

การปรับปรุงผังจัดวางและตำแหน่งจัดวางสินค้า
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพคลังจัดเก็บอะไหล่ของ
ผู้ผลิตรถยนต์แห่งหนึ่ง

โดย มนสิชา ฐิตธรรมพันธุ์ , อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์
รหัสบทความ SLM003
สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA)

AGENDA

- ที่มาและความสำคัญของปัญหา
- ข้อมูลของคลังสินค้า
- แผนผังคลังสินค้า
- รูปแบบการจัดเก็บ
- ขอบเขตการศึกษาข้อมูล
- แผนการดำเนินงานและ วิธีการปรับปรุง
- ออกแบบ Layout และเส้นทางการเดิน
- ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้



ที่มาและความสำคัญของปัญหา

- เนื่องจากคลังสินค้าประเภทอะไหล่รถยนต์แห่งนี้ไม่ได้มีการวางแผนการจัดเก็บให้พนักงานหยิบสินค้าได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ใช้เวลามากในการหยิบแต่ละครั้ง โดยทางเราจะเน้นเฉพาะ อะไหล่รถยนต์ชิ้นเล็กๆ เช่น ชุดหัวฉีด น้ำมันเชื้อเพลิง ชุดไฟตัดหมอกซ้าย-ขวา ยางกันกระแทกฝากระโปรงรถ ประเก็นท่อไอเสีย แขนพวงมาลัย หัวเทียน ลูกหมาก เป็นต้น เนื่องจากสินค้าชิ้นเล็กพวกนี้มีความถี่ในการหยิบสูง ซึ่งจะถูกจัดเก็บในพื้นที่ขนาด 822 ตารางเมตร

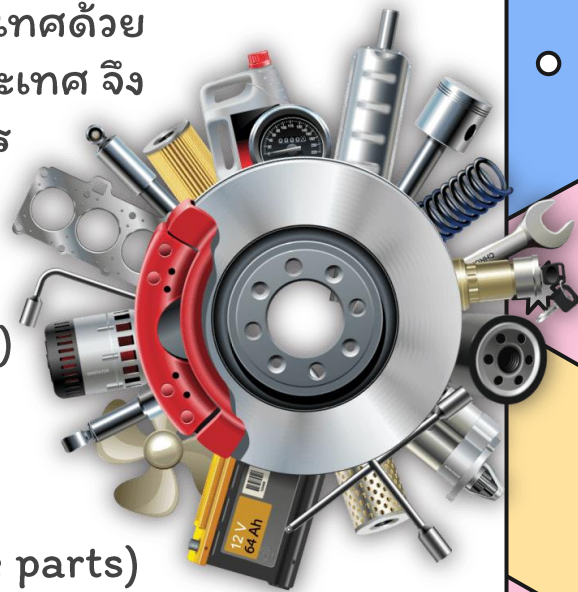
-ใช้เวลาในการหยิบ 1,571.04 นาที/เดือน ส่งผลให้ไม่ตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า อาจทำให้เสียโอกาสทางการขาย

-ระยะทางในการเดินทางมากเกินไป 70,345.05 เมตร/เดือน เนื่องจากไม่ได้วางแผนการจัดเก็บ



ข้อมูลของคลังสินค้า

- คลังสินค้าแห่งนี้มีการจัดเก็บสินค้าประเภทอะไหล่รถยนต์ รองรับความต้องการทุกภาคในประเทศไทย รวมไปถึงการส่งออกไปต่างประเทศด้วย คิดเป็นสัดส่วน 60%ส่งภายในประเทศ และ 40%ส่งออกต่างประเทศ จึงเป็นคลังที่มีขนาดใหญ่มาก มีพื้นที่ทั้งหมด 52,000 ตารางเมตร โดยสามารถแบ่งสินค้าออกมาได้ทั้งหมด 6 ประเภท
1. อะไหล่พิเศษเฉพาะเครื่อง (Unique parts)
 2. อะไหล่ประกันเตรียมพร้อม (Insurance and standby parts)
 3. อะไหล่ที่ใช้ได้กับหลายเครื่อง (Interchangeable parts)
 4. อะไหล่ที่สามารถจัดซื้อเมื่อต้องการได้ (Order as required)
 5. อะไหล่และอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นสินทรัพย์ถาวร (Capitalize parts)
 6. อะไหล่สำรองเดินเครื่องแรก
- 



แผนผังคลังสินค้า

- มีทางเข้า-ออก 1 ทาง
- มีพนักงานหยิบ 1 คน
- ระยะเวลา 1 เดือนมีการหยิบรายการสินค้าทั้งหมด 2,892 SKUs
- ใน 1 วันจะมีการหยิบประมาณ 15 รอบ โดยเริ่มจาก 8.00 น. จนถึง 16.30น. โดยจะมีการหยิบทุกๆ 30 นาที



															Door														START
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1000	1000	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1000
A01A	A01B	A01C	A01D	A01E	A01F												A02A	A02B	A02C	A02D	A02E	A02F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A02A	A02B	A02C	A02D	A02E	A02F												A03A	A03B	A03C	A03D	A03E	A03F							
A03A	A03B	A03C	A03D	A03E	A03F												A04A	A04B	A04C	A04D	A04E	A04F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A05A	A05B	A05C	A05D	A05E	A05F												A06A	A06B	A06C	A06D	A06E	A06F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A07A	A07B	A07C	A07D	A07E	A07F												A08A	A08B	A08C	A08D	A08E	A08F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A09A	A09B	A09C	A09D	A09E	A09F												A10A	A10B	A10C	A10D	A10E	A10F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A11A	A11B	A11C	A11D	A11E	A11F												A12A	A12B	A12C	A12D	A12E	A12F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A13A	A13B	A13C	A13D	A13E	A13F												A14A	A14B	A14C	A14D	A14E	A14F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A15A	A15B	A15C	A15D	A15E	A15F												A16A	A16B	A16C	A16D	A16E	A16F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A17A	A17B	A17C	A17D	A17E	A17F												A18A	A18B	A18C	A18D	A18E	A18F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A19A	A19B	A19C	A19D	A19E	A19F												A20A	A20B	A20C	A20D	A20E	A20F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A21A	A21B	A21C	A21D	A21E	A21F												A22A	A22B	A22C	A22D	A22E	A22F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A23A	A23B	A23C	A23D	A23E	A23F												A24A	A24B	A24C	A24D	Stairs								
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A25A	A25B	A25C	A25D	A25E	A25F												A26A	A26B	A26C	A26D	A26E	A26F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A27A	A27B	A27C	A27D	A27E	A27F												A28A	A28B	A28C	A28D	A28E	A28F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A29A	A29B	A29C	A29D	A29E	A29F												A30A	A30B	A30C	A30D	A30E	A30F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A31A	A31B	A31C	A31D	A31E	A31F												A32A	A32B	A32C	A32D	A32E	A32F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A33A	A33B	A33C	A33D	A33E	A33F												A34A	A34B	A34C	A34D	A34E	A34F							
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
A35A	A35B	A35C	A35D	A35E	A35F												A36A	A36B	A36C	A36D	A36E	A36F							

รูปแบบการจัดเก็บ

- ทางคลังสินค้าจะจัดเก็บสินค้าเป็น Bin เนื่องจากเป็นอะไหล่ชิ้นเล็กๆ
- 1 location มีทั้งหมด 5 ชั้น
- 1 ชั้น สามารถจัดเก็บได้ 4 bins
- 1 bin สามารถจัดเก็บได้ 50 ชิ้น
- 1 location สามารถจัดเก็บได้ 20 SKUs และสามารถเก็บอะไหล่ได้ทั้งหมด 1,000 ชิ้น



ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

- ศึกษากระบวนการหยิบสินค้าโดยจะเน้นสินค้าที่เป็นชิ้นเล็กและมีความต้องการเร่งด่วน ใช้ภายในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลเท่านั้น
- ศึกษาข้อมูลการขายในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2563 โดยในระยะเวลา 1 เดือน ทำงาน 25 วัน
- ศึกษา Pick list ว่าแต่ละครั้งต้องหยิบสินค้าอะไรบ้าง และมีความถี่ในการหยิบมากน้อยแค่ไหน
- ศึกษาจำนวน Pick list ทั้งหมดมี 385 pick lists โดยเริ่มหยิบตั้งแต่ 8.00 น. จนถึง 16.30 น. หยิบทุกๆ 30 นาที จะเฉลี่ยวันละ 15 pick lists ซึ่งมีรายการสินค้าทั้งหมด 2,892 SKUs

แผนการดำเนินงาน

01.

วิเคราะห์ข้อมูล

- ศึกษาข้อมูลและสำรวจสถานที่จริง
- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ABC analysis

03.

ออกแบบ Location สำหรับแต่ละ SKU

- ABC analysis
- Association rule
- Optimal model

02.

ออกแบบ Layout

- ออกแบบ layout ออกเป็นสองรูปแบบ
 1. Angled layout
 2. Corner layout

04.

เปรียบเทียบ Performance

- เปรียบเทียบว่า layout แบบไหน Location ไหน ประหยัดระยะทางการเดินและเวลามากที่สุด โดยเทียบจาก Pick list ที่ได้มา

ABC analysis

จากการใช้ ABC analysis ในการวิเคราะห์การจัดวางสินค้า โดยเรียงจากความถี่ในการหยิบจากมากไปน้อย โดยมีทั้งหมด 2,892 SKUs

โดยจะถูกแบ่งเป็น

A=80%  1,550 SKUs

B=15%  1,006 SKUs

C=5%  336 SKUs

Count of รอบหมีบ Column Labels																				
Row Labels	<1/0/1900	8 AM	9 AM	10 AM	11 AM	12 PM	1 PM	2 PM	3 PM	4 PM	Grand Total	ค่าชีพพอด	เปอเซ็นในการหีบหม	เปอเซ็นในการหีบสสม	ABC analysis					
206068H30A		1	6	11	6	1		3		3	31	13.78%	0.46%		0.46% A					
G2G1689900		4	5	11	3	1			3	3	30	13.33%	0.45%		0.91% A					
112106091			3	12	2	3		1	3	2	26	11.56%	0.39%		1.30% A					
622253BG0A		2	3	7	6	4	1				23	10.22%	0.34%		1.64% A					
210515EK0A		1	2	11	2	2		1	2	2	23	10.22%	0.34%		1.98% A					
200743LT0A		16	2	2	2			1			23	10.22%	0.34%		2.33% A					
14035ED800		2	3	7	1	3	2	2	1		21	9.33%	0.31%		2.64% A					
155310501			6	5	2	4		2		1	20	8.89%	0.30%		2.94% A					
C9GDA6N20H			2	9	5	2				1	19	8.44%	0.28%		3.22% A					
990984JAOC		4	3	5	4	1				2	19	8.44%	0.28%		3.50% A					
4870306FOA		2	1	7	5		1	1	2		19	8.44%	0.28%		3.79% A					
13270EE50A			5	3		3		3	3	2	19	8.44%	0.28%		4.07% A					
277323VA0A		2	2	4	3	1		2	2	2	18	8.00%	0.27%		4.34% A					
16600EN200		1	5	2	2	3		2		3	18	8.00%	0.27%		4.61% A					
140351HC0A		1	5	1	2	1	1	1	3	2	17	7.56%	0.25%		4.86% A					
206955WJ0A			2	8	1	2		3		1	17	7.56%	0.25%		5.11% A					
206955TA0B			2	8	1	2		3		1	17	7.56%	0.25%		5.37% A					
622243BG0A		1	2	6	2	3	1	1			16	7.11%	0.24%		5.60% A					
166001KT0A		1	2	3	6	2			1	1	16	7.11%	0.24%		5.84% A					
206951HJ5D			3	4	5	3			1		16	7.11%	0.24%		6.08% A					
668944CL0A		3	2	5	1	2				1	14	6.22%	0.21%		6.29% A					
474781HJ1A		2	4	4	2	2					14	6.22%	0.21%		6.50% A					
317263JX0A				3	4	4			2	1	14	6.22%	0.21%		6.71% A					
2101000Q3K				5	3	1		1	3	1	14	6.22%	0.21%		6.92% A					
113503TS0B			1	1	4	7				1	14	6.22%	0.21%		7.12% A					
487001HH2B		1	2	4	4				2		13	5.78%	0.19%		7.32% A					
166003TA0A		2	1	7		1		2			13	5.78%	0.19%		7.51% A					
17242270900			2	2	4	2		1			12	5.78%	0.19%		7.71% A					

Class-based ABC layout

	J	K	L	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
1				ORIGINAL						Class-based ABC layout													
2										Angled layout							Corner layout						
3	SKU(s) อะไรไหล	ZONE	รอบหยิบ	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะพ	SKU	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะพ	SKU	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะพ
4	1229631U20	A	8:30	B03B	S	B03B	2	437	43150	1229631U20 A02B	S	A02B	2	17	3350	1229631U20 A02D	S	A02D	2	19	2750		
5	H05614FN0A	A	8:30	B01E	A35V	B01E	416	419	0	25300AT300 A02Y	A02B	A02Y	17	26	0	25300AT300 A02W	A02D	A02W	19	24	0		
6	226804M511	A	8:30	A12B	A12B	A12B	137	137	0	11955JA10D A04Z	A02Y	A04Z	26	51	4600	H05614FN0A A02Y	A02W	A02Y	24	26	600		
7	1495638U1A	A	8:30	A13Z	A12B	A13Z	137	159	6100	2530062J0E A16C	A04Z	A16C	51	186	14900	11955JA10D A04Z	A02Y	A04Z	26	51	4600		
8	25300AT300	A	8:30	A32X	A13Z	A32X	159	385	22400	H05614FN0A A01U	A16C	A01U	186	10	16900	226804M51: A04V	A04Z	A04V	51	47	1200		
9	11955JA10D	A	8:30	A35V	A32X	A35V	385	416	7200	226804M51: A01X	A01U	A01X	10	13	900	1495638U1A A04V	A04V	A04V	47	47	0		
10	2530062J0E	B	8:30	B07X	B03B	B07X	437	493	8400	1495638U1A A01X	A01X	A01X	13	13	0	2530062J0E A16Z	A04V	A16Z	47	195	15500		
11	END			D	B07X	D	493	3	43050	D	A01X	D	13	3	3050	D	A16Z	D	195	3	16150		
12																							
13	34935EB70A	A	9:00	A02C	S	A02C	2	18	3050	73943JR00A A02V	S	A02V	2	23	2450	D65005EK1A A02E	S	A02E	2	20	2450		
14	654703TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	D65005EK1A A02C	A02V	A02C	23	18	600	34935EB70A A02E	A02E	A02E	20	20	0		
15	654713TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	34935EB70A A02C	A02C	A02C	18	18	0	K34704JAMA A02V	A02E	A02V	20	23	0		
16	K34704JAMA	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	K34704JAMA A02X	A02C	A02X	18	25	0	654703TS0B A02W	A02V	A02W	23	24	300		
17	D65005EK1A	A	9:00	A06U	A02C	A06U	18	70	8400	654703TS0B A02Y	A02X	A02Y	25	26	300	654713TS0B A02W	A02W	A02W	24	24	0		
18	55046EB70C	A	9:00	A01A	A01A	A01A	4	4	0	654713TS0B A02Y	A02Y	A02Y	26	26	0	905024JGOC A02Y	A02W	A02Y	24	26	600		
19	55047EB70C	A	9:00	A07X	A06U	A07X	70	85	6700	905024JGOC A01U	A02Y	A01U	26	10	2600	15066EN200 A02Z	A02Y	A02Z	26	27	300		
20	K85811HJ0B	A	9:00	A08Y	A07X	A08Y	85	98	3500	15066EN200 A01V	A01U	A01V	10	11	300	1321053Y00 A04A	A02Z	A04A	27	40	4300		
21	22401ED815	A	9:00	A16Z	A08Y	A16Z	98	195	10600	905034JGOC A01D	A01V	A01D	11	7	300	658222LR0A A04C	A04A	A04C	40	42	600		
22	658222LR0A	A	9:00	A17W	A16Z	A17W	195	204	4900	73943JR05A A01B	A01D	A01B	7	5	600	546184M40C A04C	A04C	A04C	42	42	0		
23	135101KC1A	A	9:00	A17Z	A17W	A17Z	204	207	900	150666N204 A01A	A01B	A01A	5	4	300	905034JGOC A04F	A04C	A04F	42	45	900		
24	224015M015	A	9:00	A25A	A17Z	A25A	207	292	13300	110441VA0B A03A	A01A	A03A	4	28	7300	K85811HJ0B A06F	A04F	A06F	45	69	7300		
25	73940JR00A	B	9:00	A34W	A25A	A34W	292	408	12700	224015M01: A03X	A03A	A03X	28	37	600	224015M01: A06X	A06F	A06X	69	73	900		
26	237311HC1A	A	9:00	A35X	A34W	A35X	408	414	6100	K85811HJ0B A03F	A03X	A03F	37	33	900	22401ED815 A06B	A06X	A06B	73	65	300		
27	905034JGOC	A	9:00	A36A	A35X	A36A	414	424	3200	1321053Y00 A04A	A03F	A04A	33	40	2300	135101KC1A A06Y	A06B	A06Y	65	74	0		
28	1321053Y00	A	9:00	B01C	A36A	B01C	424	421	3200	658222LR0A A04C	A04A	A04C	40	42	600	656013VV1B A08Z	A06Y	A08Z	74	99	4600		
29	905024JGOC	A	9:00	B05B	B01C	B05B	421	461	8400	546184M40C A04C	A04C	A04C	42	42	0	55046EB70C A08Y	A08Z	A08Y	99	98	300		
◀ ▶ ... ABC analysis Relocation master distance association rules travel distance summary_distance 1 2 3 4 ... ⊕ ⋮ ▶																							

Class-based ABC layout

Day	Original		Class-based ABC layout					
			Angled layout			Corner layout		
	Time (min.)	Distance (m.)	Time (min.)	Distance (m.)	% Reduction	Time (min.)	Distance (m.)	% Reduction
1	58.54	2621.20	16.24	727.00	-72.26%	16.82	753.30	-71.26%
2	62.51	2799.10	19.12	856.00	-69.42%	20.63	923.90	-66.99%
3	59.67	2671.80	16.53	740.10	-72.30%	18.17	813.80	-69.54%
4	49.81	2230.10	14.85	665.00	-70.18%	15.29	684.80	-69.29%
5	65.76	2944.30	15.64	700.50	-76.21%	16.36	732.55	-75.12%
6	67.87	3038.80	19.54	875.00	-71.21%	20.37	912.30	-69.98%
7	54.79	2453.10	15.50	693.90	-71.71%	15.82	708.30	-71.13%
8	66.55	2979.90	17.92	802.55	-73.07%	18.60	833.05	-72.04%
9	63.80	2856.50	17.23	771.60	-72.99%	18.32	820.10	-71.29%
10	57.79	2587.80	13.82	618.80	-76.09%	15.01	672.10	-74.03%
11	54.42	2436.50	15.70	702.80	-71.16%	16.42	735.20	-69.83%
12	63.77	2855.20	17.49	783.30	-72.57%	18.74	839.10	-70.61%
13	57.00	2552.40	15.51	694.40	-72.79%	15.82	708.40	-72.25%
14	62.41	2794.45	16.15	723.10	-74.12%	17.51	784.00	-71.94%
15	59.95	2684.20	16.93	757.90	-71.76%	16.52	739.60	-72.45%
16	52.19	2336.85	14.06	629.50	-73.06%	15.10	676.00	-71.07%
17	60.61	2713.90	17.48	782.70	-71.16%	17.10	765.80	-71.78%
18	60.82	2723.30	16.50	738.90	-72.87%	17.11	766.20	-71.87%
19	55.90	2503.00	15.47	692.80	-72.32%	15.96	714.80	-71.44%
20	63.39	2838.20	16.78	751.30	-73.53%	17.45	781.15	-72.48%
21	59.92	2683.00	15.34	687.00	-74.39%	16.43	735.50	-72.59%
22	55.74	2495.90	15.39	688.90	-72.40%	16.02	717.35	-71.26%
23	63.16	2827.85	16.62	744.40	-73.68%	17.65	790.40	-72.05%
24	68.11	3049.50	19.10	855.10	-71.96%	20.07	898.70	-70.53%
25	58.54	2621.10	11.02	320.30	-80.14%	12.53	561.00	-78.60%
Grand total	1502.99	67297.95	406.53	18203.05	-72.95%	425.84	19067.40	-71.67%

Association rule

- หลังจากที่ได้ ABC analysis แล้วก็จะมาทำ Association rule เพื่อหาว่ามี SKU ไหนบ้างที่มันจะถูกหยิบพร้อมกันหรือมีความสัมพันธ์ต่อกัน เพื่อที่จะนำมาจัดวางคู่กัน โดยจะใช้โปรแกรม Python3 ในการคำนวณผ่าน Platform ของ Google Colab ที่ Spec CPU เครื่องตามด้านล่าง

Processor	Intel(R) Core(TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz
-----------	---

Installed RAM	8.00 GB
---------------	---------

System type	64-bit operating system, x64-based processor
-------------	--

Pen and touch	No pen or touch input is available for this display
---------------	---

Association rule

- โดยเราจะนำข้อมูลมาแตกเป็นตาราง Pivot ตามภาพด้านล่างและทำเป็นไฟล์สกุล .csv ก่อนเพื่อนำไปเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อในโปรแกรม Python3

[illegible]

Association rule

- ตั้งค่า min support หรือ ค่าที่มีความน่าจะเป็นที่สินค้าจะถูกหยิบพร้อมกัน ไว้ที่ 0.02 เนื่องจากข้อมูล pick list มีการหยิบที่หลากหลายและมี SKU จำนวนมาก และแต่ละ SKU จะมีความสัมพันธ์กันน้อย จึงทำการ run หาค่าที่เหมาะสม ซึ่งก็คือ 0.02 ถ้าตั้งมากกว่านี้อาจจะไม่พบ itemset

```
freq_items = apriori(ohe_df, min_support=0.02, use_colnames=True)
#freq_items.head(100)
print(freq_items)
```

	support	itemsets
0	0.054545	(622253BG0A)
1	0.051948	(14035ED800)
2	0.020779	(622234JA0A)
3	0.036364	(474781HJ1A)
4	0.025974	(543258271R)
...	...	...
127	0.038961	(206955TA0B, 206068H30A)
128	0.038961	(206068H30A, 206955WJ0A)
129	0.054545	(210515EK0A, 112106091)
130	0.020779	(D86401AA1A, D85201AA1A)
131	0.038961	(206955TA0B, 206068H30A, 206955WJ0A)

[132 rows x 2 columns]

Association rule

เนื่องจากความสัมพันธ์กันของแต่ละ SKU นั้นมีน้อยมาก จึงตั้งค่า Confidence หรือค่าที่มีค่า Support มากกว่าหรือเท่ากับค่าที่เรากำหนด โดยจะกำหนดที่ 0.5 เพื่อจะได้เจอ itemset ที่มันจะมีโอกาสหยิบมาพร้อมกันจริงๆ มีความสัมพันธ์แบบชัดเจน หยิบชิ้นแรกแล้วจะหยิบชิ้นสองแน่ๆ ก็จะได้ค่าต่างๆ ตามตาราง

```
rules = association_rules(freq_items, metric="confidence", min_threshold=0.5)  
rules.head(40)
```

	antecedents	consequents	antecedent support	consequent support	support	confidence	lift	leverage	conviction
0	(622243BG0A)	(622253BG0A)	0.041558	0.054545	0.028571	0.687500	12.604167	0.026305	3.025455
1	(622253BG0A)	(622243BG0A)	0.054545	0.041558	0.028571	0.523810	12.604167	0.026305	2.012727
2	(487001HH2B)	(4870306F0A)	0.033766	0.049351	0.020779	0.615385	12.469636	0.019113	2.471688
3	(546181AA0A)	(546681AA0A)	0.028571	0.031169	0.028571	1.000000	32.083333	0.027681	inf
4	(546681AA0A)	(546181AA0A)	0.031169	0.028571	0.028571	0.916667	32.083333	0.027681	11.657143
5	(668944CL0A)	(668954CL0A)	0.031169	0.031169	0.025974	0.833333	26.736111	0.025003	5.812987
6	(668954CL0A)	(668944CL0A)	0.031169	0.031169	0.025974	0.833333	26.736111	0.025003	5.812987
7	(206955WJ0A)	(206955TA0B)	0.044156	0.044156	0.044156	1.000000	22.647059	0.042206	inf
8	(206955TA0B)	(206955WJ0A)	0.044156	0.044156	0.044156	1.000000	22.647059	0.042206	inf
9	(206068H30A)	(206955TA0B)	0.077922	0.044156	0.038961	0.500000	11.323529	0.035520	1.911688
10	(206955TA0B)	(206068H30A)	0.044156	0.077922	0.038961	0.882353	11.323529	0.035520	7.837662
11	(112106091)	(210515EK0A)	0.064935	0.057143	0.054545	0.840000	14.700000	0.050835	5.892857
12	(210515EK0A)	(112106091)	0.057143	0.064935	0.054545	0.954545	14.700000	0.050835	20.571429
13	(D85201AA1A)	(D86401AA1A)	0.025974	0.025974	0.020779	0.800000	30.800000	0.020105	4.870130
14	(D86401AA1A)	(D85201AA1A)	0.025974	0.025974	0.020779	0.800000	30.800000	0.020105	4.870130
15	(206955WJ0A)	(206068H30A)	0.044156	0.077922	0.038961	0.882353	11.323529	0.035520	7.837662
16	(206068H30A)	(206955WJ0A)	0.077922	0.044156	0.038961	0.500000	11.323529	0.035520	1.911688
17	(210104BC0A)	(210144BC0A)	0.031169	0.031169	0.028571	0.916667	29.409722	0.027600	11.625974

Class-based Association layout

F	G	H	I	J	K	
Class-based Association layout						
SKU	ABC analyze	Original Locati	Angled layout	Corner layout		
206068H30A	A	A36A	A02D	A02F		
G2G1689900	A	A03Z	A02D	A02F		
112106091	A	A36A	A02D	A02F	622243BG0A	A
622253BG0A	A	A01B	A02D	A02F	622253BG0A	A
210515EK0A	A	B11A	A02D	A02F		
200743LTOA	A	A18A	A02D	A02F	487001HH2E	A
14035ED800	A	A11A	A02D	A02F	4870306FOA	A
155310501	A	A04Z	A02D	A02F		
C9GDA6N20H	A	A29C	A02D	A02F	206955WJ0A	A
990984JA0C	A	A26Z	A02D	A02F	206955TA0B	A
4870306FOA	A	B02Z	A02D	A02F	206068H30A	A
13270EE50A	A	A04X	A02D	A02F		
277323VA0A	A	A03V	A02D	A02F	112106091	A
16600EN200	A	A02E	A02D	A02F	210515EK0A	A
140351HCOA	A	A08C	A02D	A02F		
206955WJ0A	A	A07A	A02D	A02F		
206955TA0B	A	A36F	A02D	A02F		
622243BG0A	A	A01Y	A02D	A02F		
166001KTOA	A	A02U	A02D	A02F		
487001HH2B	A	A07A	A02D	A02F		
668944CL0A	A	B12V	A02W	A02U		
474781HJ1A	A	B13F	A02W	A02U		
317263JX0A	A	A24Z	A02W	A02U	546181AA0A	A
210100Q3K	A	A28F	A02W	A02U	546681AA0A	A
113503TS0B	A	A13Y	A02W	A02U		
206951HJ5D	A	B21B	A02W	A02U	668944CL0A	A
166003TA0A	A	A02V	A02W	A02U	668954CL0A	A
1734279900	A	A03A	A02W	A02U		
383428	A	A17W	A02W	A02U	210104BC0A	A
B3G314M50B	A	A08F	A02W	A02U	210144BC0A	A
990984JA2B	A	A11Z	A02W	A02U		
807313S80B	A	B15W	A02W	A02U		
546681AA0A	A	B21F	A02W	A02U		
622251HH0A	A	A04A	A02W	A02U		
540503NFOA	A	A16F	A02W	A02U		
668954CL0A	A	A12U	A02W	A02U		

Class-based Association layout

			ORIGINAL							Class-based Association layout																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
SKU(s) อะไหล่	ZONE	รอบหมื่น	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะ	Angled layout									Corner layout																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
									SKU	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะ	SKU	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1229631U20	A	8:30	B03B	S	B03B	2	437	43150	1229631U20	A02B	S	A02B	2	17	3350	1229631U20	A02D	S	A02D	2	19	2750																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
H05614FN0A	A	8:30	B01E	A35V	B01E	416	419	0	25300AT300	A02Y	A02B	A02Y	17	26	0	25300AT300	A02W	A02D	A02W	19	24	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
226804M511	A	8:30	A12B	A12B	A12B	137	137	0	H05614FN0A	A01U	A16C	A01U	186	10	16900	H05614FN0A	A02Y	A02W	A02Y	24	26	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1495638U1A	A	8:30	A13Z	A12B	A13Z	137	159	6100	226804M511	A01X	A01U	A01X	10	13	900	11955JA10D	A04Z	A02Y	A04Z	26	51	4600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
25300AT300	A	8:30	A32X	A13Z	A32X	159	385	22400	1495638U1A	A01X	A01X	A01X	13	13	0	226804M511	A04V	A04Z	A04V	51	47	1200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
11955JA10D	A	8:30	A35V	A32X	A35V	385	416	7200	11955JA10D	A04Z	A02Y	A04Z	26	51	4600	1495638U1A	A04V	A04V	A04V	47	47	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2530062J0E	B	8:30	B07X	B03B	B07X	437	493	8400	2530062J0E	A16C	A04Z	A16C	51	186	14900	2530062J0E	A16Z	A04V	A16Z	47	195	15500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
END			D	B07X	D	493	3	43050	D	A01X	D		13	3	3050	D	A16Z	D		195	3	16150																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
34935EB70A	A	9:00	A02C	S	A02C	2	18	3050	73943JR00A	A02V	S	A02V	2	23	2450	D65005EK1A	A02E	S	A02E	2	20	2450																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
654703TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	D65005EK1A	A02C	A02V	A02C	23	18	600	34935EB70A	A02E	A02E	A02E	20	20	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
654713TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	34935EB70A	A02C	A02C	A02C	18	18	0	K34704JAMA	A02V	A02E	A02V	20	23	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
K34704JAMA	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	K34704JAMA	A02X	A02C	A02X	18	25	0	654703TS0B	A02W	A02V	A02W	23	24	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
D65005EK1A	A	9:00	A06U	A02C	A06U	18	70	8400	654703TS0B	A02Y	A02X	A02Y	25	26	300	654713TS0B	A02W	A02W	A02W	24	24	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
55046EB70C	A	9:00	A01A	A01A	A01A	4	4	0	654713TS0B	A02Y	A02Y	A02Y	26	26	0	905024JGOC	A02Y	A02W	A02Y	24	26	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
55047EB70C	A	9:00	A07X	A06U	A07X	70	85	6700	905024JGOC	A01U	A02Y	A01U	26	10	2600	15066EN200	A02Z	A02Y	A02Z	26	27	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
K85811HJ0B	A	9:00	A08Y	A07X	A08Y	85	98	3500	15066EN200	A01V	A01U	A01V	10	11	300	1321053Y00	A04A	A02Z	A04A	27	40	4300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
22401ED815	A	9:00	A16Z	A08Y	A16Z	98	195	10600	905034JGOC	A01D	A01V	A01D	11	7	300	658222LR0A	A04C	A04A	A04C	40	42	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
658222LR0A	A	9:00	A17W	A16Z	A17W	195	204	4900	73943JR05A	A01B	A01D	A01B	7	5	600	546184M400	A04C	A04C	A04C	42	42	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
135101KC1A	A	9:00	A17Z	A17W	A17Z	204	207	900	150666N204	A01A	A01B	A01A	5	4	300	905034JGOC	A04F	A04C	A04F	42	45	900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
224015M015	A	9:00	A25A	A17Z	A25A	207	292	13300	K85811HJ0B	A03F	A01A	A03F	4	33	5800	K85811HJ0B	A06F	A04F	A06F	45	69	7300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
73940JR00A	B	9:00	A34W	A25A	A34W	292	408	12700	224015M015	A03X	A03F	A03X	33	37	900	224015M015	A06X	A06F	A06X	69	73	900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
237311HC1A	A	9:00	A35X	A34W	A35X	408	414	6100	110441VA0B	A03A	A03X	A03A	37	28	600	22401ED815	A06B	A06X	A06B	73	65	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
905034JGOC	A	9:00	A36A	A35X	A36A	414	424	3200	1321053Y00	A04A	A03A	A04A	28	40	3800	135101KC1A	A06Y	A06B	A06Y	65	74	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1321053Y00	A	9:00	B01C	A36A	B01C	424	421	3200	658222LR0A	A04C	A04A	A04C	40	42	600	656013VV1B	A08Z	A06Y	A08Z	74	99	4600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
905024JGOC	A	9:00	B05B	B01C	B05B	421	461	8400	546184M400	A04C	A04C	A04C	42	42	0	55046EB70C	A08Y	A08Z	A08Y	99	98	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
...	ABC analysis	Relocation	master distance	association rules	travel distance	summary_distance	1	2	3	4	...	⊕	⋮	⏪																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Class-based Association layout

Day	Original		Class-based Association layout					
	Time (min.)	Distance (m.)	Angled layout			Corner layout		
	Time (min.)	Distance (m.)	Time (min.)	Distance (m.)	% Reduction	Time (min.)	Distance (m.)	% Reduction
1	58.54	2621.20	16.23	726.50	-72.28%	16.77	751.00	-71.35%
2	62.51	2799.10	19.12	856.00	-69.42%	20.62	923.30	-67.01%
3	59.67	2671.80	16.53	740.10	-72.30%	18.17	813.80	-69.54%
4	49.81	2230.10	14.84	664.40	-70.21%	15.28	684.20	-69.32%
5	65.76	2944.30	15.63	699.90	-76.23%	16.35	731.95	-75.14%
6	67.87	3038.80	19.54	875.00	-71.21%	20.37	912.30	-69.98%
7	54.79	2453.10	15.48	693.30	-71.74%	15.81	707.70	-71.15%
8	66.55	2979.90	17.92	802.55	-73.07%	18.60	833.05	-72.04%
9	63.80	2856.50	17.23	771.60	-72.99%	18.32	820.10	-71.29%
10	57.79	2587.80	13.82	618.80	-76.09%	15.01	672.10	-74.03%
11	54.42	2436.50	15.70	702.80	-71.16%	16.42	735.20	-69.83%
12	63.77	2855.20	16.94	758.45	-73.44%	18.56	831.10	-70.89%
13	57.00	2552.40	15.49	693.80	-72.82%	15.82	708.40	-72.25%
14	62.41	2794.45	16.14	722.50	-74.15%	17.50	783.40	-71.97%
15	59.95	2684.20	16.91	757.30	-71.79%	16.52	739.60	-72.45%
16	52.19	2336.85	14.06	629.50	-73.06%	15.10	676.00	-71.07%
17	60.61	2713.90	16.83	753.70	-72.23%	17.10	765.80	-71.78%
18	60.82	2723.30	16.22	726.15	-73.34%	17.11	766.20	-71.87%
19	55.90	2503.00	15.46	692.20	-72.35%	15.95	714.20	-71.47%
20	63.39	2838.20	16.78	751.30	-73.53%	17.45	781.15	-72.48%
21	59.92	2683.00	15.34	687.00	-74.39%	16.43	735.50	-72.59%
22	55.74	2495.90	15.39	688.90	-72.40%	16.02	717.35	-71.26%
23	63.16	2827.85	16.61	743.80	-73.70%	17.64	789.80	-72.07%
24	68.11	3049.50	19.08	854.50	-71.98%	20.06	898.10	-70.55%
25	58.54	2621.10	11.61	519.90	-80.16%	12.50	559.80	-78.64%
Grand total	1502.99	67297.95	404.90	18129.95	-73.06%	425.47	19051.10	-71.69%

Storage location assignment model

- Index:

i คือ สินค้าแต่ละ SKUs ภายในคลังสินค้า

j คือ ตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า (Storage location)

- Parameter:

- D_{ij} คือ ระยะทางของการจัดวางสินค้าของแต่ละ SKUs (i) ไปจัดเก็บที่ location (j) ถึงทางออก

- F_i คือ ความถี่การสั่งซื้อของสินค้าของแต่ละ SKUs (i)

- Q_j คือ ปริมาณความจุของตำแหน่งจัดเก็บสินค้า Storage location j ที่สามารถจัดเก็บได้ หน่วยเป็น Storage bin โดยที่ $Q_j \leq 20$

- q_i คือ ปริมาณสินค้า SKUs i ในแต่ละตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า Storage bin ที่สามารถจัดเก็บได้หน่วยเป็นชั้น โดยที่ $q_i \leq 50$

- J คือ เซตของตำแหน่งการจัดเก็บ (Storage Locations Numbers) = $\{1, 2, \dots, 78\}$

- I คือ เซตของสินค้า (SKUs) = $\{1, 2, 3, \dots, 1550\}$

- Decision variable:

$X_{ij} = 1$ คือ SKU i ถูกจัดเก็บในตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า j ; 0 otherwise

- Objective function:

Minimize travel distance =

$$\sum_{i=1}^{1550} \sum_{j=1}^{78} (2 \times F_i \times D_{ij} \times X_{ij})$$

- Constrain:

$$\sum_{i \in I} X_{ij} = 1 \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{j \in J} q_i \times X_{ij} \leq Q_j \quad \forall i \in I$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Open Solver

- กำหนดว่าแต่ละ location นั้นมีระยะทางจากจุดเริ่มต้นเท่าไร
- ทำตาราง Metrix ที่จะใช้สำหรับการทำ Open solver โดยการนำระยะทางคูณกับความถี่ในการหยิบของแต่ละ SKU

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
		pick face distance	A02D	A02W	A02C	A02X	A02B	A02Y	A02A	A02Z	A01F	A01U	A01E	A01V	A01D	A01W	A01C	A01X	A04D	A04W	A04C	A04X	A04B
1			2750	2750	3050	3050	3350	3350	3650	3650	5950	5950	6250	6250	6550	6550	6850	6850	4750	4750	5050	5050	5350
2																							
3																							
4	SKU	Frequency	A02D	A02W	A02C	A02X	A02B	A02Y	A02A	A02Z	A01F	A01U	A01E	A01V	A01D	A01W	A01C	A01X	A04D	A04W	A04C	A04X	A04B
5	206068H30A	31	85250	85250	94550	94550	103850	103850	113150	113150	184450	184450	193750	193750	203050	203050	212350	212350	147250	147250	156550	156550	165850
6	G2G1689900	30	82500	82500	91500	91500	100500	100500	109500	109500	178500	178500	187500	187500	196500	196500	205500	205500	142500	142500	151500	151500	160500
7	112106091	26	71500	71500	79300	79300	87100	87100	94900	94900	154700	154700	162500	162500	170300	170300	178100	178100	123500	123500	131300	131300	139100
8	622253BGOA	23	63250	63250	70150	70150	77050	77050	83950	83950	136850	136850	143750	143750	150650	150650	157550	157550	109250	109250	116150	116150	123050
9	210515EK0A	23	63250	63250	70150	70150	77050	77050	83950	83950	136850	136850	143750	143750	150650	150650	157550	157550	109250	109250	116150	116150	123050
10	200743LTOA	23	63250	63250	70150	70150	77050	77050	83950	83950	136850	136850	143750	143750	150650	150650	157550	157550	109250	109250	116150	116150	123050
11	14035ED800	21	57750	57750	64050	64050	70350	70350	76650	76650	124950	124950	131250	131250	137550	137550	143850	143850	99750	99750	106050	106050	112350
12	155310501	20	55000	55000	61000	61000	67000	67000	73000	73000	119000	119000	125000	125000	131000	131000	137000	137000	95000	95000	101000	101000	107000
13	C9GD6A6N20H	19	52250	52250	57950	57950	63650	63650	69350	69350	113050	113050	118750	118750	124450	124450	130150	130150	90250	90250	95950	95950	101650
14	990984JA0C	19	52250	52250	57950	57950	63650	63650	69350	69350	113050	113050	118750	118750	124450	124450	130150	130150	90250	90250	95950	95950	101650
15	4870306FOA	19	52250	52250	57950	57950	63650	63650	69350	69350	113050	113050	118750	118750	124450	124450	130150	130150	90250	90250	95950	95950	101650
16	13270EE50A	19	52250	52250	57950	57950	63650	63650	69350	69350	113050	113050	118750	118750	124450	124450	130150	130150	90250	90250	95950	95950	101650
17	277323VA0A	18	49500	49500	54900	54900	60300	60300	65700	65700	107100	107100	112500	112500	117900	117900	123300	123300	85500	85500	90900	90900	96300
18	16600EN200	18	49500	49500	54900	54900	60300	60300	65700	65700	107100	107100	112500	112500	117900	117900	123300	123300	85500	85500	90900	90900	96300
19	140351HC0A	17	46750	46750	51850	51850	56950	56950	62050	62050	101150	101150	106250	106250	111350	111350	116450	116450	80750	80750	85850	85850	90950
20	206955WJ0A	17	46750	46750	51850	51850	56950	56950	62050	62050	101150	101150	106250	106250	111350	111350	116450	116450	80750	80750	85850	85850	90950
21	206955TA0B	17	46750	46750	51850	51850	56950	56950	62050	62050	101150	101150	106250	106250	111350	111350	116450	116450	80750	80750	85850	85850	90950
22	622243BGOA	16	44000	44000	48800	48800	53600	53600	58400	58400	95200	95200	100000	100000	104800	104800	109600	109600	76000	76000	80800	80800	85600
23	166001KT0A	16	44000	44000	48800	48800	53600	53600	58400	58400	95200	95200	100000	100000	104800	104800	109600	109600	76000	76000	80800	80800	85600
24	487001H2B	16	44000	44000	48800	48800	53600	53600	58400	58400	95200	95200	100000	100000	104800	104800	109600	109600	76000	76000	80800	80800	85600
25	668944CLOA	14	38500	38500	42700	42700	46900	46900	51100	51100	83300	83300	87500	87500	91700	91700	95900	95900	66500	66500	70700	70700	74900
26	474781HJ1A	14	38500	38500	42700	42700	46900	46900	51100	51100	83300	83300	87500	87500	91700	91700	95900	95900	66500	66500	70700	70700	74900
27	317263JX0A	14	38500	38500	42700	42700	46900	46900	51100	51100	83300	83300	87500	87500	91700	91700	95900	95900	66500	66500	70700	70700	74900
28	2101000Q3K	14	38500	38500	42700	42700	46900	46900	51100	51100	83300	83300	87500	87500	91700	91700	95900	95900	66500	66500	70700	70700	74900
29	113503T50B	14	38500	38500	42700	42700	46900	46900	51100	51100	83300	83300	87500	87500	91700	91700	95900	95900	66500	66500	70700	70700	74900
30	206951HJ5D	13	35750	35750	39650	39650	43550	43550	47450	47450	77350	77350	81250	81250	85150	85150	89050	89050	61750	61750	65650	65650	69550
31	166003TA0A	13	35750	35750	39650	39650	43550	43550	47450	47450	77350	77350	81250	81250	85150	85150	89050	89050	61750	61750	65650	65650	69550
32	1734279900	13	35750	35750	39650	39650	43550	43550	47450	47450	77350	77350	81250	81250	85150	85150	89050	89050	61750	61750	65650	65650	69550
33	383428	13	35750	35750	39650	39650	43550	43550	47450	47450	77350	77350	81250	81250	85150	85150	89050	89050	61750	61750	65650	65650	69550
34	B3G314M50B	12	33000	33000	36600	36600	40200	40200	43800	43800	71400	71400	75000	75000	78600	78600	82200	82200	57000	57000	60600	60600	64200

Optimal model

OpenSolver - Model

What is AutoModel? AutoModel

AutoModel is a feature of OpenSolver that tries to automatically determine the problem you are trying to optimise by observing the structure of the spreadsheet. It will turn its best guess into a Solver model, which you can then edit in this window.

Objective Cell: ☐ maximise ☒ minimise ☐ target value:

Variable Cells:

Constraints:

<Add new constraint>

$CC\$1559:CC\$3108 = CE\$1559:CE\3108
 $SC\$3109:CB\$3109 \leq SC\$3111:CB\3111

☒ Make unconstrained variable cells non-negative
☒ Show named ranges in constraint list

Sensitivity Analysis ☐ List sensitivity analysis on the same sheet with top left cell:
☒ Output sensitivity analysis: ☒ updating any previous output sheet ☐ on a new sheet

Solver Engine: Current Solver Engine: CBC Solver Engine...

☒ Show model after saving Clear Model Options... Save Model Cancel

Objective: Minimize travel distance

Variable cells:

1 คือ SKU i ถูกจัดเก็บในตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า j ; 0 otherwise

Constraints:

- 1 SKU เก็บได้แค่ 1 Storage location (Bin)
- 1 Location สามารถเก็บได้ 20 SKUs

- หลังจากที่ทำการกด solve ก็จะได้ผลลัพธ์ตามภาพด้านขวามือ โดยจะดูจากควมถี่ในการหยิบของของแต่ละ SKU และจัดวาง SKU ที่มีความถี่มากไว้ location ที่ใกล้ห้อง Pick list เพื่อที่จะลดระยะทางในการเดินให้น้อยที่สุด

[illegible]

Class-based Optimal layout

ORIGINAL									Class-based Optimal layout						
SKU(s) ะไสล	ZONE	รอบหีบ	โซน	จาก	ถึง	Match	Match	ระยะ	SKU	โซน	จาก	ถึง	Match 1	Match 2	ระยะ
1229631U20	A	8:30	B03B	S	B03B	2	437	43150	1229631U20	A02Y	s	A02Y	2	26	3350
H05614FN0A	A	8:30	B01E	A35V	B01E	416	419	0	25300AT300	A02Z	A02Y	A02Z	26	27	300
226804M511	A	8:30	A12B	A12B	A12B	137	137	0	11955JA10D	A01U	A02Z	A01U	27	10	2300
1495638U1A	A	8:30	A13Z	A12B	A13Z	137	159	6100	226804M511	A04A	A01U	A04A	10	40	4300
25300AT300	A	8:30	A32X	A13Z	A32X	159	385	22400	1495638U1A	A04A	A04A	A04A	40	40	0
11955JA10D	A	8:30	A35V	A32X	A35V	385	416	7200	H05614FN0A	A04X	A04A	A04X	40	49	600
2530062JOE	B	8:30	B07X	B03B	B07X	437	493	8400	2530062JOE	A16C	A04X	A16C	49	186	15500
END			D	B07X	D	493	3	43050		d	A16C	d	186	3	16750
34935EB70A	A	9:00	A02C	S	A02C	2	18	3050	73943JR00A	A02V	s	A02V	2	23	2450
654703TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	D65005EK1A	A02X	A02V	A02X	23	25	600
654713TS0B	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	34935EB70A	A02C	A02X	A02C	25	18	0
K34704JAMA	A	9:00	A02C	A02C	A02C	18	18	0	K34704JAMA	A02Y	A02C	A02Y	18	26	300
D65005EK1A	A	9:00	A06U	A02C	A06U	18	70	8400	654713TS0B	A02B	A02Y	A02B	26	17	0
55046EB70C	A	9:00	A01A	A01A	A01A	4	4	0	654703TS0B	A02Z	A02B	A02Z	17	27	300
55047EB70C	A	9:00	A07X	A06U	A07X	70	85	6700	546184M400	A01U	A02Z	A01U	27	10	2300
K85811HJ0B	A	9:00	A08Y	A07X	A08Y	85	98	3500	1321053Y00	A01W	A01U	A01W	10	12	600
22401ED815	A	9:00	A16Z	A08Y	A16Z	98	195	10600	224015M015	A01X	A01W	A01X	12	13	300
658222LR0A	A	9:00	A17W	A16Z	A17W	195	204	4900	73943JR05A	A01B	A01X	A01B	13	5	300
135101KC1A	A	9:00	A17Z	A17W	A17Z	204	207	900	150666N204	A01A	A01B	A01A	5	4	300
224015M015	A	9:00	A25A	A17Z	A25A	207	292	13300	656013VV1B	A03X	A01A	A03X	4	37	6700
73940JR00A	B	9:00	A34W	A25A	A34W	292	408	12700	110441VA0B	A03A	A03X	A03A	37	28	600
237311HC1A	A	9:00	A35X	A34W	A35X	408	414	6100	905034JG0C	A04B	A03A	A04B	28	41	4100
905034JG0C	A	9:00	A36A	A35X	A36A	414	424	3200	905024JG0C	A04C	A04B	A04C	41	42	300
1321053Y00	A	9:00	B01C	A36A	B01C	424	421	3200	15066EN200	A04W	A04C	A04W	42	48	300
905024JG0C	A	9:00	B05B	B01C	B05B	421	461	8400	67840EB70A	A05B	A04W	A05B	48	53	6400

Class-based Optimal layout

Day	Original		Class-based Optimal layout		
	Time (min.)	Distance (m.)	Angled layout		% Reduction
	Time (min.)	Distance (m.)	Time (min.)	Distance (m.)	
1	58.54	2621.20	16.16	723.50	-72.40%
2	62.51	2799.10	18.82	842.60	-69.90%
3	59.67	2671.80	16.63	744.60	-72.13%
4	49.81	2230.10	14.38	644.00	-71.12%
5	65.76	2944.30	15.69	702.60	-76.14%
6	67.87	3038.80	19.29	863.60	-71.58%
7	54.79	2453.10	15.29	684.50	-72.10%
8	66.55	2979.90	17.98	805.05	-72.98%
9	63.80	2856.50	17.81	797.40	-72.08%
10	57.79	2587.80	14.40	644.90	-75.08%
11	54.42	2436.50	15.62	699.60	-71.29%
12	63.77	2855.20	17.85	799.20	-72.01%
13	57.00	2552.40	15.22	681.40	-73.30%
14	62.41	2794.45	16.60	743.20	-73.40%
15	59.95	2684.20	16.41	734.60	-72.63%
16	52.19	2336.85	14.15	633.60	-72.89%
17	60.61	2713.90	16.87	755.30	-72.17%
18	60.82	2723.30	16.32	730.80	-73.16%
19	55.90	2503.00	15.41	690.00	-72.43%
20	63.39	2838.20	16.69	747.20	-73.67%
21	59.92	2683.00	15.97	714.90	-73.35%
22	55.74	2495.90	15.16	678.60	-72.81%
23	63.16	2827.85	17.27	773.30	-72.65%
24	68.11	3049.50	18.84	843.70	-72.33%
25	58.54	2621.10	12.37	553.80	-78.87%
Grand total	1502.99	67297.95	407.18	18231.95	-72.91%

Compare travel distance and time of each model

Age	Sex	Meters/second	Miles/hour
		Time	Distance
Original		1,502.99	67,297.95
Class-based ABC layout	Angled layout	406.53	18,203.05
	Corner layout	425.84	19,067.40
Class-based Association layout	Angled layout	404.90	18,129.95
	Corner layout	425.47	19,051.10
Class-based Optimal layout	Angled layout	407.18	18,231.95
Female		0.94	2.10

จากการเปรียบเทียบพบว่าการใช้ ABC analysis + Association rule จะช่วยประหยัดเวลาและระยะทางมากที่สุด โดยประหยัดระยะทาง 73.06% โดยระยะทางในการเดินหีบสินค้าลดเหลือ 18,129.95 เมตร ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 405 นาที



Thank you for
your attention