บทที่ 4

การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา

4.1 บทนำ

จากขั้นตอนการนิยามปัญหาในบทที่ 3 จะทำให้ทีมงานทราบถึงปัญหาที่จะต้องแก้ไขชัดเจนขึ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหาโดยวัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้จะช่วยทำให้ทราบได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าระบบการวัดมีปัญหาหรือไม่เพื่อจะที่จะรับรองความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวัดก่อนทำการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัญหาต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

ในการผลิตสินค้าเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้านั้น กระบวนการหนึ่งที่มีส่วนสำคัญในการประกันคุณภาพของสินค้าที่ผลิตนั้นก็คือการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพนั้นใช้กระบวนการในการวัดเป็นหลักโดยองค์ประกอบในกระบวนการวัดนั้นจะประกอบไปด้วย พนักงานผู้ทำการตรวจวัด ทักษะความชำนาญและประสบการณ์ เครื่องมือวัด ชิ้นงาน สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการวัด เช่น ความสว่าง อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งในปัจจัยต่างๆที่กล่าวถึงนี้อาจมีความผันแปรอยู่ภายใต้องค์ประกอบเหล่านั้นจึงทำให้เกิดความผันแปรและความแปรปรวนในการวัด ซึ่งความผันแปรในการวัดนี้เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเริ่มต้นเข้าสู่การแก้ไขปัญหาทั้งนี้เพราะหากผู้วัดมีการวัดผลที่ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนนั้นส่งผลในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ ซึ่งหากพนักงานที่ทำการวัดมีความเอนเอียงทางด้านลูกค้าแล้วปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่สามารถยอมรับได้อาจทำให้บริษัทสูญเสียโอกาสในการขายในขณะเดียวกันหากพนักงานที่ทำการวัดมความเอนเอียงทางด้านบริษัทโดยการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่สมควรปฏิเสธย่อมส่งผลเสียให้กับลูกค้าซึ่งเป็นความผิดพลาดที่องค์กรไม่ต้องการให้เกิดขึ้น

ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบความแม่นยำในการวัดครั้งนี้จึงเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของระบบการวัดจากค่าวัดที่ได้เพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรออกจากชิ้นงาน

(Part – to – Part Variation) พนักงานวัด (Appraiser) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation) และแหล่งผันแปรอื่นๆที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยธรรมชาติ

ในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานฉีดพลาสติกว่ามีจุดดำหรือไม่นั้นโดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการตรวจสอบด้วยสายตาโดยพนักงาน QC ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ว่าพนักงาน QC เหล่านั้นมีความแม่นยำในการวัดมากน้อยเพียงใดโดยได้มีการทำการทดลองออกแบบวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดดังต่อไปนี้

4.2.1 การประเมินผลกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับ (Attribute) มีขั้นตอนดังนี้

(กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์ระบบการวัด(MSA), กุมภาพันธ์ 2543)

1.ทำการเลือกสิ่งตัวอย่างชิ้นงานจากระบวนการผลิตมาประมาณ 30 ชิ้น โดยประกอบไปด้วยชิ้นงานตัวอย่างที่มีคุณภาพดี ชิ้นงานตัวอย่างที่มีคุณภาพไม่ดี และชิ้นงานตัวอย่างที่มีคุณภาพก้ำกึ่งที่จะยอมรับหรือปฏิเสธ มาในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน โดยชิ้นงานตัวอย่างเหล่านั้นผ่านการตรวจสอบอีกครั้งโดยผู้จัดการโรงงานและวิศวกรฝ่ายประกันคุณภาพ

2. ทำการเลือกพนักงานวัดที่ทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเหล่านี้มา 3 คนโดยทั้ง 3 คนนี้ได้ผ่านการฝึกอบรมแล้ว

3. ให้พนักงานแต่ละคนทำการสุ่มชิ้นงานขึ้นมาตรวจสอบและบันทึกผลการตรวจสอบชิ้นงาน “ผ่าน“ หรือ “ไม่ผ่าน“ ลงในแบบบันทึกผลการตรวจสอบโดยให้พนักงานแต่ละคนทำเช่นนี้คนละ 3 ครั้ง

4. ทำการประเมินผลด้วยค่าดัชนีต่างๆดังนี้

$$\%\ \text{รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่การตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

$$\%\ \text{ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้เหมือนและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

$$\%\ \text{ประสิทธิผลด้านรีพิททะบิลิตี้ของการตรวจสอบเหมือนกัน} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานตรวจได้}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

$$\%\ \text{ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานทุกคนตรวจถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

5. ดำเนินการตัดสินใจเพื่อปฏิบัติการแก้ไขจากดัชนีที่คำนวณได้ตามข้อ 4 โดยกำหนดเกณฑ์ในการยอมรับไว้ดังนี้

- % รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ = 100%
- % ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ = 100%
- % ประสิทธิผลด้านรีพิททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ = 100%
- % ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบ = 100%

4.2.2 ทำการประเมินผลกระบวนการวัดโดยการเลือกชิ้นงานมา 2 ชิ้นงานโดยเป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ 1 ชิ้นงานและ อุตสาหกรรมประเภทฝาเครื่องดื่ม 1 ชิ้นงานได้ผลการวัดดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์การตรวจวัดของผลิตภัณฑ์ TC 32762

No	งานทำซ้ำ Y	คุณภาพงานมาตรฐาน O หรือ N	A ครั้งที่ 1	A ครั้งที่ 2	A ครั้งที่ 3	B ครั้งที่ 1	B ครั้งที่ 2	B ครั้งที่ 3	C ครั้งที่ 1	C ครั้งที่ 2	C ครั้งที่ 3	Operator ทุกคนเหมือนกัน	Operator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง
1		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
2		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
3		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
4		N	N	N	N	O	O	O	N	N	N	N	N
5		N	N	N	N	O	O	O	N	N	N	N	N
6	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
7		O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N
8		N	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N
9		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
10		N	N	N	N	O	O	O	O	O	N	N	N
11		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
12		N	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13		N	N	N	N	O	N	N	O	O	O	N	N
14		O	O	O	O	O	O	O	O	O	N	N	N
15		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
16		N	N	N	O	N	N	N	N	N	N	N	N
17	Y	O	O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
18	Y	O	O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
19		O	N	O	O	O	O	O	O	O	O	N	N
20		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
21		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
22	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
23		O	O	O	O	O	O	O	O	O	N	N	N
24		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
25		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
26		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
27	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
28		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
29		N	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N
30		N	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N

ผลการศึกษา

		% Repeatability			
ครั้งที่ผลเหมือนกัน / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	25 / 30	83%	27 / 30	90%	27 / 30	90%
		% Bias			
ครั้งที่ผลเหมือนกันและถูก / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	24 / 30	80%	23 / 30	77%	23 / 30	77%
				Approved	Checked	Issued
Operator ทุกคนเหมือนกัน	50%	Acceptable				
Operator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง	50%	Rejectable				

ตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์การตรวจวัดของผลิตภัณฑ์ Nestle

No	งานกำกึ่ง	คุณภาพงานมาตรฐาน	A			B			C			Operator ทุกคนเหมือนกัน	Operater ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
	Y	O หรือ N	O หรือ N										
1		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
2		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
3		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
4		N	O	O	N	O	O	O	N	N	N	N	N
5		N	N	N	N	O	O	O	N	N	N	N	N
6	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
7		O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N
8		N	O	O	O	O	O	N	N	N	N	N	N
9		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
10	N	N	N	N	N	O	O	O	O	O	N	N	N
11		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
12		N	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13		N	N	N	N	O	N	N	O	O	O	N	N
14		O	O	O	O	O	O	O	O	O	N	N	N
15		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	N
16		N	N	N	O	N	N	N	N	N	N	N	N
17	Y	O	O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
18	Y	O	O	O	O	O	N	N	N	N	N	N	N
19		O	N	N	O	O	O	O	N	N	N	N	N
20		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
21		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
22	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
23		O	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N
24		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
25		O	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	N
26		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
27	Y	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	N
28		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
29		N	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N
30		N	O	O	N	N	N	N	N	N	N	N	N

ผลการศึกษา

%Repeatability						
ครั้งที่ผลเหมือนกัน / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	24 / 30	80%	26 / 30	87%	28 / 30	93%
%Bias						
ครั้งที่ผลเหมือนกันและถูก / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	19 / 30	63%	19 / 30	63%	21 / 30	70%
				Approved	Checked	Issued
Operator ทุกคนเหมือนกัน	50%	Acceptable				
Opreator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง	43%	Rejectable				

จากผลการตรวจสอบประสิทธิผลของการวัดพบว่าเปอร์เซ็นต์ความไม่ไบอัสและรีพิททะบิลิตี้ เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพิททะบิลิตี้ของการตรวจสอบและเปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของระบบการวัด

พนักงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน	% รีพิททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ	% ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ	% ประสิทธิผลด้านรีพิททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ	% ประสิทธิผลด้านไบอัส
A	TC 32762	83	80	TC 32762	TC 32762
	Nestley	80	63	50%	50%
B	TC 32762	90	77		
	Nestley	87	63		
C	TC 32762	90	77	Nestle	Nesle
	Nestley	93	70	50%	43%

ซึ่งพบว่ายังคงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขอีกเนื่องจากทางบริษัทได้กำหนดเกณฑ์ในการยอมรับไว้ที่ 100 % ดังนั้นจึงได้ทำการฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมและทำการประเมินผลใหม่อีกครั้ง ซึ่งผลการตรวจวัดหลังจากการฝึกอบรมแล้วได้ผลดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวัดหลังจากฝึกอบรมสำหรับผลิตภัณฑ์ TC 32762

No	งานก้าวกระโดด	คุณภาพงานมาตรฐาน	A			B			C			Operater ทุกคนเหมือนกัน	Operater ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
	Y	O หรือ N											
1		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
2		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
3		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
4		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
5		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
6	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
7		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
8		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
9		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
10	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
11		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
12		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
13		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
14		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
15		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
16		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
17	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
18	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
19		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
20		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
21		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
22	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
23		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
24		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
25		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
26		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
27	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
28		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
29		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
30		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y

ผลการศึกษา

* Repeatabilty						
ครั้งที่ผลเหมือนกัน / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	30 / 30	100 %	30 / 30	100 %	30 / 30	100 %
* Bias						
ครั้งที่ผลเหมือนกันและถูก / จำนวนครั้งที่ทดสอบ	30 / 30	100 %	30 / 30	100 %	30 / 30	100 %
					Approved	Checked / Issued
Operator ทุกคนเหมือนกัน	100%		Acceptable			
Opreator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง	100%		Rejectable			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดหลังจากฝึกอบรมสำหรับผลิตภัณฑ์ Nestle

No	งานท้าทาย	คุณภาพงานมาตรฐาน	A			B			C			Operater ทุกคนเหมือนกัน	Operator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
	Y	O หรือ N											
1		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
2		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
3		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
4		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
5		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
6	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
7		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
8		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
9		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
10	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
11		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
12		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
13		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
14		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
15		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
16		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
17	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
18	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
19		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
20		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
21		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
22	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
23		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
24		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
25		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
26		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
27	Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
28		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y
29		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Y	Y
30		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y

ผลการศึกษา

* Repeatability						
ครั้งที่ผลเหมือนกัน	30	100%	30	100%	30	100%
จำนวนครั้งที่ทดสอบ	30		30		30	
* Bias						
ครั้งที่ผลเหมือนกันและถูก	30	100%	30	100%	30	100%
จำนวนครั้งที่ทดสอบ	30		30		30	
					Approved	Checked	Issued
Operator ทุกคนเหมือนกัน	100%		Acceptable				
Opreator ทุกคนเหมือนกันและถูกต้อง	100%		Rejectable				

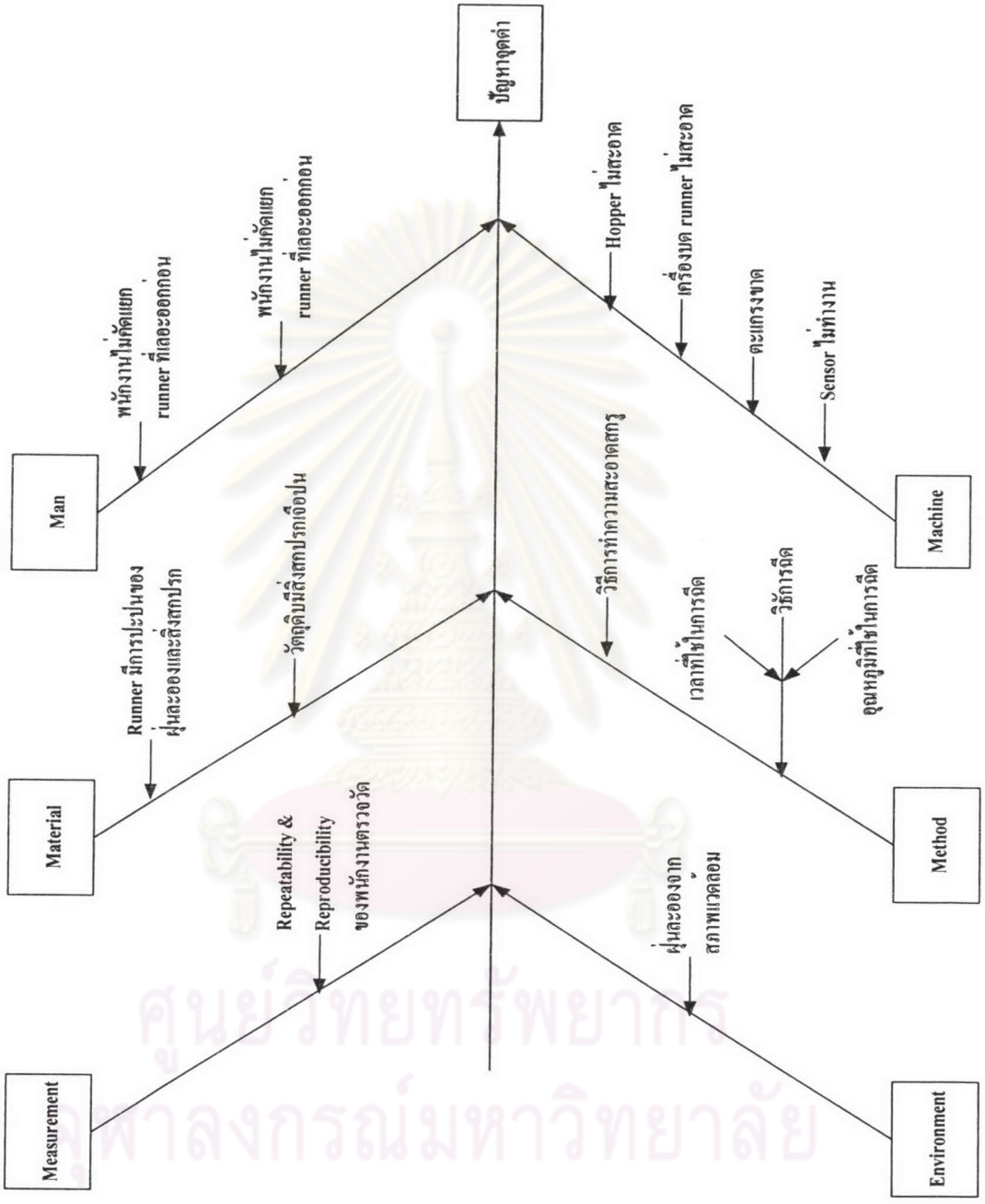
ซึ่งหลังจากการฝึกอบรมแล้วพบว่าเปอร์เซ็นต์ความไม่ไบอัสและรีพิททะบิลิตี้ เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพิททะบิลิตี้ของการตรวจสอบและเปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจวัดได้ตามเกณฑ์มาตรฐานคือ 100% ทั้งนี้เพราะก่อนการทดสอบใหม่ทางทีมวิจัยได้มีการฝึกอบรมถึงเกณฑ์ในการยอมรับปัญหาจุดดำในชิ้นงานแต่ละประเภทให้พนักงานทราบให้ชัดเจน

รวมทั้งจัดทำตัวอย่างชิ้นงานกึ่งการยอมรับ (Marginal) ซึ่งมักเป็นปัญหากับพนักงานตรวจสอบ เพราะไม่แน่ใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจที่ผ่านมาซึ่งเมื่อมีการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้แล้วพบว่าผลการตรวจวัดดีขึ้นจนสามารถยอมรับได้

4.3 การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

การวิเคราะห์สาเหตุและผลนั้นเป็นขั้นตอนในการระดมความคิดจากทีมงานที่มีประสบการณ์และความรู้จากแต่ละสาขาและหน่วยงานในองค์กรเพื่อระดมความคิดในการประเมินเพื่อหาสาเหตุและโอกาสที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาจุดดำบนชิ้นงานซึ่งขั้นตอนในการระดมความคิดเพื่อหาสาเหตุและผลมีดังนี้

1. ประชุมทีมงานจากหน่วยงานต่างๆเพื่อทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตชิ้นงานฉีดพลาสติกตามแผนผังกระบวนการอย่างละเอียด
2. ระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการทำให้เกิดจุดดำบนชิ้นงานโดยในการระดมความคิดนี้จะต้องกระทำโดยอิสระและพิจารณาถึงปัจจัยทั้งหมดได้แก่ คน(Man), เครื่องจักร(Machine), วัตถุดิบ(Material), วิธีการทำงาน(Method), สภาพแวดล้อมการทำงาน(Work Environment),ระบบการวัด (Measurement)
3. นำข้อมูลที่ได้ใส่ในตาราง Cause and Effect Matrix โดยกำหนดอัตราความสำคัญอยู่ที่ 10 คะแนน เนื่องจากเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการเพียงข้อเดียว
4. ให้สมาชิกในกลุ่มทำการลงคะแนนความสำคัญในทุกปัจจัยโดยมีช่วงคะแนนตั้งแต่ 1-10 คะแนน โดยแต่ละคนจะต้องให้คะแนนให้ครบทุกปัจจัย
5. ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนพร้อมทั้งคูณค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยของแต่ละสมาชิกด้วยอัตราความสำคัญที่มีต่อลูกค้าคือ 10 จากนั้นจึงรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดในแต่ละปัจจัยและทำการสรุปผลคะแนนในตาราง Cause and Effect Matrix ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 4.6 และนำมาจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยเรียงจากคะแนนมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดด้วยแผนภูมิพาเรโตดังแสดงในรูปที่ 4.1



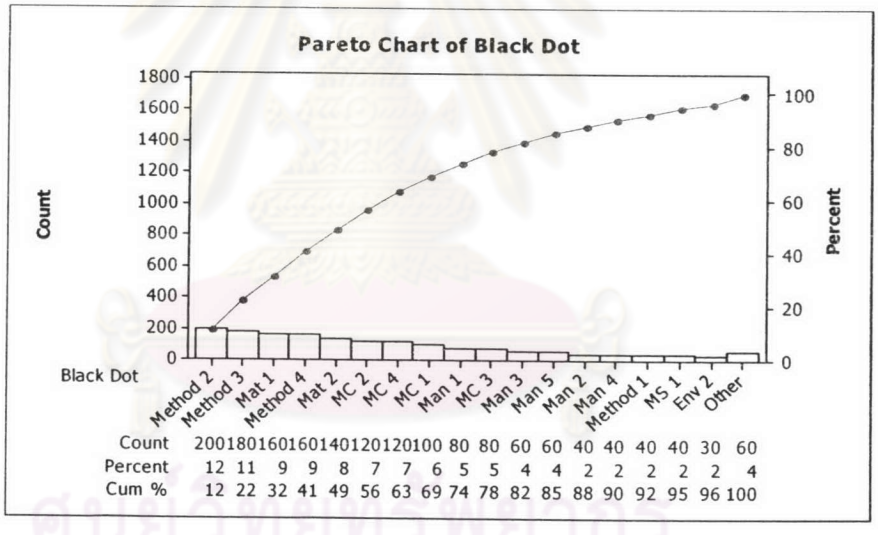
รูปที่ 4.1 แสดงแผนผังก้างปลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ปัญหาจากการหาความสัมพันธ์สาเหตุและผล (Cause and Effect Matrix)

อัตราความสำคัญต่อลูกค้า / ผลกระทบต่อการเกิดปัญหาจุดดำ (Black Dot)			
ลำดับที่	จำแนกตามสาเหตุ (Cause)	ตัวแปรป้อนเข้าที่มีผล (Key Process Input Variable)	รวม
	Man		
1.		- พนักงานลากถุงวัตถุดิบกับพื้น	20
2.		- พนักงานไม่ทำความสะอาดถุงวัตถุดิบก่อนเทใส่ใน Hopper	30
3.		- พนักงานปรับตั้งค่าฉีดพลาสติกผิด	20
4.		- พนักงานนำ runner คนละประเภทมาผสม	30
5.		- พนักงานไม่คัดแยก runner ที่สกปรก (เลอะ) ออกก่อน	40
	Machine		
1.		- Hopper สกปรก	50
2.		- เครื่องบด runner สกปรก	60
3.		- ตะแกรงขาด	40
4.		- Sensor ไม่ทำงาน	60
	Material		
1.		- runner มีสิ่งสกปรกเจือปน	80
2.		- วัตถุดิบ (เม็ดพลาสติก) มีสิ่งสกปรกเจือปน	70
	Method		
1.		- ไม่ปฏิบัติตามวิธีการมาตรฐานในระหว่างฉีดโดยไม่มีการปิดฝา hopper/runner	20
2.		- วิธีการทำความสะอาดสกรู (ไม่ได้ทำการขัด)	98
3.		- อุณหภูมิในการฉีดชิ้นงานไม่เหมาะสม	90
4.		- เวลาในการฉีดชิ้นงานไม่เหมาะสม	80

อัตราความสำคัญต่อลูกค้า / ผลกระทบต่อการเกิดปัญหาจุดดำ (Black Dot)			
ลำดับที่	จำแนกตามสาเหตุ (Cause)	ตัวแปรป้อนเข้าที่มีผล (Key Process Input Variable)	รวม
5.		- การจัดตารางการผลิตไม่เหมาะสม	14
	Environment		
1.		- ฝุ่นละอองในกระบวนการผลิตมาก	12
2.		- สถานที่จัดเก็บวัตถุดิบไม่สะอาดเพียงพอ	15
3.		- มีเศษโลหะปะปนลงไปในวัตถุดิบ	10
	Measurement		
1.		Repeatability & Reproducibility	20



รูปที่ 4.2 แสดงแผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเกิดปัญหาจุดดำในชิ้นงาน จากการวิเคราะห์ด้วย Cause & Effect Matrix

ผลจากการจัดทำ Cause & Effect Matrix เมื่อมีการนำมาเลือกปัจจัยตามลำดับคะแนนที่มีผลมากที่สุดในแผนภูมิพาเรโต เพื่อนำไปศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาจุดดำด้วย FMEA

ต่อไป ซึ่งปัจจัยที่วิเคราะห์จากแผนผังพาเรโตสามารถคัดกรองปัจจัยที่มีผลได้ทั้งหมด 11 ปัจจัย โดยมีสัดส่วนอยู่ที่ 82 % จากผลของปัจจัยทั้งหมด

4.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

ผลจากขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix) จะทำให้สามารถคัดกรองปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาจุดดำเหลือ 11 ปัจจัย ซึ่งหลังจากนี้จะนำทั้ง 11 ปัจจัย นี้มาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ที่เกิดขึ้นกับปัจจัยต่างๆเหล่านี้พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจะคำนึงถึงการให้คะแนนของ Risk Priority Number (RPN) ให้กับแต่ละปัญหาโดยมีหลักการคำนวณดังต่อไปนี้

O = Occurrence คือ ระดับความถี่ของการเกิดปัญหาความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

S = Severity คือ ระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้น

D = Detection คือ ระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหานั้นก่อนที่จะส่งมอบงานหรือผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า

ค่า O, S และ D นิยมใช้เป็นเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN ซึ่งมาจาก 1 x 1 x 1 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมากและความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นมีน้อยมากเช่นกันและสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1000 โดยมาจาก 10 X 10 X 10 ซึ่งหมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมากและความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมากรวมถึงความสามารถในการตรวจจับปัญหาต่ำ

ในการให้คะแนนของทั้ง 3 ปัจจัยนี้ จะกระทำโดยการระดมความคิดจากทีมงานซึ่งเป็นตัวแทนมาจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะคัดกรองปัจจัยที่มีความสำคัญในการเกิดปัญหา

หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์เรียงลำดับปัจจัยโดยใช้แผนผังพาเรโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 ซึ่งผลสรุปสุดท้ายจะนำไปทดสอบสมมติฐานต่อไป

ตารางที่ 4.7 ตารางประเมินโอกาสการเกิดสำหรับ FMEA (Occurrence)

โอกาสการเกิด	**อัตราข้อบกพร่องที่มีโอกาส**	**อันดับ**
สูงมาก : เกิดขึ้นเสมอ	> 100 ต่อทุก 1000 ชิ้น	10
	50 ต่อทุก 1000 ชิ้น	9
สูง : เกิดขึ้นบ่อยๆ	20 ต่อทุก 1000 ชิ้น	8
	10 ต่อทุก 1000 ชิ้น	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นบางโอกาส	5 ต่อทุก 1000 ชิ้น	6
	2 ต่อทุก 1000 ชิ้น	5
ต่ำ : เกิดขึ้นน้อย	1 ต่อทุก 1000 ชิ้น	4
	0.5 ต่อทุก 1000 ชิ้น	3
ห่างไกล : ข้อบกพร่องที่ไม่ค่อยคุ้นเคย	0.1 ต่อทุก 1000 ชิ้น	2
	< 0.01 ต่อทุก 1000 ชิ้น	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ตารางข้อเสนอแนะสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง (Severity)

ผลกระทบ	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลที่เกิดกับลูกค้า	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลกระทบต่อโรงงาน	อันดับ
อันตรายมากโดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบรุนแรงมากเมื่อข้อบกพร่องนั้นส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์ และ/หรือ เกี่ยวข้องกับความไม่สอดคล้องตามกฎระเบียบ โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	อาจทำให้พนักงานเครื่องจักร เครื่องมือหรือการประกอบได้รับอันตรายโดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายมากโดยมีการเตือน	มีผลกระทบรุนแรงมากเมื่อข้อบกพร่องนั้นส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้ยานยนต์และ / หรือ เกี่ยวข้องกับความไม่สอดคล้องตามกฎระเบียบโดยมีการเตือนล่วงหน้า	อาจทำให้พนักงานเครื่องจักร เครื่องมือหรือการประกอบได้รับอันตรายโดยมีการเตือน	9
สูงมาก	ชิ้นส่วนยานยนต์ไม่ทำงาน (สูญเสียหน้าที่การทำงานหลัก)	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 100% อาจต้องถูกทิ้งหรือชิ้นส่วน/ยานยนต์ที่ถูกซ่อมในแผนกซ่อมใช้เวลาซ่อม 1 ชั่วโมง	8
สูง	ยานยนต์ / ชิ้นส่วนทำงานได้แต่ถูกลดระดับสมรรถนะลงและลูกค้าไม่พอใจมาก	ผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจถูกคัดเลือกและบางส่วนอาจต้องถูกทิ้งหรือใช้เวลาซ่อม 0.5-1 ชั่วโมง	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

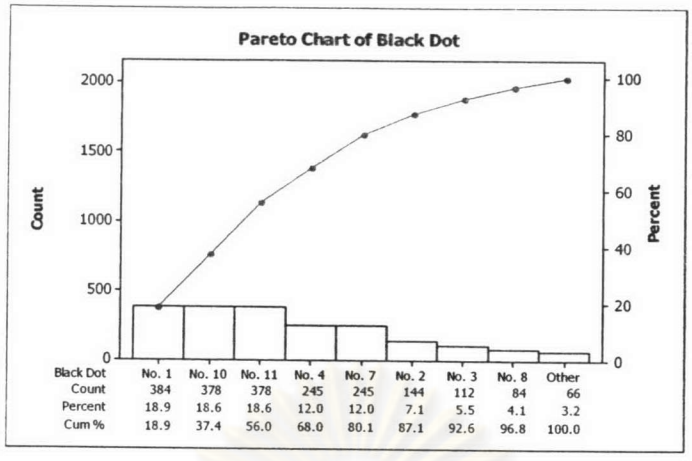
ตารางที่ 4.8 (ต่อ) ตารางข้อเสนอแนะสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง

ผลกระทบ	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลที่เกิดกับลูกค้า	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลกระทบต่อโรงงาน	อันดับ
ปานกลาง	ยานยนต์ / ชิ้นส่วนทำงานได้แต่รายการที่เกี่ยวข้องกับความสะดวกสบายไม่ทำงานและลูกค้าไม่พอใจ	บางส่วนของผลิตภัณฑ์อาจถูกทิ้งโดยไม่มีการคัดเลือกหรือใช้เวลาในการซ่อมน้อยกว่า 0.5 ชั่วโมง	6
ต่ำ	ยานยนต์ / ชิ้นส่วนทำงานได้แต่รายการที่เกี่ยวข้องกับความสะดวกสบายทำงานได้เช่นกันแต่อยู่ในระดับสมรรถนะที่ลดลง	ทุกๆชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์อาจถูกนำไปแก้ไขหรือชิ้นส่วนอาจถูกซ่อมนอกสายการผลิตโดยไม่ส่งไปแผนกซ่อม	5
ต่ำมาก	ความพอดีและความเรียบร้อยไม่เป็นไปตามต้องการ มีเสียงดัง มีเสียงรบกวน ข้อบกพร่องดังกล่าวลูกค้าส่วนใหญ่สังเกตได้	ผลิตภัณฑ์อาจถูกคัดเลือกโดยไม่มีการทิ้งและมีบางส่วนถูกนำไปแก้ไข	4
เล็กน้อย	ความพอดีและความเรียบร้อยไม่เป็นไปตามต้องการ ข้อบกพร่องดังกล่าวลูกค้าประมาณ 50% สามารถสังเกตได้	บางส่วนของผลิตภัณฑ์อาจถูกแก้ไข ณ สายการผลิตโดยไม่มีการทิ้งแต่นอกจุดของสายการทำงาน	3
เล็กน้อยมาก	ความพอดีและความเรียบร้อยไม่เป็นไปตามต้องการ ข้อบกพร่องดังกล่าวลูกค้าสามารถพบได้งเกต	บางส่วนของผลิตภัณฑ์อาจถูกแก้ไข โดยไม่มีการทิ้ง	2

ผลกระทบ	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลที่เกิดกับลูกค้า	การให้คะแนนผลลักษณะข้อบกพร่องแนวโน้มซึ่งเป็นผลกระทบต่อโรงงาน	อันดับ
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ทำให้การทำงานหรือพนักงานการผลิตไม่สะดวกเล็กน้อยโดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพ	1

ตารางที่ 4.9 ตารางข้อเสนอแนะสำหรับเกณฑ์หัวข้อการตรวจจับ (Detection)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	อันดับ
เกือบเป็นไปไม่ได้	เป็นไปไม่ได้อย่างแน่นอนในการตรวจจับ	10
ห่างไกลมาก	การควบคุมอาจจะไม่สามารถตรวจพบ	9
ห่างไกล	การควบคุมมีโอกาสน้อยที่จะตรวจพบ	8
น้อยมาก	การควบคุมมีโอกาสน้อยที่จะตรวจพบ	7
ต่ำ	การควบคุมอาจตรวจพบ	6
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบ	5
ปานกลางค่อนข้างสูง	การควบคุมมีโอกาสตรวจพบ	4
สูง	การควบคุมมีโอกาสสูงมากที่จะตรวจพบ	3
ค่อนข้างสูงมาก	การควบคุมเกือบแน่นอนในการตรวจจับ	2
สูงมาก	การควบคุมมีแน่นอนในการตรวจจับมาก	1



รูปที่ 4.3 แผนผังพาเรโตแสดงการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาตามค่าของ RPN

จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) เมื่อนำผลคะแนน RPN มาจัดลำดับใหม่ด้วยแผนผังพาเรโตโดยเรียงลำดับจากคะแนนมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดและคัดเลือกนำปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุดซึ่งมีสัดส่วนผลรวมของคะแนนอยู่ที่ 80% จะได้ปัจจัยที่มีผลทั้งหมด 5 ปัจจัย ซึ่งจะเป็นปัจจัยที่จะใช้นำเข้าไปศึกษาในขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานต่อไป โดยที่ปัจจัยทั้ง 5 ข้อ ได้แก่

1. ความสะอาดของสกรู
2. อุณหภูมิในการฉีดชิ้นงาน
3. เวลาที่ใช้ในการฉีดชิ้นงาน
4. ความสะอาดของเครื่องบด Runner
5. ความสะอาดของ Runner ที่ใช้

ในขั้นตอนต่อไปจะนำปัจจัยทั้งหมดไปทำการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยต่างๆ ในบทที่ 5 เพื่อเป็นการยืนยันความมีนัยสำคัญของผลกระทบที่ทำให้เกิดปัญหาจุดดำในชิ้นงานต่อไป

4.5 สรุปผลขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุปัญหา

ขั้นตอนในการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุปัญหานั้นเป็นขั้นตอนเพื่อใช้ช่วยในการกำหนดสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาและคัดเลือกอย่างมีระบบจนกระทั่งสามารถคัดกรองกลุ่มของสาเหตุหลักที่มีความสำคัญมากที่สุดออกมาได้โดยในขั้นตอนนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.5.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้ในครั้งแรกพบว่าระบบการวัดมีความสามารถในการตรวจสอบไม่ดีพอโดยมีเปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ (%Appraiser Score) และเปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ (%Attribute Score) เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ (%Attribute Screen Effect Score) และประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบมีค่าต่ำกว่า 100% ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงระบบการวัดใหม่โดยทำการฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบใหม่อีกครั้งก่อนทำการตรวจสอบระบบการวัดใหม่อีกครั้งซึ่งผลจากการตรวจสอบในครั้งหลังนี้พบว่าเปอร์เซนต์รีพีททะบิลิตี้ของพนักงานตรวจสอบ (%Appraiser Score) และเปอร์เซนต์ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ (%Attribute Score) เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้ของการตรวจสอบ (%Attribute Screen Effect Score) และประสิทธิผลด้านไบอัสของการตรวจสอบมีค่าเท่ากับ 100% ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

4.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

ในขั้นตอนนี้เป็นการหาสาเหตุที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดปัญหาจุดดำของชิ้นงานซึ่งจากการระดมความคิดจากทีมงานที่เกี่ยวข้องพบว่าปัจจัยที่สามารถทำให้เกิดปัญหาได้ทั้งหมดมีปัจจัยทั้งสิ้น 20 ปัจจัย จึงนำมาทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลของกระบวนการ (KPOV) และปัจจัยนำเข้า (KPIV) ด้วยตารางสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix) แล้วนำมาจัดเรียงลำดับคะแนนตามความสำคัญด้วยผังพาเรโตจึงเหลือปัจจัยนำเข้าที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนอง 11 ปัจจัยจากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ต่อไป

4.5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

ขั้นตอนการดำเนินงานในขั้นตอนนี้เป็นการนำปัจจัยที่เหลือ 11 ปัจจัยจากขั้นตอนแสดงสาเหตุและผลมานำมาเป็นปัจจัยนำเข้าเพื่อใช้ในการทดสอบแนวโน้มที่มีผลต่อการเกิดคราบสกปรกและนำจัดทำเป็นผังพาเรโตซึ่งสามารถคัดกรองปัจจัยที่เหลือได้เพียง 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสะอาดของสกรู อุณหภูมิในการฉีดชิ้นงาน เวลาที่ใช้ในการฉีดชิ้นงาน ความสะอาดของเครื่องบด Runner และ ความสะอาดของ Runner ที่ใช้ ซึ่งจะนำปัจจัยที่เหลือทั้งหมดนำไปทดสอบสมมติฐานในบทที่ 6 ต่อไป