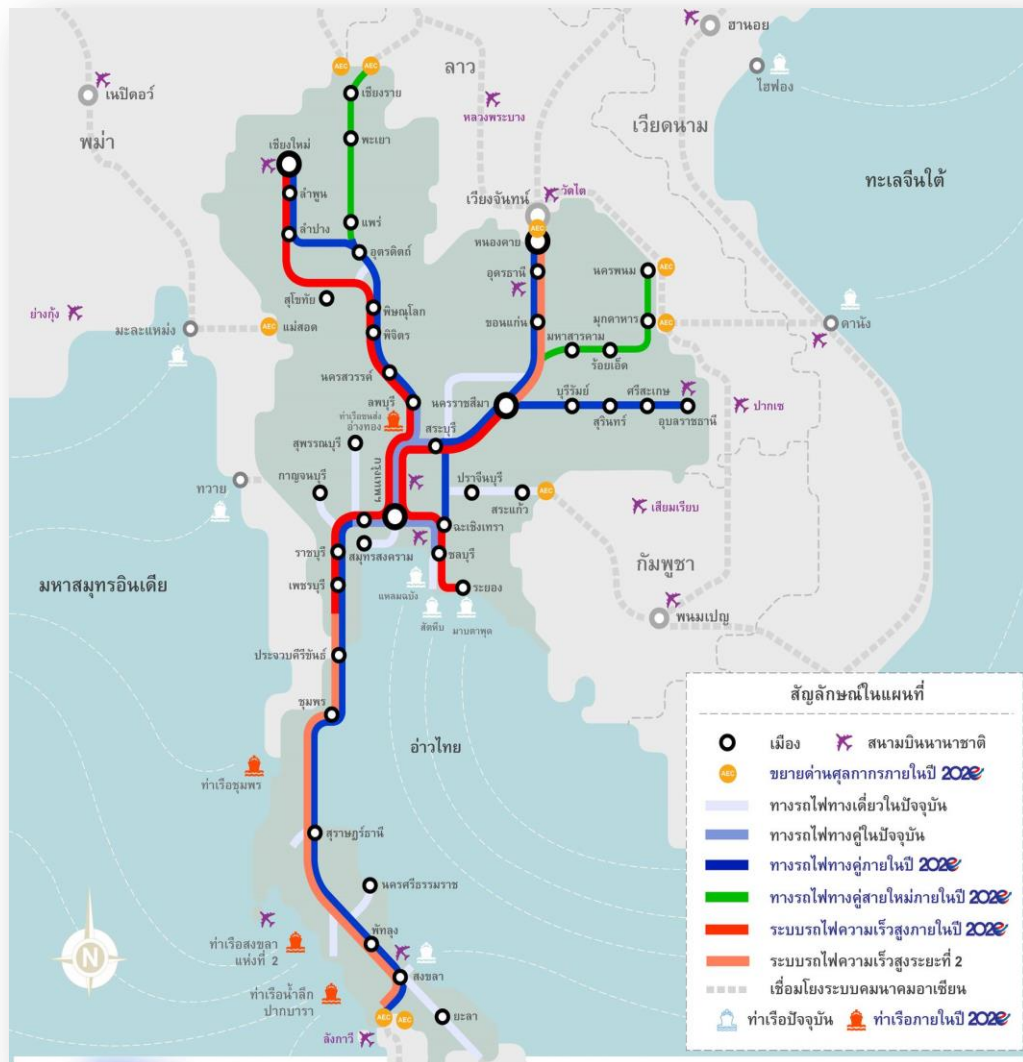
ท่าเรือแหลมฉบัง

ท่าเรือสงขลา

ท่าเรือน้ำลึกภูเก็ต

ท่าเรือมาบตาพุด

โครงสร้างคมนาคมขนส่งของไทย ทั้งทางถนน ทางน้ำ ทางอากาศ และทางราง มีการเชื่อมต่อระหว่างท่าเรือกับเมืองต่าง ๆ ภายในประเทศ และประเทศเพื่อนบ้าน





ศึกษาปัญหาเรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์



ศึกษาการจัดตู้คอนเทนเนอร์ลงเรือสำหรับแต่ละสัปดาห์ของบริษัทให้บริการการขนส่งสินค้าทางเรือแห่งหนึ่งในประเทศไทย

- เส้นทางเดินเรือแบบเครือข่าย(Routing Network) ทั้งหมด 4 เส้นทาง
- เดินเรือจากท่าเรือสิงคโปร์ไปยังท่าเรือในยุโรปจำนวน 7 ท่าเรือ

1. เพื่อนำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการหาจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสมในการจัดลงเรือสำหรับแต่ละเส้นทาง
2. เพื่อหาการลงตู้คอนเทนเนอร์ที่ท่าเรือปลายทางว่า
 - สำหรับส่งให้ลูกค้า
 - สำหรับรอเพื่อยกขึ้นเรือลำถัดไป



ปัญหาการดำเนินงานในปัจจุบัน



ตู้คอนเทนเนอร์บางส่วนไม่สามารถส่งไปยังท่าเรือปลายทาง
ภายในระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการ



ตู้คอนเทนเนอร์อยู่ที่ท่าเรือสิงคโปร์มากกว่าหนึ่งสัปดาห์

- ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ
- ตู้คอนเทนเนอร์ในสัปดาห์ถัดไปมีเพิ่มมากขึ้น
- ส่งตู้คอนเทนเนอร์ไม่ทัน





2. ทบทวนวรรณกรรม

- การกำหนดเส้นทางเดินเรือและการจัดเรือไปในเส้นทางเดินเรือ
- ตารางเดินเรือ
- การจัดส่งสินค้าด้วยเรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์

“Routing Container Ships Using Lagrangean Relaxation and Decomposition.”

ปัญหากลุ่มเรือบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์

ใช้ Mathematical Programming Model.

กำไรสูงสุด

- กำหนดลำดับของการเข้าพอร์ตที่ดีที่สุดสำหรับเรือแต่ละลำ
- กำหนดจำนวนการเดินเรือของเรือแต่ละลำ
- จำนวนของสินค้าที่ถูกขนส่งระหว่างสองพอร์ตสำหรับเรือแต่ละลำ

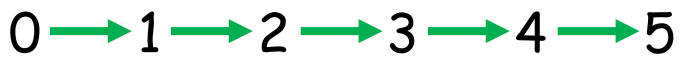




3. กระบวนการส่งตู้คอนเทนเนอร์

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. ปิเรอูซ | 5. แอนต์เวิร์ป |
| 2. รอตเทอร์ดาม | 6. อัลเจีร์ราส |
| 3. เฟลิกซ์สโตว์ | 7. เลออาฟวร์ |
| 4. ฮัมบูร์ก | |

Route 1



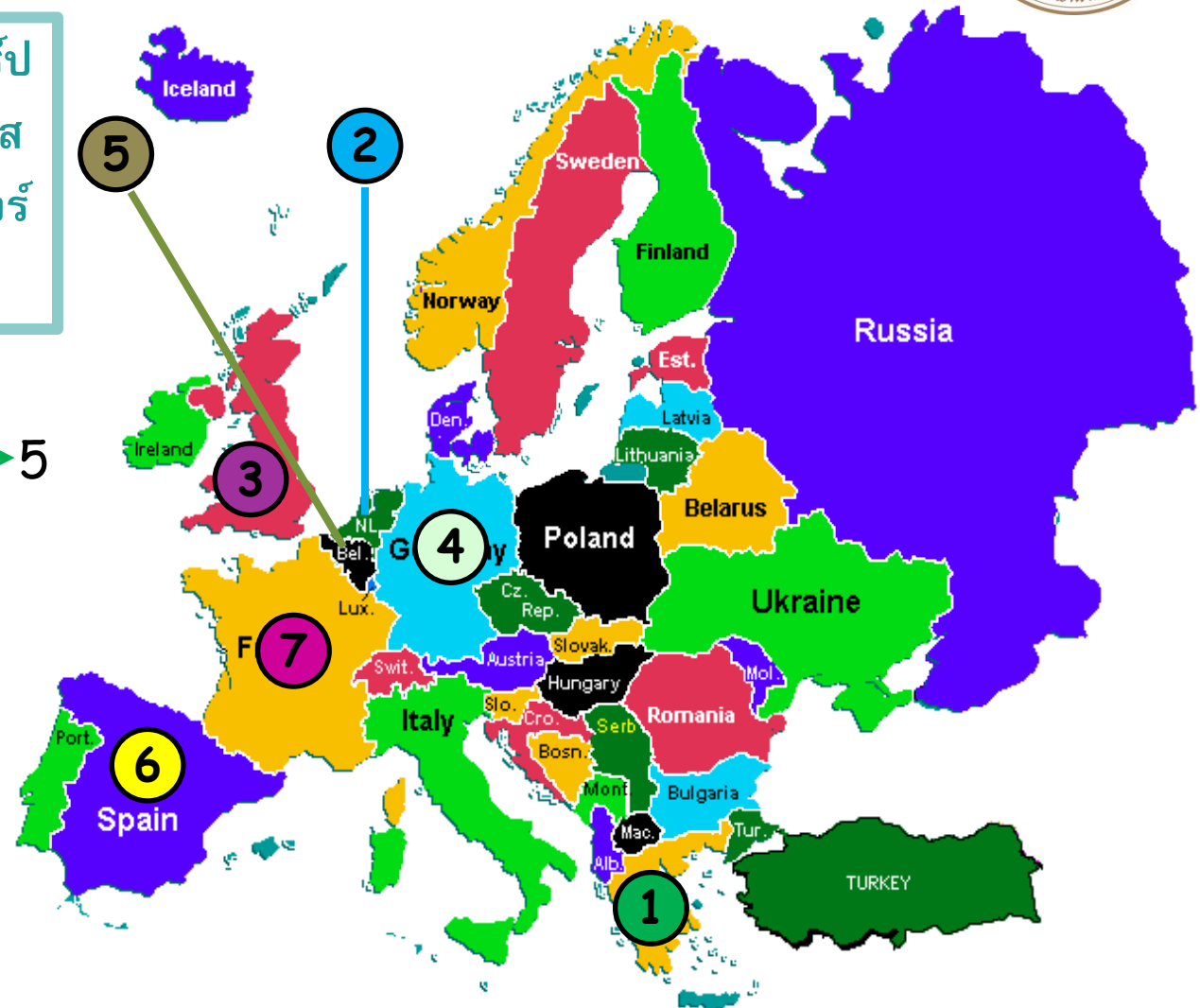
Route 2



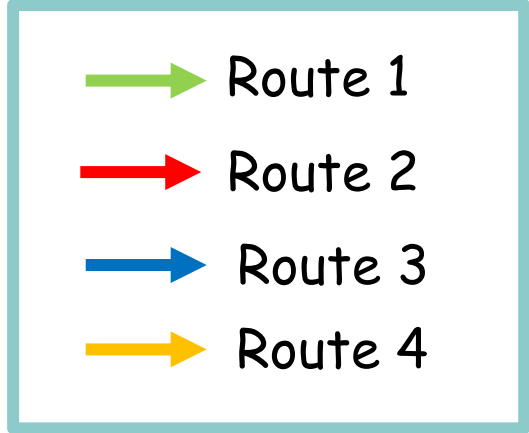
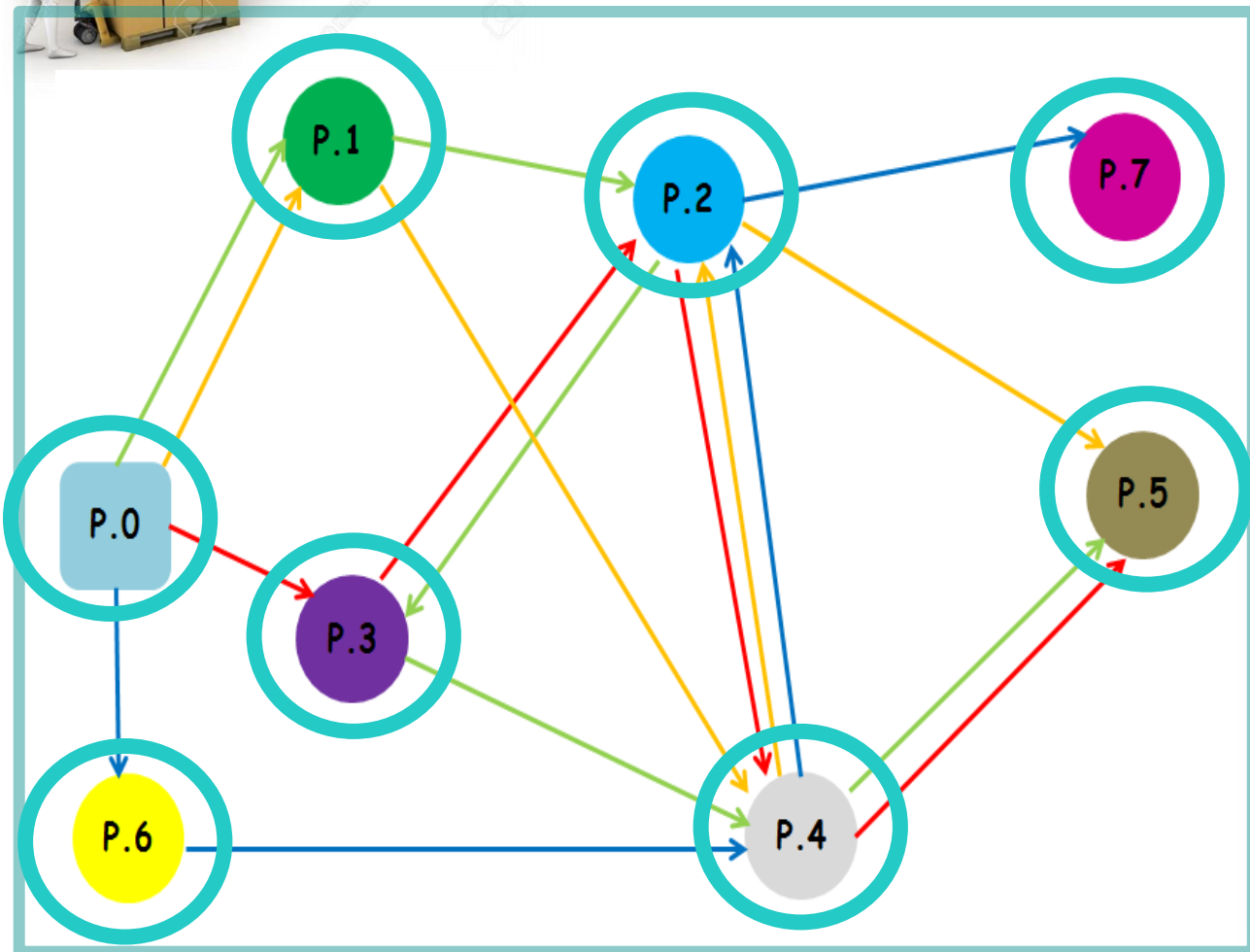
Route 3



Route 4



การเดินทางเรือเข้า-ออกท่าเรือ



4. ตัวแบบและผลการวิจัย



ดัชนี

- i, j ดัชนีของท่าเรือ สิงคโปร์ ปิเรอูช รอตเทอร์ดาม เฟลิกซ์สโตว์ ฮัมบูร์ก แอนต์เวิร์ป อัลเจีร์ราส และ เลอฮาฟวร์
- m ดัชนีของผู้คอนเทนเนอร์ที่จะส่งที่ท่าเรือ ปิเรอูช รอตเทอร์ดาม เฟลิกซ์สโตว์ ฮัมบูร์ก แอนต์-เวิร์ป อัลเจีร์ราส และ เลอฮาฟวร์
- k ดัชนีของเส้นทางเดินเรือ $k = 1, 2, 3, 4$ แทนเส้นทางที่ 1, 2, 3, 4

ตัวแปรตัดสินใจ

$x_{m,ij}^k$ จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ (TEU) สำหรับส่งที่ท่าเรือ m ที่บรรทุกจากท่าเรือ i ไปยังท่าเรือ j โดยใช้เส้นทาง k





พารามิเตอร์ (Parameters)

- s_k จำนวนตู้คอนเทนเนอร์สูงสุดที่บริษัทสามารถจัดลงเรือแม่ของเส้นทาง k (TEU)
- d_i จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งที่ทำเรือ i (TEU)
- p_i ค่าบริการที่คิดกับลูกค้าสำหรับตู้คอนเทนเนอร์ที่ไปส่งที่ทำเรือ i (\$ / TEU)
- b_i ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการลงตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือ i (\$ / TEU)
- e จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือสิงคโปร์ (TEU)
- a ค่าใช้จ่ายด้านเอกสาร (\$ / Booking)
- c ค่าใช้จ่ายผันแปรสำหรับตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งออกไปยังยุโรป (\$ / TEU)
- f สัดส่วนของ Booking ต่อจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด (Booking / TEU)



ค่าพารามิเตอร์แสดงในตารางที่ 1, 2, 3



ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 1

a (\$/booking)	72.55
c (\$/TEU)	801.03
f (Booking/TEU)	0.48
e (TEU)	261

ตารางที่ 2

- a ค่าใช้จ่ายค่านเอกสาร (\$ / Booking)
- c ค่าใช้จ่ายผันแปรสำหรับตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งออกไปยังยุโรป (\$ / TEU)
- f สัดส่วนของ Booking ต่อจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมด (Booking / TEU)
- e จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือสิงคโปร์ (TEU)

4	1610	274.58	50	30
		202	31	40
		207.81	1	30
		233.3	19	40

S_k จำนวนตู้คอนเทนเนอร์สูงสุดที่บริษัทสามารถจัดลงเรือของเส้นทาง k (TEU)
 ระยะเวลาที่เรือมาถึงที่ทำเรือ i (วัน)

ตารางที่ 3

เส้นทาง (k)	S_k (TEU)	ทำเรือ(วัน)				
		1	2	3	4	5
$k=1$	200	13	20	22	25	28
$k=2$	145	-	31	29	34	37
$k=3$	25	-	32	-	29	-
$k=4$	88	24	36	-	33	39

- p_i ค่าบริการที่คิดกับลูกค้าสำหรับตู้คอนเทนเนอร์ที่ไปส่งที่ทำเรือ i (\$ / TEU)
- b_i ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการลงตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือ i (\$ / TEU)
- d_i จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งที่ทำเรือ i (TEU)
- t_i วันที่ต้องส่งตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือ i



สมการวั

เส้นทาง (k)	S_k (TEU)	ท่าเรือ(วัน)						
		1	2	3	4	5	6	7
$k=1$	200	13	20	22	25	28	-	-
$k=2$	145	-	31	29	34	37	-	-
$k=3$	25	-	32	-	29	-	24	35
$k=4$	88	24	36	-	33	39	-	-

$$Max Profit = \{ (p_1 - p_6) - \{ c_2 \}$$

$$- \{ c_2 \}$$

$$- \{ a(f) \sum_{m=1}^7 (x_{m,01}^1 + x_{m,03}^2 + x_{m,06}^3 + x_{m,01}^4) \}$$

$$\begin{aligned}
 & - \{ b_1 \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,14}^4 - x_{m,01}^4) + \\
 & b_2 [\sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,24}^2 - x_{m,32}^2) + \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,27}^3 - x_{m,42}^3) + \\
 & \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,25}^4 - x_{m,42}^4)] + \\
 & b_3 \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,32}^2 - x_{m,03}^2) + \\
 & b_4 [\sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,42}^3 - x_{m,64}^3) + \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,42}^4 - x_{m,14}^4) + \\
 & \sum_{m=1}^7 \text{Max}(0, x_{m,45}^2 - x_{m,24}^2)] \} \tag{1}
 \end{aligned}$$



สมการข้อจำกัด (Constraints)

$$x_{m,01}^1 + x_{m,03}^2 + x_{m,06}^3 + x_{m,01}^4 = d_m \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7 \quad (2)$$

$$x_{1,01}^1 + x_{1,01}^4 = d_1 \quad (3)$$

$$x_{2,12}^1 + x_{2,32}^2 + x_{2,42}^3 + x_{2,42}^4 = d_2 \quad (4)$$

$$x_{3,23}^1 + x_{3,03}^2 = d_3 \quad (5)$$

$$x_{4,34}^1 + x_{4,24}^2 + x_{4,64}^3 + x_{4,14}^4 = d_4 \quad (6)$$

$$x_{5,45}^1 + x_{5,45}^2 + x_{5,25}^4 = d_5 \quad (7)$$

$$\text{จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ออกจากท่าเรือเริ่มต้นสำหรับส่งทั้ง 7 ท่าเรือ} = d_6 \quad (8)$$

$$\text{จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งที่ท่าเรือทั้ง 7 ท่าเรือ} = d_7 \quad (9)$$

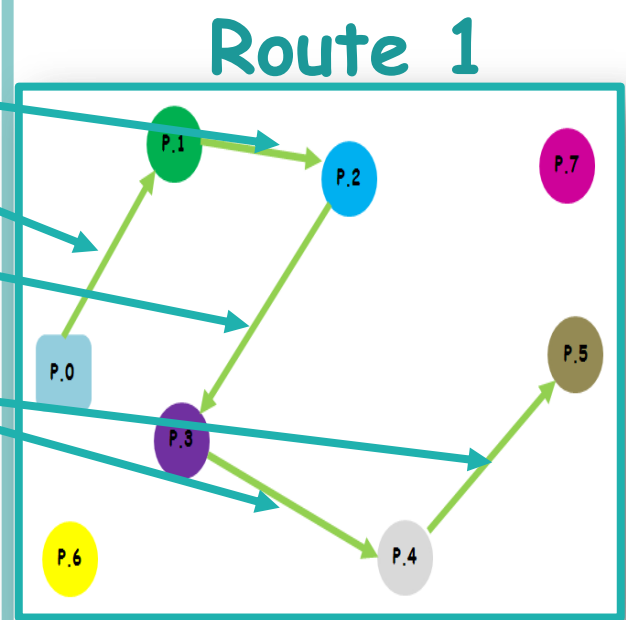
จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ต้องส่งที่ท่าเรือทั้ง 7 ท่าเรือ





ข้อจำกัดด้านความสามารถในการบรรทุก

$\sum_{m=1}^7 x_{m,01}^1 \leq s_1$ (10)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,06}^3 \leq s_3$ (19)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,12}^1 \leq s_1$ (11)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,64}^3 \leq s_3$ (20)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,23}^1 \leq s_1$ (12)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,42}^3 \leq s_3$ (21)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,34}^1 \leq s_1$ (13)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,27}^3 \leq s_3$ (22)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,45}^1 \leq s_1$ (14)	
<hr/>	
$\sum_{m=1}^7 x_{m,03}^2 \leq s_2$ (15)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,01}^4 \leq s_4$ (23)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,32}^2 \leq s_2$ (16)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,14}^4 \leq s_4$ (24)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,24}^2 \leq s_2$ (17)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,42}^4 \leq s_4$ (25)
$\sum_{m=1}^7 x_{m,45}^2 \leq s_2$ (18)	$\sum_{m=1}^7 x_{m,25}^4 \leq s_4$ (26)





ข้อจำกัดด้านความสมดุลของท่าเรือ

$$\sum_{m=1}^7 [(x_{m,01}^1 +$$

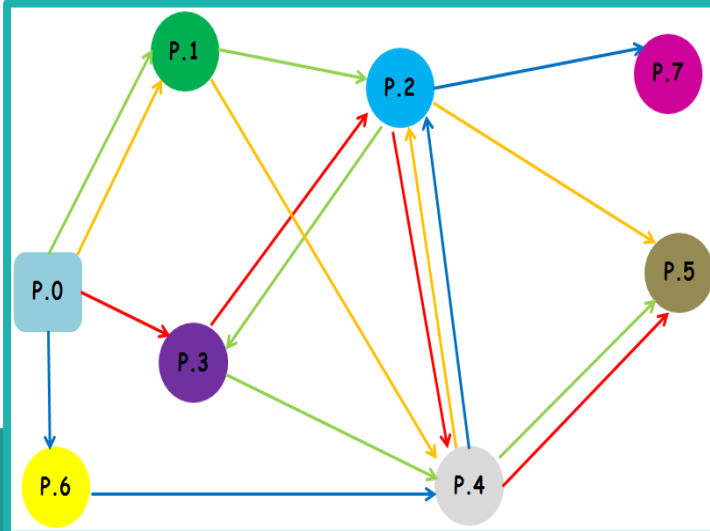
$$\sum_{m=1}^7 [(x_{m,12}^1 +$$

$$\sum_{m=1}^7 [(x_{m,23}^1 +$$

$$\sum_{m=1}^7 [(x_{m,34}^1 +$$

$$\sum_{m=1}^7 [x_{m,06}^3 - (x_{$$

เส้นทาง (k)	S _k (TEU)	ท่าเรือ(วัน)						
		30	35	25	30	40	30	40
k = 1	200	13	20	22	25	28	-	-
k = 2	145	-	31	29	24	37	-	-
k = 3	25	-	32	-	29	-	24	35
k = 4	88	24	36	-	23	39	-	-



เวลา

นค

$$x_{2,42}^4 = 0 \quad (32)$$

$$x_{3,03}^2 = 0 \quad (33)$$

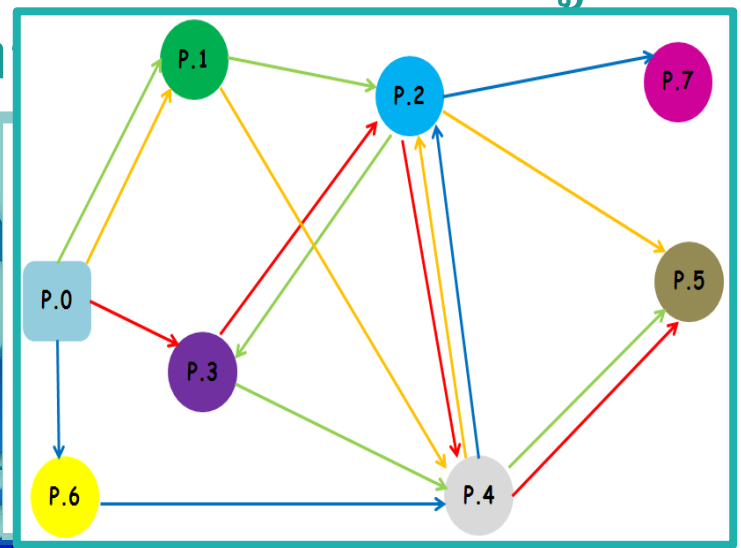
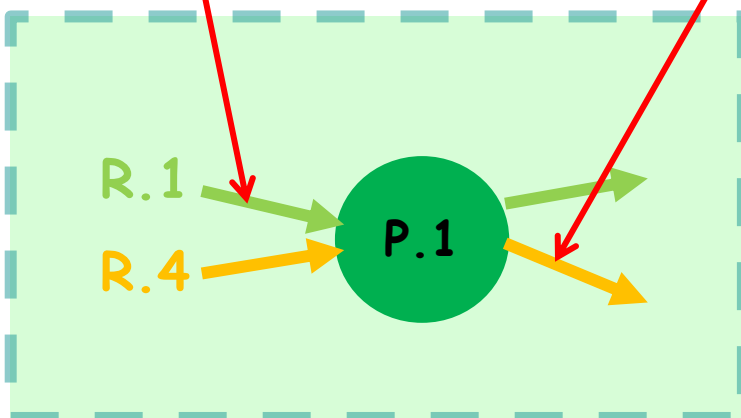
$$x_{4,24}^2 = 0 \quad (34)$$

$$x_{4,14}^4 = 0 \quad (35)$$

ข้อจำกัดด้านการย้ายเส้นทาง

$x_{m,01}^1 - x_{m,12}^1 \geq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(36)	$x_{m,01}^4 - x_{m,14}^4 \leq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(40)
$x_{m,12}^1 - x_{m,23}^1 \geq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(37)	$x_{m,42}^4 - x_{m,25}^4 \leq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(41)
$x_{m,23}^1 - x_{m,34}^1 \geq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(38)	$x_{m,03}^2 - x_{m,32}^2 \leq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(42)
$x_{m,34}^1 - x_{m,45}^1 \geq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(39)	$x_{m,24}^2 - x_{m,45}^2 \leq 0 \quad \forall m = 1, 2, \dots, 7$	(43)

ข้อจำกัดด้านการการจัดตู้





ผลการวิจัย



Solver Parameters

Set Objective:

To: Max Min Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

\$B\$21:\$B\$37 <= \$D\$21:\$D\$37
\$C\$1:\$I\$17 = integer
\$C\$41:\$C\$54 <= 0
\$G\$24:\$G\$30 = \$I\$24:\$I\$30
\$H\$41:\$H\$54 <= 0
\$L\$24:\$L\$27 = \$N\$24:\$N\$27
\$L\$30:\$L\$57 >= \$N\$30:\$N\$57
\$T\$22:\$T\$26 = 0
\$T\$29:\$T\$32 >= 1
\$T\$35:\$T\$41 = \$V\$35:\$V\$41

Add

Change

Delete

Reset All

Load/Save

Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

GRG Nonlinear

Options

Solving Method

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

Help

Solve

Close

กำไรจากผลเฉลี่ย

213,276.02 \$/สัปดาห์

ตู้คอนเทนเนอร์ทั้งหมดสามารถ

จัดส่งได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด



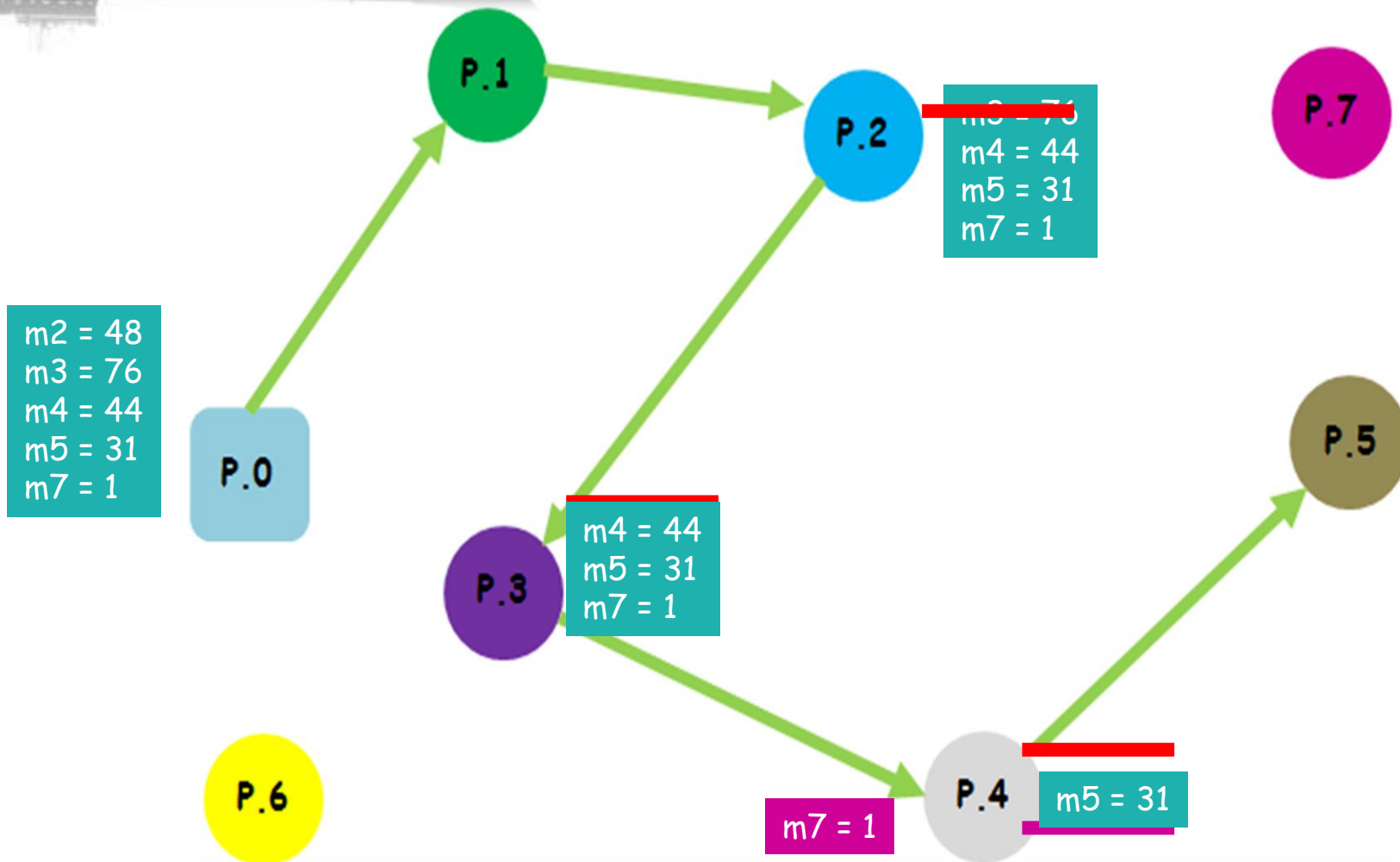


การจัดตู้คอนเทนเนอร์ของผลการวิจัย

เส้นทาง (k)	เดินเรือจากท่าเรือ i ไปท่าเรือ j	$x_{1,i,j}^k$	$x_{2,i,j}^k$	$x_{3,i,j}^k$	$x_{4,i,j}^k$	$x_{5,i,j}^k$	$x_{6,i,j}^k$	$x_{7,i,j}^k$
1	(0,1)	0	48	76	44	31	0	1
	(1,2)	0	48	76	44	31	0	1
	(2,3)	0	0	76	44	31	0	1
	(3,4)	0	0	0	44	31	0	1
	(4,5)	0	0	0	0	31	0	0
2	(0,3)	0	35	0	0	0	0	0
	(3,2)	0	35	0	0	0	0	0
	(2,4)	0	0	0	0	0	0	0
	(4,5)	0	0	0	0	0	0	0
3	(0,6)	0	0	0	6	0	1	18
	(6,4)	0	0	0	6	0	0	18
	(4,2)	0	0	0	0	0	0	19
	(2,7)	0	0	0	0	0	0	19
4	(0,1)	1	0	0	0	0	0	0
	(1,4)	0	0	0	0	0	0	0
	(4,2)	0	0	0	0	0	0	0
	(2,5)	0	0	0	0	0	0	0

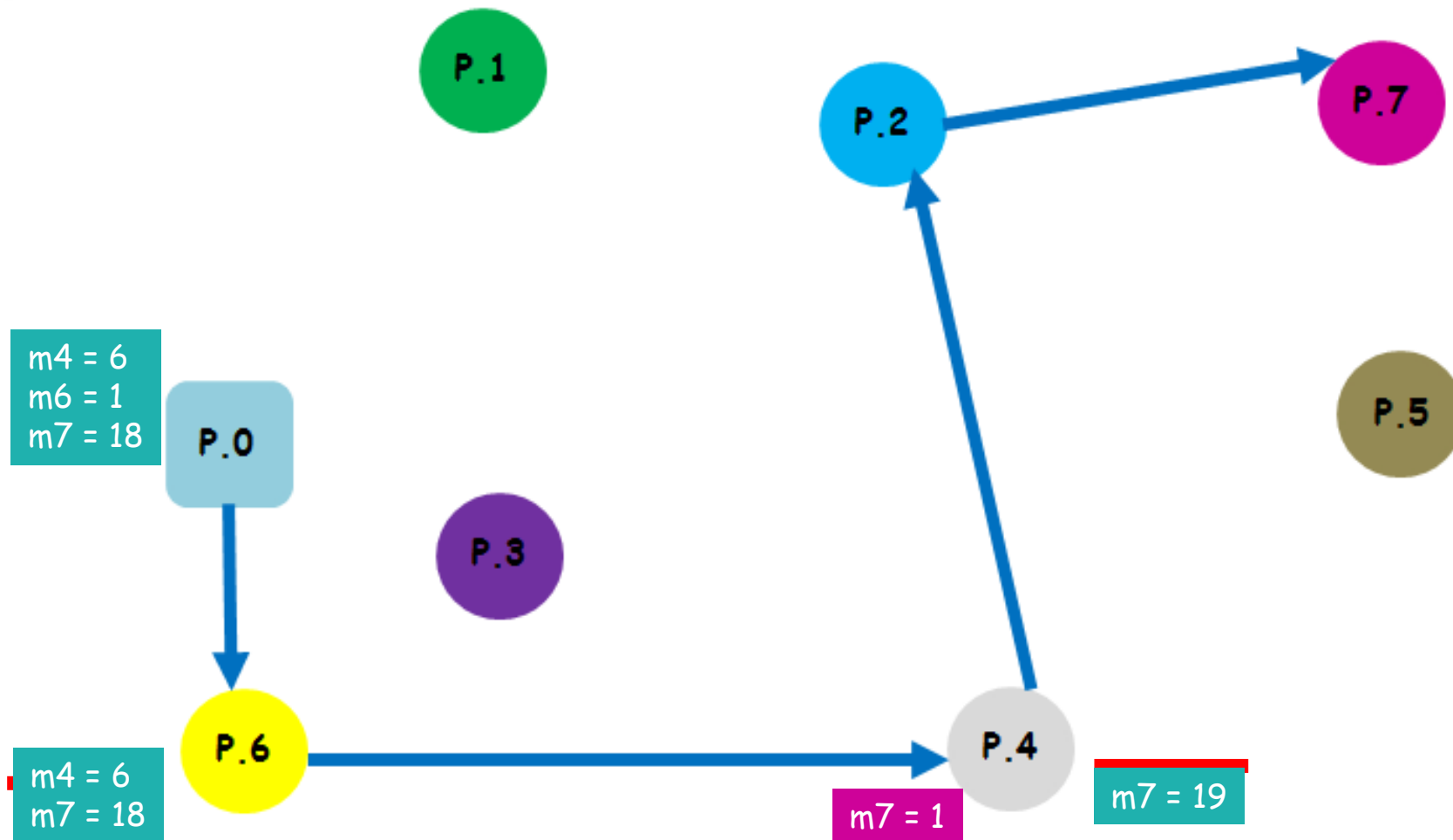


การลงตู้คอนเทนเนอร์ของเส้นทาง 1





การลงตู้คอนเทนเนอร์ของเส้นทาง 3





การจัดตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัทการศึกษา

เส้นทาง 1(TEU) : ปีเรอซ = 1 รอตเทอร์ดาม = 53 เฟลิกซ์สโตว์ = 42 ฮัมบูร์ก = 24 แอนต์เวิร์ป = 15

เส้นทาง 2(TEU) : รอตเทอร์ดาม = 8 เฟลิกซ์สโตว์ = 34 ท่าฮัมบูร์ก = 1 แอนต์เวิร์ป = 4 เลออาฟวร์ = 1

เส้นทาง 3(TEU) : ฮัมบูร์ก = 5 เลออาฟวร์ = 18 อัลเจีราส = 1

เส้นทาง 4(TEU) : รอตเทอร์ดาม = 22 ฮัมบูร์ก = 20 แอนต์เวิร์ป = 12

การดำเนินงาน ณ ปัจจุบันมีกำไร 213,550.6 \$/สัปดาห์

จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ที่ส่งล่าช้าเท่ากับ 66 TEU

หากลูกค้าในส่วนนี้ทั้งหมดนี้มีความเร่งรีบและหากมีผู้ประกอบการรายอื่นที่สามารถส่งตู้คอนเทนเนอร์ได้ภายในระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการ พวกเขาก็อาจเลือกไปใช้บริการผู้ให้บริการรายอื่น อาจส่งผลทำให้บริษัทเสียหายได้ไปถึง 118,872 \$/สัปดาห์



THANK YOU