

ตัวแบบจำนวนเต็มเชิงเส้นแบบผสมสำหรับปัญหาการคัดเลือกผู้ให้บริการ
และการจัดสรรสินค้าจัดส่งระยะสั้น กรณีศึกษา ผู้ให้บริการขนส่งทางอากาศแห่งหนึ่ง

**Mixed-Integer Model for Vendor Selection and
Short-Term Resource Allocation Problem of An Air-Freight Forwarder**

นิธิตา ธรรมเที่ยง, อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์ และ กาญจน์ภา อมรัชกุล
สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA)



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทตัวแทนขนส่งสินค้าทางอากาศแห่งหนึ่ง (Airfreight Forwarding)

➔ ปัญหาที่สนใจ แผนก Space Control;

1. กระบวนการจัดหาพื้นที่ระวางสินค้า (Forwarder selection)
2. กระบวนการจัดสรรพื้นที่ระวางสินค้า (Product Allocations)



➔ Chargeable weight affects...

1. Revenue Generation
2. Customer Satisfaction



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทตัวแทนขนส่งสินค้าทางอากาศแห่งหนึ่ง (Airfreight Forwarding)

➔ Block Space Agreement (BSA)

ทำสัญญาซื้อพื้นที่กับทางสายการบิน

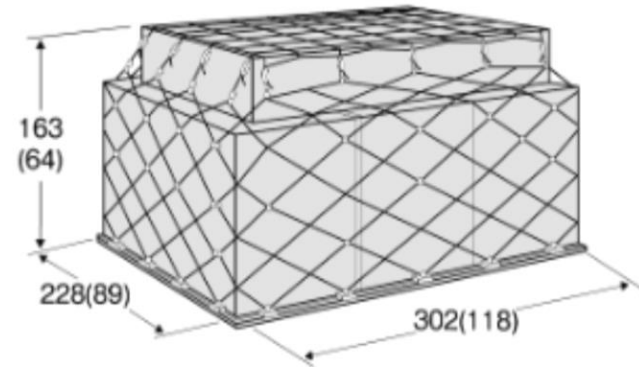
➔ กรณีที่สำคัญ มี 2 กรณี;

1. Demand $\leq$ BSA

2. Demand $>$ BSA

**** ปัญหาในการเลือกใช้สายการบิน non-BSA**

Unit Load of Device – PMC



BSA (minimum charges) 1,500-1,650 กิโลกรัม



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทตัวแทนขนส่งสินค้าทางอากาศแห่งหนึ่ง (Airfreight Forwarding)

➔ ปัญหาที่พบในปัจจุบัน – กรณี **Demand > BSA**

1. ต้องทำการเลือกใช้สายการบิน และพิจารณาเพื่อ allocate น้ำหนักไปในสายการบินที่มีการขนส่งได้ตามความต้องการของลูกค้า โดยต้องทำการ **trade-off** ...
 - Direct Flight จะมีราคาสูงกว่าสายการบินแวะพัก (Indirect Flight)
 - Indirect Flight จะมีเวลาการขนส่งที่นานกว่า Direct Flight เพราะเรื่อง transit time
2. ยังไม่มีมาตรฐาน (no unified protocol) ในการทำงานจริงให้กับพนักงาน การเลือกจึงเป็นไปตามความรู้สึกและประสบการณ์ของพนักงานหน้างาน



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

➔ ปัญหานำการวิจัย

1. ไม่มีรูปแบบการในตัดสินใจ ทำให้เกิดปัญหาในการจัดการต้นทุนค่าขนส่ง
2. พนักงานทำการเลือกสายการบินไม่เหมือนกัน แต่ละคนเลือกตามที่ตัวเองถนัด ส่งผลให้ควบคุมเรื่องของต้นทุนค่าขนส่งไม่ได้

➔ วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการเลือกสายการบินตามเส้นทางที่สนใจ เพื่อเป็นมาตรฐานในการจัดสรรสินค้าให้กับสายการบิน
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดสรรพื้นที่ระหว่างสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด



ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

✈️ ขอบเขตงานวิจัย

- ศึกษาเส้นทางที่มีปริมาณการขนส่งมากที่สุด 5 เส้นทางโดยใช้หลัก ABC Analysis;
(ข้อมูลเดือน เมษายน 2563 – กรกฎาคม 2564)

LANE	Total weight (kgs)	ABC Analysis
NRT - Narita Airport	5,837,908.50	27%
HKG - Hong Kong Airport	3,480,173.00	18%
PVG - Shanghai Airport	2,954,398.00	12%
MNL - Manila Airport	1,889,804.00	8%
CGK - Jakarta Airport	1,067,265.50	5%

- Shipment ที่ใช้ในการศึกษาเป็นสินค้าทั่วไป (General Cargo or dead cargo) เท่านั้น
- กำหนดให้ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า จะมีแค่ค่าระวางสินค้า (Airfreight) ไม่รวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ

1

2

3

4

5

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1

กิจกรรมและการดำเนินการขนส่งสินค้าทางอากาศ



2

การคัดเลือกตัวแทนขนส่งสินค้าทางอากาศ



3

การจัดสรรพื้นที่ระหว่างสินค้าบนเครื่องบิน



4

ตัวแบบคณิตศาสตร์เชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม



5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง



1

2

3

4

5

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ทำการ Trade offs ในส่วนของเวลาในการแวะพัก (Cost of Transit)

Time	Delay Time (min)	Delay Cost (\$)
Jan-17	-	-
Feb-17	-	-
Mar-17	367	41,730.13
Apr-17	4318	490,618.65
May-17	-	-
Jun-17	8378	952,043.18
Jul-17	-	-
Aug-17	-	-
Sep-17	-	-
Oct-17	7755	881,215.00
Nov-17	-	-
Dec-17	1407	159,913.25
Total	22,225	2,525,520.20

อ้างอิง: Forecasting Result of delay time and cost by low visibility at Incheon International Airport

ที่มา: Ferguson, Kara, Hoffman, and Sherry (2013)

✈ **Cost of Delay** = 113.631 USD/นาที = 4,545.22 บาท/นาที

✈ **Sensitivity analysis** 25% ซึ่งค่า Cost of Transit จะอยู่ระหว่าง 3,000 – 6,000 บาท/นาที



parameters	delay	cost	cost per minute	cost per hour
1	100	113.631	1.13631	40.907
2	200	227.262	2.27262	81.814
3	300	340.893	3.40893	122.721
4	400	454.524	4.54524	163.628
5	500	568.155	5.68155	204.535
6	600	681.786	6.81786	245.442
7	700	795.417	7.95417	286.349
8	800	909.048	9.09048	327.256
9	900	1022.679	10.22679	368.163
10	1000	1136.31	11.3631	409.07

Cost of transit – ตัวอย่างการกำหนดเวลาแวะพักต่อนาที

สายการบิน	ปลายทาง	สนามบิน แวะพัก	เวลาบินจากต้นทางถึง ปลายทาง (ชั่วโมง)	เวลาแวะพัก (นาที)
JL	NRT	บินตรง	8	0
NH	NRT	บินตรง	8	0
BR	NRT	TPE	25	1,020
CI	NRT	TPE	22	840
CX	NRT	HKG	21	780
EK	NRT	DXB	40	1,920
KE	NRT	ICN	14	360
KZ	NRT	บินตรง	8	0
SQ	NRT	SIN	32	1,440
TG	NRT	บินตรง	8	0
XJ	NRT	บินตรง	8	0

Cost of transit – ตัวอย่างการกำหนดเวลาแวะพักต่อนาที

สายการบิน	ปลายทาง	สนามบิน แวะพัก	เวลาบินจากต้นทางถึง ปลายทาง (ชั่วโมง)	เวลาแวะพัก (นาที)
JL	NRT	บินตรง	8	0
NH	NRT	บินตรง	8	0
BR	NRT	TPE	25	1,020
CI	NRT	TPE	22	840
CX	NRT	HKG	21	780
EK	NRT	DXB	40	1,920
KE	NRT	ICN	14	360
KZ	NRT	บินตรง	8	0
SQ	NRT	SIN	32	1,440
TG	NRT	บินตรง	8	0
XJ	NRT	บินตรง	8	0



วิธีการดำเนินการวิจัย

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

2.1 Index

i คือ Shipment

j คือ Flight

ℓ คือ Flight ที่ถูกเลือก

2.2 Input parameters

N คือ เซตของจำนวน shipment ที่ต้องจัดส่งทั้งหมด

M คือ เซตของจำนวนเที่ยวบิน (flight) ทั้งหมดใน BSA

P คือ เซตของเที่ยวบินทั้งหมดที่เป็น non-BSA

w_i คือ Chargeable weight (kg) ของ shipment $i \in N$

a_j คือ จำนวนแผ่น PMC ที่ถูกจัดสรรไปสายการบิน $j \in M$

κ คือ น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดที่สามารถบรรจุได้ต่อแผ่น PMC (kg/pallet)

r_j คือ น้ำหนักขึ้นต่ำต่อหนึ่งแผ่นพาเลท PMC (kg/pallet) สำหรับ flight $j \in M$

$b_j^U = \kappa a_j$ คือ น้ำหนักสูงสุดของ BSA ใน flight $j \in M$

$b_j^L = r_j a_j$ คือ น้ำหนักขึ้นต่ำของ BSA ใน flight $j \in M$

t_ℓ คือ เวลาแวะพัก (นาที) ของ flight $\ell \in M \cup P$

θ คือ อัตราค่าเสียเวลาแวะพัก (บาทต่อนาที)

$f_\ell = \theta t_\ell$ คือ ค่าเสียเวลาแวะพักของ flight $\ell \in M \cup P$

$w_T = \sum_{i \in N} w_i$ น้ำหนักรวมของ shipment ทั้งหมด

c_j คือ อัตราค่าระวางของ BSA (บาท/kg) ใน flight $j \in M$

p_k คือ ค่าระวางของ non-BSA (บาท/kg) ใน flight $k \in P$





วิธีการดำเนินการวิจัย

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

2.3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

$x_{i\ell}$ แทน chargeable weight ของ shipment $i \in N$ ที่ถูกจัดสรรไปใน flight $\ell \in M \cup P$

$u_\ell \in \{0,1\}$ ซึ่งจะต้องมีค่าเป็น 1 ในกรณีที่มีการถูกจัดสรรไปบน flight ℓ และมีค่าเป็น 0 ในกรณีที่ไม่มีการจัดสรร

2.4 ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function)

$$\text{Cost Minimum } \sum_{i \in N} \left(\sum_{j \in M} c_j x_{ij} + \sum_{k \in P} p_k x_{ik} \right) + \sum_{\ell \in M \cup P} f_\ell u_\ell \quad (1)$$

- (1) แสดงค่าใช้จ่ายรวมที่จัดสรรไปสายการบิน BSA และ non-BSA flight ของ Shipment ทั้งหมด โดยพจน์สุดท้ายเป็นค่าเสียเวลาแะพัก



วิธีการดำเนินการวิจัย

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

2.5 เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

$$\sum_{j \in M} x_{ij} + \sum_{k \in P} x_{ik} = w_i; \quad i \in N \quad (2)$$

- (2) สมการแสดงน้ำหนักสินค้า (Chargeable weight) ที่ถูกจัดสรรในสายการบินทั้งหมด ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ Chargeable weight ของ shipment นั้น

$$b_j^L \leq \sum_{i \in N} x_{ij} \leq b_j^U; \quad j \in M \quad (3)$$

- (3) แสดงช่วงน้ำหนักสินค้าที่เป็นขอบเขตล่างและขอบเขตบนของน้ำหนักรวม สำหรับแต่ละ BSA flight ซึ่งจะสามารถรับได้ ระหว่าง minimum ที่ทางสายการบินกำหนด และ maximum ที่มีความสามารถในการทำน้ำหนักต่อแผ่น PMC โดยไฟล์ j ที่เป็นสมาชิกของจำนวนเที่ยวบินทั้งหมดใน BSA



วิธีการดำเนินการวิจัย

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

2.5 เงื่อนไขบังคับ (Constraints) - ต่อ

$$\sum_{i \in N} x_{ij} \leq w_T u_\ell; \quad \ell \in M \cup P \quad (4)$$

- (4) บังคับให้ตัวแปรตัดสินใจ binary u_ℓ มีค่าเป็น 1 เมื่อมีการจัดสรรไปบน flight ℓ กล่าวคือแสดงน้ำหนักรวมของ shipment ที่ถูกจัดสรรไปยัง flight ℓ โดยจะต้องมีผลรวมน้อยกว่าหรือเท่ากับ น้ำหนักรวมของ shipment ทั้งหมด โดย flight ℓ เป็นสมาชิกของเที่ยวบิน BSA และเที่ยวบิน non-BSA

$$u_\ell \in \{0,1\}; \quad \ell \in M \cup P \quad (5)$$

- (5) ระบุว่า u_ℓ เป็นตัวแปรตัดสินใจที่เป็น binary $\{0,1\}$ ซึ่งแสดงถึงสายการบินที่ถูกเลือก โดย flight ℓ เป็นสมาชิกของเที่ยวบิน BSA และเที่ยวบิน non-BSA



วิธีการดำเนินการวิจัย

3. โปรแกรม Excel Solver ซึ่งเป็นโปรแกรม Add-in ของ Microsoft Excel

4. ทำการคัดเลือกข้อมูลเพื่อนำมาทดสอบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีข้อมูล 2 ชุด

เส้นทางบิน	เดือนข้อมูล	ปริมาณสินค้า (kgs)
NRT	พฤษภาคม 2563	531,779.00
HKG	ตุลาคม 2563	320,715.50
PVG	กันยายน 2563	305,485.50
MNL	พฤษภาคม 2563	266,386.00
CGK	ธันวาคม 2563	190,066.00

ข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลเดือนที่มีปริมาณสินค้ามากที่สุด

ข้อมูลชุดที่ 2
ข้อมูลเดือนที่มีปริมาณสินค้าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยมากที่สุด

เส้นทางบิน	ปริมาณสินค้าเฉลี่ย	เดือนข้อมูล	ปริมาณสินค้า (kgs)
NRT	364,869.28	มีนาคม 2564	369,619.50
HKG	217,510.81	กรกฎาคม 2563	237,303.00
PVG	184,649.88	สิงหาคม 2563	171,543.50
MNL	118,112.75	กันยายน 2563	108,979.00
CGK	66,704.09	มิถุนายน 2564	65,958.50

5. ตัวอย่างการใส่ข้อมูลใน Excel Spreadsheet

3

วิธีการดำเนินการวิจัย

5/12/2020		29350	Total weight	ข้อมูลสายการบิน BSA				Non-BSA				
1 PMC max weight (KG)				2500	BSA.JL034	BSA.JL708	BSA.NH8510	BSA.NH806				
Allotment (PMC)				2	2	1	9	2				
Min Charge/KG/PMC				1500	1500	1500	1650	1650				
Transit				HND	DIRECT	DIRECT	DIRECT	DIRECT	DIRECT	DIRECT	TPE	
TransitTime (minute)				240	0	0	0	0	0	0	1020	
CostOfTime (THB/minute)				1,440,000	-	-	-	-	-	-	6,120,000	
Rate (THB/KG)				90	90	106	136	105	172	137		
Qty allocation on each shipment to each flight				BSA.JL034	BSA.JL708	BSA.NH8510	BSA.NH806	JL	NH	BR	Sum of Qty over all flights (KG)	Charge (THB)
205800587xx				-	570	-	1,932	-	-	-	2,502	314,007
205800589xx				1,771	-	3,556	1,368	-	-	-	6,695	722,321
205800579xx				-	-	11,295	-	3,700	-	-	14,995	1,585,717
205800581xx				-	1,931	-	-	-	-	-	1,931	173,745
131374296xx				1,681	-	-	-	-	-	-	1,681	151,290
131374308xx				1,548	-	-	-	-	-	-	1,548	139,320
Total chargeable weight				29350								
Total Cost				4,526,400								
Minimize				3,086,400								
Total charge				41090								
BigM												
UB=M*Binary												
Minimum weight												
Maximum weight												
Sum of Qty over all shipments				5,000	2,500	14,850	3,300	3,700	-	-		
UB=M*Binary				41,090.00	41,090.00	41,090.00	41,090.00	41,090.00	-	-		
Minimum weight				3,000	1,500	14,850	3,300	-	-	-		
Maximum weight				5,000	2,500	22,500	5,000	5,000	5,000	5,000		
Do sensitivity analysis on cost of transit time, e.g., 6000 THB/minute, 3000				4545.22								
Do sensitivity analysis on cost of transit time e.g., 6000, 3000												
Unit cost of transit time (THB/minute)				6,000								
Total Cost of Time				1,440,000								

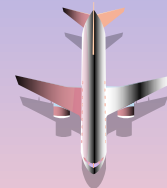
โดยการทดสอบครั้งแรกนั้นได้กำหนด;

- ➔ ปริมาณน้ำหนักสินค้าต่อแผ่น BSA อยู่ที่ 2,500 กิโลกรัมสำหรับแผ่นประเภท PMC และ 4,500 กิโลกรัมสำหรับแผ่น MDP ตามลำดับ
- ➔ กำหนด Cost of Transit อยู่ที่ 6,000 บาทต่อนาฬิกา



ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของเลน NRT ในข้อมูลชุดที่ 1

Lane	Departure date	Day	Total weight	Actual Cost	Cost Optimization	Cost of Transit	Cost reduction
NRT	5/11/20	1	3,540.50	404,274.00	371,752.50	-	32,521.50
NRT	5/25/20	1	3,021.50	410,924.00	317,257.50	-	93,666.50
NRT	5/5/20	2	1,535.00	138,150.00	138,150.00	-	-
NRT	5/12/20	2	29,350.00	3,128,888.00	3,086,400.00	1,440,000.00	42,488.00
NRT	5/19/20	2	19,533.00	2,517,803.00	2,003,988.00	1,440,000.00	513,815.00
NRT	5/26/20	2	17,321.00	2,276,168.00	1,764,026.00	1,440,000.00	512,142.00
NRT	5/6/20	3	22,375.50	2,820,454.00	2,390,568.00	-	429,886.00
NRT	5/13/20	3	27,665.50	3,254,095.00	2,909,527.50	-	344,567.50
NRT	5/20/20	3	22,770.50	2,965,382.00	2,438,745.00	-	526,637.00
NRT	5/27/20	3	16,769.00	2,211,584.00	1,705,514.00	-	506,070.00
NRT	5/7/20	4	20,351.00	2,703,632.00	2,115,236.00	1,440,000.00	588,396.00
NRT	5/14/20	4	21,932.00	2,885,940.00	2,330,252.00	1,440,000.00	555,688.00
NRT	5/21/20	4	14,382.50	1,919,796.00	1,452,545.00	1,440,000.00	467,251.00
NRT	5/28/20	4	16,323.50	2,147,546.00	1,658,291.00	1,440,000.00	489,255.00
NRT	5/1/20	5	22,780.00	2,350,036.00	2,439,600.00	1,440,000.00	(89,564.00)
NRT	5/8/20	5	21,899.50	2,973,727.00	2,360,355.00	1,440,000.00	613,372.00
NRT	5/15/20	5	23,739.50	3,098,712.00	2,535,387.00	1,440,000.00	563,325.00
NRT	5/22/20	5	16,065.00	2,106,939.00	1,654,890.00	1,440,000.00	452,049.00
NRT	5/29/20	5	19,428.50	2,519,558.00	2,058,776.00	1,440,000.00	460,782.00
NRT	5/2/20	6	3,315.00	450,840.00	348,075.00	-	102,765.00
NRT	5/9/20	6	26,472.50	3,595,964.00	3,233,270.00	2,160,000.00	362,694.00
NRT	5/16/20	6	8,267.00	1,055,312.00	912,780.00	-	142,532.00
NRT	5/23/20	6	5,346.00	657,320.00	564,790.00	-	92,530.00
NRT	5/29/20	6	10,994.00	2,027,153.00	1,229,220.00	-	797,933.00
NRT	5/3/20	7	2,842.00	301,252.00	298,410.00	-	2,842.00
NRT	5/10/20	7	18,452.50	1,931,965.00	1,872,135.00	1,440,000.00	59,830.00
NRT	5/17/20	7	53,801.00	7,222,696.50	6,213,772.00	1,440,000.00	1,008,924.50
NRT	5/24/20	7	22,033.50	2,964,817.00	2,372,415.00	1,440,000.00	592,402.00
NRT	5/31/20	7	22,113.50	2,988,822.50	2,379,615.00	1,440,000.00	609,207.50
			514,420.00	66,029,750.00	55,155,742.50	25,200,000.00	10,874,007.50



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่ง

ข้อมูลชุดที่ 1 ได้ทำการศึกษาข้อมูลรวมทั้งหมด 120 วัน

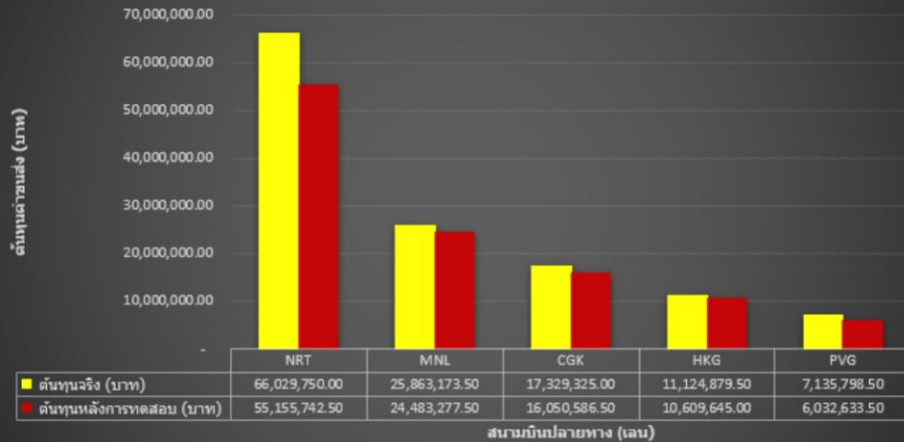


สรุปได้ว่า

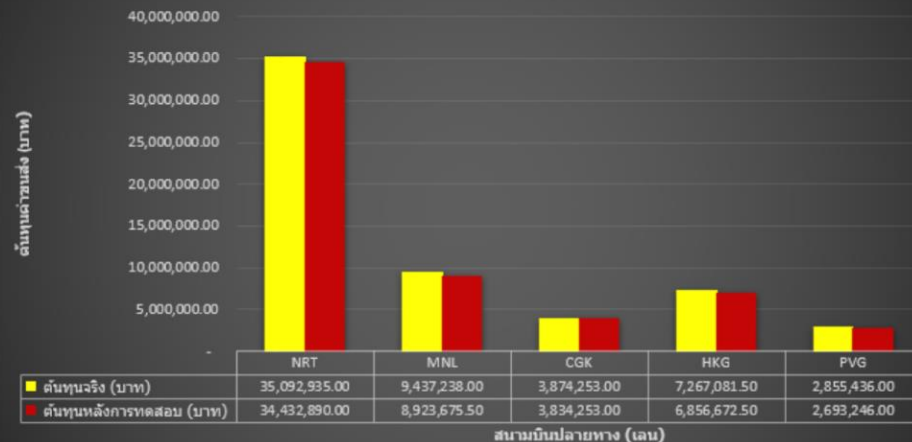
ข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
คือต้นทุนค่าขนส่งลดลง

ข้อมูลชุดที่ 2 ได้ทำการศึกษาข้อมูลรวมทั้งหมด 117 วัน

ค่าขนส่ง - ข้อมูลชุดที่ 1



ค่าขนส่ง - ข้อมูลชุดที่ 2



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่ง

ข้อมูลชุดที่ 1 ได้ทำการศึกษาข้อมูลรวมทั้งหมด 120 วัน



สรุปได้ว่า

ข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
คือต้นทุนค่าขนส่งลดลง

สนามบินปลายทาง	ต้นทุนจริง (บาท)	ต้นทุนหลังการทดสอบ (บาท)	Cost of Transit (บาท)	ต้นทุนที่ลดลง	ค่า Freight ลดลง ร้อยละ
NRT	66,029,750.00	55,155,742.50	25,200,000.00	10,874,007.50	16.47
MNL	25,863,173.50	24,483,277.50	1,944,000.00	1,379,896.00	5.34
CGK	17,329,325.00	16,050,586.50	1,098,000.00	1,278,738.50	7.38
HKG	11,124,879.50	10,609,645.00	-	515,234.50	4.63
PVG	7,135,798.50	6,032,633.50	42,000.00	1,103,165.00	15.46
ผลรวม	127,482,926.50	112,331,885.00	28,284,000.00	15,151,041.50	11.88

ข้อมูลชุดที่ 2 ได้ทำการศึกษาข้อมูลรวมทั้งหมด 117 วัน

สนามบินปลายทาง	ต้นทุนจริง (บาท)	ต้นทุนหลังการทดสอบ (บาท)	Cost of Transit (บาท)	ต้นทุนที่ลดลง	ค่า Freight ลดลง ร้อยละ
NRT	35,092,935.00	34,432,890.00	21,600,000.00	660,045.00	1.88
MNL	9,437,238.00	8,923,675.50	228,000.00	513,562.50	5.44
CGK	3,874,253.00	3,834,253.00	54,000.00	40,000.00	1.03
HKG	7,267,081.50	6,856,672.50	-	410,409.00	5.65
PVG	2,855,436.00	2,693,246.00	-	162,190.00	5.68
ผลรวม	58,526,943.50	56,740,737.00	21,882,000.00	1,786,206.50	3.05

2. Sensitivity Analysis ในส่วนของน้ำหนักต่อแผ่น BSA

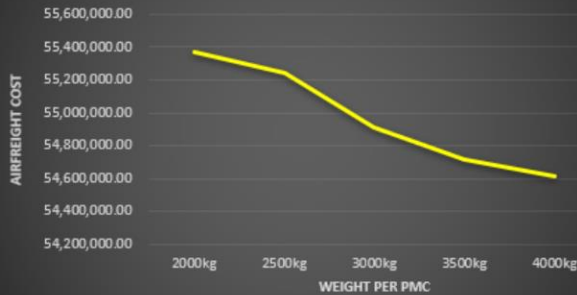
✈ PMC - 2,000, 2,500, 3,000, 3,500 และ 4,000 กิโลกรัมต่อแผ่น

✈ MDP - 4,000, 4,500, 5,000, 5,500 และ 6,000 กิโลกรัมต่อแผ่น

2.1 ผลการวิเคราะห์ด้านต้นทุนค่าขนส่งที่มีผลต่อน้ำหนักต่อแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 1

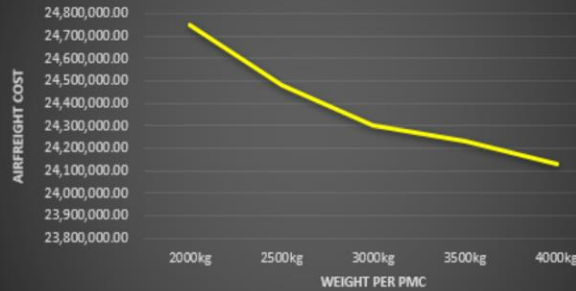
NRT

Airfreight Cost and weight per PMC



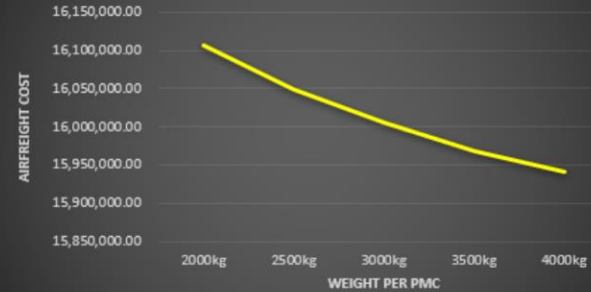
MNL

Airfreight Cost and weight per PMC



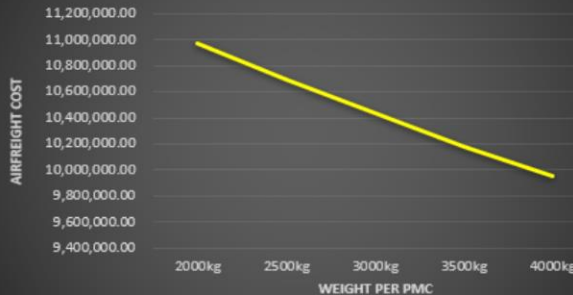
CGK

Airfreight Cost and weight per PMC



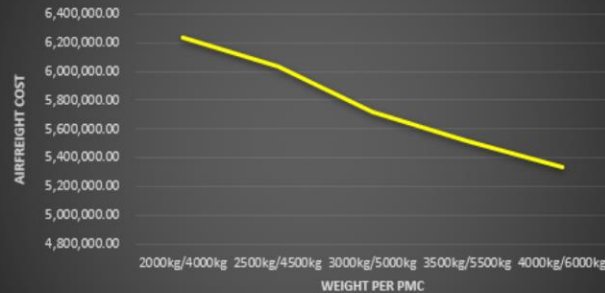
HKG

Airfreight Cost and weight per PMC



PVG

Airfreight Cost and weight per PMC



สรุปได้ว่า

เมื่อมีความสามารถในการทำน้ำหนักต่อแผ่น BSA น้อยลง จะมีผลทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มขึ้น

2.2) ผลการวิเคราะห์ ด้านต้นทุนค่าขนส่งที่มีผลต่อน้ำหนักต่อแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 2

4

การวิเคราะห์ข้อมูล

NRT



MNL



CGK

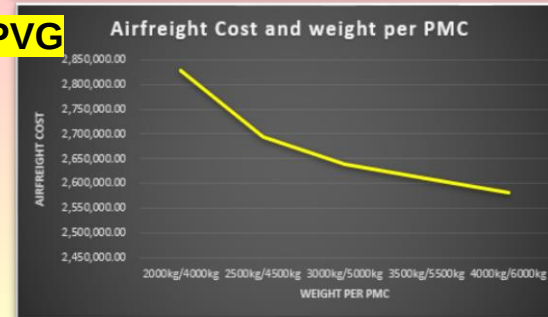


HKG



- ➔ สรุปว่า เมื่อมีความสามารถในการทำน้ำหนักต่อแผ่น BSA น้อยลง จะมีผลทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มขึ้น
- ➔ NRT, MNL, CGK เมื่อลดลงได้ระดับหนึ่งแล้ว ต้นทุนค่าขนส่งจะคงที่

PVG



สรุปได้ว่า ข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

- > เมื่อน้ำหนัก BSA น้อย มีผลทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเพิ่มขึ้น
- > เนื่องจากสินค้าจะถูกจัดสรรไปยังสายการบิน non-BSA มากขึ้น
- > แต่เมื่อสามารถทำน้ำหนักใน BSA ได้ระดับหนึ่งแล้ว ต้นทุนค่าขนส่งจะคงที่

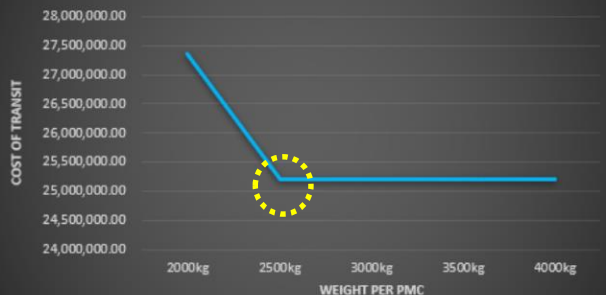
2.3) ผลการวิเคราะห์ ด้าน Cost of transit ที่มีผลต่อน้ำหนักต่อแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 1

4

การวิเคราะห์ข้อมูล

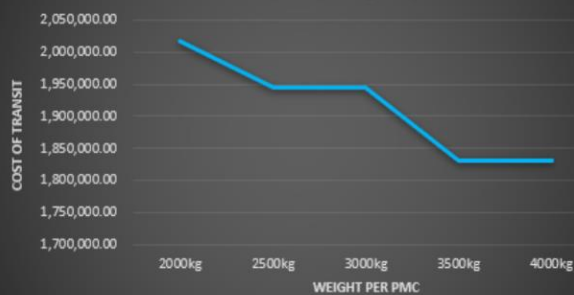
NRT

Cost of Transit and weight per PMC



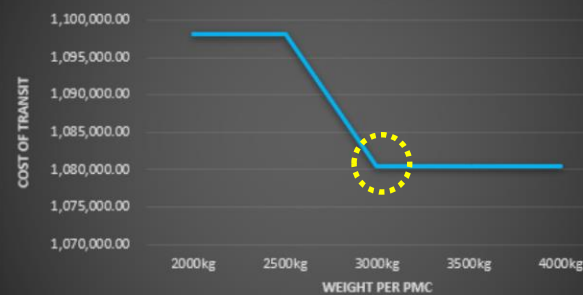
MNL

Cost of Transit and weight per PMC



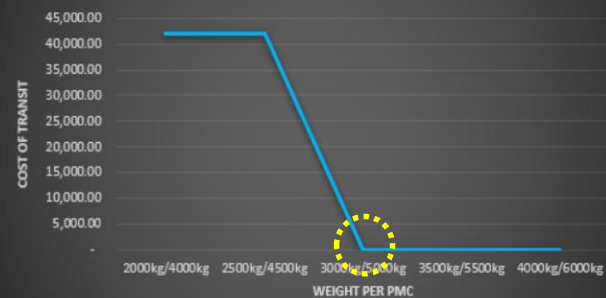
CGK

Cost of Transit and weight per PMC



PVG

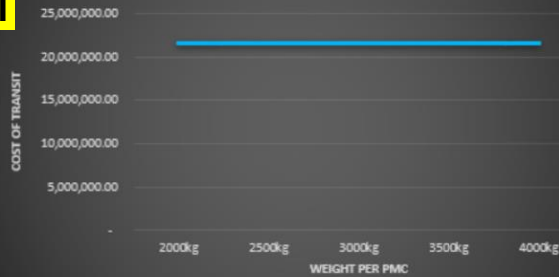
Cost of Transit and weight per PMC



- ➔ HKG ไม่มี Cost of Transit เพราะสายการบินทุกสายเป็นแบบ direct flight
- ➔ NRT Cost of Transit คงที่เกิดจากมี 1 สายการบิน BSA เป็น Indirect flight
- ➔ MNL เนื่องด้วยสายการบินส่วนใหญ่จะเป็น Indirect flight มี BSA แค่บางวัน
- ➔ CGK, PVG เมื่อทำน้ำหนักได้น้อย ทำให้สินค้าถูกจัดสรรไปใน non-BSA มากขึ้น

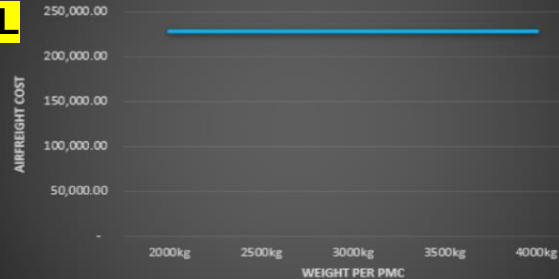
NRT

Cost of Transit and weight per PMC



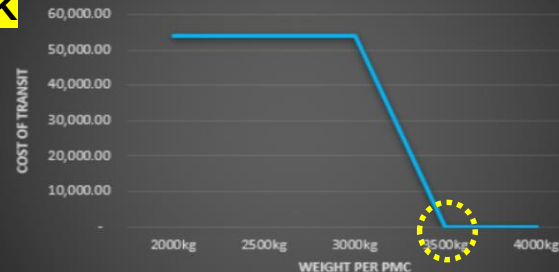
MNL

Cost of Transit and weight per PMC



CGK

Cost of Transit and weight per PMC



4

การวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 ผลการวิเคราะห์ ด้าน Cost of transit ที่มีผลต่อน้ำหนักต่อแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 2

- HKG ไม่มี Cost of Transit เพราะสายการบินทุกสายเป็นแบบ direct flight
- PVG ไม่มี Cost of Transit เนื่องจาก Demand < BSA, BSA เป็นสายการบินบินตรงทั้งหมด
- NRT Cost of Transit คงที่เกิดจากมี 1 สายการบิน BSA เป็น Indirect flight
- MNL Cost of Transit เกิดจากวันที่ไม่มี BSA
- CGK เมื่อทำน้ำหนักได้น้อย ทำให้สินค้าถูกจัดสรรไปใน non-BSA มากขึ้น

สรุปได้ว่า ข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

- > เมื่อน้ำหนัก BSA น้อย มีผลทำให้ Cost of Transit เพิ่มขึ้น
- > แต่เมื่อสามารถทำน้ำหนัก BSA ได้มากขึ้น จะทำให้มีค่า Cost of Transit คงที่
- > และไม่มีค่า Cost of Transit เกิดขึ้นเมื่อถึงระดับนี้

3. Sensitivity Analysis ในส่วนของ Cost of Transit

- ➔ Cost of Transit - 3,000, 4,000, 5,000, 6,000 บาทต่อนาที
- ➔ BSA – ระบุปริมาณน้ำหนักรถต่อแผ่นในทุกช่วงน้ำหนักในแผ่น PMC/MDP;
2,000/4,000, 2,500/4,500, 3,000/5,000, 3,500/5,500 และ 4,000/6,000 กิโลกรัมต่อแผ่น

3.1 ผลการวิเคราะห์ ด้านการเปลี่ยนแปลงของ Cost of Transit ต่อทุกช่วงน้ำหนักแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 1

NRT



MNL



4

การวิเคราะห์ข้อมูล

CGK



PVG



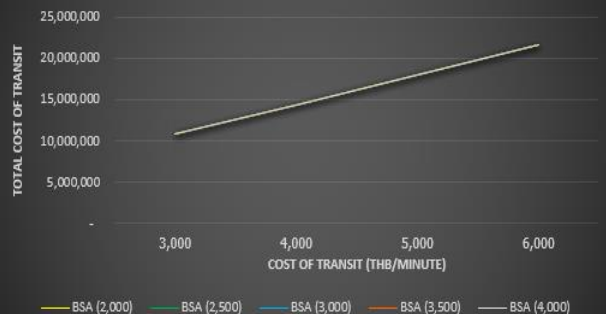
- ➔ Cost of Transit ไม่ได้มีผลทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเปลี่ยนแปลง
- ➔ Cost of Transit เพิ่มหรือลด เกิดจากการปรับค่า Cost of Transit ต่อนาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

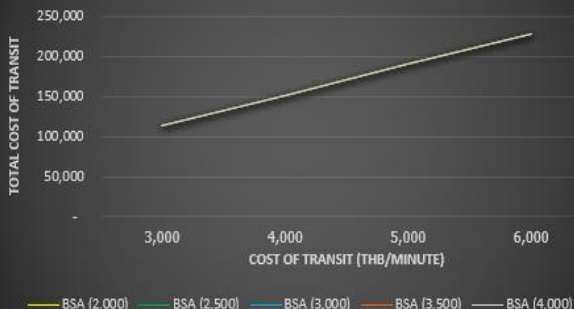
3.2 ผลการวิเคราะห์ ด้านการเปลี่ยนแปลงของ Cost of Transit ต่อทุกช่วงน้ำหนักแผ่น BSA - ข้อมูลชุดที่ 2

NRT

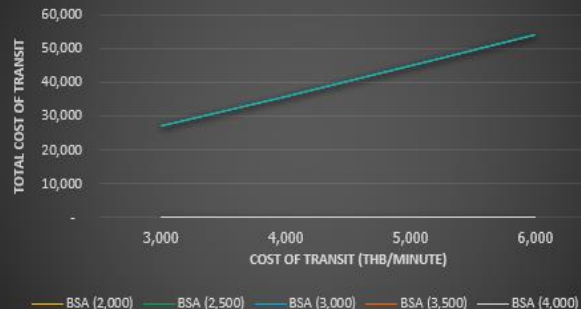
Total Cost of Transit


MNL

Total Cost of Transit

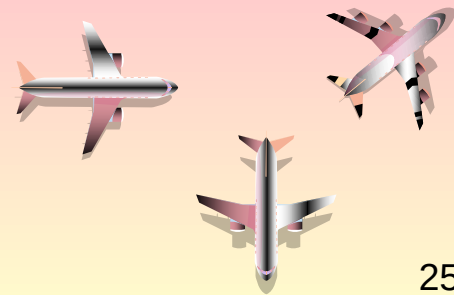

CGK

Total Cost of Transit



สรุปได้ว่า ข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

- > Cost of Transit ไม่ได้มีผลทำให้ต้นทุนค่าขนส่งเปลี่ยนแปลงไป
- > Cost of Transit เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการถูกปรับเพิ่มและลดของค่า Cost of Transit ต่อน้ำหนักแผ่น



สรุปผลการศึกษา

① แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ เหมาะกับในกรณีที่ปริมาณสินค้ามากกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักต่ำสุดของ BSA

เนื่องจากโปรแกรม Excel Solver จะทำการคัดเลือกสายการบินเพื่อให้ได้ต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุดตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เมื่อสินค้าเกินน้ำหนักขั้นต่ำของ BSA ควรพิจารณาสายการบิน non-BSA ที่มีต้นทุนค่าขนส่งต่อกิโลกรัมที่ถูกกว่า

1.2 ในกรณีที่สินค้าน้อยกว่า BSA ควรทำการจัดสรรสินค้าภายในสายการบิน BSA โดยพิจารณาค่าขนส่งต่อหน่วยที่ต่ำที่สุด

② แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ ใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเลือกสายการบินแบบบินตรงก่อน

และจะทำการเลือกสายการบินแบบแวะพัก (Indirect flight) เป็นลำดับถัดมา โดยมีตัวแปรของ Cost of Transit เข้ามาเกี่ยวข้อง

③ Cost of transit ไม่ได้มีผลต่อต้นทุนค่าขนส่ง แต่มีความจำเป็นกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้

เพื่อที่จะทำให้ Excel Solver ทำการแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ในการเลือกสายการบินตรงก่อน

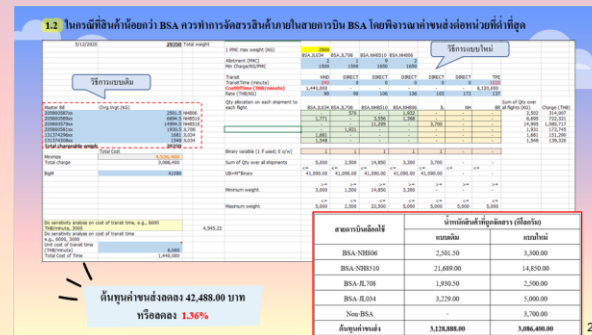
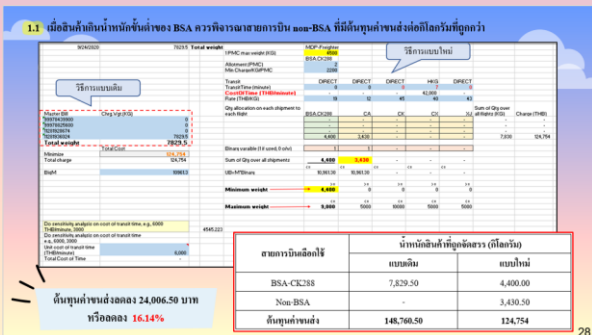
สรุปผลการศึกษา

1. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ เหมาะกับในกรณีที่ปริมาณสินค้ามากกว่าหรือเท่ากับน้ำหนักต่ำสุดของ BSA

เนื่องจากโปรแกรม Excel Solver จะทำการคัดเลือกสายการบินเพื่อให้ได้ต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุดตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เมื่อสินค้าเกินน้ำหนักขั้นต่ำของ BSA ควรพิจารณาสายการบิน non-BSA ที่มีต้นทุนค่าขนส่งต่อกิโลกรัมที่ถูกกว่า

1.2 ในกรณีที่สินค้าน้อยกว่า BSA ควรทำการจัดสรรสินค้าภายในสายการบิน BSA โดยพิจารณาค่าขนส่งต่อหน่วยที่ต่ำที่สุด



1.1

วิธีการแบบเดิม

วิธีการแบบใหม่

Chr9.wqt

--	--	--

--	--	--

	$\leq$	$\leq$
--	--------	--------

0	0
---	---

=	<=	
0.0	0.000	

0 2 3 4

เพิ่มเติม

29.50

/60.50

ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 24,006.50 บาท

หรือลดลง **16.14%**

สายการบินเลือกใช้

น้ำหนักสินค้าที่ออกจัดสรร (กิโลกรัม)

แบบเต็ม

แบบใหม่

BSA-CK288

7,829.50

4,400.00

Non-BSA

—

3,430.50

ต้นทุนค่าขนส่ง

148,760.50

124,754

1.2

วิธีการแบบเดิม

วิธีการแบบใหม่

ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 42,488.00 บาท
หรือลดลง **1.36%**

สายการบินเลือกใช้	น้ำหนักสินค้าที่ถูกจัดสรร (กิโลกรัม)	
	แบบเดิม	แบบใหม่
BSA-NH806	2,501.50	3,300.00
BSA-NH8510	21,689.00	14,850.00
BSA-JL708	1,930.50	2,500.00
BSA-JL034	3,229.00	5,000.00
Non-BSA	-	3,700.00
ต้นทุนค่าขนส่ง	3,128,888.00	3,086,400.00

ข้อเสนอแนะ

① แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้พิจารณาในเรื่องของน้ำหนักสินค้าที่ถูกจัดสรรให้กับทางสายการบินอย่างเดียว ซึ่งการวิจัยส่วนต่อไปควรจะถูกพิจารณาเพิ่มในด้านของน้ำหนักและปริมาตรสินค้าไปในพร้อมกัน

② แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้สามารถนำไปใช้ได้จริง แต่ข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นข้อมูลสินค้าของน้ำหนักสินค้า Cargo Consolidation เรียบร้อย

③ ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเล่นใน Asia ซึ่งสายการบินส่วนมากจะเป็นแบบบินตรง เพื่อให้ได้ผลดีมากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาเล่นอื่นๆ ในแถบยุโรป และอเมริกาด้วย ซึ่งสายการบินส่วนมากจะเป็นแบบแวะพัก



Thank you