

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลบางส่วนของผลการศึกษาในงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่เป็นความลับของบริษัทในกรณีศึกษา ผู้วิจัยจึงไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลในบางส่วนได้ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้สรุปแนวทางของผลการศึกษาที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ เพื่อให้ยังคงเข้าใจในความหมายที่ต้องการจะสื่อของผลการศึกษาอยู่ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนที่กล่าวมาในบทที่ 3 โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 การศึกษาขั้นตอนการผลิต

กระบวนการจัดผิวกลาสซ์บสเตอร์ท มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดผิวชิ้นงานให้มีขนาดของชิ้นงานตามที่ลูกค้ากำหนด โดยใช้เครื่องจักรในการจัดผิวชิ้นงาน มีขั้นตอนในการผลิตพอสังเขปดังนี้

4.1.1 เตรียมเครื่องขัดโดยปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องขัดให้ถูกต้องตามเงื่อนไขในการผลิต

4.1.2 นำชิ้นงานใส่ในเครื่องขัดโดยวางลงบนแผ่นขัด จัดเรียงชิ้นงานตามตำแหน่งที่กำหนดไว้

4.1.3 กดปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องจักรเริ่มทำงาน เมื่อเครื่องจักรขัดชิ้นงานจนถึงขนาดที่กำหนดไว้แล้ว เครื่องขัดจะหยุดทำงานอัตโนมัติ

4.1.4 เก็บชิ้นงานที่ขัดเสร็จเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่องขัดเพื่อขนย้ายไปล้างทำความสะอาดที่เครื่องล้าง

4.1.5 ล้างทำความสะอาดชิ้นงานเรียบร้อยแล้วจึงขนย้ายไปยังจุดตรวจเช็คคุณภาพ

4.1.6 ทำการตรวจเช็คคุณภาพตามเงื่อนไขที่กำหนด

4.1.7 ชิ้นงานที่ผ่านการตรวจเช็คคุณภาพเรียบร้อยแล้วจะถูกขนย้ายไปกระบวนการถัดไป

สามารถเขียนผังขั้นตอนการผลิตของกระบวนการขัดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผังขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน	กิจกรรม	สัญลักษณ์					คำอธิบายโดยย่อของกิจกรรม
1	เตรียมเครื่องขัด	●	→	□	▽	⊐	ปรับตั้งเครื่องขัดตามเงื่อนไขการผลิต
2	ใส่ชิ้นงาน	●	→	□	▽	⊐	นำชิ้นงานใส่เครื่อง
3	ขัดชิ้นงาน	●	→	□	▽	⊐	ขัดชิ้นงานให้ได้ขนาดของชิ้นงานตามที่กำหนด
4	เก็บชิ้นงาน	●	→	□	▽	⊐	เก็บชิ้นงานที่ขัดเสร็จแล้วออกจากเครื่องขัดผิว
5	เตรียมล้าง	○	→	□	▽	⊐	ขนย้ายชิ้นงานที่ขัดผิวแล้วไปยังเครื่องล้างทำความสะอาด
6	ล้างชิ้นงาน	●	→	□	▽	⊐	ล้างทำความสะอาดชิ้นงาน
7	เตรียมตรวจเช็คคุณภาพ	○	→	□	▽	⊐	ขนย้ายชิ้นงานที่ล้างสะอาดแล้วไปยังจุดตรวจเช็คคุณภาพ
8	ตรวจเช็คคุณภาพ	○	→	■	▽	⊐	ตรวจเช็คคุณภาพชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนด
9	ส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป	○	→	□	▽	⊐	ส่งต่อชิ้นงานที่ผ่านการตรวจเช็คคุณภาพแล้วไปยังกระบวนการถัดไป

4.2 การประเมินประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ในกระบวนการขัดผิวกลาสซัสเตอร์ทของ บริษัท ในกรณีศึกษา นี้ มีเครื่องขัดผิวจำนวน 40 เครื่อง แต่ละเครื่องจะระบุด้วยหมายเลขเครื่องเช่น เครื่องขัดผิวเครื่องที่ 1 จะระบุด้วย P01 เป็นต้น โดยในขั้นตอนการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มีการเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเฉพาะอัตราคุณภาพเท่านั้น เพิ่งจะเริ่มทำระบบการเก็บข้อมูลในส่วนของอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่อง แต่เนื่องจากอยู่ในช่วงการเริ่มต้นระบบจึงทำให้มีความผิดพลาดจากการลงบันทึกข้อมูลการดึงข้อมูลจากการผลิต และข้อมูลไม่ครบถ้วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบตารางบันทึกข้อมูลใหม่ โดยได้ปรึกษาร่วมกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อให้สามารถกรอกข้อมูลได้ถูกต้องและเก็บข้อมูลได้ครบตามที่กำหนด ซึ่งแบบตารางบันทึกข้อมูลนั้นได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

4.2.2 เก็บบันทึกข้อมูล

นำตารางบันทึกข้อมูลไปอธิบายให้กับพนักงานฝ่ายผลิตที่ควบคุมเครื่องจักรแต่ละเครื่องถึงวิธีการเก็บข้อมูลที่ต้องบันทึกลงไปในตาราง สำหรับช่วงเวลาการเก็บข้อมูลนั้น ทางผู้วิจัยได้ปรึกษากับผู้ดูแลกระบวนการจัดผิวของบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล ซึ่งผู้ดูแลกระบวนการจัดผิวได้ให้ความเห็นว่าควรที่จะเก็บข้อมูลหลังจากเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 เนื่องจากในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ทางบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษาได้ปรับมาตรฐานการทำงาน of พนักงานฝ่ายผลิตใหม่ โดยปรับในส่วนของการเคลื่อนย้ายชิ้นงานเพื่อนำชิ้นงานใส่เข้าไปในเครื่องจักรและนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรให้ช้าลงเพื่อลดงานเสียจากรอยตำหนิบนชิ้นงานที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปว่า จะเก็บข้อมูลการทำงานของกระบวนการจัดผิวในช่วงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2556 ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2556 รวม 31 วัน

4.2.3 คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในหัวข้อที่ 4.2.2 จะนำมาคำนวณเพื่อหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ตามทฤษฎีในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งรายละเอียดของการคำนวณ ทางผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างไว้ในบทนี้พอสังเขปเพียง 1 เครื่อง คือเครื่องหมายเลข P01 แต่เนื่องจากข้อมูลในการผลิตของบริษัทในกรณีศึกษานี้เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดตัวแปร α β δ U_1 U_2 U_3 L_1 L_2 และ L_3 เพื่อให้ยังคงเข้าใจในขั้นตอนของการคำนวณได้ โดยที่ตัวแปรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

α คือค่าคงที่ของเวลา

β คือค่าคงที่ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิต

δ คือค่าคงที่ของจำนวนชิ้นงานดี

U_1 คือค่าชดเชยของเวลาทำ 5 ส. มีหน่วยเป็นนาที่

U_2 คือค่าชดเชยของเวลาซ่อมบำรุงเครื่อง มีหน่วยเป็นนาที่

U_3 คือค่าชดเชยของเวลาควบคุมสินค้าคงคลัง มีหน่วยเป็นนาที

L_1 คือค่าชดเชยของเวลาซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง มีหน่วยเป็นนาที

L_2 คือค่าชดเชยของเวลาติดตั้งหรือปรับแต่ง มีหน่วยเป็นนาที

L_3 คือค่าชดเชยของเวลารองานหรือวัตถุดิบ มีหน่วยเป็นนาที

ซึ่งค่าของตัวแปรแต่ละตัวจะไม่สามารถเปิดเผยได้ ในส่วนของรายละเอียดในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจะแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

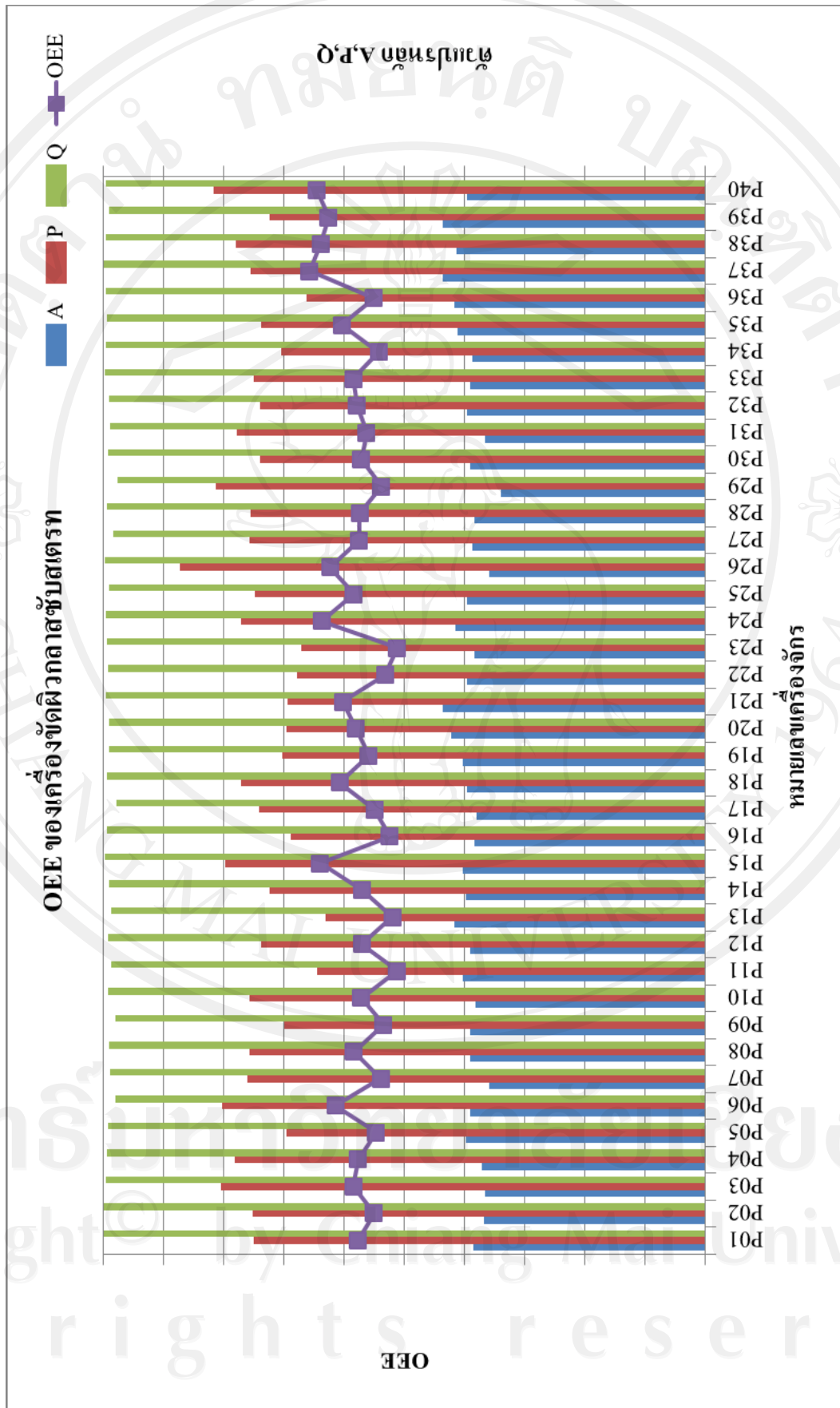
ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหมายเลข P01

เครื่องจักรหมายเลข P01		
1) เวลาในการทำงานทั้งหมด	$= 31 \text{ วัน} \times 1440 \alpha \text{ นาที/วัน}$	44640 α นาที
2) เวลาหยุดตามแผน	2.1) ทำ 5 ส. – U_1	265 α นาที
	2.2) ซ่อมบำรุงเครื่อง – U_2	0 α นาที
	2.3) ควบคุมสินค้าคงคลัง – U_3	6480 α นาที
	รวม	6745 α นาที
3) เวลาให้บริการงาน	$= 44640 \alpha - 6745 \alpha \text{ นาที}$	37895 α นาที
4) เวลาสูญเสีย	4.1) ซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง – L_1	2324 α นาที
	4.2) ติดตั้งหรือปรับแต่ง – L_2	12660 α นาที
	4.3) รองานหรือวัตถุดิบ – L_3	8303 α นาที
	รวม	23287 α นาที
5) เวลาเดินเครื่อง	$= 37895 \alpha - 23287 \alpha \text{ นาที}$	14608 α นาที
6) อัตราเดินเครื่อง (A)	$= \text{เวลาเดินเครื่อง} / \text{เวลาให้บริการงาน}$ $= 14608 \alpha / 37895 \alpha$	0.3855
7) เวลาเดินเครื่องสุทธิ	$= \text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}$ $= 0.0875 \alpha \text{ นาที/ชิ้น} \times 125050 \beta \text{ ชิ้น}$	10942 $\alpha\beta$ นาที
8) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	$= \text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ} / \text{เวลาเดินเครื่อง}$ $= 10942 \alpha\beta / 14608 \alpha$	0.7490 β
9) อัตราคุณภาพ (Q)	$= \text{จำนวนชิ้นงานดี} / \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}$ $= 124816 \delta / 125050 \beta$	0.9981 δ/β

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

10) ค่า OEE	$= A \times P \times Q$ $= 0.3855 \times 0.7490 \beta \times 0.9981 \delta / \beta$	0.2882 δ
-------------	---	-----------------

จากตัวอย่างการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในตารางที่ 4.2 นั้น แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดในการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร P01 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ซึ่งค่าของตัวแปรหลักและค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 40 เครื่อง สามารถเปรียบเทียบได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรและค่าของตัวแปรหลัก A P และ Q ของเครื่องจักร P01 – P40

4.2.4 ลำดับเครื่องจักรในการซ่อมบำรุง

จากค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องดังแสดงในรูปที่ 4.1 พบว่า เครื่องที่มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสูงที่สุดคือเครื่องหมายเลข P37 ส่วนเครื่องที่มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำที่สุดคือเครื่องหมายเลข P23 ดังนั้นโดยทฤษฎีแล้วถ้าพิจารณาเฉพาะค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ควรจะซ่อมบำรุงเครื่องจักรหมายเลข P23 ก่อน ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องจักรจะมีความถี่ในการซ่อมบำรุงทุกๆ 6 เดือน โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักรมีแผนการซ่อมบำรุง 5 เครื่อง ซึ่งหากพิจารณาลำดับเครื่องจักรที่ต้องซ่อมบำรุงตามค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรแล้ว จะเรียงลำดับได้ดังแสดงในตารางที่ 4.3 นั่นคือเครื่องจักรหมายเลข P23 P11 P13 P16 และ P22 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ลำดับการซ่อมบำรุง	หมายเลขเครื่อง	อัตราเดินเครื่อง (A)	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	อัตราคุณภาพ (Q)	ค่า OEE
1	P23	0.3835	0.6708 β	0.9936 δ/β	0.2556 δ
2	P11	0.4024	0.6444 β	0.9872 δ/β	0.2560 δ
3	P13	0.4172	0.6301 β	0.9873 δ/β	0.2596 δ
4	P16	0.3831	0.6882 β	0.9934 δ/β	0.2619 δ
5	P22	0.3959	0.6781 β	0.9909 δ/β	0.2660 δ
6	P09	0.3898	0.6997 β	0.9800 δ/β	0.2673 δ
7	P29	0.3388	0.8126 β	0.9766 δ/β	0.2689 δ
8	P07	0.3582	0.7607 β	0.9881 δ/β	0.2693 δ
9	P34	0.3869	0.7039 β	0.9959 δ/β	0.2712 δ
10	P05	0.3967	0.6948 β	0.9923 δ/β	0.2735 δ
11	P17	0.3792	0.7408 β	0.9775 δ/β	0.2746 δ
12	P02	0.3670	0.7507 β	0.9981 δ/β	0.2750 δ
13	P36	0.4171	0.6626 β	0.9951 δ/β	0.2750 δ
14	P19	0.4016	0.7025 β	0.9908 δ/β	0.2795 δ
15	P31	0.3655	0.7785 β	0.9891 δ/β	0.2814 δ

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับการ ซ่อมบำรุง	หมายเลข เครื่อง	อัตราเดินเครื่อง (A)	ประสิทธิภาพการ เดินเครื่อง (P)	อัตราคุณภาพ (Q)	ค่า OEE
16	P14	0.3976	0.7226 β	0.9905 δ/β	0.2846 δ
17	P12	0.3895	0.7376 β	0.9923 δ/β	0.2851 δ
18	P30	0.3893	0.7398 β	0.9915 δ/β	0.2855 δ
19	P10	0.3805	0.7566 β	0.9925 δ/β	0.2857 δ
20	P28	0.3826	0.7550 β	0.9939 δ/β	0.2871 δ
21	P27	0.3859	0.7571 β	0.9837 δ/β	0.2874 δ
22	P04	0.3708	0.7819 β	0.9938 δ/β	0.2881 δ
23	P01	0.3855	0.7490 β	0.9982 δ/β	0.2882 δ
24	P32	0.3947	0.7390 β	0.9905 δ/β	0.2889 δ
25	P20	0.4215	0.6953 β	0.9894 δ/β	0.2900 δ
26	P08	0.3895	0.7561 β	0.9898 δ/β	0.2915 δ
27	P25	0.3945	0.7471 β	0.9902 δ/β	0.2919 δ
28	P03	0.3651	0.8044 β	0.9949 δ/β	0.2922 δ
29	P33	0.3907	0.7502 β	0.9969 δ/β	0.2922 δ
30	P21	0.4355	0.6943 β	0.9958 δ/β	0.3011 δ
31	P35	0.4117	0.7377 β	0.9932 δ/β	0.3016 δ
32	P18	0.3961	0.7712 β	0.9943 δ/β	0.3037 δ
33	P06	0.3905	0.8025 β	0.9795 δ/β	0.3069 δ
34	P26	0.3585	0.8719 β	0.9963 δ/β	0.3115 δ
35	P39	0.4363	0.7242 β	0.9894 δ/β	0.3126 δ
36	P24	0.4148	0.7714 β	0.9948 δ/β	0.3183 δ
37	P38	0.4121	0.7794 β	0.9949 δ/β	0.3195 δ
38	P15	0.4020	0.7972 β	0.9975 δ/β	0.3197 δ
39	P40	0.3962	0.8167 β	0.9961 δ/β	0.3223 δ
40	P37	0.4356	0.7552 β	0.9987 δ/β	0.3286 δ

แต่หากพิจารณาตัวแปรหลัก A P และ Q แต่ละตัวแล้วพบว่าลำดับของการซ่อมบำรุงจะเปลี่ยนไป ยกตัวอย่างเช่น หากนำ 5 เครื่องที่จะต้องซ่อมบำรุงในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 มาเรียงลำดับตามตัวแปรหลักแต่ละตัว จะได้ลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลำดับการซ่อมบำรุงเมื่อพิจารณาตามตัวแปรหลัก

ลำดับการซ่อม บำรุง	อัตราเดินเครื่อง (A)	ประสิทธิภาพการ เดินเครื่อง (P)	อัตราคุณภาพ (Q)	ค่า OEE
1	P16	P13	P11	P23
2	P23	P11	P13	P11
3	P22	P23	P22	P13
4	P11	P22	P16	P16
5	P13	P16	P23	P22

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ถึงแม้เครื่องจักรหมายเลข P23 จะมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่ต่ำสุด แต่หากพิจารณาในด้านอัตราคุณภาพแล้ว กลับเป็นเครื่องที่มีอัตราคุณภาพสูงสุดใน 5 เครื่องที่พิจารณานี้ ดังนั้นหากนโยบายการบริหารงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรของบริษัทในกรณีศึกษานี้ มุ่งเน้นในการปรับปรุงอัตราคุณภาพเพื่อลดงานเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร ฝ่ายซ่อมบำรุงก็ควรจะพิจารณาซ่อมเครื่องจักรหมายเลข P11 เป็นอันดับแรก ตามด้วยเครื่องจักรหมายเลข P12 P22 P16 และ P23 ตามลำดับ

แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เพื่อให้บริษัทในกรณีศึกษาสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทั้งในด้านคุณภาพ ปริมาณและเวลาการส่งมอบ ทางบริษัทจึงไม่ได้มุ่งเน้นในด้านอัตราคุณภาพเพียงอย่างเดียว แต่จะเน้นอัตราการเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องด้วย ดังนั้นในการวางแผนการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องจักรจะต้องสอดคล้องกับนโยบายของบริษัทด้วย จึงควรพิจารณาลำดับความสำคัญของตัวแปรหลักแต่ละตัวรวมด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้ทอพลิสและพีชชีทอพลิสเพื่อช่วยในการลำดับเครื่องจักรในการซ่อมบำรุง โดยในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรหลักนั้น จะกล่าวในลำดับต่อไป

4.3 การปรับค่าของหลักเกณฑ์ให้เป็นมาตรฐาน

ก่อนที่จะนำข้อมูลของแต่ละหลักเกณฑ์มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบและจัดลำดับความสำคัญนั้น จะต้องปรับหน่วยของข้อมูลในแต่ละหลักเกณฑ์ให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันก่อน โดยคำนวณค่าจากสมการที่ 2.9 แต่เนื่องจากข้อมูลของหลักเกณฑ์ที่พิจารณาในงานวิจัยนี้มีรูปแบบเดียวกันอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการคำนวณต่อได้

4.4 การจัดลำดับความสำคัญของหลักเกณฑ์

ในขั้นตอนนี้จะทำการหาค่าน้ำหนักของตัวแปรหลัก AP และ Q ที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยการสัมภาษณ์บุคลากรผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนโยบายการบริหารงานและการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในกระบวนการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาทั้งหมด 7 ท่าน โดยข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่านแสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ลำดับ	ตำแหน่งงาน	แผนกที่ปฏิบัติงาน
1	ผู้จัดการทั่วไป	แผนกผลิต
2	ผู้จัดการทั่วไป	แผนกวิศวกรรม
3	รองผู้จัดการทั่วไป	แผนกควบคุมการผลิต
4	ผู้จัดการแผนก	แผนกประกันคุณภาพ
5	ผู้จัดการแผนก	แผนกวิศวกรรม
6	ผู้ช่วยผู้จัดการแผนก	แผนกผลิต
7	หัวหน้างาน	แผนกซ่อมบำรุง

ในการสัมภาษณ์เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรหลักนั้น ผู้วิจัยจะแบ่งหลักเกณฑ์ของตัวแปรหลักออกเป็นตัวแปรรองดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.4 ในบทที่ 3 โดยจะแบ่งการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนที่ 1 จะเป็นการสัมภาษณ์เพื่อหาค่าน้ำหนักโดยการเปรียบเทียบตัวแปรรองเป็นคู่ และในส่วนที่ 2 จะสัมภาษณ์เพื่อหาค่าน้ำหนักโดยวิธีการพิชชี

4.4.1 คำนวณค่าน้ำหนักโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่

จากข้อมูลการสัมภาษณ์โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่านจะนำมาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละตัวแปร โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักจากข้อมูลการสัมภาษณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1 เท่านั้น

ข้อมูลการให้คะแนนโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1 จะนำมาเขียนข้อมูลในตารางแบบเมตริกซ์ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1

หลักเกณฑ์รอง		A1	A2	A3	P1	P2	P3	Q1	Q2	Q3
เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง	A1	1	1/6	1/2	1/4	1/3	4	1/5	2	1/5
เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง	A2	6	1	6	4	5	9	2	8	3
เวลาในการรورانหรือวัสดุคืบ	A3	2	1/6	1	1/3	1/2	4	1/6	3	1/6
ผลิตภาพ	P1	4	1/4	3	1	2	5	1/3	4	1/2
ความเร็วเครื่อง	P2	3	1/5	2	1/2	1	4	1/4	3	1/4
อายุเครื่อง	P3	1/4	1/9	1/4	1/5	1/4	1	1/8	1/2	1/3
งานเสีย	Q1	5	1/2	6	3	4	8	1	6	2
การแก้ไขชิ้นงาน	Q2	1/2	1/8	1/3	1/4	1/3	2	1/6	1	1/5
ความสามารถของกระบวนการ	Q3	5	1/3	6	2	4	3	1/2	5	1

คำนวณหาค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean) และน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ตามสมการที่ 3.1 และ 3.2 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิตได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิตและน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1

หลักเกณฑ์	ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต	ค่าน้ำหนัก
A1	$(1 \times 1/6 \times 1/2 \times 1/4 \times 1/3 \times 4 \times 1/5 \times 2 \times 1/5)^{1/9} = 0.5072$	$0.5072/13.1621 = 0.0385$
A2	$(6 \times 1 \times 6 \times 4 \times 5 \times 9 \times 2 \times 8 \times 3)^{1/9} = 4.0767$	$4.0767/13.1621 = 0.3097$
A3	$(2 \times 1/6 \times 1 \times 1/3 \times 1/2 \times 4 \times 1/6 \times 3 \times 1/6)^{1/9} = 0.6420$	$0.6420/13.1621 = 0.0488$
P1	$(4 \times 1/4 \times 3 \times 1 \times 2 \times 5 \times 1/3 \times 4 \times 1/2)^{1/9} = 1.3950$	$1.3950/13.1621 = 0.1060$
P2	$(3 \times 1/5 \times 2 \times 1/2 \times 1 \times 4 \times 1/4 \times 3 \times 1/4)^{1/9} = 0.9151$	$0.9151/13.1621 = 0.0695$
P3	$(1/4 \times 1/9 \times 1/4 \times 1/5 \times 1/4 \times 1 \times 1/8 \times 1/2 \times 1/3)^{1/9} = 0.2684$	$0.2684/13.1621 = 0.0204$
Q1	$(5 \times 1/2 \times 6 \times 3 \times 4 \times 8 \times 1 \times 6 \times 2)^{1/9} = 2.9569$	$2.9569/13.1621 = 0.2247$
Q2	$(1/2 \times 1/8 \times 1/3 \times 1/4 \times 1/3 \times 2 \times 1/6 \times 1 \times 1/5)^{1/9} = 0.3653$	$0.3653/13.1621 = 0.0278$
Q3	$(5 \times 1/3 \times 6 \times 2 \times 4 \times 3 \times 1/2 \times 5 \times 1)^{1/9} = 2.0356$	$2.0356/13.1621 = 0.1547$
ผลรวม		13.1621
		1.0000

คำนวณหาค่าลักษณะเฉพาะ (Eigen Values) สูงสุด (λ_{max}) ตามสมการที่ 3.5 ค่าที่ได้จากการคำนวณได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าลักษณะเฉพาะสูงสุดจากข้อมูลการให้สัมภาษณ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1

หลักเกณฑ์	Product	Ratio
A1	$(1 \times 0.0385) + (1/6 \times 0.3097) + (1/2 \times 0.0488) + (1/4 \times 0.1060) + (1/3 \times 0.0695) + (4 \times 0.0204) + (1/5 \times 0.2247) + (2 \times 0.0278) + (1/5 \times 0.1547)$	$= 0.3772$ $0.3772/0.0385 = 9.7869$
A2	$(6 \times 0.0385) + (1 \times 0.3097) + (6 \times 0.0488) + (4 \times 0.1060) + (5 \times 0.0695) + (9 \times 0.0204) + (2 \times 0.2247) + (8 \times 0.0278) + (3 \times 0.1547)$	$= 2.9240$ $2.9240/0.3097 = 9.4403$
A3	$(2 \times 0.0385) + (1/6 \times 0.3097) + (1 \times 0.0488) + (1/3 \times 0.1060) + (1/2 \times 0.0695) + (4 \times 0.0204) + (1/6 \times 0.2247) + (3 \times 0.0278) + (1/6 \times 0.1547)$	$= 0.4756$ $0.4756/0.0488 = 9.7512$
P1	$(4 \times 0.0385) + (1/4 \times 0.3097) + (3 \times 0.0488) + (1 \times 0.1060) + (2 \times 0.0695) + (5 \times 0.0204) + (1/3 \times 0.2247) + (4 \times 0.0278) + (1/2 \times 0.1547)$	$= 0.9881$ $0.9881/0.1060 = 9.3234$
P2	$(3 \times 0.0385) + (1/5 \times 0.3097) + (2 \times 0.0488) + (1/2 \times 0.1060) + (1 \times 0.0695) + (4 \times 0.0204) + (1/4 \times 0.2247) + (3 \times 0.0278) + (1/4 \times 0.1547)$	$= 0.6573$ $0.6573/0.0695 = 9.4538$
P3	$(1/4 \times 0.0385) + (1/9 \times 0.3097) + (1/4 \times 0.0488) + (1/5 \times 0.1060) + (1/4 \times 0.0695) + (1 \times 0.0204) + (1/8 \times 0.2247) + (1/2 \times 0.0278) + (1/3 \times 0.1547)$	$= 0.2087$ $0.2087/0.0204 = 10.2347$

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

หลักเกณฑ์	Product	Ratio
Q1	$(5 \times 0.0385) + (1/2 \times 0.3097) + (6 \times 0.0488) + (3 \times 0.1060) + (4 \times 0.0695) + (8 \times 0.0204) + (1 \times 0.2247) + (6 \times 0.0278) + (2 \times 0.1547)$	$= 2.0999$ $2.0999/0.2247 = 9.3471$
Q2	$(1/2 \times 0.0385) + (1/8 \times 0.3097) + (1/3 \times 0.0488) + (1/4 \times 0.1060) + (1/3 \times 0.0695) + (2 \times 0.0204) + (1/6 \times 0.2247) + (1 \times 0.0278) + (1/5 \times 0.1547)$	$= 0.2608$ $0.2608/0.0278 = 9.3986$
Q3	$(5 \times 0.0385) + (1/3 \times 0.3097) + (6 \times 0.0488) + (2 \times 0.1060) + (4 \times 0.0695) + (3 \times 0.0204) + (1/2 \times 0.2247) + (5 \times 0.0278) + (1 \times 0.1547)$	$= 1.5455$ $1.5455/0.1547 = 9.9937$
ค่าเฉลี่ย		9.6366

คำนวณดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) ตามสมการที่ 3.4

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} = (9.6366 - 9)/(9 - 1) = 0.0796$$

คำนวณค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ตามสมการที่ 3.3

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

เมื่อ RI หาได้จากตารางที่ 3.4 เมื่อ $n = 9$ $RI = 1.45$ ดังนั้น

$$CR = 0.0796/1.45 = 0.0549$$

ซึ่งพบว่าค่าสัดส่วนความสอดคล้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง สามารถนำคำตอบไปใช้ต่อไปได้ ดังนั้นจากข้อมูลการให้คะแนนความสำคัญของ

หลักเกณฑ์รองโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1 จะนำมาเขียนค่าน้ำหนัก
ความสำคัญของหลักเกณฑ์หลักได้ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1

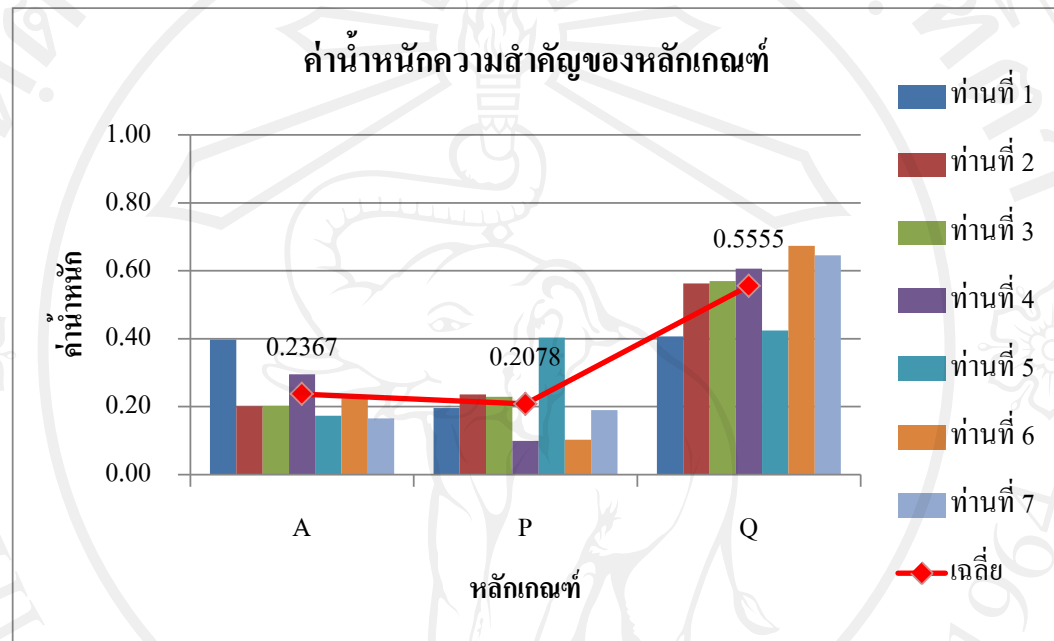
หลักเกณฑ์หลัก	หลักเกณฑ์รอง		ค่าน้ำหนักความสำคัญ	
อัตราเดินเครื่อง (A)	เวลาในการซ่อมแซมแก้ไข เครื่อง	A1	0.0385	0.3970
	เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง	A2	0.3097	
	เวลาในการรอกานหรือวัดจุดดิบ	A3	0.0488	
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	ผลิตภาพ	P1	0.1060	0.1959
	ความเร็วเครื่อง	P2	0.0695	
	อายุเครื่อง	P3	0.0204	
อัตราคุณภาพ (Q)	งานเสีย	Q1	0.2247	0.4071
	การแก้ไขชิ้นงาน	Q2	0.0278	
	ความสามารถของกระบวนการ	Q3	0.1547	

สำหรับข้อมูลการให้คะแนนความสำคัญของหลักเกณฑ์รองโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่
ของผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน จะนำมาเขียนค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลักได้ดังแสดง
ในตารางที่ 4.10

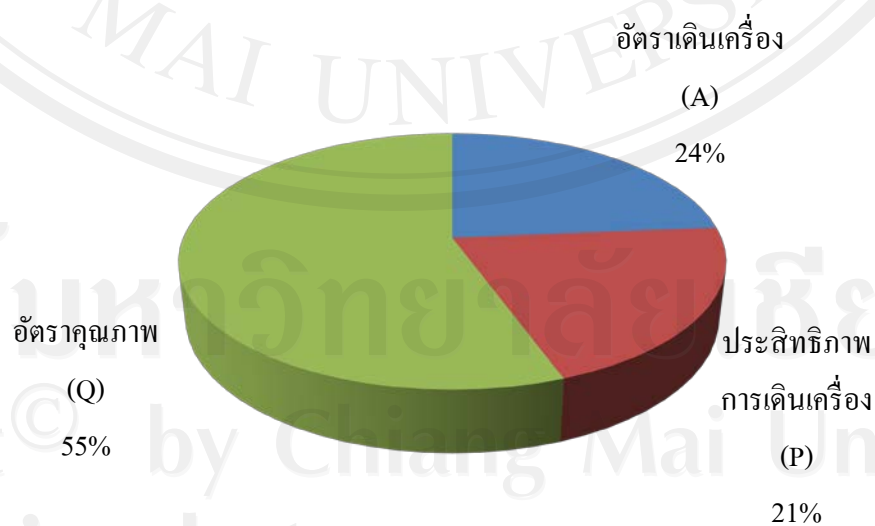
ตารางที่ 4.10 คำนวณความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน

หลักเกณฑ์หลัก	หลักเกณฑ์รอง	ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์รอง							ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลัก						
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7
อัตราเดินเครื่อง (A)	เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง	0.0385	0.0720	0.0746	0.1327	0.0329	0.0309	0.0575							
	เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง	0.3097	0.1090	0.0180	0.0932	0.0548	0.1270	0.0209	0.3970	0.2012	0.2015	0.2948	0.1730	0.2242	0.1651
	เวลาในการรองานหรือวัสดุดิบ	0.0488	0.0202	0.1089	0.0690	0.0853	0.0663	0.0867							
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	ผลิตภาพ	0.1060	0.0536	0.1379	0.0273	0.2665	0.0482	0.1171							
	ความเร็วเครื่อง	0.0695	0.1563	0.0353	0.0314	0.1190	0.0336	0.0417	0.1959	0.2362	0.2286	0.0992	0.4031	0.1020	0.1895
	อายุเครื่อง	0.0204	0.0263	0.0553	0.0405	0.0176	0.0202	0.0307							
	งานเสีย	0.2247	0.3162	0.3202	0.2861	0.2203	0.3095	0.2933							
อัตราคุณภาพ (Q)	การแก้ไขชิ้นงาน	0.0278	0.0377	0.2244	0.1370	0.0233	0.2266	0.2058	0.4071	0.5626	0.5699	0.6060	0.4239	0.6738	0.6455
	ความสามารถของกระบวนการ	0.1547	0.2087	0.0253	0.1829	0.1802	0.1377	0.1464							

และจากข้อมูลการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด 7 ท่าน จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.2 โดยจะเห็นว่าหลักเกณฑ์ที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุดคืออัตรารคุณภาพ (Q) รองลงมาคือ อัตรารเดินเครื่อง (A) และประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ นโยบายของบริษัทในกรณีศึกษานี้ที่มุ่งเน้นผลิตสินค้าที่มีคุณภาพเป็นหลัก



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่าน



รูปที่ 4.3 แสดงน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์

4.4.2 คำนวณค่าน้ำหนักโดยการวิเคราะห์ความคลุมเครือ

จากข้อมูลการสัมภาษณ์โดยการให้คะแนนระดับความสำคัญแต่ละระดับของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่าน จากคะแนน 0 – 1 จะนำมาเขียนแสดงได้ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คะแนนระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7
ต่ำมาก (VL)	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0
ต่ำ (L)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2
ปานกลาง (M)	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
สูง (H)	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
สูงมาก (VH)	1	1	0.9	1	0.9	1	1

ทำการแปลงความคลุมเครือจากการให้คะแนนระดับความสำคัญของผู้ให้สัมภาษณ์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวแปรเชิงภาษาของฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่ง่ายและให้ผลการจัดลำดับความสำคัญไม่ต่างจากฟังก์ชันอื่น (สุรฤทธิ นาทธราดล, 2551) กอปรกับข้อมูลมีการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม กล่าวคือจะมีกลุ่มคนส่วนใหญ่เลือกตัวเลขเหมือนกัน และมีค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดที่คนจะเลือกเช่น จากข้อมูลในตารางที่ 4.11 คนส่วนใหญ่ให้คะแนนระดับความสำคัญในระดับสูงคือ 0.8 และมีคนให้คะแนนน้อยที่สุดคือ 0.7 และมากที่สุดคือ 0.9 เป็นต้น ดังนั้นจะสามารถหาค่าเฉลี่ยจากการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular Mean) ได้ตามสมการที่ 3.6 ซึ่งค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับความสำคัญได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม

ระดับความสำคัญ	Min	Mode	Max	Triangular Mean
ต่ำมาก (VL)	0	0	0.1	$1/6 \times (0 + (4 \times 0) + 0.1) = 0.0167$
ต่ำ (L)	0.1	0.2	0.3	$1/6 \times (0.1 + (4 \times 0.2) + 0.3) = 0.2000$
ปานกลาง (M)	0.4	0.5	0.5	$1/6 \times (0.4 + (4 \times 0.5) + 0.5) = 0.4833$
สูง (H)	0.7	0.8	0.9	$1/6 \times (0.7 + (4 \times 0.8) + 0.9) = 0.8000$
สูงมาก (VH)	0.9	1	1	$1/6 \times (0.9 + (4 \times 1) + 1) = 0.9833$

และจากการให้ระดับความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์รองของผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน จะนำมาแสดงได้ในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์

หลักเกณฑ์รอง	ท่าน ที่ 1	ท่าน ที่ 2	ท่าน ที่ 3	ท่าน ที่ 4	ท่าน ที่ 5	ท่าน ที่ 6	ท่าน ที่ 7
เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง (A1)	M	VL	M	VH	M	M	H
เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง (A2)	VH	VH	L	H	H	H	H
เวลาในการรองานหรือวัตถุดิบ (A3)	H	L	H	M	H	M	H
ผลิตภาพ (P1)	VH	M	H	M	VH	M	M
ความเร็วเครื่อง (P2)	H	M	H	M	VH	H	L
อายุเครื่อง (P3)	VL	L	M	H	VL	L	L
งานเสีย (Q1)	VH	VH	VH	VH	H	H	VH
การแก้ไขชิ้นงาน (Q2)	L	M	M	H	L	H	H
ความสามารถของกระบวนการ (Q3)	H	H	L	H	VH	M	H

เมื่อแทนระดับความสำคัญที่ได้จากการสัมภาษณ์ในตารางที่ 4.13 ด้วยค่าเฉลี่ยการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular Mean) ที่ได้จากตารางที่ 4.12 จะได้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 คะแนนระดับความสำคัญของหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์

หลักเกณฑ์รอง	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7
เวลาในการซ่อมแซม แก้ไขเครื่อง (A1)	0.4833	0.0167	0.4833	0.9833	0.4833	0.4833	0.8000
เวลาในการติดตั้งหรือ ปรับแต่ง (A2)	0.9833	0.9833	0.2000	0.8000	0.8000	0.8000	0.8000
เวลาในการรอกาน หรือวัดจุดดิบ (A3)	0.8000	0.2000	0.8000	0.4833	0.8000	0.4833	0.8000
ผลิตภาพ (P1)	0.9833	0.4833	0.8000	0.4833	0.9833	0.4833	0.4833
ความเร็วเครื่อง (P2)	0.8000	0.4833	0.8000	0.4833	0.9833	0.8000	0.2000
อายุเครื่อง (P3)	0.0167	0.2000	0.4833	0.8000	0.0167	0.2000	0.2000
งานเสีย (Q1)	0.9833	0.9833	0.9833	0.9833	0.8000	0.8000	0.9833
การแก้ไขชิ้นงาน (Q2)	0.2000	0.4833	0.4833	0.8000	0.2000	0.8000	0.8000
ความสามารถของ กระบวนการ (Q3)	0.8000	0.8000	0.2000	0.8000	0.9833	0.4833	0.8000

และข้อมูลการให้คะแนนความสำคัญของหลักเกณฑ์รองของผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1 จะนำมาเขียนค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลักได้ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ท่านที่ 1

หลักเกณฑ์หลัก	หลักเกณฑ์รอง		คะแนนระดับความสำคัญ	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	
อัตรา เดินเครื่อง (A)	เวลาในการ ซ่อมแซมแก้ไข เครื่อง	A1	0.4833	$0.4833/6.0499 = 0.0799$	0.3747
	เวลาในการติดตั้ง หรือปรับแต่ง	A2	0.9833	$0.9833/6.0499 = 0.1625$	
	เวลาในการรอ งานหรือวัสดุคืบ	A3	0.8000	$0.8000/6.0499 = 0.1322$	
ประสิทธิภาพ การเดินเครื่อง (P)	ผลิตภาพ	P1	0.9833	$0.9833/6.0499 = 0.1625$	0.2975
	ความเร็วเครื่อง	P2	0.8000	$0.8000/6.0499 = 0.1322$	
	อายุเครื่อง	P3	0.0167	$0.0617/6.0499 = 0.0028$	
อัตราคุณภาพ (Q)	งานเสีย	Q1	0.9833	$0.9833/6.0499 = 0.1625$	0.3278
	การแก้ไขชิ้นงาน	Q2	0.2000	$0.2000/6.0499 = 0.0331$	
	ความสามารถ ของกระบวนการ	Q3	0.8000	$0.8000/6.0499 = 0.1322$	
ผลรวม			6.0499	1.0000	1.0000

สำหรับข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลักจากผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน จะแสดงใน
ตารางที่ 4.16

49

ตารางที่ 4.16 คำนวณน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน

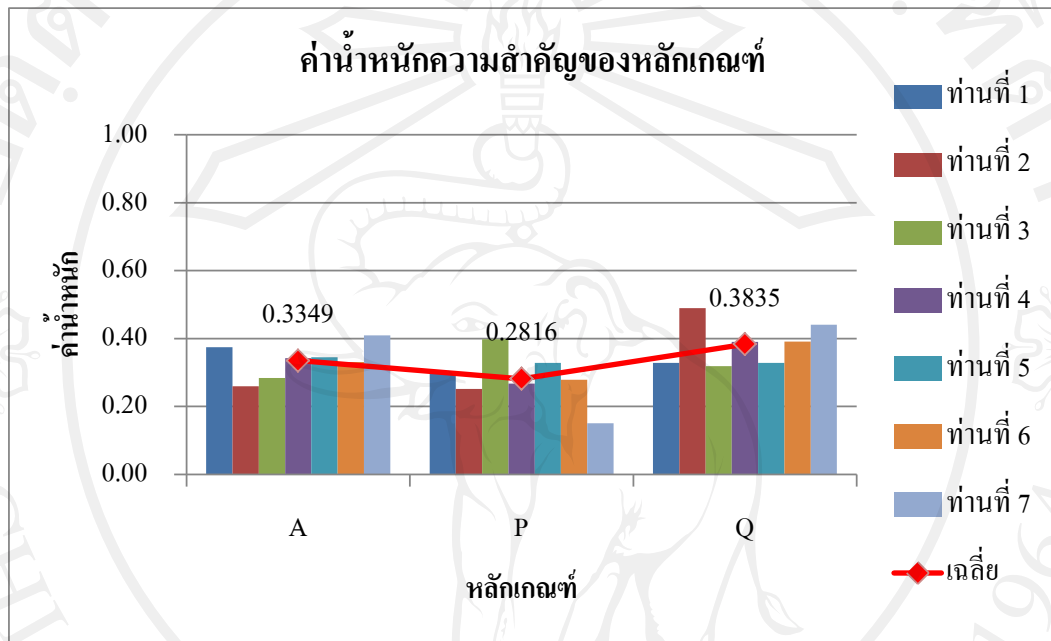
หลักเกณฑ์หลัก	หลักเกณฑ์รอง	ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์รอง							ค่าน้ำหนักความสำคัญของผู้ให้สัมภาษณ์หลัก						
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7
อัตราเดินเครื่อง (A)	เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง	A1	0.0799	0.0036	0.0924	0.1486	0.0799	0.0906	0.1364						
	เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง	A2	0.1625	0.2122	0.0382	0.1209	0.1322	0.1500	0.1364	0.3747	0.2590	0.3426	0.3444	0.3312	0.4091
	เวลาในการรอกงานหรือวัสดุดิบ	A3	0.1322	0.0432	0.1529	0.0730	0.1322	0.0906	0.1364						
			0.1625	0.1043	0.1529	0.0730	0.1625	0.0906	0.0824						
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	ผลิตภาพ	P1	0.1625	0.1043	0.1529	0.0730	0.1625	0.0906	0.0824						
	ความเร็วเครื่อง	P2	0.1322	0.1043	0.1529	0.0730	0.1625	0.1500	0.0341	0.2975	0.2518	0.2670	0.3278	0.2781	0.1506
	อายุเครื่อง	P3	0.0028	0.0432	0.0924	0.1209	0.0028	0.0375	0.0341						
			0.1625	0.2122	0.1879	0.1486	0.1322	0.1500	0.1676						
อัตราคุณภาพ (Q)	งานเสีย	Q1	0.1625	0.2122	0.1879	0.1486	0.1322	0.1500	0.1676						
	การใช้ชิ้นงาน	Q2	0.0331	0.1043	0.0924	0.1209	0.0331	0.1500	0.1364	0.3278	0.4892	0.3904	0.3278	0.3906	0.4403
	ความสามารถของกระบวนการ	Q3	0.1322	0.1727	0.0382	0.1209	0.1625	0.0906	0.1364						

49

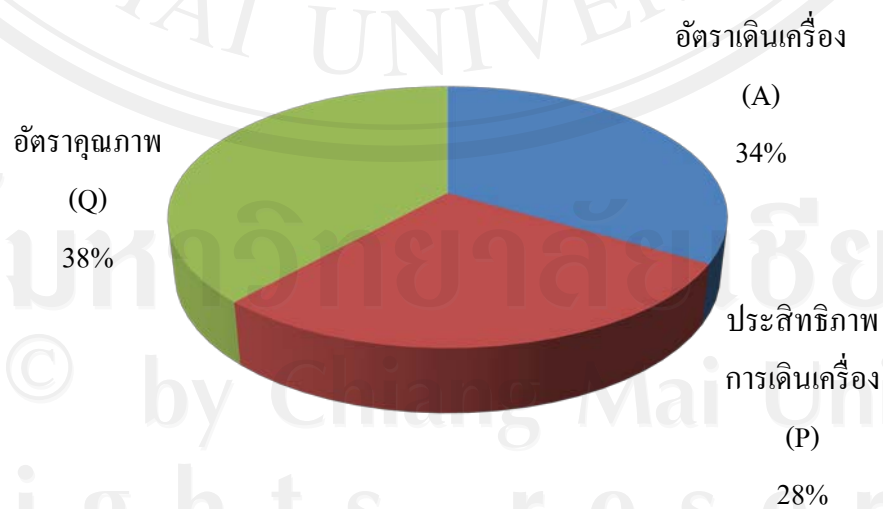
ตารางที่ 4.16 คำนวณความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์ทั้ง 7 ท่าน

หลักเกณฑ์หลัก	หลักเกณฑ์รอง	ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์รอง							ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์หลัก						
		ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	ท่านที่ 6	ท่านที่ 7
อัตราเดินเครื่อง (A)	เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขเครื่อง A1	0.0799	0.0036	0.0924	0.1486	0.0799	0.0906	0.1364							
	เวลาในการติดตั้งหรือปรับแต่ง A2	0.1625	0.2122	0.0382	0.1209	0.1322	0.1500	0.1364	0.3747	0.2590	0.2834	0.3426	0.3444	0.3312	0.4091
	เวลาในการรอกงานหรือวัสดุดิบ A3	0.1322	0.0432	0.1529	0.0730	0.1322	0.0906	0.1364							
	ผลิตภาพ P1	0.1625	0.1043	0.1529	0.0730	0.1625	0.0906	0.0824							
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	ความเร็วเครื่อง P2	0.1322	0.1043	0.1529	0.0730	0.1625	0.1500	0.0341	0.2975	0.2518	0.3981	0.2670	0.3278	0.2781	0.1506
	อายุเครื่อง P3	0.0028	0.0432	0.0924	0.1209	0.0028	0.0375	0.0341							
	งานเสีย Q1	0.1625	0.2122	0.1879	0.1486	0.1322	0.1500	0.1676							
อัตราคุณภาพ (Q)	การแก้ไขชิ้นงาน Q2	0.0331	0.1043	0.0924	0.1209	0.0331	0.1500	0.1364	0.3278	0.4892	0.3185	0.3904	0.3278	0.3906	0.4403
	ความสามารถของกระบวนการ Q3	0.1322	0.1727	0.0382	0.1209	0.1625	0.0906	0.1364							

และจากข้อมูลการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ของผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด 7 ท่าน โดยการวิเคราะห์ความคลุมเครือ จะแสดงได้ดังรูปที่ 4.4 โดยจะเห็นว่าหลักเกณฑ์ที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุดคืออัตราคุณภาพ (Q) เช่นกัน รองลงมาคือ อัตราเดินเครื่อง (A) และประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์จากผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละท่าน



รูปที่ 4.5 แสดงน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์จากฟิชชี

เมื่อได้ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์จากการเปรียบเทียบเป็นคู่และจากการวิเคราะห์ความคลุมเครือแล้ว จะนำค่าน้ำหนักที่ได้ไปใช้ในการจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยกระบวนการทอพลิสและพีชชีทอพลิส ดังจะกล่าวในลำดับต่อไป

4.5 การจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยกระบวนการทอพลิส

ในขั้นตอนนี้จะทำการจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยกระบวนการทอพลิส โดยนำค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ได้หัวข้อที่ 4.4.1 นั่นคือ $W_{A, \text{TOPSIS}} = 0.2367$ $W_{P, \text{TOPSIS}} = 0.2078$ และ $W_{Q, \text{TOPSIS}} = 0.5555$ มาคูณกับค่าตัวแปรหลักของเครื่องจักรแต่ละเครื่องจากตารางที่ 4.3 ซึ่งค่าตัวแปรหลักของแต่ละเครื่องที่ผ่านการให้น้ำหนักแล้วจะแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าตัวแปรหลักของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

หมายเลขเครื่อง	$A_{\text{TOPSIS}} (W_{A, \text{TOPSIS}} \cdot A)$	$P_{\text{TOPSIS}} (W_{P, \text{TOPSIS}} \cdot P)$	$Q_{\text{TOPSIS}} (W_{Q, \text{TOPSIS}} \cdot Q)$
P01	0.0912	0.1556 β	0.5545 δ/β
P02	0.0869	0.1560 β	0.5545 δ/β
P03	0.0864	0.1671 β	0.5527 δ/β
P04	0.0878	0.1624 β	0.5521 δ/β
P05	0.0939	0.1444 β	0.5513 δ/β
P06	0.0924	0.1667 β	0.5442 δ/β
P07	0.0848	0.1581 β	0.5490 δ/β
P08	0.0922	0.1571 β	0.5499 δ/β
P09	0.0923	0.1454 β	0.5444 δ/β
P10	0.0901	0.1572 β	0.5513 δ/β
P11	0.0952	0.1339 β	0.5484 δ/β
P12	0.0922	0.1533 β	0.5512 δ/β
P13	0.0988	0.1309 β	0.5485 δ/β
P14	0.0941	0.1501 β	0.5503 δ/β
P15	0.0952	0.1656 β	0.5541 δ/β

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

หมายเลขเครื่อง	$A_{\text{TOPSIS}} (W_{A,\text{TOPSIS}} \cdot A)$	$P_{\text{TOPSIS}} (W_{P,\text{TOPSIS}} \cdot P)$	$Q_{\text{TOPSIS}} (W_{Q,\text{TOPSIS}} \cdot Q)$
P16	0.0907	0.1430 β	0.5519 δ/β
P17	0.0898	0.1539 β	0.5430 δ/β
P18	0.0938	0.1602 β	0.5523 δ/β
P19	0.0950	0.1460 β	0.5504 δ/β
P20	0.0998	0.1445 β	0.5496 δ/β
P21	0.1031	0.1443 β	0.5532 δ/β
P22	0.0937	0.1409 β	0.5505 δ/β
P23	0.0908	0.1394 β	0.5520 δ/β
P24	0.0982	0.1603 β	0.5526 δ/β
P25	0.0934	0.1552 β	0.5501 δ/β
P26	0.0849	0.1812 β	0.5535 δ/β
P27	0.0913	0.1573 β	0.5465 δ/β
P28	0.0906	0.1569 β	0.5522 δ/β
P29	0.0802	0.1688 β	0.5425 δ/β
P30	0.0921	0.1537 β	0.5508 δ/β
P31	0.0865	0.1618 β	0.5495 δ/β
P32	0.0934	0.1535 β	0.5502 δ/β
P33	0.0925	0.1559 β	0.5538 δ/β
P34	0.0916	0.1462 β	0.5533 δ/β
P35	0.0974	0.1533 β	0.5518 δ/β
P36	0.0987	0.1377 β	0.5528 δ/β
P37	0.1031	0.1569 β	0.5548 δ/β
P38	0.0975	0.1619 β	0.5527 δ/β
P39	0.1033	0.1505 β	0.5497 δ/β
P40	0.0938	0.1697 β	0.5534 δ/β

หาค่าอุดมคติเชิงบวก (A^*) ของแต่ละหลักเกณฑ์โดยพิจารณาค่าที่มากที่สุดในแต่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งจากตารางที่ 4.17 จะได้ค่า $A_A^* = 0.1033$ $A_P^* = 0.1812$ β และ $A_Q^* = 0.5548$ δ/β จากนั้นหาค่าอุดมคติเชิงลบ (A^-) ของแต่ละหลักเกณฑ์โดยพิจารณาค่าที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งจากตารางที่ 4.17 จะได้ค่า $A_A^- = 0.0802$ $A_P^- = 0.1309$ β และ $A_Q^- = 0.5425$ δ/β เมื่อได้ค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบของแต่ละหลักเกณฑ์แล้ว จะคำนวณระยะห่างของค่าคะแนนแต่ละหลักเกณฑ์เทียบกับค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^*) และเชิงลบ (S_i^-) ตามสมการที่ 2.15 และ 2.16 และคำนวณความสอดคล้องกับค่าอุดมคติเชิงบวก (C_i^*) ตามสมการที่ 2.17 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งจะได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่า S_i^* , S_i^- และ C_i^* ของเครื่องจัดแต่ละเครื่อง

หมายเลขเครื่อง	S_i^*	S_i^-	C_i^*
P01	0.0282	0.0296	0.5120
P02	0.0301	0.0285	0.4870
P03	0.0220	0.0381	0.6337
P04	0.0244	0.0338	0.5803
P05	0.0381	0.0211	0.3560
P06	0.0210	0.0379	0.6438
P07	0.0302	0.0283	0.4837
P08	0.0269	0.0297	0.5246
P09	0.0388	0.0189	0.3276
P10	0.0276	0.0294	0.5161
P11	0.0484	0.0164	0.2535
P12	0.0302	0.0268	0.4701
P13	0.0508	0.0195	0.2772
P14	0.0327	0.0250	0.4331
P15	0.0175	0.0395	0.6929

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

หมายเลขเครื่อง	S_i^*	S_i^-	C_i^*
P16	0.0403	0.0185	0.3147
P17	0.0326	0.0249	0.4330
P18	0.0231	0.0338	0.5936
P19	0.0364	0.0226	0.3826
P20	0.0372	0.0248	0.4003
P21	0.0369	0.0285	0.4359
P22	0.0416	0.0186	0.3087
P23	0.0437	0.0165	0.2741
P24	0.0216	0.0359	0.6242
P25	0.0282	0.0287	0.5045
P26	0.0185	0.0516	0.7367
P27	0.0279	0.0289	0.5085
P28	0.0275	0.0295	0.5176
P29	0.0289	0.0379	0.5675
P30	0.0299	0.0270	0.4749
P31	0.0262	0.0322	0.5516
P32	0.0297	0.0273	0.4792
P33	0.0275	0.0300	0.5217
P34	0.0369	0.0219	0.3727
P35	0.0287	0.0297	0.5090
P36	0.0438	0.0222	0.3367
P37	0.0242	0.0368	0.6026
P38	0.0202	0.0370	0.6471
P39	0.0311	0.0311	0.4995
P40	0.0149	0.0425	0.7397

และสามารถลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยเรียงจากค่า C_i^* ที่น้อยที่สุดไปยังมากที่สุดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.19 ซึ่ง 5 เครื่องแรกที่ต้องซ่อมบำรุงคือเครื่องหมายเลข P11 P23 P13 P22 และ P16 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรจากกระบวนการทอปลิส

ลำดับการซ่อมบำรุง	หมายเลขเครื่องจักร	A_{TOPSIS}	P_{TOPSIS}	Q_{TOPSIS}	S_i^+	S_i^-	C_i^*
1	P11	0.0952	0.1339 β	0.5484 δ/β	0.0484	0.0164	0.2535
2	P23	0.0908	0.1394 β	0.5520 δ/β	0.0437	0.0165	0.2741
3	P13	0.0988	0.1309 β	0.5485 δ/β	0.0508	0.0195	0.2772
4	P22	0.0937	0.1409 β	0.5505 δ/β	0.0416	0.0186	0.3087
5	P16	0.0907	0.1430 β	0.5519 δ/β	0.0403	0.0185	0.3147
6	P09	0.0923	0.1454 β	0.5444 δ/β	0.0388	0.0189	0.3276
7	P36	0.0987	0.1377 β	0.5528 δ/β	0.0438	0.0222	0.3367
8	P05	0.0939	0.1444 β	0.5513 δ/β	0.0381	0.0211	0.3560
9	P34	0.0916	0.1462 β	0.5533 δ/β	0.0369	0.0219	0.3727
10	P19	0.0950	0.1460 β	0.5504 δ/β	0.0364	0.0226	0.3826
11	P20	0.0998	0.1445 β	0.5496 δ/β	0.0372	0.0248	0.4003
12	P17	0.0898	0.1539 β	0.5430 δ/β	0.0326	0.0249	0.4330
13	P14	0.0941	0.1501 β	0.5503 δ/β	0.0327	0.0250	0.4331
14	P21	0.1031	0.1443 β	0.5532 δ/β	0.0369	0.0285	0.4359
15	P12	0.0922	0.1533 β	0.5512 δ/β	0.0302	0.0268	0.4701
16	P30	0.0921	0.1537 β	0.5508 δ/β	0.0299	0.0270	0.4749
17	P32	0.0934	0.1535 β	0.5502 δ/β	0.0297	0.0273	0.4792
18	P07	0.0848	0.1581 β	0.5490 δ/β	0.0302	0.0283	0.4837
19	P02	0.0869	0.1560 β	0.5545 δ/β	0.0301	0.0285	0.4870
20	P39	0.1033	0.1505 β	0.5497 δ/β	0.0311	0.0311	0.4995

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

ลำดับการ ซ่อมบำรุง	หมายเลข เครื่องจักร	A_{TOPSIS}	P_{TOPSIS}	Q_{TOPSIS}	S_i^*	S_i^-	C_i^*
21	P25	0.0934	0.1552 β	0.5501 δ/β	0.0282	0.0287	0.5045
22	P27	0.0913	0.1573 β	0.5465 δ/β	0.0279	0.0289	0.5085
23	P35	0.0974	0.1533 β	0.5518 δ/β	0.0287	0.0297	0.5090
24	P01	0.0912	0.1556 β	0.5545 δ/β	0.0282	0.0296	0.5120
25	P10	0.0901	0.1572 β	0.5513 δ/β	0.0276	0.0294	0.5161
26	P28	0.0906	0.1569 β	0.5522 δ/β	0.0275	0.0295	0.5176
27	P33	0.0925	0.1559 β	0.5538 δ/β	0.0275	0.0300	0.5217
28	P08	0.0922	0.1571 β	0.5499 δ/β	0.0269	0.0297	0.5246
29	P31	0.0865	0.1618 β	0.5495 δ/β	0.0262	0.0322	0.5516
30	P29	0.0802	0.1688 β	0.5425 δ/β	0.0289	0.0379	0.5675
31	P04	0.0878	0.1624 β	0.5521 δ/β	0.0244	0.0338	0.5803
32	P18	0.0938	0.1602 β	0.5523 δ/β	0.0231	0.0338	0.5936
33	P37	0.1031	0.1569 β	0.5548 δ/β	0.0242	0.0368	0.6026
34	P24	0.0982	0.1603 β	0.5526 δ/β	0.0216	0.0359	0.6242
35	P03	0.0864	0.1671 β	0.5527 δ/β	0.0220	0.0381	0.6337
36	P06	0.0924	0.1667 β	0.5442 δ/β	0.0210	0.0379	0.6438
37	P38	0.0975	0.1619 β	0.5527 δ/β	0.0202	0.0370	0.6471
38	P15	0.0952	0.1656 β	0.5541 δ/β	0.0175	0.0395	0.6929
39	P26	0.0849	0.1812 β	0.5535 δ/β	0.0185	0.0516	0.7367
40	P40	0.0938	0.1697 β	0.5534 δ/β	0.0149	0.0425	0.7397

โดยค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากการให้ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในกระบวนการ
ทอปลิส จะคำนวณได้ตามสมการที่ 3.7 ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ยกตัวอย่างเช่น เครื่องจักรหมายเลข
P01 มีค่า $A = 0.3855$ $P = 0.7490$ β และ $Q = 0.9982$ δ/β โดยที่ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่มีค่า

$W_{A, \text{TOPSIS}} = 0.2367$ $W_{P, \text{TOPSIS}} = 0.2078$ และ $W_{Q, \text{TOPSIS}} = 0.5555$ ดังนั้น ค่า OEE_{TOPSIS} ของเครื่องจักร P01 จะเท่ากับ

$$OEE_{\text{TOPSIS}} = 0.3855^{0.2367} \times (0.7490 \beta)^{0.2078} \times (0.9982 \delta/\beta)^{0.5555} = 0.7508 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$$

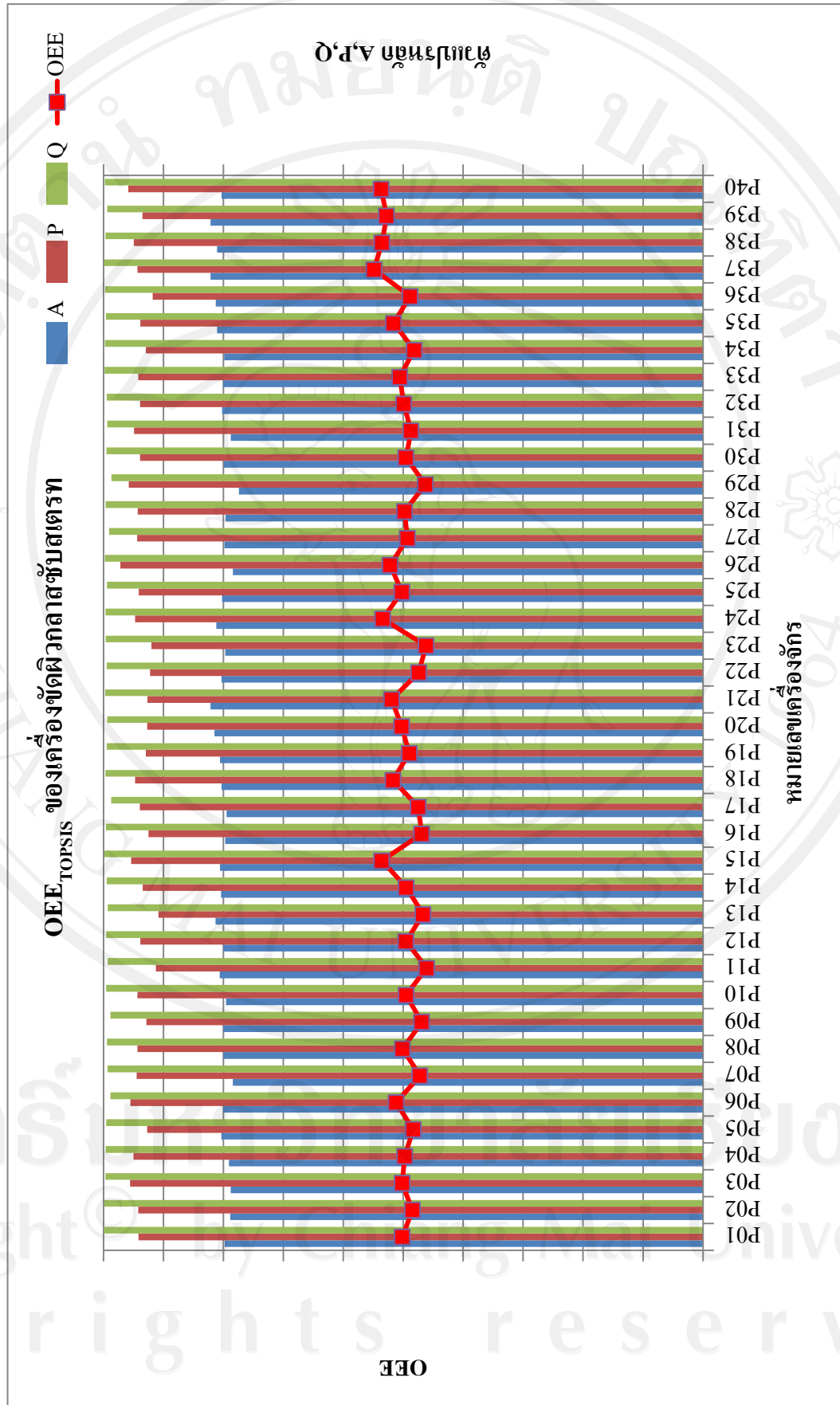
ซึ่งค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ที่ผ่านการให้น้ำหนักของหลักเกณฑ์แล้ว จะแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรหลักและค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากทอปสิส

หมายเลขเครื่องจักร	$A^{W_{A, \text{TOPSIS}}}$	$P^{W_{P, \text{TOPSIS}}}$	$Q^{W_{Q, \text{TOPSIS}}}$	OEE_{TOPSIS}
P01	0.7980	$0.9417 \beta^{0.2078}$	$0.9990(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7508 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P02	0.7888	$0.9422 \beta^{0.2078}$	$0.9989(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7423 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P03	0.7878	$0.9558 \beta^{0.2078}$	$0.9971(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7509 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P04	0.7907	$0.9502 \beta^{0.2078}$	$0.9965(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7487 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P05	0.8034	$0.9271 \beta^{0.2078}$	$0.9957(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7417 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P06	0.8004	$0.9553 \beta^{0.2078}$	$0.9886(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7559 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P07	0.7843	$0.9448 \beta^{0.2078}$	$0.9934(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7361 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P08	0.8000	$0.9436 \beta^{0.2078}$	$0.9943(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7506 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P09	0.8001	$0.9285 \beta^{0.2078}$	$0.9889(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7346 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P10	0.7956	$0.9437 \beta^{0.2078}$	$0.9958(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7476 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P11	0.8062	$0.9127 \beta^{0.2078}$	$0.9929(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7306 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P12	0.8000	$0.9387 \beta^{0.2078}$	$0.9957(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7477 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P13	0.8131	$0.9085 \beta^{0.2078}$	$0.9929(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7335 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P14	0.8039	$0.9347 \beta^{0.2078}$	$0.9947(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7475 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P15	0.8060	$0.9540 \beta^{0.2078}$	$0.9986(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7678 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P16	0.7969	$0.9253 \beta^{0.2078}$	$0.9963(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7346 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P17	0.7949	$0.9396 \beta^{0.2078}$	$0.9874(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7375 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	$A^{W_A, TOPSIS}$	$P^{W_P, TOPSIS}$	$Q^{W_Q, TOPSIS}$	OEE_{TOPSIS}
P18	0.8032	$0.9475 \beta^{0.2078}$	$0.9968(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7585 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P19	0.8058	$0.9293 \beta^{0.2078}$	$0.9949(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7449 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P20	0.8151	$0.9273 \beta^{0.2078}$	$0.9941(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7513 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P21	0.8214	$0.9270 \beta^{0.2078}$	$0.9977(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7596 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P22	0.8031	$0.9225 \beta^{0.2078}$	$0.9949(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7371 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P23	0.7971	$0.9204 \beta^{0.2078}$	$0.9964(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7310 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P24	0.8120	$0.9475 \beta^{0.2078}$	$0.9971(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7671 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P25	0.8024	$0.9412 \beta^{0.2078}$	$0.9946(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7511 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P26	0.7844	$0.9719 \beta^{0.2078}$	$0.9980(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7609 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P27	0.7982	$0.9438 \beta^{0.2078}$	$0.9909(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7465 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P28	0.7966	$0.9433 \beta^{0.2078}$	$0.9966(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7489 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P29	0.7740	$0.9578 \beta^{0.2078}$	$0.9869(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7317 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P30	0.7999	$0.9393 \beta^{0.2078}$	$0.9953(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7477 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P31	0.7880	$0.9493 \beta^{0.2078}$	$0.9939(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7435 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P32	0.8025	$0.9391 \beta^{0.2078}$	$0.9947(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7496 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P33	0.8006	$0.9420 \beta^{0.2078}$	$0.9983(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7529 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P34	0.7987	$0.9296 \beta^{0.2078}$	$0.9977(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7408 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P35	0.8105	$0.9387 \beta^{0.2078}$	$0.9962(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7580 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P36	0.8130	$0.9180 \beta^{0.2078}$	$0.9973(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7443 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P37	0.8215	$0.9433 \beta^{0.2078}$	$0.9993(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7744 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P38	0.8107	$0.9495 \beta^{0.2078}$	$0.9972(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7676 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P39	0.8218	$0.9351 \beta^{0.2078}$	$0.9941(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7639 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$
P40	0.8032	$0.9588 \beta^{0.2078}$	$0.9978(\delta/\beta)^{0.5555}$	$0.7685 \beta^{-0.3477} \delta^{0.5555}$



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่า OEE_{Topsis} และค่าของตัวแปรหลัก A P และ Q ของเครื่องจักร P01 – P40

4.6 การจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยกระบวนการพีชชีทอปซิส

ทำการจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรด้วยกระบวนการพีชชีทอปซิสโดยนำค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ได้หัวข้อที่ 4.4.2 นั่นคือ $W_{A,F.TOPSIS} = 0.3349$ $W_{P,F.TOPSIS} = 0.2816$ และ $W_{Q,F.TOPSIS} = 0.3835$ มาคูณกับค่าตัวแปรหลักของเครื่องจักรแต่ละเครื่องจากตารางที่ 4.3 ซึ่งค่าตัวแปรหลักของเครื่องจักรที่ผ่านการให้น้ำหนักแล้วจะแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าตัวแปรหลักของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

หมายเลขเครื่อง	$A_{F.TOPSIS} (W_{A,F.TOPSIS} \cdot A)$	$P_{F.TOPSIS} (W_{P,F.TOPSIS} \cdot P)$	$Q_{F.TOPSIS} (W_{Q,F.TOPSIS} \cdot Q)$
P01	0.1291	0.2109 β	0.3828 δ/β
P02	0.1229	0.2114 β	0.3828 δ/β
P03	0.1223	0.2265 β	0.3816 δ/β
P04	0.1242	0.2201 β	0.3811 δ/β
P05	0.1328	0.1956 β	0.3806 δ/β
P06	0.1308	0.2259 β	0.3757 δ/β
P07	0.1200	0.2142 β	0.3790 δ/β
P08	0.1305	0.2129 β	0.3796 δ/β
P09	0.1305	0.1970 β	0.3759 δ/β
P10	0.1274	0.2130 β	0.3806 δ/β
P11	0.1348	0.1814 β	0.3786 δ/β
P12	0.1305	0.2077 β	0.3806 δ/β
P13	0.1397	0.1774 β	0.3787 δ/β
P14	0.1332	0.2035 β	0.3799 δ/β
P15	0.1346	0.2245 β	0.3826 δ/β
P16	0.1283	0.1938 β	0.3810 δ/β
P17	0.1270	0.2086 β	0.3749 δ/β
P18	0.1327	0.2171 β	0.3813 δ/β
P19	0.1345	0.1978 β	0.3800 δ/β

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

หมายเลขเครื่อง	$A_{F.TOPSIS} (W_{A,F.TOPSIS} \cdot A)$	$P_{F.TOPSIS} (W_{P,F.TOPSIS} \cdot P)$	$Q_{F.TOPSIS} (W_{Q,F.TOPSIS} \cdot Q)$
P20	0.1412	0.1958 β	0.3795 δ/β
P21	0.1459	0.1955 β	0.3819 δ/β
P22	0.1326	0.1909 β	0.3800 δ/β
P23	0.1284	0.1889 β	0.3811 δ/β
P24	0.1389	0.2172 β	0.3815 δ/β
P25	0.1321	0.2103 β	0.3798 δ/β
P26	0.1201	0.2455 β	0.3821 δ/β
P27	0.1292	0.2132 β	0.3773 δ/β
P28	0.1281	0.2126 β	0.3812 δ/β
P29	0.1135	0.2288 β	0.3745 δ/β
P30	0.1304	0.2083 β	0.3803 δ/β
P31	0.1224	0.2192 β	0.3793 δ/β
P32	0.1322	0.2081 β	0.3799 δ/β
P33	0.1309	0.2112 β	0.3823 δ/β
P34	0.1296	0.1982 β	0.3820 δ/β
P35	0.1379	0.2077 β	0.3809 δ/β
P36	0.1397	0.1866 β	0.3816 δ/β
P37	0.1459	0.2126 β	0.3830 δ/β
P38	0.1380	0.2195 β	0.3816 δ/β
P39	0.1461	0.2039 β	0.3795 δ/β
P40	0.1327	0.2300 β	0.3820 δ/β

หาค่าอุดมคติเชิงบวก (A^*) ของแต่ละหลักเกณฑ์โดยพิจารณาค่าที่มากที่สุดในแต่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งจากตารางที่ 4.21 จะได้ค่า $A_A^* = 0.1461$ $A_P^* = 0.2455 \beta$ และ $A_Q^* = 0.3830 \delta/\beta$ จากนั้นหาค่าอุดม

คติเชิงลบ (A^-) ของแต่ละหลักเกณฑ์โดยพิจารณาค่าที่น้อยที่สุดในแต่ละหลักเกณฑ์ ซึ่งจากตารางที่ 4.21 จะได้ค่า $A_A^- = 0.1135$ $A_P^- = 0.1774$ β และ $A_Q^- = 0.3745$ δ/β

เมื่อได้ค่าอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบของแต่ละหลักเกณฑ์แล้ว จะคำนวณระยะห่างของค่าคะแนนแต่ละหลักเกณฑ์เทียบกับค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^*) และเชิงลบ (S_i^-) ตามสมการที่ 2.15 และ 2.16 และคำนวณความสอดคล้องกับค่าอุดมคติเชิงบวก (C_i^*) ตามสมการที่ 2.17 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ซึ่งจะได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 คำนวณค่า S_i^* , S_i^- และ C_i^* ของแต่ละเครื่อง

เครื่องจักรหมายเลข	S_i^*	S_i^-	C_i^*
P01	0.0386	0.0379	0.4955
P02	0.0413	0.0362	0.4672
P03	0.0305	0.0503	0.6225
P04	0.0336	0.0445	0.5702
P05	0.0517	0.0273	0.3454
P06	0.0259	0.0515	0.6653
P07	0.0410	0.0376	0.4784
P08	0.0363	0.0397	0.5219
P09	0.0514	0.0260	0.3359
P10	0.0375	0.0387	0.5077
P11	0.0652	0.0220	0.2526
P12	0.0410	0.0352	0.4621
P13	0.0685	0.0266	0.2795
P14	0.0441	0.0331	0.4286
P15	0.0240	0.0522	0.6853
P16	0.0548	0.0230	0.2957
P17	0.0424	0.0340	0.4450
P18	0.0314	0.0446	0.5868

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

เครื่องจักรหมายเลข	S_i^*	S_i^-	C_i^*
P19	0.0492	0.0298	0.3771
P20	0.0501	0.0336	0.4013
P21	0.0500	0.0378	0.4304
P22	0.0563	0.0240	0.2993
P23	0.0594	0.0199	0.2515
P24	0.0292	0.0477	0.6201
P25	0.0380	0.0382	0.5016
P26	0.0261	0.0688	0.7253
P27	0.0369	0.0392	0.5147
P28	0.0376	0.0387	0.5073
P29	0.0376	0.0514	0.5772
P30	0.0405	0.0357	0.4684
P31	0.0356	0.0430	0.5469
P32	0.0401	0.0363	0.4754
P33	0.0375	0.0388	0.5083
P34	0.0501	0.0273	0.3525
P35	0.0387	0.0394	0.5043
P36	0.0593	0.0286	0.3256
P37	0.0329	0.0486	0.5967
P38	0.0273	0.0492	0.6429
P39	0.0417	0.0423	0.5034
P40	0.0205	0.0564	0.7331

และสามารถลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยเรียงจากค่า C_i^* ที่น้อยที่สุดไปยังมากที่สุดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.23 ซึ่ง 5 เครื่องแรกที่ต้องซ่อมบำรุงคือเครื่องหมายเลข P23 P11 P13 P16 และ P22 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.23 ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรจากกระบวนการพีชชีทอปซิส

ลำดับการ ซ่อมบำรุง	หมายเลข เครื่องจักร	$A_{F.TOPSIS}$	$P_{F.TOPSIS}$	$Q_{F.TOPSIS}$	S_i^*	S_i^-	C_i^*
1	P23	0.1284	0.1889 β	0.3811 δ/β	0.0594	0.0199	0.2515
2	P11	0.1348	0.1814 β	0.3786 δ/β	0.0652	0.0220	0.2526
3	P13	0.1397	0.1774 β	0.3787 δ/β	0.0685	0.0266	0.2795
4	P16	0.1283	0.1938 β	0.3810 δ/β	0.0548	0.0230	0.2957
5	P22	0.1326	0.1909 β	0.3800 δ/β	0.0563	0.0240	0.2993
6	P36	0.1397	0.1866 β	0.3816 δ/β	0.0593	0.0286	0.3256
7	P09	0.1305	0.1970 β	0.3759 δ/β	0.0514	0.0260	0.3359
8	P05	0.1328	0.1956 β	0.3806 δ/β	0.0517	0.0273	0.3454
9	P34	0.1296	0.1982 β	0.3820 δ/β	0.0501	0.0273	0.3525
10	P19	0.1345	0.1978 β	0.3800 δ/β	0.0492	0.0298	0.3771
11	P20	0.1412	0.1958 β	0.3795 δ/β	0.0501	0.0336	0.4013
12	P14	0.1332	0.2035 β	0.3799 δ/β	0.0441	0.0331	0.4286
13	P21	0.1459	0.1955 β	0.3819 δ/β	0.0500	0.0378	0.4304
14	P17	0.1270	0.2086 β	0.3749 δ/β	0.0424	0.0340	0.4450
15	P12	0.1305	0.2077 β	0.3806 δ/β	0.0410	0.0352	0.4621
16	P02	0.1229	0.2114 β	0.3828 δ/β	0.0413	0.0362	0.4672
17	P30	0.1304	0.2083 β	0.3803 δ/β	0.0405	0.0357	0.4684
18	P32	0.1322	0.2081 β	0.3799 δ/β	0.0401	0.0363	0.4754
19	P07	0.1200	0.2142 β	0.3790 δ/β	0.0410	0.0376	0.4784
20	P01	0.1291	0.2109 β	0.3828 δ/β	0.0386	0.0379	0.4955

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ลำดับการ ซ่อมบำรุง	หมายเลข เครื่องจักร	$A_{F.TOPSIS}$	$P_{F.TOPSIS}$	$Q_{F.TOPSIS}$	S_i^*	S_i^-	C_i^*
21	P25	0.1321	0.2103 β	0.3798 δ/β	0.0380	0.0382	0.5016
22	P39	0.1461	0.2039 β	0.3795 δ/β	0.0417	0.0423	0.5034
23	P35	0.1379	0.2077 β	0.3809 δ/β	0.0387	0.0394	0.5043
24	P28	0.1281	0.2126 β	0.3812 δ/β	0.0376	0.0387	0.5073
25	P10	0.1274	0.2130 β	0.3806 δ/β	0.0375	0.0387	0.5077
26	P33	0.1309	0.2112 β	0.3823 δ/β	0.0375	0.0388	0.5083
27	P27	0.1292	0.2132 β	0.3773 δ/β	0.0369	0.0392	0.5147
28	P08	0.1305	0.2129 β	0.3796 δ/β	0.0363	0.0397	0.5219
29	P31	0.1224	0.2192 β	0.3793 δ/β	0.0356	0.0430	0.5469
30	P04	0.1242	0.2201 β	0.3811 δ/β	0.0336	0.0445	0.5702
31	P29	0.1135	0.2288 β	0.3745 δ/β	0.0376	0.0514	0.5772
32	P18	0.1327	0.2171 β	0.3813 δ/β	0.0314	0.0446	0.5868
33	P37	0.1459	0.2126 β	0.3830 δ/β	0.0329	0.0486	0.5967
34	P24	0.1389	0.2172 β	0.3815 δ/β	0.0292	0.0477	0.6201
35	P03	0.1223	0.2265 β	0.3816 δ/β	0.0305	0.0503	0.6225
36	P38	0.1380	0.2195 β	0.3816 δ/β	0.0273	0.0492	0.6429
37	P06	0.1308	0.2259 β	0.3757 δ/β	0.0259	0.0515	0.6653
38	P15	0.1346	0.2245 β	0.3826 δ/β	0.0240	0.0522	0.6853
39	P26	0.1201	0.2455 β	0.3821 δ/β	0.0261	0.0688	0.7253
40	P40	0.1327	0.2300 β	0.3820 δ/β	0.0205	0.0564	0.7331

โดยค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากการให้ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในกระบวนการฟuzzyทอปลิส จะคำนวณได้ตามสมการที่ 3.8 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ยกตัวอย่างเช่น เครื่องจักรหมายเลข P01 มีค่า $A = 0.3855$ $P = 0.7490 \beta$ และ $Q = 0.9982 \delta/\beta$ โดยที่ค่าน้ำหนักของ

หลักเกณฑ์ที่มีค่า $W_{A,F.TOPSIS} = 0.3349$ $W_{P,F.TOPSIS} = 0.2816$ และ $W_{Q,F.TOPSIS} = 0.3835$ ดังนั้น ค่า $OEE_{F.TOPSIS}$ ของเครื่องจักร P01 จะมีค่า

$$OEE_{F.TOPSIS} = 0.3855^{0.3349} \times (0.7490 \beta)^{0.2816} \times (0.9982 \delta/\beta)^{0.3835} = 0.6694 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$$

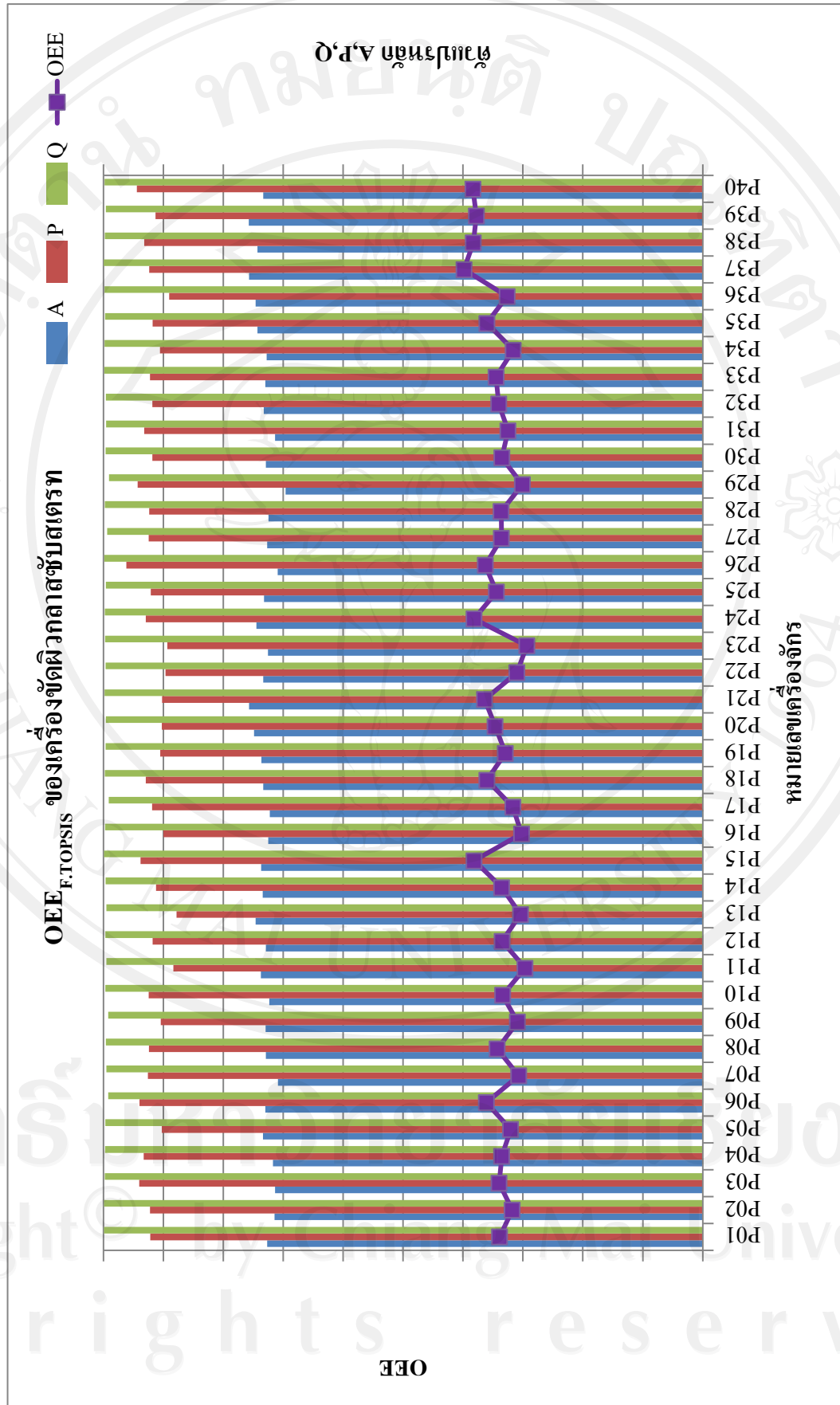
ซึ่งค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ผ่านการให้น้ำหนักของหลักเกณฑ์หลักแต่ละหลักเกณฑ์แล้ว จะแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรหลักและค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากพืชซีทอปสิส

หมายเลขเครื่องจักร	$A^{W_{A,F.TOPSIS}}$	$P^{W_{P,F.TOPSIS}}$	$Q^{W_{Q,F.TOPSIS}}$	$OEE_{F.TOPSIS}$
P01	0.7267	$0.9219 \beta^{0.2816}$	$0.9993(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6694 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P02	0.7148	$0.9224 \beta^{0.2816}$	$0.9993(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6589 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P03	0.7136	$0.9405 \beta^{0.2816}$	$0.9980(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6699 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P04	0.7173	$0.9331 \beta^{0.2816}$	$0.9976(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6677 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P05	0.7337	$0.9026 \beta^{0.2816}$	$0.9971(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6602 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P06	0.7298	$0.9399 \beta^{0.2816}$	$0.9921(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6806 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P07	0.7090	$0.9259 \beta^{0.2816}$	$0.9954(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6535 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P08	0.7292	$0.9243 \beta^{0.2816}$	$0.9961(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6714 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P09	0.7294	$0.9043 \beta^{0.2816}$	$0.9923(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6545 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P10	0.7235	$0.9245 \beta^{0.2816}$	$0.9971(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6669 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P11	0.7372	$0.8836 \beta^{0.2816}$	$0.9951(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6482 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P12	0.7292	$0.9179 \beta^{0.2816}$	$0.9970(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6674 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P13	0.7462	$0.8781 \beta^{0.2816}$	$0.9951(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6520 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P14	0.7343	$0.9126 \beta^{0.2816}$	$0.9964(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6676 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P15	0.7370	$0.9382 \beta^{0.2816}$	$0.9990(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6908 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P16	0.7252	$0.9001 \beta^{0.2816}$	$0.9975(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6511 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P17	0.7227	$0.9190 \beta^{0.2816}$	$0.9913(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6584 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P18	0.7333	$0.9295 \beta^{0.2816}$	$0.9978(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6801 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	$A^{W_{A,F.TOPSIS}}$	$P^{W_{P,F.TOPSIS}}$	$Q^{W_{Q,F.TOPSIS}}$	$OEE^{F.TOPSIS}$
P19	0.7367	$0.9054 \beta^{0.2816}$	$0.9965(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6646 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P20	0.7488	$0.9027 \beta^{0.2816}$	$0.9959(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6732 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P21	0.7570	$0.9024 \beta^{0.2816}$	$0.9984(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6820 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P22	0.7332	$0.8964 \beta^{0.2816}$	$0.9965(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6550 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P23	0.7255	$0.8937 \beta^{0.2816}$	$0.9975(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6467 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P24	0.7447	$0.9295 \beta^{0.2816}$	$0.9980(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6909 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P25	0.7324	$0.9212 \beta^{0.2816}$	$0.9962(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6721 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P26	0.7093	$0.9621 \beta^{0.2816}$	$0.9986(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6815 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P27	0.7269	$0.9246 \beta^{0.2816}$	$0.9937(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6679 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P28	0.7249	$0.9239 \beta^{0.2816}$	$0.9977(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6682 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P29	0.6960	$0.9433 \beta^{0.2816}$	$0.9909(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6505 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P30	0.7291	$0.9187 \beta^{0.2816}$	$0.9967(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6676 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P31	0.7138	$0.9319 \beta^{0.2816}$	$0.9958(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6624 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P32	0.7325	$0.9184 \beta^{0.2816}$	$0.9963(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6702 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P33	0.7300	$0.9222 \beta^{0.2816}$	$0.9988(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6724 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P34	0.7276	$0.9059 \beta^{0.2816}$	$0.9984(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6580 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P35	0.7429	$0.9179 \beta^{0.2816}$	$0.9974(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6801 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P36	0.7461	$0.8906 \beta^{0.2816}$	$0.9981(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6632 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P37	0.7571	$0.9240 \beta^{0.2816}$	$0.9995(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6992 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P38	0.7431	$0.9322 \beta^{0.2816}$	$0.9981(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6914 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P39	0.7575	$0.9131 \beta^{0.2816}$	$0.9959(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6889 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$
P40	0.7334	$0.9446 \beta^{0.2816}$	$0.9985(\delta/\beta)^{0.3835}$	$0.6917 \beta^{-0.1019} \delta^{0.3835}$



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่า OE_{F,TOPSIS} และค่าของตัวแปรหลัก A P และ Q ของเครื่องจักร P01 – P40

4.7 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการศึกษา

จากการประยุกต์ใช้กระบวนการทอปลิสและพีชชีทอปลิสร่วมกับการประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรนั้นพบว่าลำดับการซ่อมบำรุงที่ได้จากทอปลิสจะให้ลำดับที่สอดคล้องกับนโยบายการบริหารงานของบริษัท ในกรณีศึกษาที่เน้นด้านคุณภาพมากกว่าลำดับที่ได้จากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและพีชชีทอปลิส ทั้งนี้เนื่องจากการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในทอปลิสโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ นั้นพบว่าค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ด้านอัตราคุณภาพ มีค่ามากกว่าด้านอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องมาก ๆ หากเปรียบเทียบใน 100% ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ด้านอัตราคุณภาพมีสัดส่วนคิดเป็น 55% ในขณะที่ด้านอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีสัดส่วนเพียง 24% และ 21% ตามลำดับ สาเหตุเพราะว่าในการเปรียบเทียบเป็นคู่ นั้นจะพิจารณาเลือกค่าระดับความสำคัญของเกณฑ์คู่ นั้นเพียงอย่างเดียวโดยตัดปัจจัยของหลักเกณฑ์อื่นๆที่จะส่งผลกระทบต่อการศึกษาค่าระดับความสำคัญ ส่วนการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ในพีชชีทอปลิสนั้นพบว่าค่าน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์มีความแตกต่างกันไม่มาก หากเปรียบเทียบใน 100% ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ด้านอัตราคุณภาพมีสัดส่วนคิดเป็น 38% ด้านอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีสัดส่วนคิดเป็น 34% และ 28% ตามลำดับ สาเหตุเพราะว่าในการพิจารณาระดับความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์นั้นมีความยืดหยุ่นมากกว่าการพิจารณาเปรียบเทียบเป็นคู่ ซึ่งหากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนโยบายการบริหารงานของบริษัทให้ระดับความสำคัญในแต่ละหลักเกณฑ์ใกล้เคียงกันแล้ว จะส่งผลให้ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ได้จากพีชชีทอปลิสใกล้เคียงกับลำดับที่ได้จากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

หากพิจารณาลำดับในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรร่วมกับปัจจัยของเครื่องจักรเองเช่น รุ่นของเครื่องจักรหรืออายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรที่ใช้ในกรณีศึกษานี้มี 2 รุ่นซึ่งผู้วิจัยจะแทนชื่อรุ่นด้วย A และ B โดยที่เครื่องจักรรุ่น A ทั้งหมดเป็นรุ่นใหม่ ในขณะที่เครื่องจักรรุ่น B เป็นรุ่นเก่า พบว่าลำดับในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ได้จากประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากทอปลิส หรือจากพีชชีทอปลิส ไม่มีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กันกับปัจจัยจากรุ่นของเครื่องจักรหรืออายุการใช้งานของเครื่องจักร ดังพิจารณาได้ในตารางที่ 4.25 ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะถูกซ่อมแซมแก้ไขในกรณีที่เกิดขึ้นงานเสียที่มีสาเหตุมาจากการทำงานของเครื่องจักร ก่อปรกับชิ้นงานเสียที่ผลกระทบต่อหลักเกณฑ์ในด้านอัตราคุณภาพที่ใช้ในการประเมินและลำดับการซ่อมบำรุงนั้น ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการทำงานของเครื่องจักรเองทั้งหมด แต่บางส่วนมีสาเหตุมา

จากการปฏิบัติงานที่ผิดมาตรฐานการทำงานของพนักงานเองด้วย เช่น การจับชิ้นงานกระทบกัน การวางชิ้นงานบนแผ่นขัดด้วยความรุนแรง เป็นต้น

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

หมายเลข เครื่อง จักร	รุ่น เครื่องจักร	OEE		TOPSIS		Fuzzy TOPSIS	
		ค่าอัตรา คุณภาพ (Q)	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง	ค่าอัตราคุณภาพ (Q_{TOPSIS})	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง	ค่าอัตราคุณภาพ ($Q_{F.TOPSIS}$)	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง
P01	A	0.9982 δ/β	23	$0.9990(\delta/\beta)^{0.5555}$	24	$0.9993(\delta/\beta)^{0.3835}$	20
P02	A	0.9981 δ/β	12	$0.9989(\delta/\beta)^{0.5555}$	19	$0.9993(\delta/\beta)^{0.3835}$	16
P03	A	0.9949 δ/β	28	$0.9971(\delta/\beta)^{0.5555}$	35	$0.9980(\delta/\beta)^{0.3835}$	35
P04	B	0.9938 δ/β	22	$0.9965(\delta/\beta)^{0.5555}$	31	$0.9976(\delta/\beta)^{0.3835}$	30
P05	B	0.9923 δ/β	10	$0.9957(\delta/\beta)^{0.5555}$	8	$0.9971(\delta/\beta)^{0.3835}$	8
P06	B	0.9795 δ/β	33	$0.9886(\delta/\beta)^{0.5555}$	36	$0.9921(\delta/\beta)^{0.3835}$	37
P07	B	0.9881 δ/β	8	$0.9934(\delta/\beta)^{0.5555}$	18	$0.9954(\delta/\beta)^{0.3835}$	19
P08	B	0.9898 δ/β	26	$0.9943(\delta/\beta)^{0.5555}$	28	$0.9961(\delta/\beta)^{0.3835}$	28
P09	B	0.9800 δ/β	6	$0.9889(\delta/\beta)^{0.5555}$	6	$0.9923(\delta/\beta)^{0.3835}$	7
P10	B	0.9925 δ/β	19	$0.9958(\delta/\beta)^{0.5555}$	25	$0.9971(\delta/\beta)^{0.3835}$	25
P11	B	0.9872 δ/β	2	$0.9929(\delta/\beta)^{0.5555}$	1	$0.9951(\delta/\beta)^{0.3835}$	2
P12	B	0.9923 δ/β	17	$0.9957(\delta/\beta)^{0.5555}$	15	$0.9970(\delta/\beta)^{0.3835}$	15
P13	B	0.9873 δ/β	3	$0.9929(\delta/\beta)^{0.5555}$	3	$0.9951(\delta/\beta)^{0.3835}$	3
P14	B	0.9905 δ/β	16	$0.9947(\delta/\beta)^{0.5555}$	13	$0.9964(\delta/\beta)^{0.3835}$	12
P15	B	0.9975 δ/β	38	$0.9986(\delta/\beta)^{0.5555}$	38	$0.9990(\delta/\beta)^{0.3835}$	38
P16	B	0.9934 δ/β	4	$0.9963(\delta/\beta)^{0.5555}$	5	$0.9975(\delta/\beta)^{0.3835}$	4
P17	B	0.9775 δ/β	11	$0.9874(\delta/\beta)^{0.5555}$	12	$0.9913(\delta/\beta)^{0.3835}$	14
P18	B	0.9943 δ/β	32	$0.9968(\delta/\beta)^{0.5555}$	32	$0.9978(\delta/\beta)^{0.3835}$	32
P19	B	0.9908 δ/β	14	$0.9949(\delta/\beta)^{0.5555}$	10	$0.9965(\delta/\beta)^{0.3835}$	10

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

หมายเลข เครื่องจักร	รุ่น เครื่องจักร	OEE		TOPSIS		Fuzzy TOPSIS	
		ค่าอัตรา คุณภาพ (Q)	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง	ค่าอัตราคุณภาพ (Q_{TOPSIS})	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง	ค่าอัตราคุณภาพ ($Q_{F.TOPSIS}$)	ลำดับ การ ซ่อม บำรุง
P20	B	0.9894 δ/β	25	$0.9941(\delta/\beta)^{0.5555}$	11	$0.9959(\delta/\beta)^{0.3835}$	11
P21	B	0.9958 δ/β	30	$0.9977(\delta/\beta)^{0.5555}$	14	$0.9984(\delta/\beta)^{0.3835}$	13
P22	B	0.9909 δ/β	5	$0.9949(\delta/\beta)^{0.5555}$	4	$0.9965(\delta/\beta)^{0.3835}$	5
P23	A	0.9936 δ/β	1	$0.9964(\delta/\beta)^{0.5555}$	2	$0.9975(\delta/\beta)^{0.3835}$	1
P24	A	0.9948 δ/β	36	$0.9971(\delta/\beta)^{0.5555}$	34	$0.9980(\delta/\beta)^{0.3835}$	34
P25	B	0.9902 δ/β	27	$0.9946(\delta/\beta)^{0.5555}$	21	$0.9962(\delta/\beta)^{0.3835}$	21
P26	A	0.9963 δ/β	34	$0.9980(\delta/\beta)^{0.5555}$	39	$0.9986(\delta/\beta)^{0.3835}$	39
P27	A	0.9837 δ/β	21	$0.9909(\delta/\beta)^{0.5555}$	22	$0.9937(\delta/\beta)^{0.3835}$	27
P28	B	0.9939 δ/β	20	$0.9966(\delta/\beta)^{0.5555}$	26	$0.9977(\delta/\beta)^{0.3835}$	24
P29	B	0.9766 δ/β	7	$0.9869(\delta/\beta)^{0.5555}$	30	$0.9909(\delta/\beta)^{0.3835}$	31
P30	A	0.9915 δ/β	18	$0.9953(\delta/\beta)^{0.5555}$	16	$0.9967(\delta/\beta)^{0.3835}$	17
P31	A	0.9891 δ/β	15	$0.9939(\delta/\beta)^{0.5555}$	29	$0.9958(\delta/\beta)^{0.3835}$	29
P32	B	0.9905 δ/β	24	$0.9947(\delta/\beta)^{0.5555}$	17	$0.9963(\delta/\beta)^{0.3835}$	18
P33	A	0.9969 δ/β	29	$0.9983(\delta/\beta)^{0.5555}$	27	$0.9988(\delta/\beta)^{0.3835}$	26
P34	A	0.9959 δ/β	9	$0.9977(\delta/\beta)^{0.5555}$	9	$0.9984(\delta/\beta)^{0.3835}$	9
P35	A	0.9932 δ/β	31	$0.9962(\delta/\beta)^{0.5555}$	23	$0.9974(\delta/\beta)^{0.3835}$	23
P36	A	0.9951 δ/β	13	$0.9973(\delta/\beta)^{0.5555}$	7	$0.9981(\delta/\beta)^{0.3835}$	6
P37	B	0.9987 δ/β	40	$0.9993(\delta/\beta)^{0.5555}$	33	$0.9995(\delta/\beta)^{0.3835}$	33
P38	B	0.9949 δ/β	37	$0.9972(\delta/\beta)^{0.5555}$	37	$0.9981(\delta/\beta)^{0.3835}$	36
P39	A	0.9894 δ/β	35	$0.9941(\delta/\beta)^{0.5555}$	20	$0.9959(\delta/\beta)^{0.3835}$	22
P40	B	0.9961 δ/β	39	$0.9978(\delta/\beta)^{0.5555}$	40	$0.9985(\delta/\beta)^{0.3835}$	40

ลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 จำนวน 5 เครื่องด้วยวิธีลำดับจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ด้วยวิธีทอปลิสและฟัซซี่ทอปลิสพบว่าหมายเลขเครื่องจักร 5 เครื่องแรกอยู่ในกลุ่มเดียวกันคือเครื่องจักรหมายเลข P23 P11 P13 P16 และ P22 โดยมีลำดับที่สลับกันอยู่คือลำดับที่ 1 กับ 2 และลำดับที่ 4 กับ 5 โดยที่ลำดับการซ่อมบำรุงจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและจากฟัซซี่ทอปลิสลำดับแรกคือเครื่องจักรหมายเลข P23 และลำดับที่ 2 คือ P11 ในขณะที่ลำดับจากทอปลิสได้ลำดับการซ่อมบำรุงลำดับแรกคือเครื่องจักรหมายเลข P11 และลำดับที่ 2 คือ P23 ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ในกระบวนการทอปลิสที่ให้น้ำหนักความสำคัญในหลักเกณฑ์ด้านอัตราคุณภาพมากกว่าหลักเกณฑ์อื่นมากๆ จึงทำให้เครื่องจักรหมายเลข P11 ที่มีอัตราคุณภาพน้อยกว่าเครื่อง P23 ถูกจัดอยู่ลำดับแรก

ตารางที่ 4.26 เปรียบเทียบลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทอปลิส และฟัซซี่ทอปลิส

ลำดับการซ่อมบำรุง	หลักเกณฑ์หลัก			OEE	TOPSIS	Fuzzy TOPSIS
	A	P	Q			
1	0.3835	0.6708 β	0.9936 δ/β	P23	P11	P23
2	0.4024	0.6444 β	0.9872 δ/β	P11	P23	P11
3	0.4172	0.6301 β	0.9873 δ/β	P13	P13	P13
4	0.3831	0.6882 β	0.9934 δ/β	P16	P22	P16
5	0.3959	0.6781 β	0.9909 δ/β	P22	P16	P22
6	0.3898	0.6997 β	0.9800 δ/β	P09	P09	P36
7	0.3388	0.8126 β	0.9766 δ/β	P29	P36	P09
8	0.3582	0.7607 β	0.9881 δ/β	P07	P05	P05
9	0.3869	0.7039 β	0.9959 δ/β	P34	P34	P34
10	0.3967	0.6948 β	0.9923 δ/β	P05	P19	P19
11	0.3792	0.7408 β	0.9775 δ/β	P17	P20	P20
12	0.3670	0.7507 β	0.9981 δ/β	P02	P17	P14
13	0.4171	0.6626 β	0.9951 δ/β	P36	P14	P21
14	0.4016	0.7025 β	0.9908 δ/β	P19	P21	P17
15	0.3655	0.7785 β	0.9891 δ/β	P31	P12	P12

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลำดับการซ่อมบำรุง	หลักเกณฑ์หลัก			OEE	TOPSIS	Fuzzy TOPSIS
	A	P	Q			
16	0.3976	0.7226 β	0.9905 δ/β	P14	P30	P02
17	0.3895	0.7376 β	0.9923 δ/β	P12	P32	P30
18	0.3893	0.7398 β	0.9915 δ/β	P30	P07	P32
19	0.3805	0.7566 β	0.9925 δ/β	P10	P02	P07
20	0.3826	0.7550 β	0.9939 δ/β	P28	P39	P01
21	0.3859	0.7571 β	0.9837 δ/β	P27	P25	P25
22	0.3708	0.7819 β	0.9938 δ/β	P04	P27	P39
23	0.3855	0.7490 β	0.9982 δ/β	P01	P35	P35
24	0.3947	0.7390 β	0.9905 δ/β	P32	P01	P28
25	0.4215	0.6953 β	0.9894 δ/β	P20	P10	P10
26	0.3895	0.7561 β	0.9898 δ/β	P08	P28	P33
27	0.3945	0.7471 β	0.9902 δ/β	P25	P33	P27
28	0.3651	0.8044 β	0.9949 δ/β	P03	P08	P08
29	0.3907	0.7502 β	0.9969 δ/β	P33	P31	P31
30	0.4355	0.6943 β	0.9958 δ/β	P21	P29	P04
31	0.4117	0.7377 β	0.9932 δ/β	P35	P04	P29
32	0.3961	0.7712 β	0.9943 δ/β	P18	P18	P18
33	0.3905	0.8025 β	0.9795 δ/β	P06	P37	P37
34	0.3585	0.8719 β	0.9963 δ/β	P26	P24	P24
35	0.4363	0.7242 β	0.9894 δ/β	P39	P03	P03
36	0.4148	0.7714 β	0.9948 δ/β	P24	P06	P38
37	0.4121	0.7794 β	0.9949 δ/β	P38	P38	P06
38	0.4020	0.7972 β	0.9975 δ/β	P15	P15	P15
39	0.3962	0.8167 β	0.9961 δ/β	P40	P26	P26
40	0.4356	0.7552 β	0.9987 δ/β	P37	P40	P40

จากการเปรียบเทียบลำดับการซ่อมบำรุงในตารางที่ 4.26 พบว่าลำดับการซ่อมบำรุงจากทั้ง 3 วิธี มีทั้งลำดับที่เหมือนกัน โกล้เดียวกันและแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวคิดในการวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิค ลำดับเฉลี่ย บอร์ดา (Borda) และ โคปแลนด์ (Copeland) เพื่อวิเคราะห์การจัดลำดับกลุ่มเครื่องในการซ่อมบำรุง โดยวิธีของบอร์ดานั้นจะเป็นการเปรียบเทียบกันทุกทางเลือก ถ้าค่าคะแนนหรืออันดับดีกว่ามีจำนวนมากกว่าถือว่าชนะ โดยผลของทางเลือกที่ชนะทางเลือกอื่นได้มากที่สุด จะให้ทางเลือกนั้นเป็นอันดับแรกและอันดับอื่นๆรองลงมาตามลำดับคะแนน ส่วนวิธีของโคปแลนด์จะหาผลต่างระหว่างจำนวนครั้งที่ชนะและจำนวนครั้งที่ไม่ชนะทางเลือกอื่น ซึ่งทางเลือกที่เป็นอันดับแรกคือทางเลือกที่ชนะทางเลือกอื่นมากที่สุดและไม่ชนะน้อยที่สุด หรือทางเลือกที่มีค่าผลต่างมากที่สุดนั่นเอง สำหรับการคำนวณในวิธีลำดับค่าเฉลี่ย บอร์ดา (Borda) และ โคปแลนด์ (Copeland) จะแสดงได้ดังตารางที่ 4.27 และ 4.28

ตารางที่ 4.27 การคำนวณค่าลำดับเฉลี่ย

หมายเลขเครื่องจักร	ลำดับการซ่อมบำรุง			
	OEE	TOPSIS	Fuzzy TOPSIS	Average
P01	23	24	20	22.33
P02	12	19	16	15.67
P03	28	35	35	32.67
P04	22	31	30	27.67
P05	10	8	8	8.67
P06	33	36	37	35.33
P07	8	18	19	15.00
P08	26	28	28	27.33
P09	6	6	7	6.33
P10	19	25	25	23.00
P11	2	1	2	1.67
P12	17	15	15	15.67
P13	3	3	3	3.00
P14	16	13	12	13.67

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

หมายเลขเครื่องจักร	ลำดับการซ่อมบำรุง			
	OEE	TOPSIS	Fuzzy TOPSIS	Average
P15	38	38	38	38.00
P16	4	5	4	4.33
P17	11	12	14	12.33
P18	32	32	32	32.00
P19	14	10	10	11.33
P20	25	11	11	15.67
P21	30	14	13	19.00
P22	5	4	5	4.67
P23	1	2	1	1.33
P24	36	34	34	34.67
P25	27	21	21	23.00
P26	34	39	39	37.33
P27	21	22	27	23.33
P28	20	26	24	23.33
P29	7	30	31	22.67
P30	18	16	17	17.00
P31	15	29	29	24.33
P32	24	17	18	19.67
P33	29	27	26	27.33
P34	9	9	9	9.00
P35	31	23	23	25.67
P36	13	7	6	8.67
P37	40	33	33	35.33
P38	37	37	36	36.67
P39	35	20	22	25.67
P40	39	40	40	39.67

ตารางที่ 4.28 คำนวณค่าคะแนนจากวิธีอันดับและโคปแลนด์

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	Sum C
P01		X	M	M	X	M	X	M	X	M	X	X	X	M	X	X	X	M	X	X	X	X	X	M	M	M	X	M	M	M	X	X	M	X	M	X	M	M	M	19	
P02			M	X	M	X	X	M	X	M	X	X	X	X	M	X	X	M	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	X	X	M	X	M	M	M	M	23	
P03	X			X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	5	
P04	X	X	M		X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	M	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	9	
P05	M	M	M	M	M	M	M	X	M	X	X	X	X	X	M	X	M	M	M	M	M	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	32		
P06	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	4	
P07	M	M	M	M	X	M		M	X	M	X	X	X	X	M	X	X	X	M	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	22	
P08	X	X	M	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	M	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	12		
P09	M	M	M	M	M	M	M		M	X	X	X	X	M	X	X	M	M	M	M	M	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	34	
P10	X	X	M	M	X	M	X	M	X		X	X	X	X	M	X	X	M	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	X	X	M	M	16	
P11	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	38		
P12	M	M	M	M	X	M	M	M	X	M	X	X	M	X	M	M	M	M	X	M	M	M	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	18		
P13	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	M		M	M	M	M	M	M	M	M	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	37		
P14	M	M	M	M	X	M	M	M	X	M	X	X	X		M	X	M	M	M	X	M	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	M	X	M	M	M	M	27	
P15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	2	
P16	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	M	X	M	M		M	M	M	M	M	M	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	36	
P17	M	X	M	X	M	M	M	M	M	X	M	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	28	
P18	X	X	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	8	
P19	M	M	M	X	M	M	M	M	X	M	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	X	X	X	M	M	M	30	
P20	M	M	M	M	X	M	M	M	X	M	X	X	X	M	X	X	X	M	M	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	X	X	X	X	X	M	M	M	29	
P21	M	M	M	X	M	M	M	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	X	X	X	X	X	X	M	M	26	
P22	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	M	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	35	
P23	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	39	
P24	X	X	M	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	6	
P25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	19	
P26				M	X	M	X	M	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	1	
P27	M	X	M	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	16		
P28	X	X	M	M	X	M	X	M	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	15		
P29	X	X	M	M	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	10		
P30	M	X	M	M	X	M	M	X	M	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	23	
P31	X	X	M	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	11		
P32	X	X	M	M	X	M	M	M	X	M	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	22		
P33	X	X	M	M	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	13		
P34	M	M	M	M	X	M	M	M	X	M	X	M	X	M	X	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	31		
P35	X	X	M	M	X	M	X	M	X	M	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	16		
P36	M	M	M	M	M	M	M	X	M	X	M	X	M	M	X	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	33		
P37	X	X	M	X	M	M	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	7		
P38	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	3		
P39	X	X	M	M	X	M	X	X	M	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	M	18		
P40	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M	0		
Sum R	20	16	34	30	7	35	17	27	5	23	1	14	2	13	36	4	12	30	10	11	14	5	1	32	19	37	22	23	28	15	27	16	25	9	22	7	31	35	20	38	
Sum C - Sum R	-1	7	-29	-21	25	-31	5	-15	29	-7	37	4	35	14	-34	32	16	-22	20	18	12	30	38	-26	0	-36	-6	-8	-18	8	-16	6	-12	22	-6	-24	-32	-2	-38		

ซึ่งผลจากการจัดลำดับกลุ่มเครื่องจากเทคนิคค่าลำดับเฉลี่ย บอร์ด้าและโคปแลนด์ จะแสดงได้ดังตารางที่ 4.29

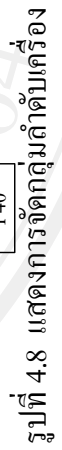
ตารางที่ 4.29 ลำดับกลุ่มเครื่องจากเทคนิคหาค่าลำดับเฉลี่ย บอร์ด้า (Borda) และโคปแลนด์ (Copeland)

Rank	Average	Borda	Copeland
1st	P23	P23	P23
2nd	P11	P11	P11
3rd	P13	P13	P13
4th	P16	P16	P16
5th	P22	P22	P22
6th	P09	P09	P09
7th	P05, P36	P36	P36
8th		P05	P05
9th	P34	P34	P34
10th	P19	P19	P19
11th	P17	P20	P20
12th	P14	P17	P17
13th	P07	P14	P14
14th	P02, P12, P20	P21	P21
15th		P02, P30	P30
16th			P02
17th	P30	P07, P32	P32
18th	P21		P07
19th	P32	P01, P25	P12
20th	P01		P25
21st	P29	P12, P39	P01

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

Rank	Average	Borda	Copeland
22nd	P10, P25		P39
23rd		P10, P27, P35	P27, P35
24th	P27, P28		
25th			P10
26th	P31	P28	P28
27th	P35, P39	P33	P33
28th		P08	P08
29th	P08, P33	P31	P31
30th		P29	P29
31st	P04	P04	P04
32nd	P18	P18	P18
33rd	P03, P24	P37	P37
34th		P24	P24
35th	P06, P37	P03	P03
36th		P06	P06
37th	P38	P38	P38
38th	P26	P15	P15
39th	P15	P26	P26
40th	P40	P40	P40

เพื่อให้เห็นภาพและง่ายต่อความเข้าใจในการจัดลำดับกลุ่มเครื่อง จะสามารถแสดงด้วยแผนภาพฮาซซ์ซ (Hasse's diagram) ดังแสดงในรูปที่ 4.8



จากแผนภาพแสดงการจัดกลุ่มของลำดับเครื่องพบว่าหากมีการวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรเดือนละ 5 เครื่อง โดยเรียงลำดับจากกลุ่มเครื่อง หมายเลขเครื่องจักรที่จะซ่อมบำรุงในเดือนที่ 1 คือ P23 P11 P13 P16 และ P22 ในเดือนที่ 2 คือ P09 P05 P36 P34 และ P19 แต่ในเดือนที่ 3 จะมีเครื่องจักรอยู่ในกลุ่มเดียวกันถึง 20 เครื่องคือ P01 P02 P07 P08 P10 P12 P14 P17 P20 P21 P25 P27 P28 P29 P30 P31 P32 P33 P35 และ P39 ซึ่งจะทำให้ต้องตัดสินใจในการลำดับเครื่องที่จะซ่อมบำรุง หากพิจารณาข้อมูลหลักเกณฑ์หลักของ 20 เครื่องนี้ จะได้ลำดับในการซ่อมบำรุงเครื่องดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

หมายเลขเครื่องจักร	รุ่นเครื่องจักร	หลักเกณฑ์หลัก			ลำดับการซ่อมบำรุง			ความเร็วในการผลิตของเครื่องจักร
		A	P	Q	OEE	TOP SIS	Fuzzy TOPSIS	
P01	A	0.3855	0.7490 β	0.9982 δ/β	12	14	10	11x
P02	A	0.3670	0.7507 β	0.9981 δ/β	4	9	6	11x
P07	B	0.3582	0.7607 β	0.9881 δ/β	2	8	9	11x
P08	B	0.3895	0.7561 β	0.9898 δ/β	15	18	18	11x
P10	B	0.3805	0.7566 β	0.9925 δ/β	9	15	15	11x
P12	B	0.3895	0.7376 β	0.9923 δ/β	7	5	5	11x
P14	B	0.3976	0.7226 β	0.9905 δ/β	6	3	2	12x
P17	B	0.3792	0.7408 β	0.9775 δ/β	3	2	4	11x
P20	B	4215	0.6953 β	0.9894 δ/β	14	1	1	12x
P21	B	4355	0.6943 β	0.9958 δ/β	18	4	3	12x
P25	B	3945	0.7471 β	0.9902 δ/β	16	11	11	11x
P27	A	3859	0.7571 β	0.9837 δ/β	11	12	17	11x
P28	A	3826	0.7550 β	0.9939 δ/β	10	16	14	11x
P29	B	3388	0.8126 β	0.9766 δ/β	1	20	20	10x
P30	A	3893	0.7398 β	0.9915 δ/β	8	6	7	11x
P31	A	3655	0.7785 β	0.9891 δ/β	5	19	19	11x
P32	B	3947	0.7390 β	0.9905 δ/β	13	7	8	11x

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

หมายเลข เครื่องจักร	รุ่น เครื่องจักร	หลักเกณฑ์หลัก			ลำดับการซ่อมบำรุง			ความเร็วใน การผลิตของ เครื่องจักร
		A	P	Q	OEE	TOP SIS	Fuzzy TOPSIS	
P33	A	3907	0.7502 β	0.9969 δ/β	17	17	16	11x
P35	A	4117	0.7377 β	0.9932 δ/β	19	13	13	11x
P39	A	4363	0.7242 β	0.9894 δ/β	20	10	12	12x

จากข้อมูลลำดับในการซ่อมบำรุงเครื่องในตารางที่ 4.27 จะพบว่าลำดับที่ได้จากทอพลิสและฟัซซี่ทอพลิสจะให้ลำดับที่มีความใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละหลักเกณฑ์ด้วย และยังพบว่าลำดับในการซ่อมบำรุงของเครื่องบางเครื่องมีความแตกต่างกันมากเช่น เครื่องหมายเลข P20 และ P29 หากพิจารณาจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เครื่องหมายเลข P29 จะถูกลำดับให้อยู่ลำดับแรก แต่หากพิจารณาจากทอพลิสและฟัซซี่ทอพลิสแล้วพบว่าเครื่องหมายเลข P20 จะถูกลำดับให้อยู่ลำดับแรกแทน เนื่องจากประสิทธิภาพการเดินเครื่องของเครื่องหมายเลข P20 น้อยกว่าเครื่องหมายเลข P29 มาก และได้พิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของความเร็วในการผลิตของเครื่องจักรก็พบว่าเครื่องหมายเลข P20 มีความเร็วในการผลิตน้อยกว่าเครื่องหมายเลข P29 เช่นกัน

ดังนั้น จากการศึกษาจะพบว่าการจัดลำดับการซ่อมบำรุงเครื่องจักรจากหลักเกณฑ์ในการประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยกระบวนการทอพลิสนั้น ให้ความสอดคล้องกับนโยบายในการบริหารงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรของบริษัทในกรณีศึกษานี้มากกว่าการจัดลำดับจากการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพียงอย่างเดียว เนื่องจากมีการพิจารณาให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินด้วย

ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) โดยผันแปรค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ตามตารางที่ 3.5 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยผลจากการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.31 และ 4.32

ตารางที่ 4.31 การทดสอบความอ่อนไหวของค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์จากทอปลิส

		Ref.		$W_A: +5\%$ $W_P: -5\%$		$W_A: +5\%$ $W_Q: -5\%$		$W_P: +5\%$ $W_A: -5\%$		$W_P: +5\%$ $W_Q: -5\%$		$W_Q: +5\%$ $W_A: -5\%$		$W_Q: +5\%$ $W_P: -5\%$								
Weight	$W_{A,TOPIS}$	0.2367	2	0.2867	2	0.1867	3	0.2367	3	0.1867	3	0.2367	3	0.2367	2							
	$W_{P,TOPIS}$	0.2078	3	0.1578	3	0.2578	2	0.2578	2	0.2078	2	0.2578	2	0.1578	3							
	$W_{Q,TOPIS}$	0.5555	1	0.5555	1	0.5555	1	0.5055	1	0.6055	1	0.6055	1	0.6055	1							
OEE	P23	0.7310β -0.3477	δ 0.5555	4	0.7108β -0.3977	δ 0.5555	5	0.6970β -0.2977	δ 0.5055	3	0.7168β -0.2477	δ 0.5055	4	0.7666β -0.3977	δ 0.6055	4	0.7455β -0.4477	δ 0.6055	5			
	P11	0.7306β -0.3477	δ 0.5555	5	0.7136β -0.3977	δ 0.5555	3	0.6985β -0.2977	δ 0.5055	4	0.7480β -0.2977	δ 0.5555	5	0.7641β -0.3977	δ 0.6055	5	0.7463β -0.4477	δ 0.6055	4			
	P13	0.7335β -0.3477	δ 0.5555	3	0.7185β -0.3977	δ 0.5555	1	0.7026β -0.2977	δ 0.5055	2	0.7488β -0.2977	δ 0.5555	4	0.7172β -0.2477	δ 0.5055	3	0.7658β -0.3977	δ 0.6055	3	0.7501β -0.4477	δ 0.6055	2
	P16	0.7346β -0.3477	δ 0.5555	2	0.7134β -0.3977	δ 0.5555	4	0.7004β -0.2977	δ 0.5055	3	0.7564β -0.2977	δ 0.5555	2	0.7212β -0.2477	δ 0.5055	2	0.7704β -0.3977	δ 0.6055	2	0.7482β -0.4477	δ 0.6055	3
	P22	0.7371β -0.3477	δ 0.5555	1	0.7175β -0.3977	δ 0.5555	2	0.7040β -0.2977	δ 0.5055	1	0.7572β -0.2977	δ 0.5555	1	0.7232β -0.2477	δ 0.5055	1	0.7716β -0.3977	δ 0.6055	1	0.7512β -0.4477	δ 0.6055	1

ตารางที่ 4.32 การทดสอบความอ่อนไหวของค่าน้ำหนักความสำคัญจากฟังก์ชันทอปลิส

		Ref.	$W_A: +5\%$ $W_P: -5\%$	$W_A: +5\%$ $W_Q: -5\%$	$W_P: +5\%$ $W_A: -5\%$	$W_P: +5\%$ $W_Q: -5\%$	$W_Q: +5\%$ $W_A: -5\%$	$W_Q: +5\%$ $W_P: -5\%$					
Weight	$W_{A,FTOPSIS}$	0.3349	2	0.3849	1	0.2849	3	0.3349	1	0.2849	2	0.3349	2
	$W_{P,FTOPSIS}$	0.2816	3	0.2316	3	0.3316	2	0.3316	3	0.2816	3	0.2316	3
	$W_{Q,FTOPSIS}$	0.3835	1	0.3835	2	0.3835	1	0.3335	2	0.4335	1	0.4335	1
OEE	P23	0.6467β -0.1019δ 0.3835	5	0.6289β -0.1519δ 0.3835	5	0.6650β -0.0519δ 0.3835	4	0.6341β -0.0019δ 0.3335	5	0.6782β -0.1519δ 0.4335	4	0.6595β -0.2019δ 0.4335	5
	P11	0.6482β -0.1019δ 0.3835	4	0.6331β -0.1519δ 0.3835	3	0.6636β -0.0519δ 0.3835	5	0.6345β -0.0019δ 0.3335	4	0.6779β -0.1519δ 0.4335	5	0.6622β -0.2019δ 0.4335	4
	P13	0.6520β -0.1019δ 0.3835	2	0.6387β -0.1519δ 0.3835	1	0.6656β -0.0519δ 0.3835	3	0.6375β -0.0019δ 0.3335	3	0.6807β -0.1519δ 0.4335	3	0.6668β -0.2019δ 0.4335	2
	P16	0.6511β -0.1019δ 0.3835	3	0.6323β -0.1519δ 0.3835	4	0.6704β -0.0519δ 0.3835	2	0.6393β -0.0019δ 0.3335	2	0.6829β -0.1519δ 0.4335	2	0.6632β -0.2019δ 0.4335	3
	P22	0.6550β -0.1019δ 0.3835	1	0.6376β -0.1519δ 0.3835	2	0.6728β -0.0519δ 0.3835	1	0.6427β -0.0019δ 0.3335	1	0.6857β -0.1519δ 0.4335	1	0.6675β -0.2019δ 0.4335	1

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่า การแปรผันค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์ด้านอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องจะทำให้ลำดับในการซ่อมเครื่องเปลี่ยนไป ทั้งนี้เนื่องจากค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์เหล่านี้มีค่าใกล้เคียงกัน กอปรกับอัตราเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องระหว่างเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกันมากกว่าอัตราคุณภาพ โดยอัตราเดินเครื่องมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0 – 10% ประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0 – 25% ในขณะที่อัตราคุณภาพมีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 0 – 3%

4.8 เสนอแนวทางการปรับปรุง

จากนโยบายการบริหารงานของบริษัทในกรณีศึกษาที่เน้นการปรับปรุงด้านคุณภาพ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะนำเสนอแนวทางและทำการปรับปรุงเฉพาะหลักเกณฑ์ด้านอัตราคุณภาพเพียงอย่างเดียว โดยแนวทางในการปรับปรุงนั้น จะประยุกต์ใช้ 5 ขั้นตอนในกระบวนการพัฒนาแนวคิดเพื่อปรับปรุง โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

4.8.1 ระบุปัญหาให้ชัดเจน (Clarify the problem)

จากปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการขัดผิวพบว่า มีงานเสียเกิดขึ้นหลายประเภท โดยจะระบุด้วยตัวแปรดังนี้

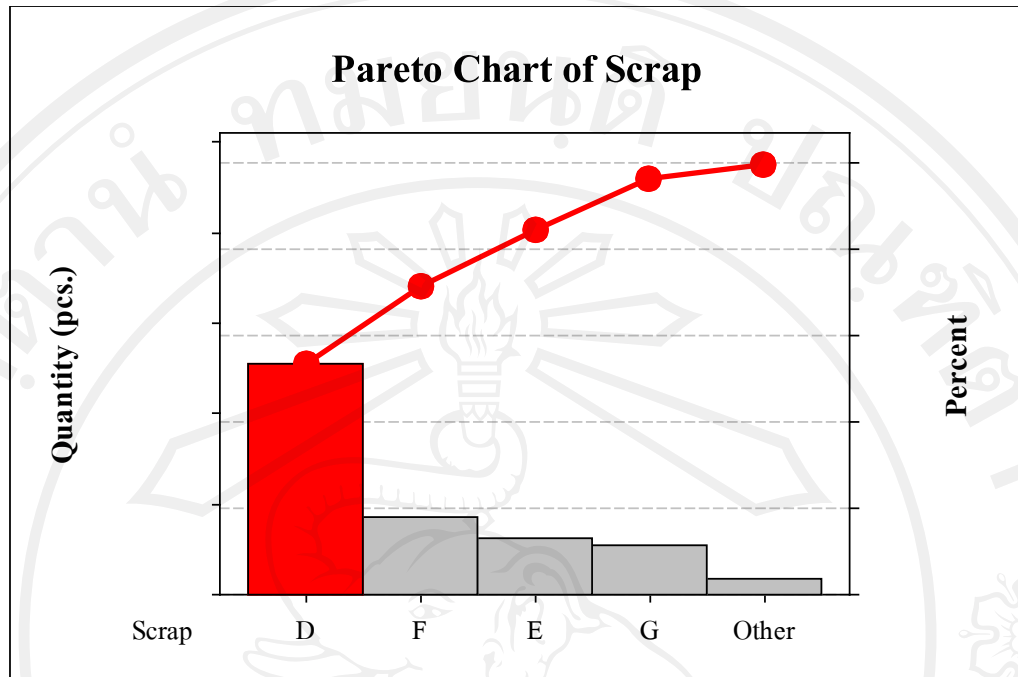
D คืองานเสียที่เกี่ยวข้องกับขนาดของชิ้นงาน

E คืองานเสียที่เกี่ยวข้องกับสภาพขอบของชิ้นงาน

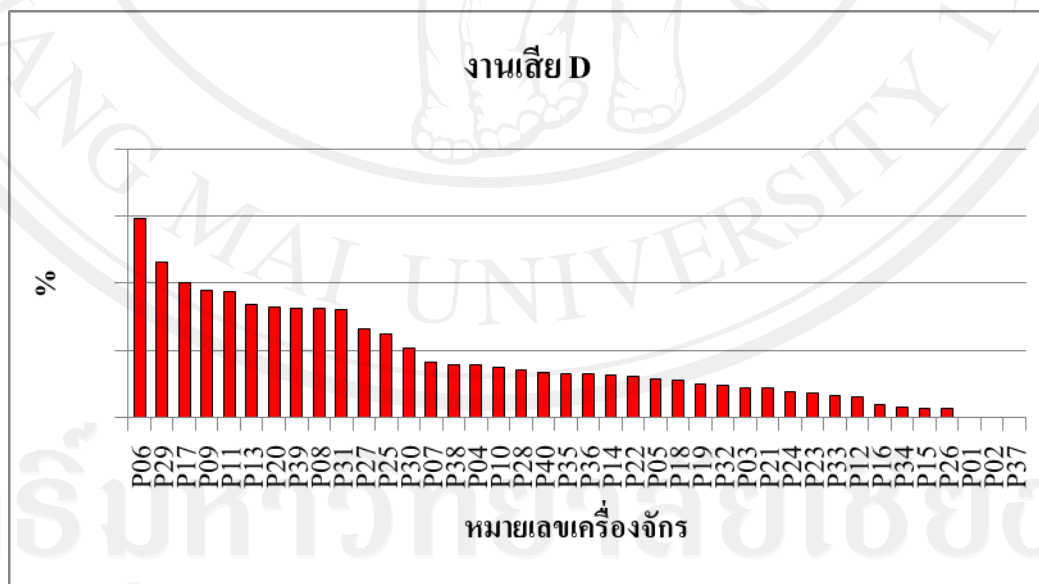
F คืองานเสียที่เกี่ยวข้องกับสภาพผิวของชิ้นงาน

G คืองานเสียที่เกิดจากการแก้ไขชิ้นงาน

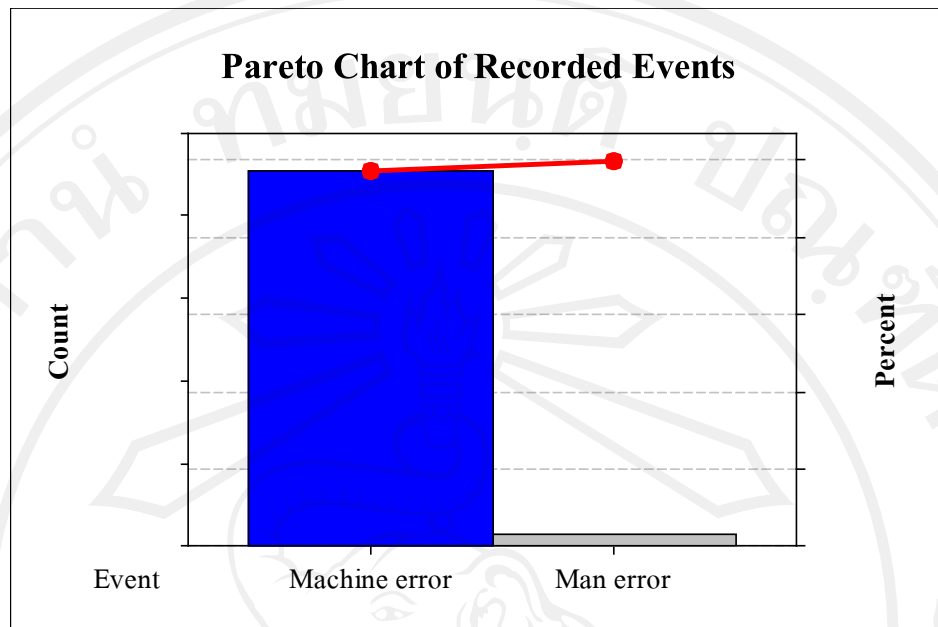
งานเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดคืองานเสีย D ดังแสดงในรูปที่ 4.9 และเกิดกระจายในหลายๆ เครื่อง โดยเครื่องที่เกิดงานเสียนี้มากที่สุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 คือเครื่องจักรหมายเลข P06 ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ซึ่งจากการลงบันทึกข้อมูลของผู้ควบคุมเครื่องจักรพบว่าส่วนใหญ่สาเหตุของปัญหาจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดของชิ้นงานจากเครื่องจักรเอง (Machine error) ดังนั้นควรจะต้องปรับปรุงระบบควบคุมขนาดชิ้นงานของเครื่องจักรให้ดีขึ้น



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงงานเสียจากกระบวนการขัดผิว

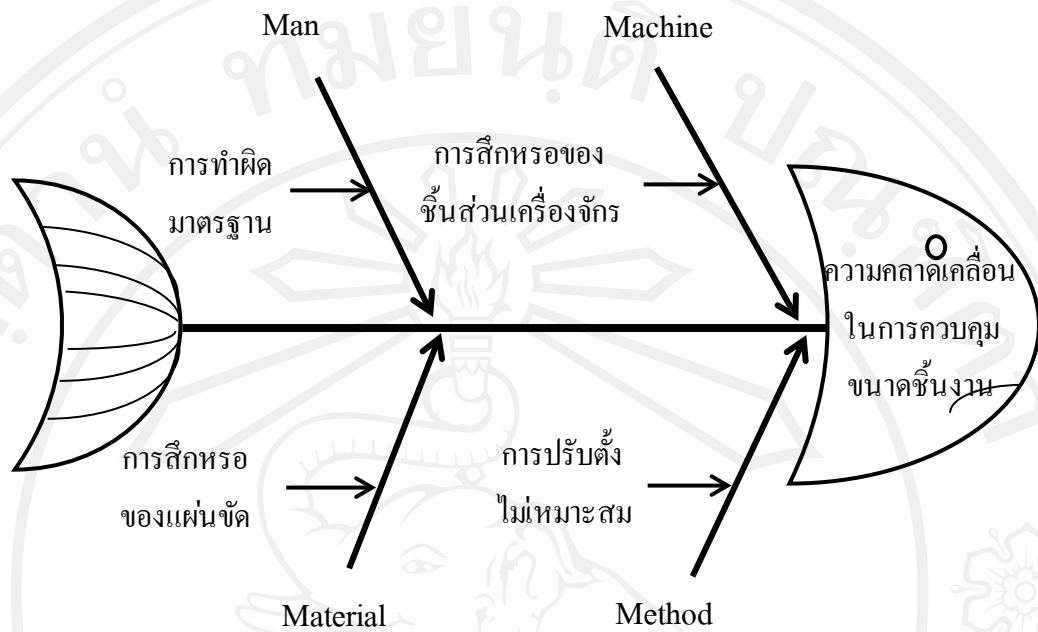


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงงานเสีย D ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

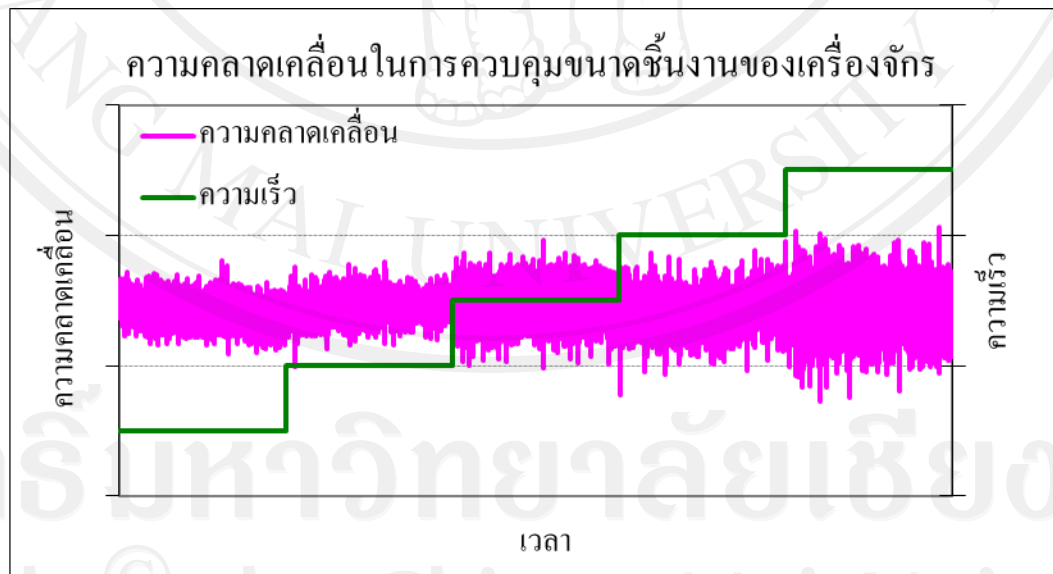


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงสาเหตุของงานเสีย D

การทำงานของเครื่องจักรในส่วนของการควบคุมขนาดของชิ้นงานนั้น เครื่องจักรจะใช้เซ็นเซอร์ในการควบคุม ซึ่งหากเซ็นเซอร์ได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องขณะขัดชิ้นงานจะส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดชิ้นงานขึ้นได้ ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมีหลายปัจจัยดังแสดงด้วยแผนผังก้างปลา (Causes and Effects Diagram) ในรูปที่ 4.12 ซึ่งแต่ละปัจจัยก็ส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนมากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความรุนแรงที่เกิดขึ้น เช่น การสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดของชิ้นงาน ซึ่งพบว่าเมื่อเครื่องจักรหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูงขึ้นก็จะมี ความคลาดเคลื่อนมากขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.13 เป็นต้น



รูปที่ 4.12 แผนผังก้างปลาของความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดชิ้นงาน



รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความคลาดเคลื่อนเมื่อเครื่องจักรหมุนทำงาน

จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดชิ้นงานหลายๆปัจจัย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการปรับปรุงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นโดยศึกษาแนวทางการปรับปรุงจากงานวิจัยอื่นๆร่วมด้วย ดังจะกล่าวในลำดับต่อไป

4.8.2 ทำการค้นคว้าภายนอก (Search externally)

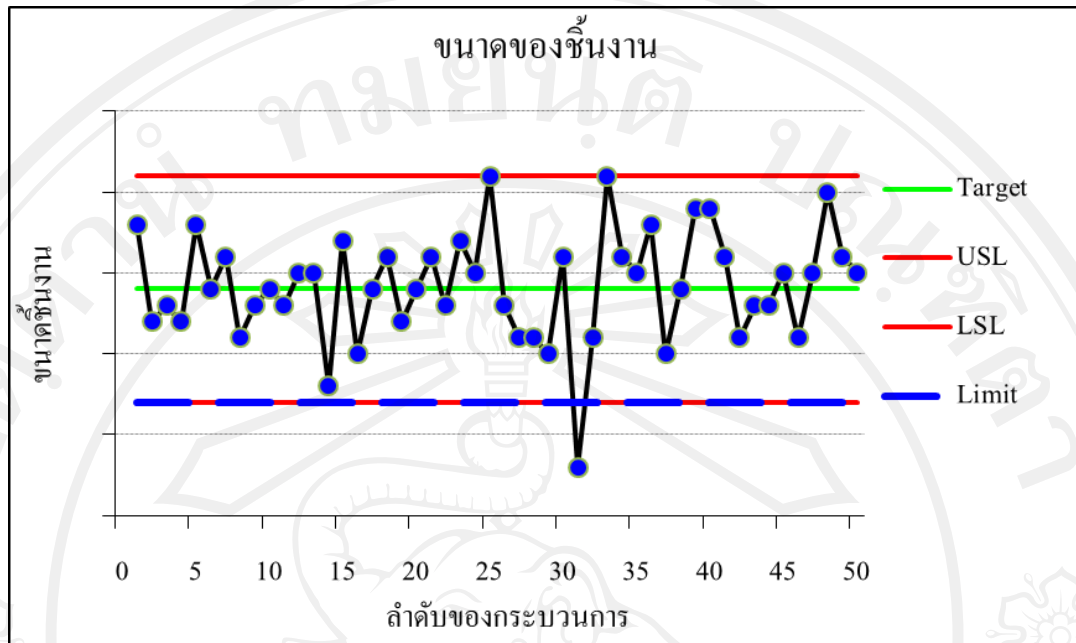
จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงระบบควบคุมขนาดของเครื่องขัดพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจดังนี้

- งานวิจัยของ Masuko et al. (1981) ได้ทำการปรับปรุงความแม่นยำในการควบคุมขนาดของชิ้นงานโดยใช้เซ็นเซอร์แบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic) ซึ่งพบว่าสามารถควบคุมขนาดของชิ้นงานด้วยความแม่นยำมากขึ้น โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 1 ไมครอน

- งานวิจัยของ Katagiri et al. (1984) ได้ปรับปรุงความแม่นยำในการควบคุมขนาดของชิ้นงานโดยใช้เซ็นเซอร์ควบคุม 2 ชุด ชุดแรกเป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งการหมุนของแผ่นขัด ส่วนชุดที่สองเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดขนาดของชิ้นงาน โดยการทำงานของเซ็นเซอร์ทั้ง 2 ชุดนี้จะทำงานร่วมกันคือ ต้องให้เซ็นเซอร์ชุดแรกจับตำแหน่งของแผ่นขัดที่ระบุไว้ก่อนเซ็นเซอร์ชุดที่สองจึงจะวัดขนาดของชิ้นงานได้ โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 3 ไมครอน

4.8.3 ทำการค้นคว้าภายใน (Search Internally)

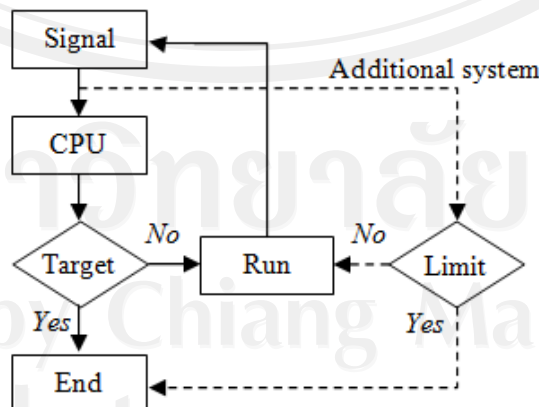
เนื่องจากบริษัทในกรณีศึกษานี้ ได้เคยทำการปรับปรุงระบบควบคุมขนาดชิ้นงานของเครื่องขัดโดยการเปลี่ยนเซ็นเซอร์จากระบบสัมผัสเป็นระบบไม่สัมผัส เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขนาดชิ้นงานจากการสึกหรอของจุดสัมผัส ดังนั้นหากจะเปลี่ยนระบบเซ็นเซอร์เป็นแบบอัลตราโซนิกจะต้องใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวคิดในการปรับปรุงระบบควบคุมขนาดชิ้นงานโดยการป้องกันไม่ให้เกิดงานเสีย D โดยใช้แนวคิดโปคาโยเกะ (Poka-yoke) นั่นคือการสร้างระบบควบคุมขนาดชิ้นงานแบบทำงานคู่ขนาน โดยจากการศึกษาการทำงานของเครื่องจักรในการควบคุมขนาดของชิ้นงานพบว่า เครื่องจักรจะควบคุมขนาดชิ้นงานโดยใช้ค่าเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้เพียงอย่างเดียว โดยชุดควบคุมขนาดชิ้นงานจะรับสัญญาณมาจากเซ็นเซอร์เพื่อประมวลผลขนาดของชิ้นงาน ซึ่งในการประมวลผลนั้นเครื่องจักรจะนำปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องมาประมวลผลด้วย ทำให้บางครั้งเครื่องจักรเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ ดังนั้นจึงเสนอให้นำสัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์มาใช้โดยตรงโดยสร้างเป็นระบบควบคุมขนาดชิ้นงานแบบคู่ขนาน โดยระบบที่สร้างเพิ่มนี้จะใช้ขนาดของชิ้นงานต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Lower Specification Limit, LSL) มาเป็นค่าเป้าหมายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดงานเสีย D



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการควบคุมขนาดชิ้นงานตามแนวคิดโปกาโยเกะ (Poka-yoke)

4.8.4 จัดสร้างระบบการควบคุม (Explore systematically)

ทำการเพิ่มเติมระบบควบคุมขนาดชิ้นงานแบบคู่ขนานโดยการดัดแปลงแลดเดอร์ (Ladder) ในพีแอลซี (Programmable Logic Control, PLC) ของเครื่องจักร โดยการทำงานของระบบจะทำงานโดยนำสัญญาณจากเซ็นเซอร์มาเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ หากสัญญาณที่ได้รับถึงค่าที่กำหนดไว้แล้วแต่ขนาดของชิ้นงานจากการประมวลผลของเครื่องยังไม่ถึงค่าเป้าหมาย เครื่องจะต้องหยุดทำงานโดยอัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงระบบการควบคุมขนาดชิ้นงานแบบคู่ขนาน

4.8.5 นำไปใช้งาน (Reflect on the solutions and the process)

จากระบบควบคุมขนาดชิ้นงานแบบกลุ่มงานที่ได้เสนอเพื่อปรับปรุงงานเสีย D ได้นำไปติดตั้งเพื่อทดสอบการทำงานของระบบจำนวน 1 เครื่อง โดยเลือกจากเครื่องจักรที่เกิดงานเสีย D มากที่สุดคือเครื่องจักรหมายเลข P06 โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 5 วันระหว่างช่วงวันที่ 4-8 เมษายน พ.ศ. 2556 ผลการปรับปรุงจะกล่าวในลำดับต่อไป

4.9 เปรียบเทียบผลการปรับปรุง

ทำการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงระบบควบคุมขนาดชิ้นงานของเครื่องจักรหมายเลข P06 โดยใช้การทดสอบสมมติฐานแบบ 2 Proportions Test โดยกำหนดให้สมมติฐานหลัก (H_0) คือ สัดส่วนงานเสียระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไขไม่แตกต่างกันและสมมติฐานรอง (H_1) คือ สัดส่วนงานเสียก่อนการปรับปรุงแก้ไขมากกว่าผลหลังการปรับปรุงแก้ไขโดยที่

P_1 คือ สัดส่วนงานเสีย D ก่อนการปรับปรุงแก้ไข

P_2 คือ สัดส่วนงานเสีย D หลังการปรับปรุงแก้ไข

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการการทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

$$H_0: P_1 = P_2$$

$$H_1: P_1 > P_2$$

ผลการทดสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรม Minitab ดังแสดงในรูปที่ 4.16 พบว่าค่า P-Value ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าน้อยกว่า 0.05 สามารถอธิบายได้ว่าสัดส่วนงานเสีย D หลังการปรับปรุงแก้ไขมีค่าน้อยกว่าสัดส่วนงานเสีย D ก่อนการปรับปรุงแก้ไขอย่างมีนัยสำคัญ จึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) และเมื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไขพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าสูงขึ้น 3.87% โดยมีอัตราคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น 1.97%

Test and CI for Two Proportions

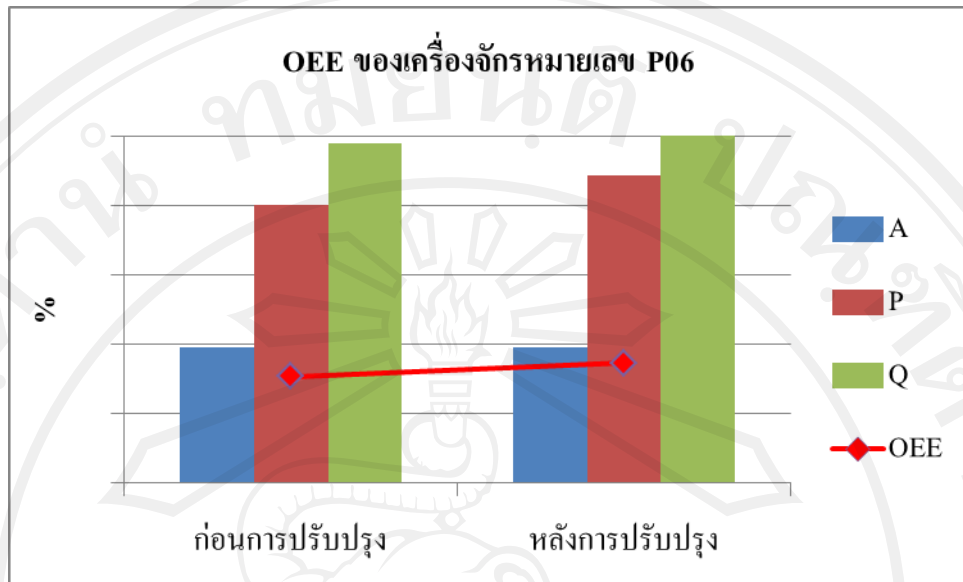
Difference = p (1) - p (2)

Estimate for difference: 0.0148234

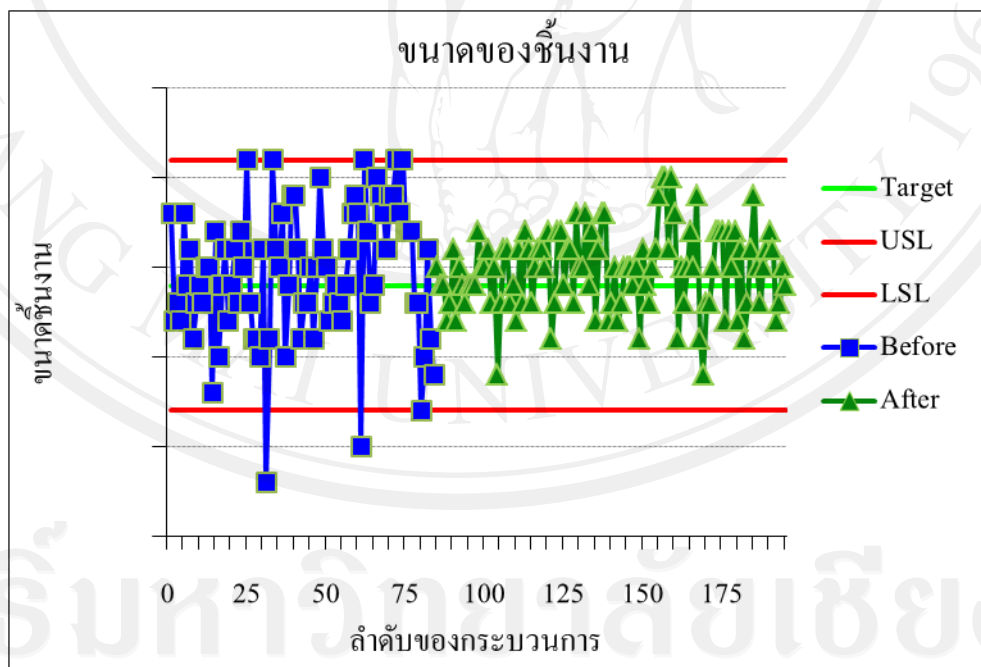
95% lower bound for difference: 0.0143181

Test for difference = 0 (vs > 0): Z = 48.25 P-Value = 0.000

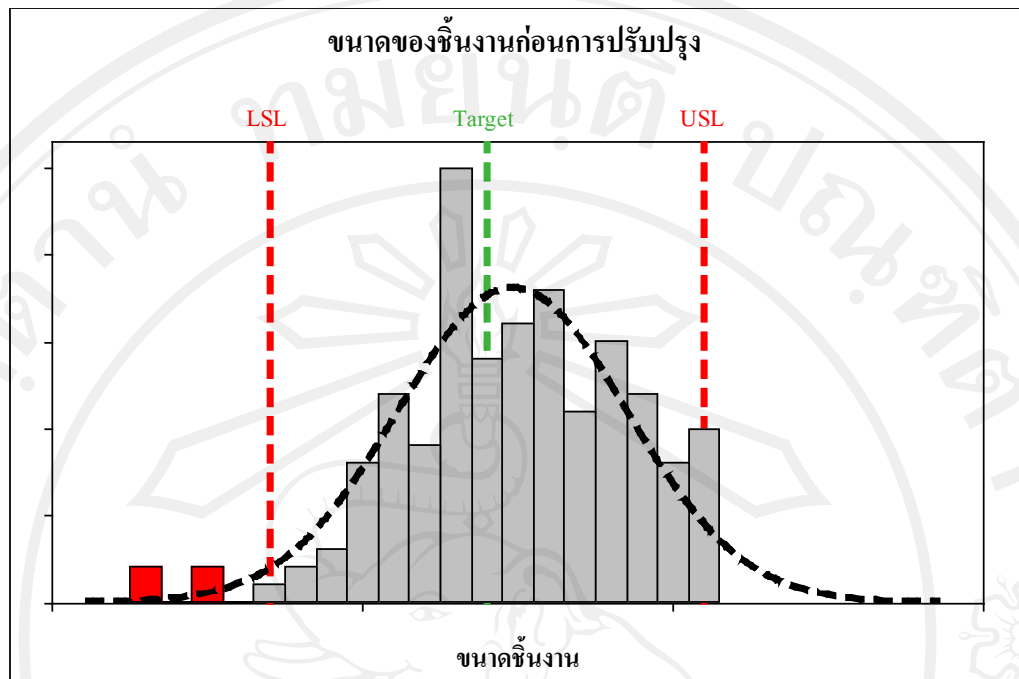
รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบ 2 Proportions Test ก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไข



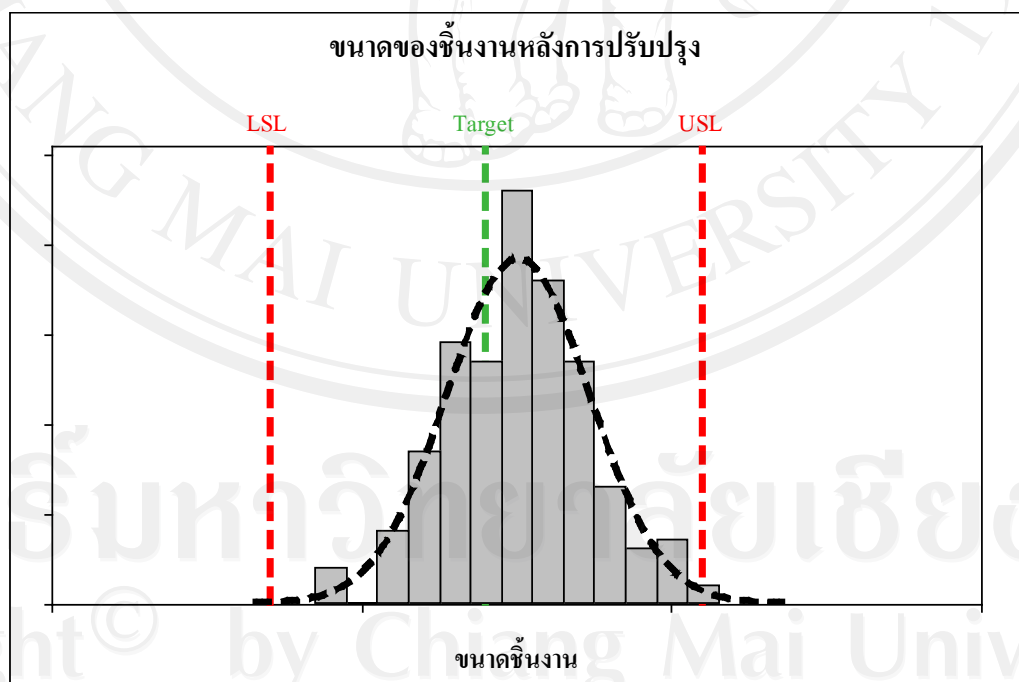
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการควบคุมขนาดของชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงสมรรถนะของระบบควบคุมขนาดของชิ้นงานก่อนการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงสมรรถนะของระบบควบคุมขนาดของชิ้นงานหลังการปรับปรุงแก้ไข