บทที่ 3

การนิยามปัญหา

3.1 บทนำ

ในขั้นตอนการนิยามปัญหาจะเริ่มตั้งแต่การกำหนดทีมงานทำการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์สภาพของปัญหาในปัจจุบันของกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการบ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะของปัญหา นำไปสู่การกำหนดปัญหา ปริมาณของเสียเฉลี่ย สัดส่วนของเสียที่เกิดในกระบวนประกอบฮาร์ดดิสก์ โดยการกำหนดเทคนิคและ เครื่องมือต่างๆ เพื่อความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับขึ้นตอนของวิธีการซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งในขั้นตอนของการนิยามปัญหานี้เป็นขั้นตอนของการนิยามปัญหานี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2 การกำหนดทีมงานดำเนินงาน

ในการกำหนดทีมงานดำเนินงาน ได้คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ เพื่อช่วยในการสนับสนุนการทดลองและระดมความคิดด้วยเครื่องมือและเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งทีมงานดำเนินงานประกอบไปด้วยบุคคลที่มาจากส่วนต่างๆ ดังนี้

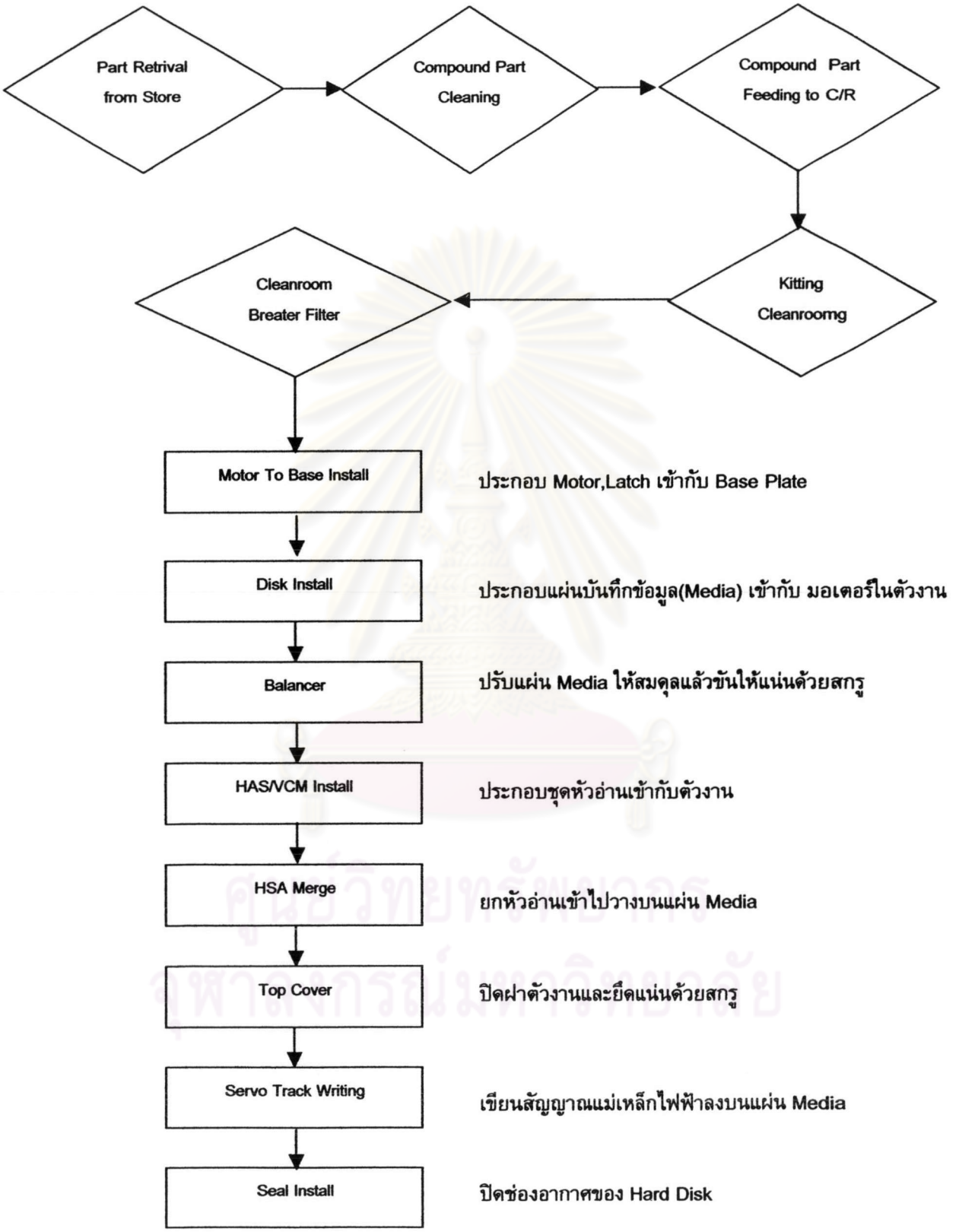
ทีมงานในการดำเนินงาน

- วิศวกรเครื่องมือเครื่องจักร (Tooling Engineer)
- วิศวกรกระบวนการ (Process Engineer)
- วิศวกรควบคุมคุณภาพ (Quality Engineer)
- วิศวกรควบคุณภาพวัตถุดิบ (Supplier Quality Engineer)
- ช่างเทคนิคเครื่องมือเครื่องจักร (Tooling Technician)
- ช่างเทคนิคกระบวนการผลิต (Process Technician)
- วิศวกรฝ่ายออกแบบเครื่องมือเครื่องจักร (Design & Tooling Engineer)

ในทีมงานนี้ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นวิศวกรเครื่องมือเครื่องจักร (Tooling Engineer)

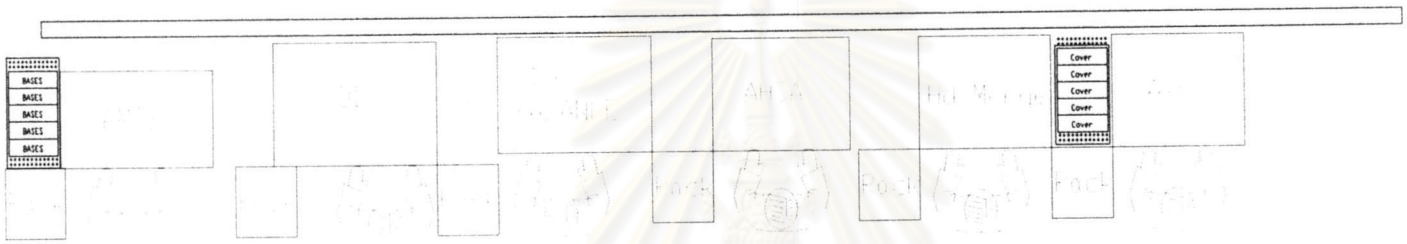
3.3 การศึกษากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตโดยรวมสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพอธิบายกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพกระบวนการผลิตรวม

3.4 แผนผังแสดงสายการประกอบ Hard Disk Drive (LineLay Out)



รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังสายผลิตการประกอบ Hard Disk Drive

ลักษณะสายการผลิตจะเป็นแบบต่อเนื่องโดยมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 6 เครื่อง และมีพนักงานคอยป้อนงานเข้าเครื่อง และหยิบงานออกจากเครื่องทั้งหมด 6 คน เมื่องานถูกประกอบเสร็จในแต่ละขั้นตอน พนักงานจะหยิบงานมาวางไว้ที่ Rack หลังจากนั้นพนักงานที่นั่งในตำแหน่งถัดไปจะหยิบงานเข้าเครื่องต่อไป จะทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนจบกระบวนการ เนื่องจากสายการผลิตมีลักษณะดังนี้ เมื่อเครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดการชำรุด หรือต้องมีการแก้ไขงาน จะทำให้ไม่เกิดความต่อเนื่องในการทำงาน และเสียเวลา ซึ่งทำให้จำนวนการผลิตต่อหน่วยเวลาลดลง

3.5 สภาพปัญหาในปัจจุบัน

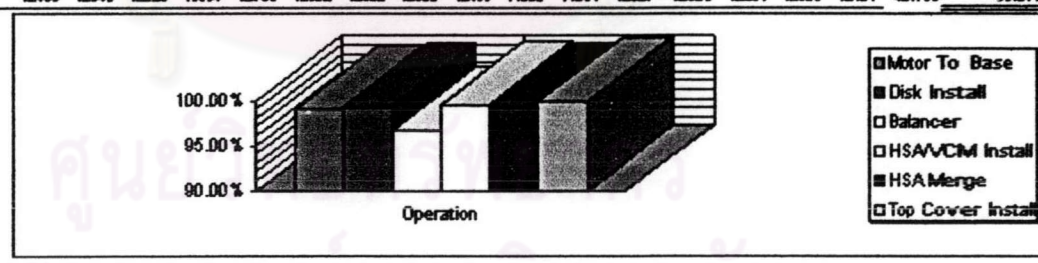
โรงงานกรณีศึกษานี้มีสายการผลิตเป็นแบบต่อเนื่องและรูปแบบการเครื่องจักรเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติซึ่งยังต้องใช้คนช่วยในการป้อนงานเข้าและหยิบงานออก เนื่องจากสายการผลิตเป็นแบบต่อเนื่องดังนั้น เมื่อมีเครื่องใดเครื่องหนึ่งในสายการผลิตไม่สามารถทำงานได้หรือเกิดการชำรุดก็จะส่งผลให้สายการผลิตโดยรวม ไม่สามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้

การหยุดชะงักของสายการผลิตไม่ได้เกิดจากการชำรุดของเครื่องจักรเพียงอย่างเดียว การที่เครื่องจักรบางเครื่องในสายการผลิตที่มีความสามารถในการผลิตต่ำ มีงานเสียเกิดขึ้นบ่อยครั้งทำให้ต้องมีการแก้ไขตัวงาน ก็ส่งผลให้สายการผลิตเกิดการหยุดชะงัก ปริมาณงานต่อหน่วยเวลาลดลง ของเสียสูงขึ้น ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การเลือกชนิดของเครื่องจักรที่จะนำมาศึกษาได้จากการวิเคราะห์ความสามารถของแต่ละเครื่องในสายการผลิตดังนี้

Overall HDA Assembly Process Yield
Day Between : 26-Jul-2003:07:00:00 and 27-Aug-2003:06:59:59
Eval: Non Eval
Floor: All

Operation	26-Jul-27-Aug 2003																
	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Raw' mat.	12667	12678	13612	13425	13184	13090	14025	13014	13158	13250	12790	12644	12971	13364	12668	12817	13361
Motor To Base	12623	12634	12967	13378	13138	13044	13076	12960	13112	13213	12745	12600	12926	13317	12624	12772	13256
Disk Install	12609	12509	12830	13363	13124	13007	13828	12955	13096	13176	12610	12586	12912	13280	12490	12758	13240
Balancer	12505	12504	12815	13268	13169	12916	13813	12863	13083	13077	12506	12497	12806	13180	12476	12667	13146
HSA/VCM Install	12248	12150	12462	12962	12747	12554	13431	12506	12722	12716	12248	12152	12542	12816	12132	12318	12784
HSA Merge	12151	12003	12363	12780	12647	12303	13125	12308	12622	12563	12152	12045	12443	12662	12036	12209	12671
Top Cover Install	12042	11919	12295	12738	12533	12306	13252	12148	12506	12466	12085	11997	12331	12564	11978	12161	12626

Operation	28-Jul-27-Aug 2003																Total	Overall Yield
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Raw' mat.	13111	13131	13682	13758	13428	13304	12795	13068	13134	12763	12505	13366	13240	12977	12795	12840	464602	100%
Motor To Base	13065	13086	13634	13710	13381	13347	12753	13022	13088	12718	12561	13262	13203	12932	12750	12864	460413	99.06%
Disk Install	13051	13048	13480	13605	13366	13310	12618	13006	13074	12682	12418	13247	13188	12806	12615	12709	446027	99.23%
Balancer	13036	12950	13475	13508	13352	13210	12664	12915	13050	12587	12464	13153	13174	12709	12661	12609	431523	98.55%
HSA/VCM Install	12576	12503	13103	13222	12983	12845	12256	12560	12609	12240	12062	12790	12810	12446	12253	12340	429156	99.45%
HSA Merge	12576	12432	12999	13106	12881	12681	12150	12448	12508	12063	11967	12678	12709	12287	12156	12240	425646	99.18%
Top Cover Install	12463	12345	12928	13054	12766	12502	12002	12309	12486	11999	11901	12627	12505	12281	12090	12191	424736	99.81%



รูปที่ 3.3 แสดงความสามารถโดยรวมของเครื่องจักรในแต่ละหน่วยการผลิตในเดือนกรกฎาคม 2546

จากข้อมูลแสดงความสามารถโดยรวมของเครื่องจักรพบว่าหน่วยงานที่มีความสามารถในการผลิตต่ำสุดคือหน่วยงาน Balancing ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ Yield 96.55% นอกจากนั้นมีความสามารถในการผลิตดีใกล้เคียงกันคือ Motor To Base มีเปอร์เซ็นต์ Yield 99.06%, Disk Install มีเปอร์เซ็นต์ Yield 96.23%, HSA/VCM Install มีเปอร์เซ็นต์ Yield 99.45%, HD Merge มีเปอร์เซ็นต์ Yield

99.16%, Top Cover มีเปอร์เซ็นต์ Yield 99.81% ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นต้องลดอัตราส่วนของเสียเพื่อที่จะเพิ่มความสามารถในการผลิต

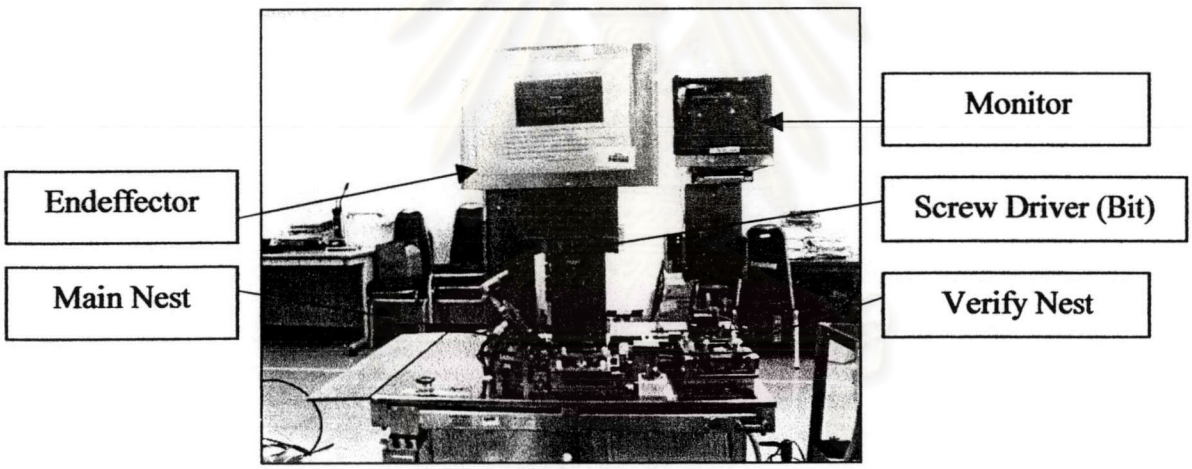
3.6 การกำหนดปัญหา

3.6.1 การวิเคราะห์ที่มาของปัญหา

3.6.1.1 การเลือกเครื่องจักรที่นำมาศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของสาเหตุของปัญหาทำให้ทราบว่าหน่วยงานปรับความสมดุลแผ่นบันทึกข้อมูลมีความสามารถในการผลิตต่ำสุดซึ่งหน่วยงานนี้ใช้เครื่อง Balancer ในการดำเนินงานดังนั้นจึงเลือกเครื่องจักรนี้มาทำการศึกษา

3.6.1.2 ลักษณะทางกายภาพของเครื่อง Balancer



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะทางกายภาพของเครื่อง Balancer

- Main Nest คือ ชุดจับยึดชิ้นงานในการปรับความสมดุล
- Verify Nest คือชุดจับยึดชิ้นงานในการตรวจสอบความสมดุลครั้งที่สองหลังจากชิ้นงานถูกปรับความสมดุลที่ Main Nest มาแล้ว
- Endeffector คือชุดจับยึดชุดไขควง(Bit) โดยชุดไขควงจะมีทั้งหมด 6 หัว ทำหน้าที่เลื่อนขึ้นลงแนวดิ่ง
- Screw Driver (Bit) คือชุดไขควงทำหน้าที่คลายและย้ำสกรู (Screw)
- Monitor คือจอแสดงผลที่ได้จากการทำงาของเครื่อง

3.6.1.3 ลักษณะการทำงานของเครื่อง Balancer

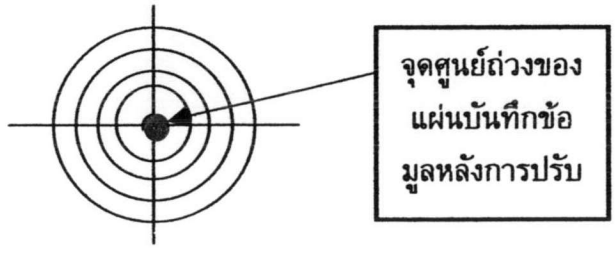
เครื่อง Balancer มีหน้าที่ในการทำให้แผ่นบันทึกข้อมูลมีความสมดุลขณะหมุน Hard Disk ที่แผ่นบันทึกข้อมูลไม่สมดุลจะทำให้ Motor ที่อยู่ใน Hard Disk มีอายุการใช้งานต่ำและความสามารถในการอ่านเขียนข้อมูลไม่ดี

3.6.1.4 ลำดับการทำงานของเครื่อง Balancer

1. นำงานที่ผ่านหน่วยงาน Disk Install (หน่วยงานนี้จะทำการประกอบชิ้นงานและแผ่นบันทึกข้อมูลเข้าด้วยกันโดยแผ่นบันทึกข้อมูลจะถูกยึดติดกับมอเตอร์ด้วยสกรู 6 ตัว) มาวางลงที่ Main Nest เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ โดยชุด Eneffector จะเคลื่อนที่ลงมาในแนวดิ่งจนชุด Bit ประกบกับหัวสกรูแล้วชุด Eneffector จะหยุดแล้วทำการคลายสกรูออกครึ่งรอบ แล้วชุด Eneffector จะเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่งไปหยุดที่ตำแหน่งเดิม
2. มอเตอร์ในตัวงานจะถูกสั่งให้หมุนที่ 5600 rpm
3. เครื่องจะทำการตรวจสอบความสมดุลของแผ่นบันทึกข้อมูลขณะที่หมุนโดย Sensor ที่ติดอยู่กับ Main Nest แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลและจำลองออกมาที่จอแสดงผล

รูปที่ 3.5 การจำลองผลของค่าความสมดุลที่จอแสดงผล(Monitor)
หมายเหตุ : จุดศูนย์ถ่วงของแผ่นบันทึกข้อมูลก่อนการปรับ มีลักษณะแบบสุ่ม

4. ถ้าเครื่องพบว่าแผ่นบันทึกข้อมูลไม่สมดุล (จะแสดงที่จอแสดงผลดังรูปที่ 3.5) เครื่องจะทำการเคาะตัวงานจนจุดสีแดงเคลื่อนไปทับกับจุดสีดำพอดีแล้วจึงหยุดเคาะ



รูปที่ 3.6 การจำลองผลของค่าความสมดุลที่จอแสดงผล

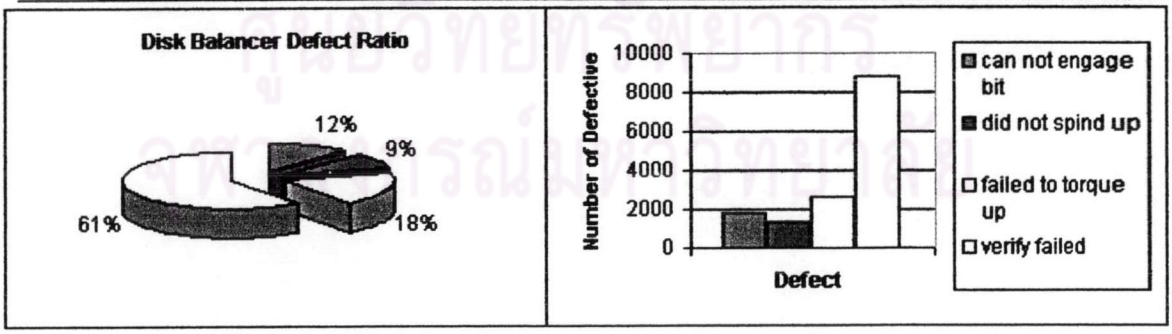
5. Endeffector จะเคลื่อนที่ลงมาในแนวดิ่งจนชุด Bit ประกบกับหัวสกรูแล้วชุด Eneffector แล้วทำการขันสกรูยึดให้แน่นแล้วเคลื่อนที่ขึ้นไปหยุดที่ตำแหน่งเดิม
6. นำตัวงานไปวัดความสมดุลที่ Verify Nest

3.6.1.4 ลักษณะปัญหาที่เกิดจากเครื่อง Balancer

- Can not engage bit คือปัญหาที่เกิดจากการที่หัวหมุนสกรูสูญเสียความเที่ยงตรงในการเคลื่อนตัวลงมาในแนวดิ่งเพื่อที่จะทำการหมุนสกรูให้แน่น
- Verify Failed คือปัญหาที่เกิดจาก Verify Nest อ่านค่าได้มากกว่าค่ากำหนด
- Failed to torque up คือ เครื่องไม่สามารถคลายสกรูได้
- Did not spind up คือ ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรไม่สามารถสั่งการให้มอเตอร์ในตัวงานหมุนได้ซึ่งสาเหตุอาจมาจากเครื่องจักรหรือตัวงาน

Disk Balance Defective
Day Between : 26-Jul-2003:07:00:00 and 27-Aug-2003:06:59:59
Eval: Non Eval
Floor: All

		Line									Total
		6205C	6206A	6206B	6207A	6207B	6207C	6208A	6208B	6209A	6209C	
	# Drives	42983	43057	43424	42551	43160	43359	43551	43218	42991	43229	431523
	# Pass	41839	41979	41289	41093	41980	41599	42291	40993	41392	42186	416640
	# Fail	1144	1078	2135	1458	1180	1760	1260	2225	1599	1043	14883
	# Yield%	97.34	97.50	95.08	96.57	97.27	95.94	97.11	94.85	96.28	97.59	96.55
Defect	can not engage bit	78	228	351	154	129	310	137	353	139	75	1786
	did not spind up	101	93	236	138	129	203	139	217	136	74	1377
	failed to torque up	192	187	395	153	207	357	272	401	346	117	2627
	verify failed	773	571	1152	1012	715	889	712	1254	979	776	8833
		1144	1078	2135	1458	1180	1760	1260	2225	1599	1043	14624
Defect %	can not engage bit	0.18%	0.53%	0.81%	0.36%	0.30%	0.72%	0.31%	0.82%	0.32%	0.17%	0.41%
	did not spind up	0.23%	0.22%	0.54%	0.33%	0.30%	0.47%	0.32%	0.50%	0.32%	0.17%	0.32%
	failed to torque up	0.45%	0.43%	0.91%	0.36%	0.48%	0.82%	0.62%	0.93%	0.80%	0.27%	0.61%
	verify failed	1.80%	1.33%	2.65%	2.36%	1.66%	2.05%	1.64%	2.90%	2.26%	1.80%	2.05%



รูปที่ 3.7 แสดงความรุนแรงของปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากเครื่อง Balancer

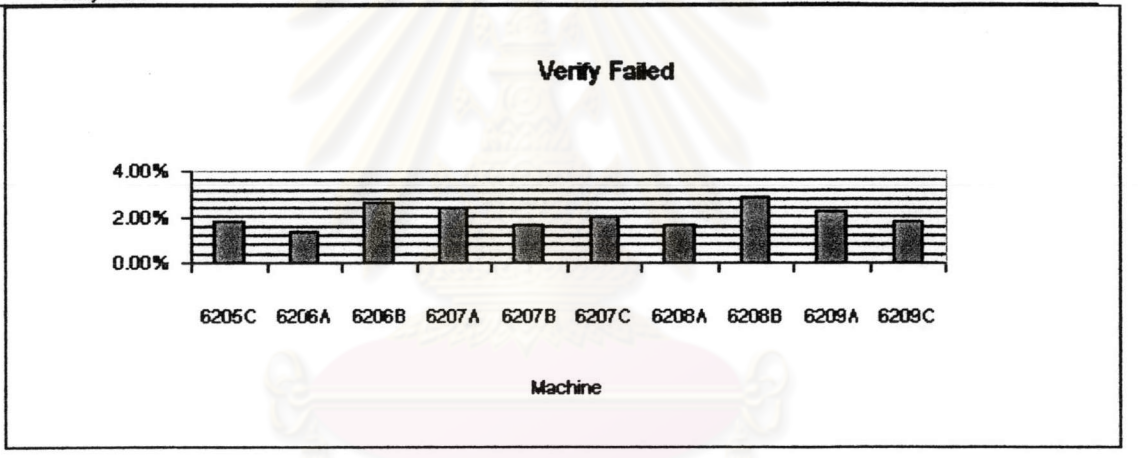
จากรูปที่ 3.7 พบว่าปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดคือ verify failed มีอัตราส่วนของเสียคิดเป็น 2.05% หรือมากถึง 61% ของปัญหาทั้งหมด ดังนั้นจึงเลือกที่จะนำปัญหานี้มาทำการศึกษา

3.6.1.5 การเลือกเครื่องที่จะนำมาศึกษา

เนื่องจากสภาพปัญหาในปัจจุบัน สามารถศึกษาด้วยการวัดความสามารถของเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยดัชนีที่ใช้วัดคือค่าของอัตราส่วนของเสีย ซึ่งแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์

Disk Balance Defective
Day Between : 26-Jul-2003:07:00:00 and 27-Aug-2003:06:59:59
Eval: Non Eval
Floor: All

		Line									Total
		6205C	6206A	6206B	6207A	6207B	6207C	6208A	6208B	6209A	6209C	
	# Drives	42983	43057	43424	42551	43160	43359	43551	43218	42991	43229	431523
	# Pass	41839	41979	41289	41093	41980	41599	42291	40993	41392	42186	416640
	# Fail	1144	1078	2135	1458	1180	1760	1260	2225	1599	1043	14883
	# Yield%	97.34	97.50	95.08	96.57	97.27	95.94	97.11	94.85	96.28	97.59	96.55
Defect	can not engage bit	78	228	351	154	129	310	137	353	139	75	1786
	did not spind up	101	93	236	138	129	203	139	217	136	74	1377
	failed to torque up	192	187	395	153	207	357	272	401	346	117	2627
	verify failed	773	571	1152	1012	715	889	712	1254	979	776	8833
		1144	1078	2135	1458	1180	1760	1260	2225	1599	1043	14624
Defect %	can not engage bit	0.18%	0.53%	0.81%	0.36%	0.30%	0.72%	0.31%	0.82%	0.32%	0.17%	0.41%
	did not spind up	0.23%	0.22%	0.54%	0.33%	0.30%	0.47%	0.32%	0.50%	0.32%	0.17%	0.32%
	failed to torque up	0.45%	0.43%	0.91%	0.36%	0.48%	0.82%	0.62%	0.93%	0.80%	0.27%	0.61%
	verify failed	1.80%	1.33%	2.65%	2.38%	1.66%	2.05%	1.64%	2.90%	2.26%	1.80%	2.05%



รูปที่ 3.8 แสดงความสามารถของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

จากรูปที่ 3.8 พบว่าความสามารถของเครื่องจักรมีความใกล้เคียงกันมากมีเครื่องที่มีความสามารถต่ำที่สุดคือ 6208B โดยมีค่าการไม่ผ่านการทวนซ้ำ(verify failed) เท่ากับ 2.90 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวงานทั้งหมดที่เครื่องนี้ผลิตได้ ดังนั้นจึงเลือกที่จะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เครื่อง 6208B เป็นอันดับแรก

3.6.1.6 การเลือกตัวแปรที่จะนำมาศึกษา

การเลือกตัวแปรที่จะนำมาศึกษา ได้ทำการวิเคราะห์จากตัวแปรทั้งหมดที่ทำให้เกิดปัญหา verify failed ซึ่งประกอบตัวแปรดังต่อไปนี้

1. Nests Correlation
2. GR&R ของทั้ง 2 Nest
3. การเปลี่ยนแปลงของค่าความสมดุลย์ที่เกิดเนื่องจากการขันสกรูย้ำ (final torque)
4. แรงในการขันสกรู

3.7 การกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและเครื่องมือที่เลือกใช้

เครื่องมือที่เลือกใช้และตัววัดผลต่างๆ ของขั้นตอนต่างๆ แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เครื่องมือที่เลือกใช้และตัววัดผลของขั้นตอนต่างๆ

วงจร (Phase)	เครื่องมือที่เลือกใช้	ตัววัดผล	ประโยชน์ในการดำเนินงาน
การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measurement Phase)	การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	อัตราส่วนของเสีย	เป็นค่าที่สามารถแสดงถึงความสามารถของกระบวนการ
	การศึกษาระบบการวัด (GR&R)	ค่า % P/TV	เป็นค่าที่แสดงถึงความสามรถของระบบการวัดในส่วนของความแม่นยำและเที่ยงตรง เพื่อยืนยันก่อนดำเนินการในขั้นต่อไป
	การระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของกระบวนการ - ผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram - ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)	ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญเบื้องต้น (Key Process Input Variable : KPIV)	- ผังก้างปลาจะเป็นแผนภาพในการบ่งชี้สาเหตุต่างๆ ของปัญหาโดยละเอียด ทำให้เห็นภาพรวมของปัญหาทั้งระบบ อีกทั้งครอบคลุมปัจจัยนำเข้าทั้งหมด ซึ่งทำให้เห็นรากเหง้าของปัญหา - ตารางแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล เป็นการให้คะแนนแก่ปัจจัยที่เป็นทั้งปัจจัยนำเข้าและผลของกระบวนการว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยแค่ไหน เพื่อให้สามารถกรองปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปได้บางส่วน

วงจร (Phase)	เครื่องมือที่เลือกใช้	ตัววัดผล	ประโยชน์ในการดำเนินงาน
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)	การทดสอบสมมติฐาน (Hypotesis Testing) 2Sample T-Test Test of Variance	P-Value น้อยกว่า 0.05	เพื่อเปรียบเทียบว่าระดับในแต่ละปัจจัยนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันหรือไม่ ซึ่งเปรียบเทียบทั้งค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ทั้งนี้เพื่อเป็นการคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีความแตกต่างกันเท่านั้น
	การหาค่า Correlation	$R^2 \geq$ 90%	เพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละที่วางงานกับชิ้นงานมาตรฐาน
การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase)	การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียบแบบ 2^k	P-Value น้อยกว่า 0.05	เพื่อหาการกำหนดระดับของปัจจัยที่มีนัยสำคัญอย่างเหมาะ
	การทดสอบการยืนยันผล	ค่าผลรวมสัดส่วนของเสีย	เพื่อเป็นการยืนยันว่าค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสมนั้นสามารถนำไปดำเนินการผลิตในกระบวนการผลิตจริง
การควบคุมการผลิต (Control Phase)	การควบคุมคุณภาพของกระบวนการโดยอาศัยสถิติ (Statistic Process Control : SPC)	ค่าผลรวมสัดส่วนของเสีย	เพื่อเป็นการควบคุมให้ปัจจัยต่างๆ อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และหากเกิดเหตุการณ์ที่ปัจจัยออกนอกเส้นควบคุมก็มีมาตรการในการดำเนินการแก้ไขไม่ให้เกิดของเสียเกิดขึ้น

จากการระดมความคิดของทีมงานดำเนินงานเพื่อทำการกำหนดเพื่อทำการกำหนดเครื่องมือต่างๆ ที่จะใช้ในการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อให้สามารถดำเนินการได้สอดคล้องตามแผนที่กำหนดไว้ตามวงจรการดำเนินงาน

3.8 สรุปการนิยามปัญหา

จากขั้นตอนการนิยามปัญหาผลลัพธ์ที่ได้ คือ ทีมงานระดมความคิดและดำเนินงานเพื่อลดปริมาณของเสียให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ โดยพิจารณาข้อมูลในอดีต 1 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยเฉลี่ย ได้ทำการศึกษาตลอดกระบวนการผลิตแล้วคัดเลือกเอาเครื่องจักรที่มีอัตราส่วนของเสียสูงสุดมาศึกษาคือเครื่องปรับความสมดุลแผ่นบันทึกข้อมูล(Balancer Machine) และตัวแปรตอบสนองคือผลรวมสัดส่วนของปริมาณของเสียของ ฮาร์ดดิสก์ จากนั้นทำการกำหนดเครื่องมือและตัววัดผลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งจะดำเนินการวัดเพื่อ กำหนดสาเหตุของปัญหา จากการนิยามปัญหาในบทต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย