

การปรับปรุงการออกแบบชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก โดยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

Redesign of a Cross Transfer Drive by Using Value Engineering Technique

ดุซฎีกิ แฉขุนทด¹ และ ศรีลีธิ์ ฉีเยรบุดร^{1*}
Dussadee Chakoontod¹ and Srisit Chianrabuttra^{1*}

Received: 14 June 2022

Revised: 6 October 2023

Accepted: 13 February 2024

บทคัดย่อ

จากภาวะการแข่งขันทางธุรกิจระบบขนถ่ายวัสดุที่สูงขึ้น เมื่อมีกลุ่มธุรกิจต่างชาติที่เข้ามาดำเนินการด้านระบบขนถ่ายวัสดุแบบครบวงจรได้นำอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเปลี่ยนทิศทางที่มีประสิทธิภาพสูงเข้ามาแข่งขันทำให้ผู้ประกอบการในประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาอุปกรณ์ของตนให้มีสมรรถนะทัดเทียมและมีราคาที่สามารถแข่งขันได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการลดต้นทุนและเพิ่มคุณค่าในการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเปลี่ยนทิศทาง โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาทำการประเมินผลทางด้านประสิทธิภาพและต้นทุนของอุปกรณ์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานของเทคนิควิศวกรรมคุณค่าที่สำคัญ 7 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเลือกโครงการ ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่ ขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิด ขั้นตอนการประเมินผล ขั้นตอนการทดสอบพิสูจน์และขึ้นเสนอแนะ จากการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการดำเนินการปรับปรุงการออกแบบ ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉากใหม่ให้มีจำนวนชิ้นงานลดลงจากเดิม 23 ชิ้น ทำให้สามารถลดเวลาในการประกอบลงร้อยละ 25 ทำให้มีน้ำหนักวัสดุโครงสร้างลดลงร้อยละ 10 และทำให้ต้นทุนลดลงร้อยละ 30 โดยมีดัชนีคุณค่าเป็น 1.50

คำสำคัญ: วิศวกรรมคุณค่า การวิเคราะห์คุณค่า การขนถ่ายวัสดุ ชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี ประเทศไทย 11120

¹ School of Science and Technology, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi, Thailand, 11120

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน (Corresponding author) e-mail: srisit.chi@stou.ac.th

ABSTRACT

The competition in material handling systems when international companies enter the Thai market is very challenging. Therefore, they bring high-efficiency material handling equipment to compete with the Thai manufacturers. As a result, Thai manufacturers have to accelerate their development to have comparable performance and competitive prices. This research aims to present a method to reduce costs and add value to a cross-transfer conveyor design. This work uses value engineering techniques to evaluate the efficiency and cost of the equipment. There are seven essential phases for implementing value engineering: the project selection phase, data collection phase, function analysis phase, creation phase, evaluation phase, investigation phase, and recommendation phase. By using this technique to redesign improvements, the new cross transfer drive can reduce the number of parts from the original 23 pieces, resulting in a 25% of reduction in assembly time, a 10% reduction in structural material weight, and a reduction in cost 30% with a value index of 1.50.

Keywords: Value engineering; Value analysis; Material handling; Cross transfer drive

บทนำ

ปัจจุบันการขนถ่ายวัสดุมีบทบาทสำคัญที่เข้ามาสนับสนุนกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม เริ่มตั้งแต่การนำวัตถุดิบไปยังโรงงานส่งผ่านไปยังกระบวนการผลิตตลอดจนจัดเก็บในคลังสินค้าแล้วทำการขนถ่ายไปยังระบบขนส่งครบวงจร ในภาคอุตสาหกรรมมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการขนถ่ายวัสดุเพื่อใช้ในการกิจกรรมของกระบวนการต่างๆ ทำให้เกิดบริษัทผู้ผลิตระบบขนถ่ายวัสดุและอุปกรณ์ลำเลียง เกิดขึ้นมากมาย [1] โดยเฉพาะในช่วง 5-10 ปี ที่ผ่านมา บริษัทข้ามชาติจากจีน ภายใต้นโยบายของรัฐบาลที่ต้องการส่งเสริมให้ผู้ประกอบการในประเทศของตนขยายธุรกิจและเทคโนโลยีสู่ภูมิภาคอาเซียน [2] ส่งผลให้ผู้ประกอบการท้องถิ่นต้องพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองให้มีประสิทธิภาพสูง มีต้นทุนที่ต่ำ และมีคุณภาพที่ดีมากขึ้น การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะพัฒนาชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก (Cross transfer drive) ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในอุปกรณ์ขนถ่ายแบบเปลี่ยนทิศทาง (Cross transfer conveyor) ที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบสายพานลำเลียงบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ เช่น กล่องกระดาษ กล่องพัสดุ ลังพลาสติก ตะกร้าใส่ชิ้นงาน เป็นต้น

เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering, VE) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับการลดต้นทุนที่ได้ผลดีมาก เพราะแนวคิดของวิศวกรรมคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ได้หลายลักษณะ ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงกระบวนการผลิต ปรับปรุงวิธีการทำงาน ลดการใช้วัสดุ หรือแม้แต่ปรับปรุงงานด้านบริการก็สามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีหลักการที่สำคัญ คือ การลดต้นทุนในขณะที่ยังคงรักษาคุณภาพของงานไว้ [3]

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเปลี่ยนทิศทาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า (Value Analysis/Value Engineering, VA/VE) เพื่อแสดงการ

เปรียบเทียบคุณค่าชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุง สำหรับหลักการทำวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ อาร์เธอร์ อีมุดจ์ (Arthur E. Mudge) [4] นั้นประกอบด้วย ขั้นตอนเลือกโครงการ ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นการวิเคราะห์หน้าที่ ขั้นสร้างสรรค์ความคิด ขั้นประเมินผล ขั้นทดสอบพิสูจน์ และ ขั้นเสนอแนะ

ผลการวิจัย

1. ขั้นตอนเลือกโครงการ

การเลือกโครงการเริ่มจากฝ่ายขายและการตลาดให้ข้อมูลความต้องการผลิตภัณฑ์เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ที่จะทำในโครงการปรับปรุง จากข้อมูลที่ได้แสดงการสั่งซื้อระบบขนถ่ายกล่องกระดาษลูกฟูก (Carton box) และกล่องพลาสติก (Tote box) ตลอดระยะเวลา 5 ปี มียอดการสั่งซื้อในอัตราที่สูงสุดทุกปี ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งอุปกรณ์ขนถ่ายแบบเปลี่ยนทิศทางเป็นส่วนประกอบหลักของระบบดังกล่าว ในปัจจุบันถึงแม้มีการพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นมาเพื่อทดแทนการนำเข้าแต่ต้นทุนยังคงสูง และมีรูปแบบอุปกรณ์ที่ยังไม่สมบูรณ์ จึงถูกเลือกเพื่อทำการปรับปรุงการออกแบบและทำการพัฒนา

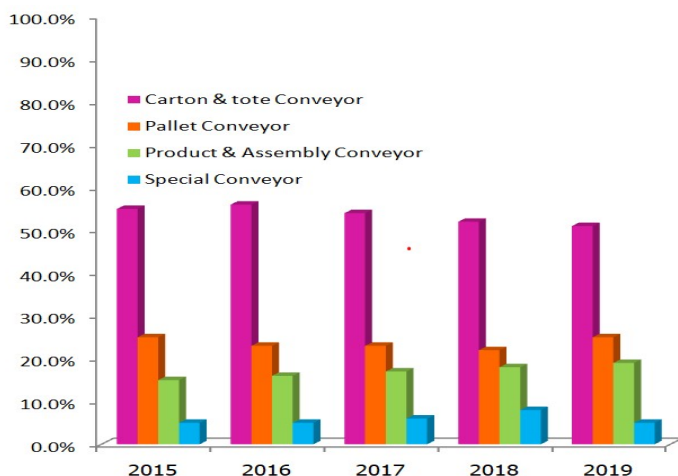


Figure 1 Bar chart showing conveyor system ordering data for the period 2015 to 2019

จากการพิจารณาอุปกรณ์ขนถ่ายแบบเปลี่ยนทิศทางพบว่ามิตั้งสิ้น 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนที่ 1 ชุดป้อนวัสดุเข้า ส่วนที่ 2 ชุดเชื่อมต่อปลายทาง และส่วนที่ 3 ชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก ดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นจึงทำการสอบถามความคิดเห็นจากทีมงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจ ซึ่งประกอบด้วย แผนกวิศวกรรมออกแบบ แผนกผลิต แผนกจัดซื้อ และ แผนกขายและการตลาด โดยข้อสรุปที่ได้ คือ ให้ทำการปรับปรุงส่วนที่ 3 ของอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุแบบเปลี่ยนทิศทาง คือ ชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก ด้วยเหตุผล 4 ประการ คือ 1) อุปกรณ์นี้มีต้นทุนในการผลิตสูงไม่สามารถแข่งขันด้านราคาได้ 2) อุปกรณ์นี้ยังมีรูปแบบทางกายภาพไม่ลงตัวเนื่องจากการพัฒนาที่เร่งรีบ 3) อุปกรณ์นี้มีส่วนหลากหลายทำให้ใช้เวลาในการประกอบ และ 4) อุปกรณ์นี้มีน้ำหนักมากไม่สะดวกในการติดตั้ง เมื่อทราบถึงเหตุผลจากฝ่ายต่างๆ จึงตัดสินใจทำการปรับปรุงชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก ส่วนชุดป้อนวัสดุเข้าและชุดเชื่อมต่อปลายทาง เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและต้นทุนสามารถแข่งขันได้จึงยังไม่จำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุง

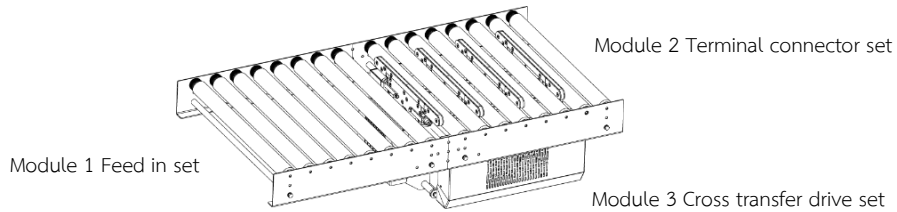


Figure 2 Main components of a cross transfer conveyor

2.ขั้นรวบรวมข้อมูล

2.1 ข้อมูลด้านคุณลักษณะทั่วไป ชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการลำเลียง 90 องศา เป็นอุปกรณ์ขนถ่ายแบบต่อเนื่องใช้สายพานนำพาวัสดุให้เคลื่อนที่ โดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าสร้างแรงขับเคลื่อนสายพานและระบบขึ้น-ลง ข้อกำหนดลักษณะเฉพาะ (Specification) เป็นข้อกำหนดผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งจะต้องทำการออกแบบให้ตรงกับข้อกำหนดและสมรรถนะที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 ที่บ่งบอกรหัสที่นำมาขนถ่าย มิติทางกายภาพ การรับภาระความเร็วในการขนถ่าย และอื่นๆ

2.2 ข้อมูลด้านวิศวกรรม เป็นข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานที่ออกแบบจึงทราบปัญหาที่ต้องแก้ไขโดยจะต้องดำเนินการ แก้ปัญหาสายพานหลุดที่พบเจอบ่อยครั้งระหว่างการใช้งาน อุปกรณ์จะต้องใช้งานได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง โดยในการออกแบบจะต้องอ้างอิงข้อกำหนดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ทางลูกค้ากำหนด ดังตารางที่ 1 จากนั้นทางหน่วยงานดำเนินการแยกชิ้นส่วนประกอบ ตามรูปที่ 3 เพื่อทำการวิเคราะห์หาต้นทุน และเป็นข้อมูลในการดำเนินการของ (VE) [5] ต่อไป

Table 1 Specifications of the cross transfer drive

Item	Specification	Descriptions
1	Material Handling	Carton box, Tote box
2	Material Handling Dimension	Min. size W. 200 mm. x L.500 mm. x H. 150 mm. Max. size W. 400 mm. x L. 500 mm. x H. 300 mm.
3	Material Handling weight	Max. 30 Kilograms
4	Velocity of conveyor	30-50 M/MIN.
5	Velocity of Lifting	17 M/MIN.
6	Material Structure	ST37 Steel
7	Operating Temperature	0 – 40 °c
8	Relative Humidity	Max. 90%

2.3 ข้อมูลด้านปัญหาการออกแบบและการจัดซื้อ ในอดีตระยะเวลาในการออกแบบน้อยส่งผลต่อคุณภาพงานและการเลือกใช้ อุปกรณ์มาตรฐาน เช่น มอเตอร์ สายพาน ลูกป็น มีราคาสูง เนื่องจากการ

ออกแบบไม่ได้คำนึงถึงอุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดหรือการออกแบบให้สามารถใช้อุปกรณ์มาตรฐานเทียบเท่าเพื่อโอกาสในการต่อรองราคากับผู้ขาย

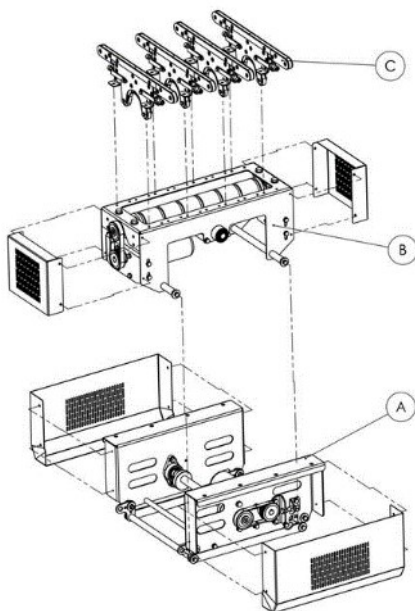


Figure 3 Three main subassemblies in the cross transfer drive

2.4 ข้อมูลด้านต้นทุน การจัดทำข้อมูลชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก เพื่อนำมาเป็นข้อมูลการวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นส่วนในส่วนต่างๆในการนำมาปรับปรุงนั้นแบ่งเป็น 3 ชุดประกอบ คือ ชุดประกอบ A (Support base set) ชุดประกอบ B (Lifting set) และชุดประกอบ C (Belt conveyor set) ดังตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4 จำแนกชิ้นส่วนประกอบ จำนวนและ ต้นทุนรวม หลังจากทำการประเมินราคาของชิ้นส่วนรวมทั้งหมด คือ 124 ชิ้น เป็นต้นทุนของอุปกรณ์ ทั้งสิ้น 92,210 บาท โดยเป้าหมายของหน่วยงาน คือ การลดต้นทุนการผลิตให้ได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของต้นทุนปัจจุบัน จากนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์หน้าที่ตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่าต่อไป

Research Article

Journal of Advanced Development in Engineering and Science

Vol. 14 • No. 39 • January – April 2024

Table 2 Cost breakdown in the subassembly A

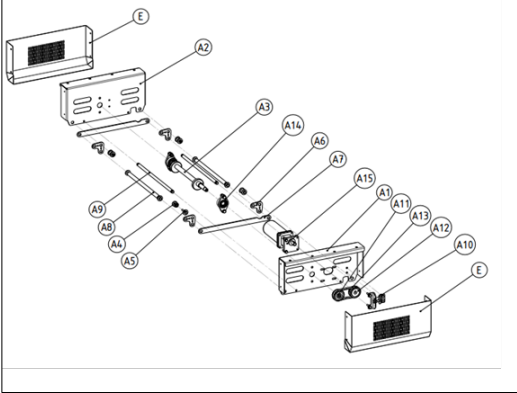
Subassembly A	No.	Part	Qty	Cost / Part (Baht)	Total Cost (Baht)
	A1	Base frame 1	1	1,500	1,500
	A2	Base frame 2	1	1,500	1,500
	A3	Cam assy	1	2,500	2,500
	A4	Bushing	4	25	100
	A5	Washer 1	10	10	100
	A6	Plate link 1	4	120	480
	A7	Plate link 2	2	200	400
	A8	Shaft link 1	2	120	240
	A9	Shaft link 1	2	120	240
	A10	Take up motor	2	150	300
	A11	Washer 2	1	10	10
	A12	Timing pulley	2	1,200	2,400
	A13	Timing belt	1	450	450
	A14	Bearing: FYTB 20 TF	2	420	840
	A15	Motor gear 1	1	14,500	14,500
	E	Belt cover 1	2	350	700
	Total parts		38	Total cost	26,260

Table 3 Cost breakdown in the subassembly B

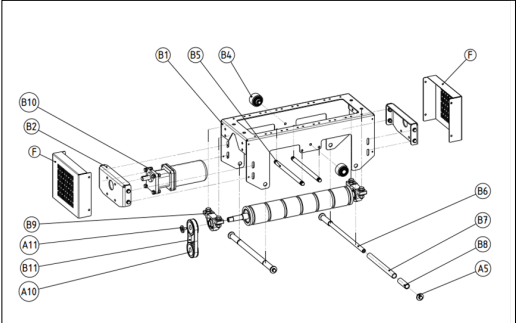
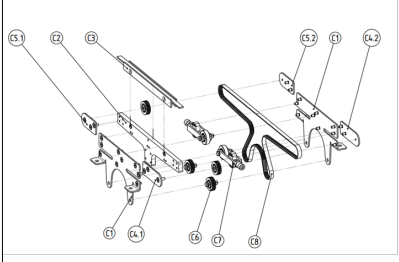
Subassembly B	No.	Part	Qty	Cost / Part (Baht)	Total Cost (Baht)
	B1	Frame up-down	1	3,500	3,500
	B2	Motor plate	2	200	400
	B3	Drive roller	1	7,000	7,000
	B4	Guide roller	2	350	700
	B5	Stay-2	2	100	200
	B6	Shaft link-2	2	120	240
	B7	Spacer- 1	2	100	200
	B8	Spacer- 2	4	100	400
	B9	Bearing SYJ 20 TF	2	420	840
	B10	Motor gear 2	1	11,000	11,000
	B11	Timing belt	1	450	450
	A5	Washer 1	2	10	20
	A10	Timing pulley	2	1200	2,400
	A11	Washer 2	1	10	10
	F	Cover 2	2	500	1,000
	Total parts		27	Total cost	28,360

Table 4 Cost breakdown in the subassembly C

Subassembly C	No.	Part	Qty	Cost / Part (Baht)	Total Cost (Baht)
	C1	Frame-1	8	200	1,600
	C2	Frame -2	4	450	1,800
	C3	PE-guide	4	450	1,800
	C4.1	Plate-3	4	150	600
	C4.2	Plate-4	4	150	600
	C5.1	Plate-5	4	150	600
	C5.2	Plate-6	4	150	600
	C6	Poly-v pulley	16	750	12,000
	C7	Tensioning Belt	8	1,500	12,000
	C8	V-Belt	4	1,500	6,000
	Total parts		60	Total cost	37,600

3.ขั้นวิเคราะห์หน้าที่

เมื่อทราบถึงต้นทุนของชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก ในขั้นนี้จะต้องระบุค่าจำกัดความของหน้าที่ในแต่ละชิ้นส่วนของชุดประกอบทั้ง 3 ชุดตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่า โดยการวิเคราะห์จะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ระบุค่าจำกัดความของหน้าที่ 2) เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่ (Function Analysis System Technique, FAST) และ 3) ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ หรือเรียกว่าการประเมินผลเชิงเลข (Numerical Evaluation)

3.1 การระบุค่าจำกัดความของหน้าที่ เพื่อวิเคราะห์ว่ามีความซ้ำซ้อนของหน้าที่การทำงาน หรือมีชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายกันหรือไม่ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนเทคนิควิเคราะห์หน้าที่โดยการจำกัดความจะประกอบด้วย คำกริยาและคำนาม รวมทั้งวิเคราะห์หน้าที่หลัก (Primary Function) และ หน้าที่รอง (Secondary Function) ของชิ้นส่วนประกอบทั้งหมด (สำหรับบทความนี้จะทำการสรุปเฉพาะหน้าที่หลักของชิ้นส่วนเท่านั้น) แล้วจึงทำการวิเคราะห์ต้นทุนของหน้าที่ [6] ดังตารางที่ 5 เป็นการรวมต้นทุนของชิ้นส่วนประกอบ A B และ C ในหน้าที่หลัก

Table 5 Functional identification and functional cost distribution

Subassembly	Primary Function		Part							Cost (Baht)	(%)
	Verb	Noun									
A	Support	Assy. B	A1	A2						3,000	11
	Control up-down	Assy. B	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	4,060	15
	Tighten	Timing belt	A10							300	1.1
	Fix	Timing pulley	A11							10	0
	Rotate	Belt transmission	A12	A13						2,850	11
	Support	Cam assy.	A14							840	3.2
	Rotate	Timing pulley	A15							14,500	55
	Protect	Danger	E							700	2.7
Total cost of subassembly A										26,260	100
B	Move up-down	Assy. C	B1							3,500	12
	Support	Motor	B2							400	1.4
	Rotate	Convey belt	B3							7,000	25
	Link	Cam assy	B4	B6	B7	B8	A5			1,360	4.8
	Fix	Frame up-down	B5							200	0.7
	Support	Drive roller	B9							840	3
	Rotate	Timing pulley	B10							11,000	39
	Rotate	Belt transmission	A10	B11						2,850	10
	Fix	Timing pulley	A11							10	0
	Protect	Danger	F							1,000	3.6
Total cost of subassembly B										28,160	100
C	Support	Poly-v belt	C2	C3	C4.1	C4.2	C5.1	C5.2		7,600	20
	Rotate	Poly-v belt	C6							12,000	32
	Tighten	Poly-v belt	C7							12,000	32
	Convey	Material	C8							6,000	16
Total cost of subassembly C										37,600	100

3.2 การวิเคราะห์หน้าที่ เมื่อสรุปหน้าที่หลักของส่วนประกอบในชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก แต่ละชั้นส่วนว่ามีอะไรและมีหน้าที่อย่างไร โดยชั้นนี้เป็นการให้ความสำคัญของหน้าที่หลักของแต่ละส่วนประกอบ โดยลำดับความสำคัญด้านซ้ายที่เป็นหน้าที่ที่มีความสำคัญในระดับสูง ต่อมาด้านขวาจะเป็นหน้าที่หลักในระดับรองลงมาจนถึงระดับต่ำสุด [7] จากรูปที่ 4 หน้าที่ในระดับสูงสุด คือ การลำเลียงวัสดุ ส่วนประกอบทั้ง 3 ชุด จะแยกหน้าที่ความสำคัญของขั้นตอนการทำงาน จากซ้ายไปขวาตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดนี้เรียกว่าขอบเขตของปัญหาที่จะนำมาปรับปรุงการออกแบบของชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก

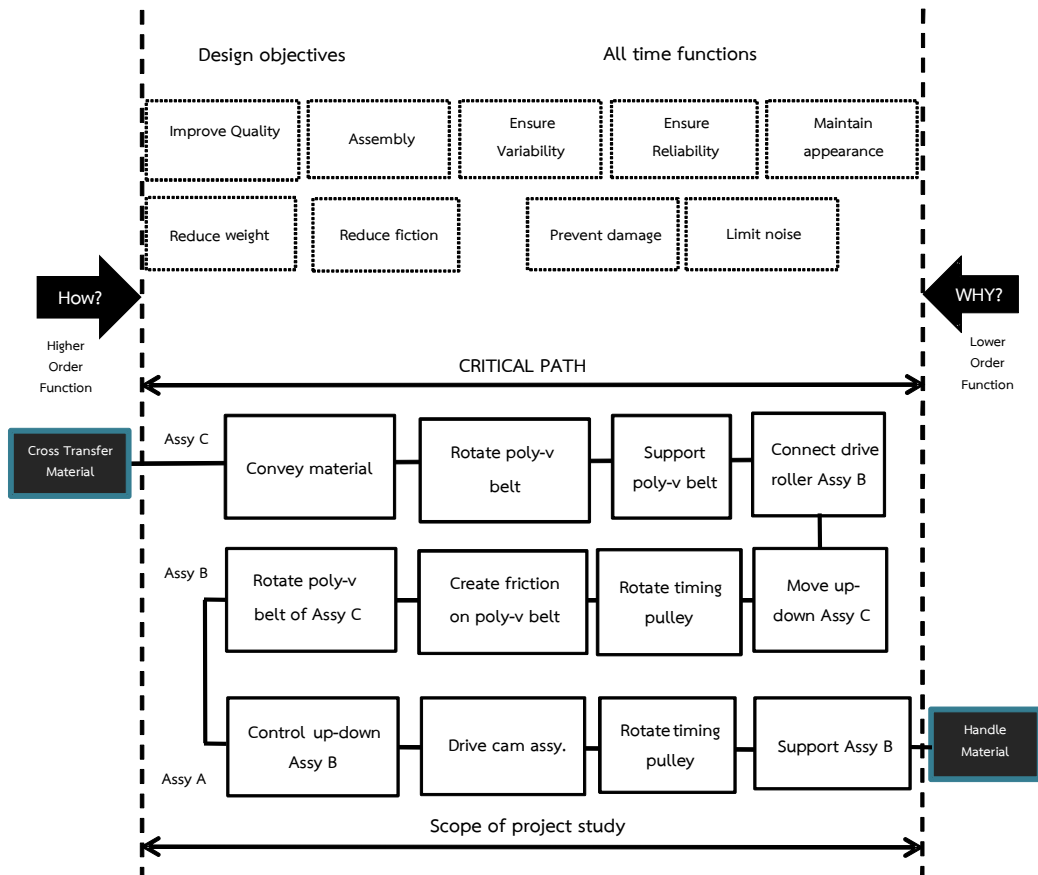


Figure 4 FAST diagram of the cross transfer drive

3.3 การเปรียบเทียบให้น้ำหนักของหน้าที่ ทำในรูปแบบการประเมินเชิงเลข จากนั้นทำการเปรียบเทียบ หน้าที่อย่างหนึ่งกับอีกอย่างหนึ่งที่ละครั้งว่าหน้าที่ใดมีความสำคัญมากกว่า โดยให้ค่าความสำคัญประเมินด้วยน้ำหนัก ดังตารางที่ 6

Table 6 Assessment Criteria and Weight

Score	Evaluation criteria	Evaluation weight
1	Direct assembly function	Minor difference
2	Link assembly function	Medium difference
3	Unlinked assembly function	Major difference

การประเมินเชิงเลข ทั้ง 3 ส่วน ดังตารางที่ 7-9 เป็นการเปรียบเทียบหน้าที่พื้นฐานครั้งละคู่ โดยการให้คะแนนระดับความสำคัญ [8] เช่น หน้าที่ A “Support Assy B” ที่ทีมงานได้เปรียบเทียบกับ B “Control up-down Assy B” พบว่าหน้าที่ A ที่ต้องรองรับการยึดชิ้นส่วนของหน้าที่ B จึงมีความมีความสำคัญมากกว่า

Research Article

Journal of Advanced Development in Engineering and Science

Vol. 14 • No. 39 • January – April 2024

หน้าที่ B จึงใส่ Aลงในช่องประเมินผล หลังจากนั้นพิจารณาต่อไปอีกว่าเป็นระดับเท่าไร ในที่นี้ทีมงานวิเคราะห์ให้ระดับแตกต่างความสำคัญมาก ใช้น้ำหนักแทนด้วยตัวเลข 3 ใส่ข้างหลัง A จากนั้นทำการวิเคราะห์จนครบคู่แล้วทำการรวบรวมคะแนน คะแนนสูงสุด คือ หน้าที่ชุดประกอบหลัก

Table 7 Numerical evaluation sheet of the subassembly A

	B	C	D	E	F	G	Letter	Function	Weight	%	Item
A	A-3	A-3	A-3	A-1	F-3	A-3	A	Support Assy B	13	22	2
	B	B-3	B-3	E-1	F-3	B-3	B	Control up-down Assy B	9	15	4
		C	C-3	E-3	F-3	C-3	C	Tighten timing belt	6	10	5
			D	E-3	F-3	G-3	D	Fix timing pulley	0	0	7
				E	F3	E3	E	Rotate belt transmission	10	17	3
					F	F3	F	Rotate timing pulley	18	31	1
						G	G	Protect danger	3	5	6
Total									59	100	

Table 8 Numerical evaluation sheet of the subassembly B

	B	C	D	E	F	G	H	I	Letter	Function	Weight	%	Item
A	A-3	C-1	A-3	A-3	A-3	G-3	A-3	A-3	A	Move up-down Assy c	15	15	3
	B	C-3	D-3	B-3	F-3	G-3	B-3	B-3	B	Support motor	9	9	5
		C	C-2	C-3	F-3	G-3	C-3	C-3	C	Rotate convey belt	14	14	4
			D	D-3	F-2	G-3	D-3	D-3	D	Link cam assy	12	12	4
				E	F-3	G-3	E-3	E-3	E	Fix frame up-down	6	6	6
					F	G-3	F-3	F-3	F	Support drive roller	17	17	2
						G	G-3	G-3	G	Rotate timing pulley	24	24	1
							H	J-3	H	Fix timing pulley	0	0	8
								I	I	Protect danger	3	3	7
Total											100	100	

Table 9 Numerical evaluation sheet of the subassembly C

	B	C	D	Letter	Function	Weight	%	Item
A	A-1	C-1	D-2	A	Support poly-v belt	1	11	4
	B	C-1	D-2	B	Rotate poly-v belt	0	0	2
		C	D-2	C	Tighten poly-v belt	2	22	1
			D	D	Convey material	6	67	1
Total						9	100	

4.ขั้นสร้างสรรค์ความคิด

ในขั้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นี้ เป็นการระดมพลังสมองเพื่อรับข้อเสนอแนะของทีมงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนกวิศวกรรม แผนกผลิต แผนกจัดซื้อ แผนกขายและการตลาด โดยนำข้อเสนอแนะเหล่านี้ไปพัฒนาเพื่อปรับปรุงการออกแบบให้ได้หน้าที่และต้นทุนใหม่ที่ดีกว่าเดิม ตามตารางที่ 10

5.ขั้นประเมินผล

ทำการหาดัชนีคุณค่า (Value Index, VI) [9-12] โดยเปรียบเทียบต้นทุนปัจจุบัน (ก่อนปรับปรุง) กับต้นทุนของแนวคิดใหม่ (หลังปรับปรุง) ตามหน้าที่ต่างๆ ของทั้ง 3 ชุดประกอบ ดังตารางที่ 10 โดยในชุดประกอบ A มีค่าความแตกต่างมากที่สุดในลำดับที่ 1 คือ หน้าที่ F (Drive lift up-down) มีดัชนีคุณค่า 1.43 ในชุดประกอบ B มีค่าความแตกต่างมากที่สุดในลำดับที่ 1 คือ หน้าที่ C (Transmission from motor) มีดัชนีคุณค่า 1.43 และในชุดประกอบ C มีค่าความแตกต่างมากที่สุดในลำดับที่ 1 คือ หน้าที่ C (Tighten flat belt) มีดัชนีคุณค่า 1.67

6.ขั้นทดสอบและพิสูจน์

หลังจากได้ทำการออกแบบและได้ดำเนินการจัดสร้างชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉากใหม่ ต่อจึงทำการทดสอบระบบทางกล ได้แก่ การขับเคลื่อนสายพานด้วยความเร็วสูงสุด 50 เมตรต่อวินาที การยกกล่อง ขึ้น-ลง ที่น้ำหนักสูงสุด 50 กิโลกรัม โดยที่โครงสร้างไม่เสียรูป จากนั้นจำลองระบบลำเลียงกล่องต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน โดยทีมออกแบบได้ทำการวัดกระแสไฟมอเตอร์ต้องไม่เกิน 4 แอมแปร์ มีการวัดเสียงที่เกิดจากการขับเคลื่อนสายพานต้องไม่เกิน 50 เดซิเบล และสายพานต้องไม่หลุดขณะทำงาน ผลที่ได้จากการทดสอบ คือ ผ่านเกณฑ์การทดสอบที่ลูกค้ากำหนดทุกรายการ รวมทั้งสามารถประกอบชุดอุปกรณ์ด้วยเวลาที่ลดลงเหลือเป็น 180 นาที ซึ่งเร็วกว่าเดิม 60 นาที

7.ขั้นเสนอแนะ

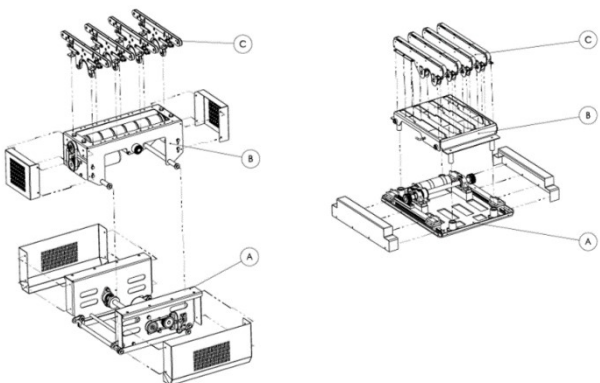
เมื่อการทดสอบผ่านตามเกณฑ์การทดสอบที่ลูกค้ากำหนดจึงทำการเตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอ ได้แก่ ข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงในด้านต่างๆ ของอุปกรณ์ ข้อมูลการเปรียบเทียบคุณค่าของหน้าที่ส่วนชุดประกอบ A B และ C ซึ่งการปรับปรุงการออกแบบจะตัดหน้าที่ที่ไม่จำเป็นออกเพื่อลดจำนวนชิ้นส่วนและน้ำหนักของโครงสร้าง โดยยังสามารถทำหน้าที่ที่ต้องการได้เช่นเดิม สำหรับชุดประกอบ A ตัดหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วน D และ E ออก ส่วนชุดประกอบ B ตัดหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วน B และ E ถึง J ส่วนชุดประกอบ C ยังคงหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนประกอบเดิมทั้งหมด แต่ทำการลดจำนวนชิ้นส่วนและขนาดลง โดยตารางที่ 11 แสดงผลเปรียบเทียบอุปกรณ์ก่อนและหลังการปรับปรุง มีจำนวนชิ้นส่วนประกอบก่อนปรับปรุง 126 ชิ้น หลังปรับปรุงมีจำนวนชิ้นส่วนประกอบ 103 ชิ้น และแสดงน้ำหนักของโครงสร้างก่อนปรับปรุงที่ 71.36 กิโลกรัม หลังการปรับปรุงที่ 51.75 กิโลกรัม และส่วนสุดท้าย คือ ต้นทุนก่อนปรับปรุง 91,970 บาท หลังปรับปรุง 61,300 บาท

Research Article
Journal of Advanced Development in Engineering and Science
Vol. 14 • No. 39 • January – April 2024

Table 10 Value Index (VI) and cost distribution by function before and after improvement

Subassembly	No.	Primary function	Before improve	After improve	Propose idea or Procedure	Different value		Value Index
			C_{before} (baht)	C_{after} (baht)		$C_{\text{before}} - C_{\text{after}}$ (baht)	No.	
A	A	Support Assy B	3,000	2,400	Change to one part	600	3	1.25
	B	Control up-down Assy B	4,900	3,920	Use slide bush	980	2	1.25
	C	Tighten timing belt	300	210	Reduce screw size	90	6	1.43
	D	Fix timing pulley	10	10	Reduce screw size	0	8	1.00
	E	Rotate belt transmission	2,850	2,280	Consider new supplier	570	4	1.25
	F	Rotate timing pulley	14,500	10,150	Consider new supplier	4,350	1	1.43
	G	Support rotation shaft	800	700	Consider new supplier	100	7	1.14
	H	Protect danger	700	490	Change design	210	5	1.43
B	A	Move up-down Assy c	700	560	Reduce size	140	6	1.25
	B	Support motor	400	280	Reduce size	120	7	1.43
	C	Rotate poly-v belt	9,850	5,910	Use motor roller	3,940	2	1.67
	D	Fix timing pulley	1,440	864	Change to rack pinion	576	3	1.67
	E	Rotate belt transmission	200	180	Increase strength	20	8	1.11
	F	Support drive roller	840	672	Consider new supplier	168	5	1.25
	G	Rotate timing pulley	11,000	7,700	Use motor roller	3,300	1	1.43
	H	Fix timing pulley	30	30	Not required	0	-	-
C	I	Protect danger	1,000	1,000	Not required	0	-	-
	A	Support poly-v belt	7,600	6,080	Design to one part	1,520	4	1.25
	B	Rotate poly-v belt	12,000	8,400	Consider new supplier	3,600	2	1.43
	C	Tighten poly-v belt	12,000	7,200	Reduce size	4,800	1	1.67
	D	Convey material	6,000	4,200	Consider new supplier	1,800	3	1.43

Table 11 Comparison of the cross transfer drive before and after improvement

Comparison								
Equipment Details								
Primary function of part in assembly			Before improvement			After improvement		
Assembly set	No.	Function	Quantity	Weight (Kilogram)	Cost (Baht)	Quantity	Weight (Kilogram)	Cost (Baht)
A	A	Support Assy B	2	8	3,000	1	6	2,500
	B	Control up-down Assy B	25	10	4,060	20	12	4,500
	C	Tighten timing belt	2	0.5	300	0	0	0
	D	Fix timing pulley	2	0.005	10	0	0	0
	E	Rotate belt transmission	3	1.5	2,850	3	1.5	2,850
	F	Support rotation shaft	2	0.5	800	2	0.5	600
	G	Rotate timing pulley	1	3	14,500	1	2.75	8,000
	H	Protect danger	2	1	700	2	0.5	350
B	A	Move up-down Assy c	1	8	3,500	1	6	2,500
	B	Support motor	2	4	400	0	0	0
	C	Rotate poly-v belt	1	7	7,000	1	7	12,000
	D	Fix timing pulley	12	2	1,350	8	1	800
	E	Rotate belt transmission	2	0.5	200	0	0	0
	F	Support drive roller	2	1	840	0	0	0
	G	Rotate timing pulley	1	2.5	11,000	0	0	0
	H	Fix timing pulley	3	1.5	2,850	0	0	0
	I	Protect danger	1	0.05	10	0	0	0

Research Article

Journal of Advanced Development in Engineering and Science

Vol. 14 • No. 39 • January – April 2024

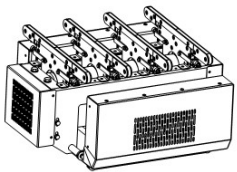
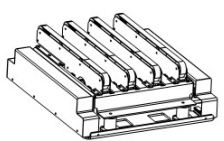
Table 11 Comparison of the cross transfer drive before and after improvement (continue)

Primary function of part in assembly			Before improvement			After improvement		
Assembly set	No.	Function	Quantity	Weight (Kilogram)	Cost (Baht)	Quantity	Weight (Kilogram)	Cost (Baht)
C	A	Support poly-v belt	32	10	7,600	28	7	4,500
	B	Rotate poly-v belt	16	4.8	12,000	16	4.8	12,000
	C	Tighten poly-v belt	8	4	12,000	16	2	3,200
	D	Convey material	4	0.5	6,000	4	0.7	7,500
Total			126	71.36	91,970	103	51.75	61,300

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาดำเนินการปรับปรุงการออกแบบทำให้ชุดเปลี่ยนทิศทางแนวตั้งฉาก มีคุณค่าที่เพิ่มมากขึ้นและยังคงมีประสิทธิภาพตามข้อกำหนดที่ต้องการไม่ต่างจากอุปกรณ์เดิม โดยทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลงคิดเป็นร้อยละ 33.35 ซึ่งทำให้มีดัชนีคุณค่ารวมที่ 1.50 นอกจากนี้ยังทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กลงจากจำนวนชิ้นส่วนที่ลดลงไป 23 ชิ้น และน้ำหนักโครงสร้างลดลงไปจากเดิมร้อยละ 27.48 รวมทั้งส่งผลให้เวลาประกอบอุปกรณ์เร็วขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 25 ดังตารางที่ 12

Table 12 Improved results via value engineering technique

Characteristics of equipment before and after improvement							
							
Before improvement				After improvement			
Cross transfer drive	Dimension (Millimeter)			Qty	Weight (Kilogram)	Assembly Time (Minute)	Cost (Baht)
	W	H	L				
Before improvement	680	370	588	126	71.36	240	91,970
After improvement	499	203	563	103	51.75	180	61,300
Different of value	181	167	12	23	19.61	60	30,670
Percentage change in result					27.48	25.00	33.35
Value Index = Cost before improvement / Cost after improvement							1.50

การใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าทำให้หน่วยงานที่ฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้มาพิจารณาทบทวนการออกแบบอย่างใคร่ครวญและเป็นระบบ ทำให้สามารถแยกความจำเป็นในการออกแบบที่ไม่เหมาะสมออกไปได้อย่างชัดเจน การลดชิ้นส่วนที่ไม่เกิดคุณค่า การปรับปรุงการออกแบบที่ง่ายต่อการผลิต และการเลือก

ชิ้นส่วนมาตรฐานที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถสร้างคุณค่ากับผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดี โดยการปรับปรุงการออกแบบครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ช่วยสร้างความสามารถในการแข่งขันให้กับหน่วยงาน และสามารถนำเทคนิคนี้มาใช้ปรับปรุงผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไปในอนาคต

References

- [1] Srichart, A. (2011). *Material Handling: ME4409 Teaching Material*. Ubon Ratchathani: Faculty of Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University. (in Thai)
- [2] Tantivisetthasak, P., & Na Ubon, A. (2018). Factor Affecting China's FDI in Thailand in Comparison with Other ASEAN Countries during 2000-2016. *Suthiparithat Journal*, 32(104), 169-181. (in Thai)
- [3] Abu Dhabi Quality and Conformity Council. (2019). *Value Engineering Guideline*. Al Danah: Abu Dhabi City Municipality.
- [4] Patel, K. (2018). New Product Development with Value Engineering. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, 4(2), 3701-3708.
- [5] Dhouchak, D., & Biban, L. K. (2017). A Review Article on Value Engineering. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 4(11), 235-238.
- [6] Adnan, T. M., et al. (2018). An Analytical Way to Reduce Cost of a Product through Value Engineering Employment (Case Study: Walton). *International Journal of Scientific Engineering and Research*, 9(2), 527-533.
- [7] Sharma, V., et al. (2016). Analysis of Furniture Industry through Value Engineering by Eliminating the Barriers. *International Journal for Science Technology & Engineering*, 3(4), 51-58.
- [8] Neha, N., & Amogh, B. (2019). Application of Value Analysis Methodology on Driven Bed. *International Journal of Engineering Applied Science and Technology*, 4(8), 199-204.
- [9] Arumsari, P., & Tanachi, R. (2018). Value Engineering Application in a High Rise Building (a Case Study in Bali). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195, 012015.
- [10] Al-kharibi, A. H. A. (2017). A Framework for Value Engineering Methodology Application Using Building Information Modeling (BIM), (Master thesis, Islamic University).
- [11] Al-Ghamdi, M. A., & Al-Gahtani, K. S. (2022). Integrated Value Engineering and Life Cycle Cost Modeling for HVAC System Selection. *Sustainability*, 14(4), 2126.
- [12] Kumar, S. L., et al. (2018). Execution of Value Engineering Approach for Design Development and Cost Reduction of Monoblock Pump. *ARP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(5), 1734-1741.