บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

3.1 โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา

โรงงานตัวอย่างที่นำมาเป็นกรณีศึกษานี้ จะผลิต Hard Disc Drive (จะใช้ตัวย่อเป็น HDA) เป็นสินค้าเพื่อการส่งออก กระบวนการผลิตชิ้นงานนี้จะเริ่มจากการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยต่าง ๆ ก่อนที่จะนำเข้าไปในสายการผลิต ซึ่งจะมีวิธีการทำความสะอาดวัตถุดิบ อยู่ 2 วิธี คือ โดยการนำน้ำและน้ำยาที่มีคุณสมบัติพิเศษ สำหรับการชะล้างสิ่งสกปรก และฝุ่นละออง ต่าง ๆ ที่ติดมากับวัตถุดิบ และการใช้ลมเป่า หรือ Vacuum ดูดฝุ่นในกรณีที่วัตถุดิบชนิดนั้นไม่สามารถใช้น้ำได้ และนอกจากนี้ชิ้นส่วนวัตถุดิบบางอย่าง ก็เป็นสิ่งที่ Supplier ทำความสะอาดให้แล้ว เพียงแต่ต้องมีที่เตรียม Unpack ที่สะอาด เพื่อเตรียมเข้าสู่ในสายการผลิตต่อไป การประกอบชิ้นงานนี้จะต้องทำอยู่ในสถานที่พิเศษ ที่มีการควบคุม ปริมาณฝุ่น และการเหนี่ยวนำของประจุไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า Cleanroom

3.2 รายละเอียดของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนของการผลิต HDA สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามลำดับ คือ

3.2.1 สายการประกอบ (Assembly)

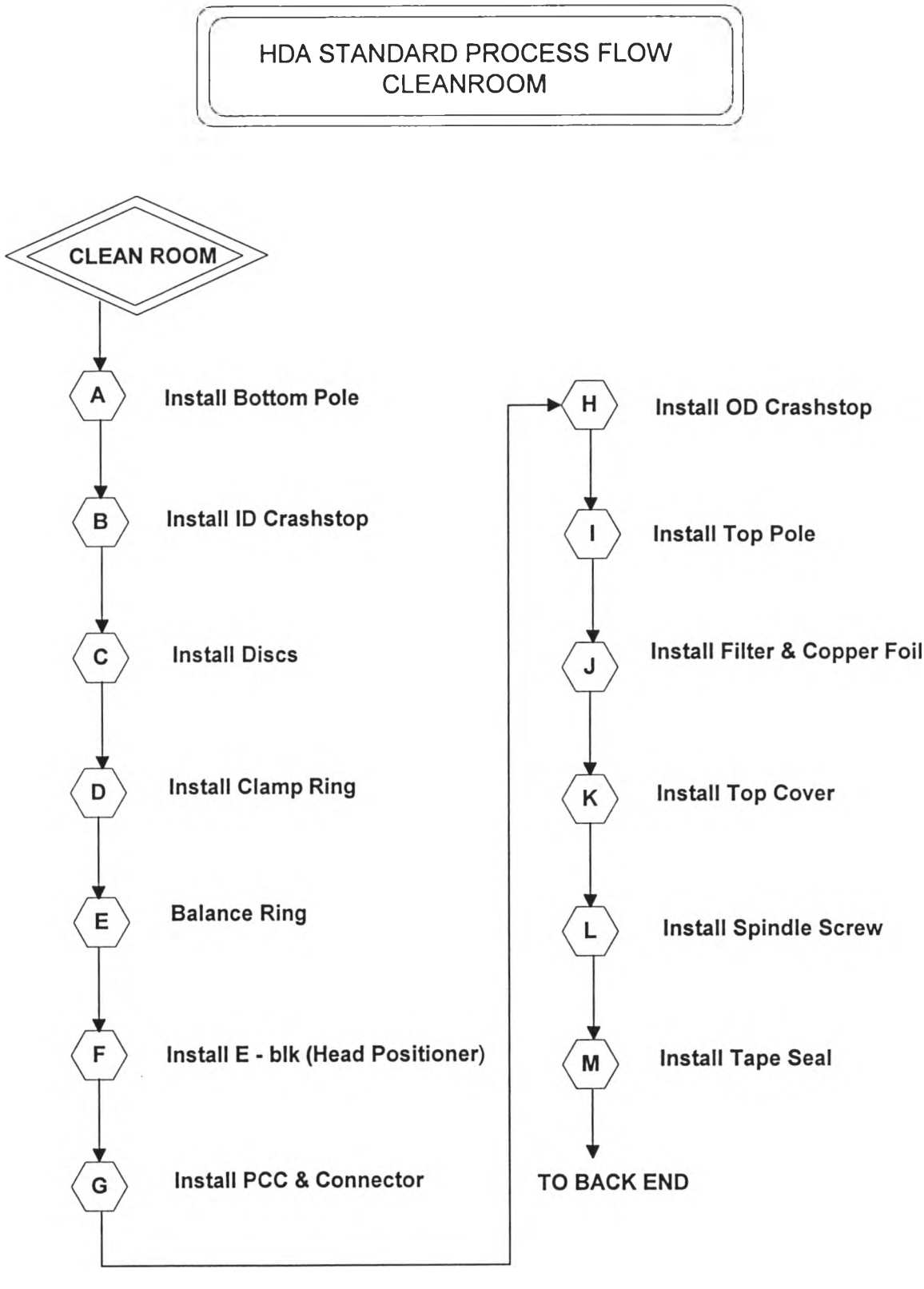
เป็นการนำชิ้นส่วนย่อย ๆ ประกอบเข้าด้วยกันในซึ่งการอ้างอิงในส่วนนี้จะใช้ศัพท์ว่า Front End ซึ่งแทนความหมายถึงการผลิตซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ Cleanroom

3.2.2 สายการทดสอบ (Testing)

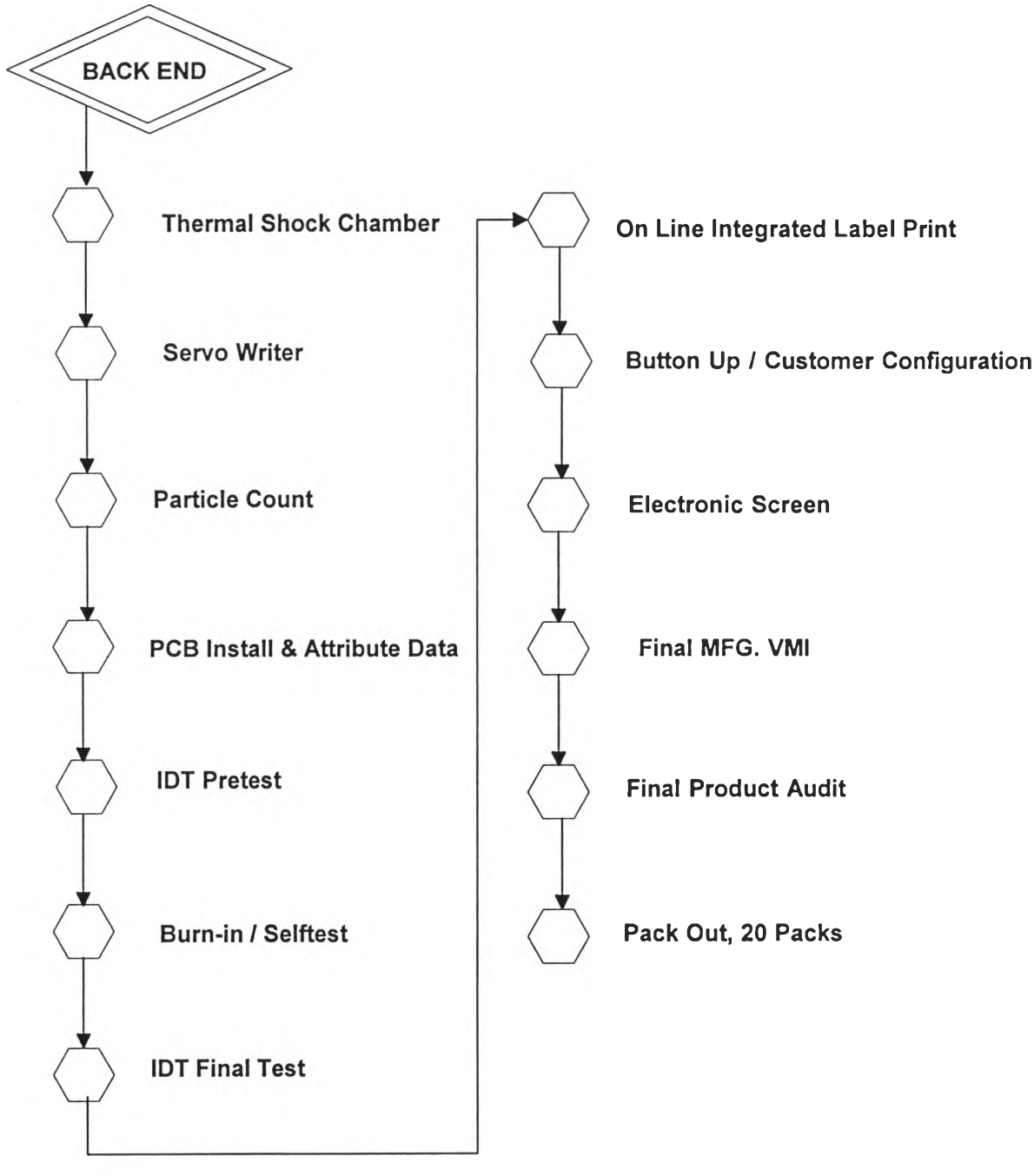
เมื่อเสร็จจากสายประกอบแล้วชิ้นงานก็จะออกนอก Cleanroom เพื่อไปทดสอบทางด้านฟังก์ชันต่าง ๆ ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงสายการประกอบเท่านั้น

3.3 ลักษณะของสายการผลิต

สายการผลิตแบบมาตรฐานสำหรับทุกรุ่นใน Cleanroom จะมีชิ้นส่วนหลักที่จำเป็นสำหรับฮาร์ดดิสก์เหมือนกันหรืออีกนัยหนึ่งคือ ถ้าเขียน Process Flow สำหรับลำดับการประกอบชิ้นส่วนใดก่อนหลังก็จะเหมือนกันทุกรุ่นดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 Process Flow ของการผลิต Head Disc Assembly (HDA)ของสายการประกอบ



รูปที่ 3.2 Process Flow ของการผลิต Head Disc Assembly (HDA)ของสายการทดสอบ

สิ่งที่จะต่างกันสำหรับแต่ละรุ่นก็คือ ความสามารถในการบันทึกข้อมูลที่ไม่เท่ากัน ทำให้ใช้จำนวนแผ่นดิสก์ที่ต่างกัน และลักษณะทางกายภาพของชิ้นส่วนบางอย่างที่จะต่างกันตามลักษณะที่ออกแบบมา หรือลักษณะหัวอ่านที่จะเป็นลักษณะเฉพาะสำหรับแต่ละรุ่น เป็นต้น

สายการผลิตทั้ง 3 รุ่น ที่ทำการศึกษานี้ สามารถแบ่งขั้นตอนเรียงตามลำดับการผลิตได้ทั้งหมด 13 ขั้นตอนที่เหมือนกัน ซึ่งจะเขียนเริ่มจาก A ถึง M และมีสิ่งที่ต่างกันคือ จำนวนสถานีการทำงานจะไม่เท่ากัน ซึ่งจาก 13 ขั้นตอนนี้จะมีบางขั้นตอนที่จัดอยู่ในสถานีการทำงานเดียวกัน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนในการผลิต และจำนวนสถานีการทำงาน

ขั้นตอน	รายละเอียดการทำงาน	รุ่นของผลิตภัณฑ์		
		ST 51080	ST 5850	ST 9420
A	Install Bottom Pole	1	1	*
B	Install ID Crashstop	2	2	*
C	Install Discs	3	3	1
D	Install Clamp Ring	4	4	2
E	Balance Ring	5	4	2
F	Install E – blk (Head Positioner)	6	5	3
G	Install PCC & Connector	7	6	4
H	Install OD Crashstop	7	7	5
I	Install Top Pole	8	8	6
J	Install Filter & Copper Foil	9	9	6
K	Install Top Cover	9	10	6
L	Install Spindle Screw	10	11	7
M	Install Tape Seal	10	12	7

** ไม่มีขั้นตอน A และ B ในสายการประกอบของรุ่น ST 9420

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางนี้แสดงถึงจำนวนของสถานีการทำงานที่มีของผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่น คือ รุ่น ST 51080 ขั้นตอน A จะอยู่ที่สถานทำงานที่หนึ่ง , ขั้นตอน B จะอยู่สถานีทำงานที่สอง ขั้นตอน G และ H จะอยู่ในสถานีการทำงานที่ 7 และขั้นตอน L กับ M ก็อยู่ในสถานีการทำงานที่ 10 รวมแล้วรุ่น ST 51080 มีจำนวน 10 สถานีทำงาน

สำหรับรุ่น ST 5850 ก็จะมี ขั้นตอน D กับ E ที่อยู่ในสถานีทำงานที่ 4 เหมือนกัน และมีทั้งหมดรวม 12 สถานีทำงาน และในทำนองเดียวกัน สำหรับรุ่น ST 9420 ก็จะมีจำนวนทั้งหมด 7 สถานีการทำงาน

จากขั้นตอน A ถึง M ทั้งหมดที่แสดงถึงลำดับในการผลิต HDA ก็จะสร้างสัญลักษณ์อ้างอิงถึง แต่ละสถานีย่อย ได้ดังนี้

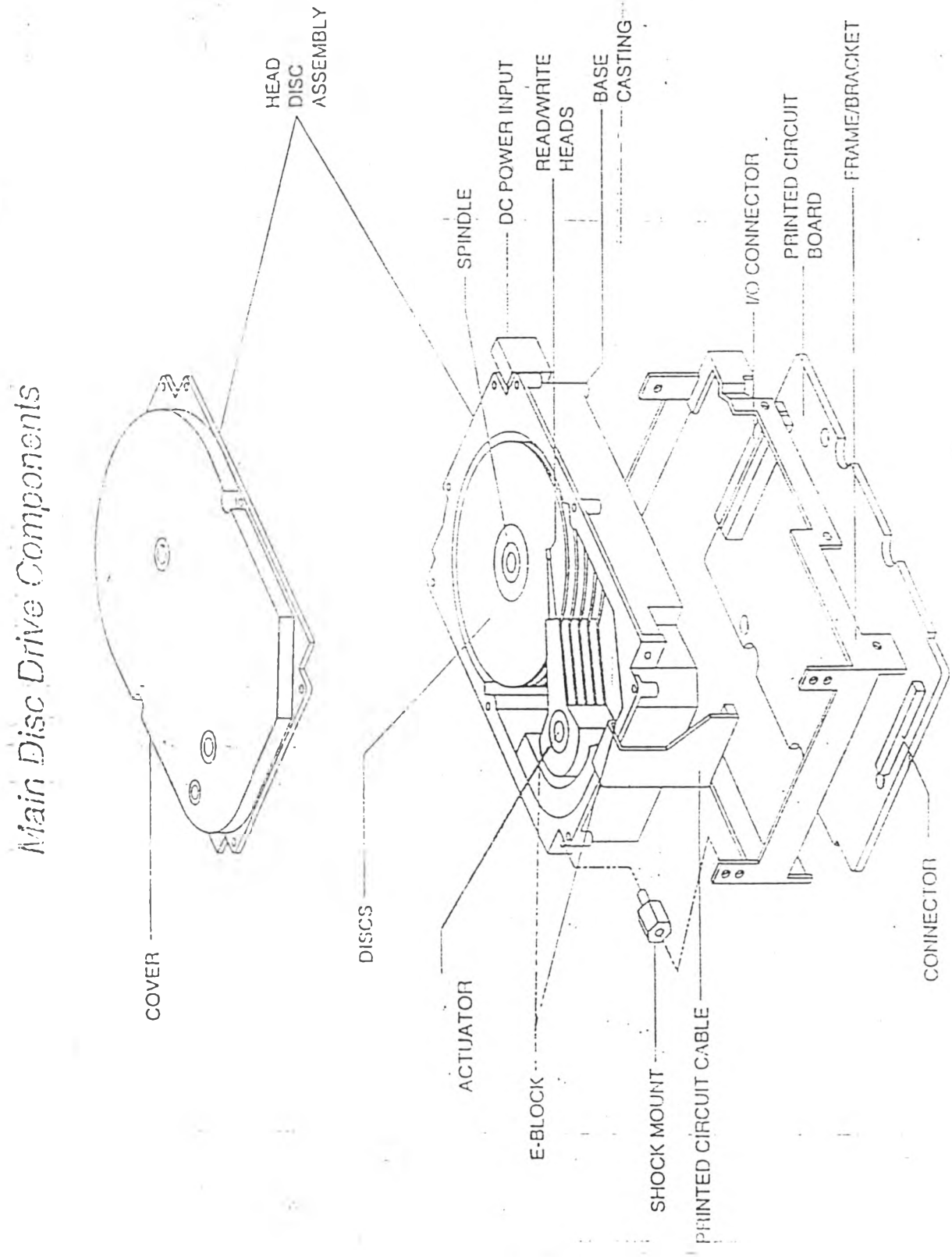
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดขั้นตอนในแต่ละสถานีการทำงานของแต่ละผลิตภัณฑ์

สถานีที่	รุ่นของผลิตภัณฑ์		
	ST 51080	ST 5850	ST 9420
1	1A	1A	1C
2	2B	2B	2DE
3	3C	3C	3F
4	4D	4DE	4G
5	5E	5F	5H
6	6F	6G	6IJK
7	7GH	7H	7LM
8	8I	8I	--
9	9JK	9J	--
10	10LM	10K	--
11	--	11L	--
12	--	12M	--

ในการอ้างอิงถึงสายการผลิตที่มีทั้งแบบ Manual Line และ Automation Line ของแต่ละรุ่นนั้นก็จะใช้ตัวอักษร M หรือ A เพิ่มมาข้างหน้าอีกหนึ่งตัว เช่น ในสายการผลิตรุ่น ST 51080 จะใช้สัญลักษณ์ M – 8I ซึ่งหมายถึง สายการผลิตแบบ Manual เป็นสถานการที่งานที่ 8 และทำงานขั้นตอน I และ A – 2DE แทนสถานีการทำงานที่สองซึ่งทำงานขั้นตอน D และ E ของสายการผลิตแบบ Automation เป็นต้น และใช้ตัวย่อ OPN จากแทนคำว่าสถานีการทำงาน

ลักษณะของสายการผลิตจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยที่ชิ้นงานจะเริ่มจากสถานีทำงานแรกและจะถูกส่งต่อไปเรื่อย ๆ โดยใช้สายพานลำเลียง (Conveyor) เช่น ผลิตภัณฑ์รุ่น ST-51080 สายการผลิตแบบ Manual Line พิจารณาที่สถานีการทำงานแรกซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ M-1A สำหรับ Install Bottom Pole (ดู ตารางที่ 3.2 ประกอบ) ก็จะหมายถึง การนำตัวชิ้นงาน (HDA) ที่ตอนแรกมีแต่เพียง Base (อาจเปรียบเทียบได้ว่าเป็นกล่องโลหะเล็ก ๆ ที่ไม่มีฝาปิดที่จะรอให้ใส่ชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าไปตามขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่กำหนดไว้) ซึ่งสถานีการทำงานแรกนี้ หรือ OPN นี้ ก็จะเป็นการใส่ ชิ้นส่วน Bottom Pole ซึ่งก็คือเป็นแม่เหล็กชนิดพิเศษที่เป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ของ HDA นั่นเอง

ในหน้าถัดไปจะแสดงถึงรูปภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา และชิ้นส่วนย่อยต่าง ๆ ที่อยู่ในสายการผลิต HDA นี้



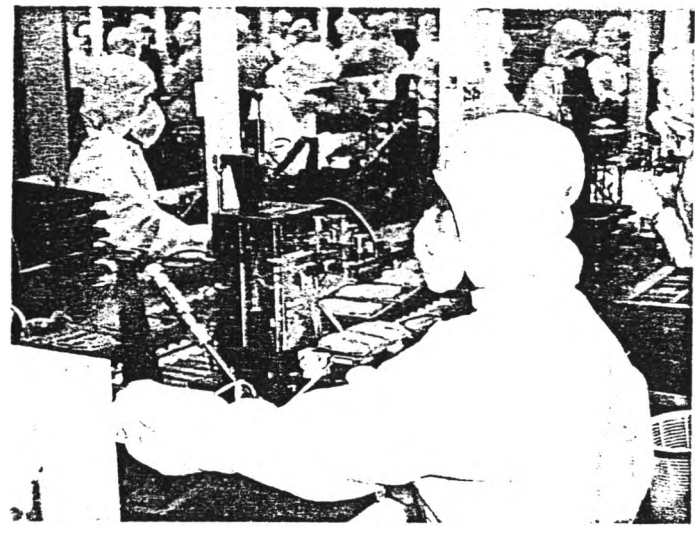
รูปที่ 3.3 HDA และชิ้นส่วนย่อยต่าง ๆ

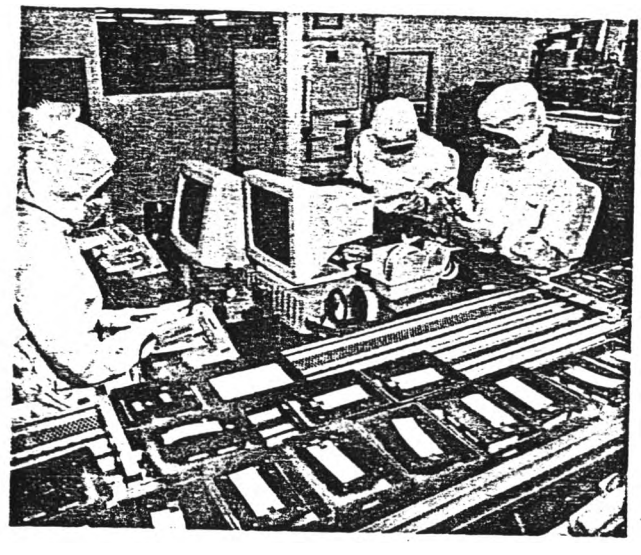
3.3.1 สายการผลิตแบบ Manual Line

ในการประกอบชิ้นส่วนต่างๆทุกชิ้นส่วนในสายการผลิตจะใช้แรงงานจากพนักงานโดยมี Conveyor เป็นตัวส่งชิ้นงานให้ผ่านไปในแต่ละสถานีการทำงาน ซึ่งจะมีพนักงานอยู่และจะพนักงานจะรับชิ้นงานมาประกอบบน Fixture ของตนเอง เมื่อเสร็จแล้วก็จะนำไปวางบน Conveyor เพื่อที่จะส่งไปยังสถานีงานต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดที่สถานีสุดท้าย

การคำนวณเวลามาตรฐานสำหรับการผลิตแบบ Manual Line จะใช้การศึกษาการเคลื่อนไหวกับเวลา (Motion & Time Study) เพื่อกำหนดเวลาทำงานที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยได้มีการเผื่อสำรองเวลาสำหรับความเมื่อยล้า ความจำเป็นส่วนตัวของพนักงาน และความล่าช้าอันเนื่องมาจากการรองาน, วัตถุดิบ หรือสาเหตุอื่น ๆ ไว้แล้ว

ในสายการผลิตแบบนี้จะมีโต๊ะทำงานที่มีขนาด กว้าง 50 ซม. x ยาว160 ซม. x สูง 75 ซม. วางเรียงกันให้มีความยาวได้ตามความต้องการ แต่ที่ใช้กันอยู่คือ จะวางเรียงกัน 12 ตัว มีความยาวรวม 19.2 เมตร โดยที่โต๊ะ 1 ตัว จะมีพนักงานนั่งอยู่ 2 คน ดังนั้น ในสายการผลิตแบบนี้ใน 1 Line จะมีพนักงานได้มากที่สุด 24 คน ดังแสดงในรูปที่ 3.4



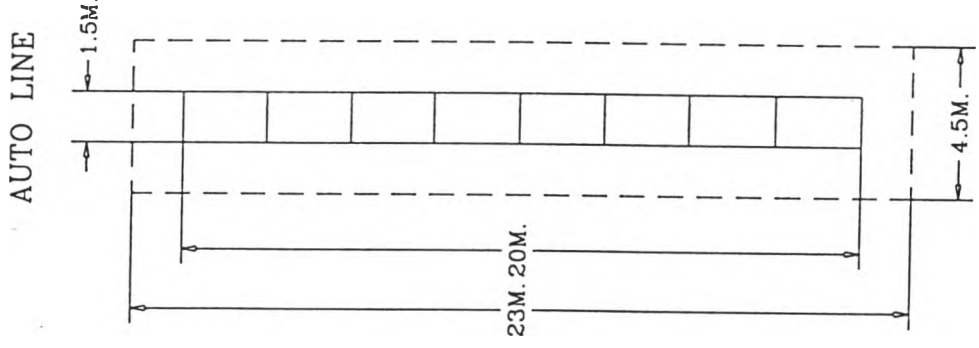


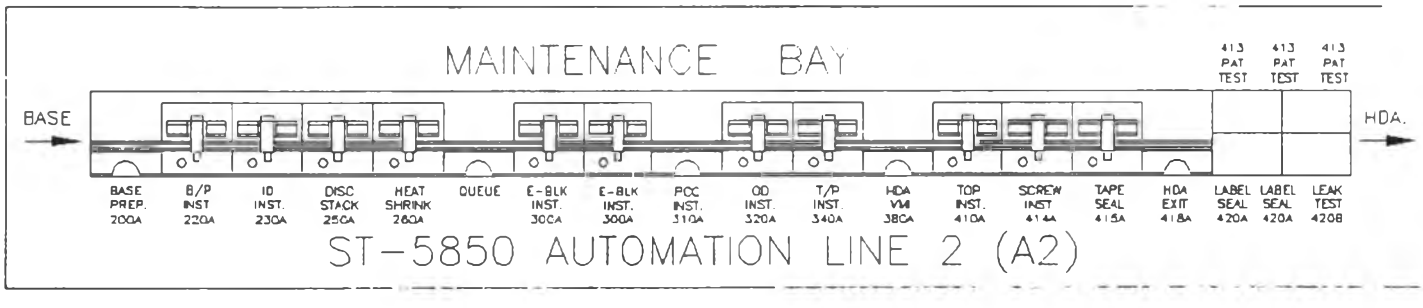
รูปที่ 3.4 สายการผลิตแบบ Manual Line

3.3.2 สายการผลิตแบบ Automation Line

สายการผลิตแบบนี้ก็จะเป็นลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่องและมีขั้นตอนเหมือนกับ Manual Line ทุกอย่าง โดยที่แต่ละสถานีการทำงาน หรือแต่ละ OPN จะมีขนาดกว้าง 60 ซม. x ยาว 125 ซม. x สูง 150 ซม. วางเรียงกันต่อกันเป็น Block ซึ่งแต่ละ Block ทำงานอย่างอิสระต่อกัน โดยจะมี Robot ทำหน้าที่รับส่งชิ้นงานเข้าไปในแต่ละ Block แล้วส่งผ่านไปยัง Block ต่อ ๆ ไป โดยใช้ Conveyor

การจัด Block เรียง ต่อกันที่ใช้กันอยู่คือจะวางเรียงกันได้สูงสุด 16 Blocks และมีความยาวรวม 20.0 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.5





รูปที่ 3.5 สายการผลิตแบบ Automation Line

3.4 ข้อมูลจากสายการผลิต

3.4.1 Machine Downtime

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจะพบว่าในสายผลิตแบบ Automation Line จะมี Machine Downtime ในเปอร์เซ็นต์ที่ค่อนข้างสูงมาก ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเกิด Downtime มีสองประการดังนี้

1. จากวัตถุดิบ (ชิ้นส่วนย่อย) ที่เข้ามาในสถานีงาน ซึ่งเครื่องจะนำชิ้นส่วนต่าง ๆ นี้ประกอบเข้าไปในตัวชิ้นงานทันที ในขณะที่ในสายการผลิตแบบ Manual Line จะมีพนักงานที่สามารถคัดเลือกชิ้นส่วนที่มีปัญหา หรือผิดขนาดออกก่อนได้

2. จากสถานีการทำงานนั้น ๆ ซึ่งจะเกิดจากการออกแบบและควบคุมทางวิศวกรรม หรือข้อบกพร่องที่ไม่สมบูรณ์ของโปรแกรมในแต่ละสถานีงาน ซึ่งจะพบว่าสาเหตุนี้จะเป็นส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหา Downtime

จากข้อมูล เปอร์เซ็นต์ของ Downtime ที่บันทึกไว้จะพบว่า ทุกรุ่นของสายการผลิตแบบ Automation จะมี Downtime ที่ไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับในแต่ละสถานีการทำงานที่ประกอบชิ้นส่วนย่อยชนิดเดียวกัน ในตารางที่ 3.3 จะแสดงเวลาที่เหลือให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้จริงหลังจากลบด้วยค่า DownTime แล้ว

ตารางที่ 3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ของแต่ละสถานีการทำงาน

สถานีที่	รุ่นของผลิตภัณฑ์ของสายการผลิตแบบ Automation		
	ST 51080	ST 5850	ST 9420
1	1A-89.58	1A-89.58	1C-76.58
2	2B-79.05	2B-79.05	2DE-81.18
3	3C-76.58	3C-76.58	3F-85.15
4	4D-81.18	4DE-81.18	4G-93.75
5	5E-86.79	5F-85.15	5H-91.14
6	6F-85.15	6G-93.75	6IJK-85.14
7	7GH-93.75	7H-91.14	7LM-90.95
8	8I-88.72	8I-88.72	--
9	9JK-85.14	9J-94.42	--
10	10LM-90.95	10K-85.14	--
11	--	11L-91.51	--
12	--	12M-90.95	--

จากตารางจะสังเกตได้ว่าในสถานีการทำงานที่ 1 ของผลิตภัณฑ์รุ่น ST-51080 และ ST-5850 มีการทำงานที่เหมือนกันคืองานย่อย A ซึ่งเป็นการประกอบชิ้นส่วน Bottom Pole และมีเปอร์เซ็นต์ที่เครื่องจักรทำงานเท่ากับ 89.58 % ซึ่งได้มาจากการนำข้อมูลจากโรงงานตัวอย่างมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การทำงานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ในตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องจักรในการประกอบชิ้นส่วนย่อย Bottom Pole

Frequencies

Statistics

	N		Mean	Std. Deviation	Minimum
	Valid	Missing			
BOTTOM	50	0	89.5800	1.9405	86.00

Statistics

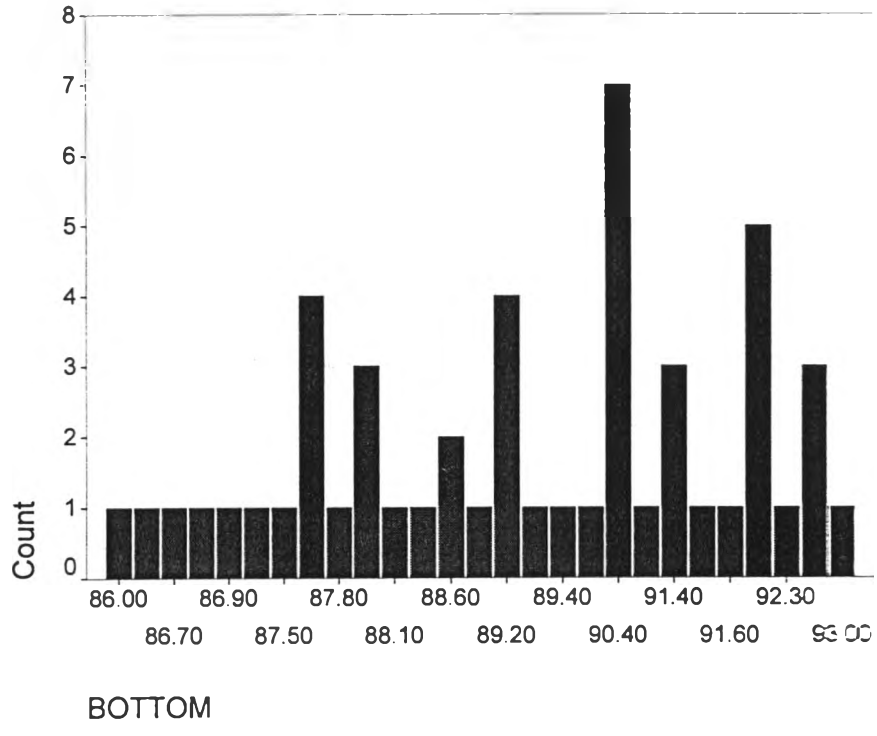
	Maximum	Sum
BOTTOM	93.00	4479.00

BOTTOM

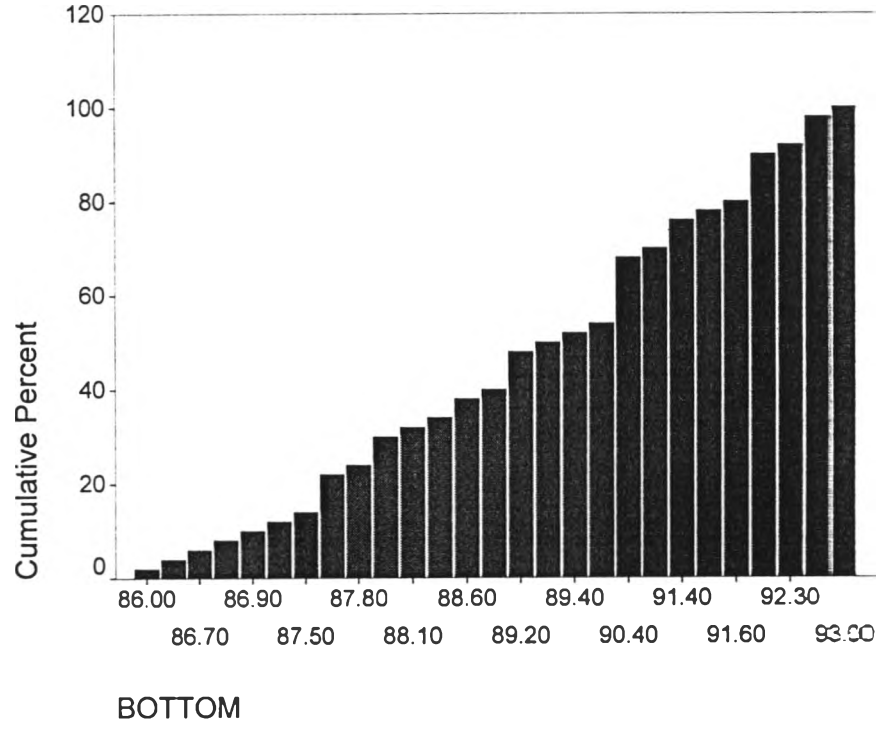
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	86.00	1	2.0	2.0	2.0
	86.10	1	2.0	2.0	4.0
	86.70	1	2.0	2.0	6.0
	86.80	1	2.0	2.0	8.0
	86.90	1	2.0	2.0	10.0
	87.30	1	2.0	2.0	12.0
	87.50	1	2.0	2.0	14.0
	87.60	4	8.0	8.0	22.0
	87.80	1	2.0	2.0	24.0
	87.90	3	6.0	6.0	30.0
	88.10	1	2.0	2.0	32.0
	88.20	1	2.0	2.0	34.0
	88.60	2	4.0	4.0	38.0
	88.90	1	2.0	2.0	40.0
	89.20	4	8.0	8.0	48.0
	89.30	1	2.0	2.0	50.0
	89.40	1	2.0	2.0	52.0
	89.60	1	2.0	2.0	54.0
	90.40	7	14.0	14.0	68.0
	90.60	1	2.0	2.0	70.0
	91.40	3	6.0	6.0	76.0
	91.50	1	2.0	2.0	78.0
	91.60	1	2.0	2.0	80.0
	91.70	5	10.0	10.0	90.0
	92.30	1	2.0	2.0	92.0
	92.60	3	6.0	6.0	98.0
	93.00	1	2.0	2.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	
Total		50	100.0		

ตารางที่ 3.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การทำงานของสถานีงานตัวอย่าง

Graph



Graph



รูปที่3.6 แสดงความถี่ของข้อมูลของเปอร์เซ็นต์การทำงานของสถานีงานตัวอย่าง

3.4.2 คุณภาพของชิ้นงานและการ Rework

ชิ้นงาน (HDA) ที่ออกจาก Cleanroom แล้วก็จะเข้าสู่ Testing Line ก่อนที่จะสิ้นสุดโดยการ Packing เพื่อทำการส่งออก ซึ่งชิ้นงานที่ไม่ผ่านการทดสอบที่ Testing Line นี้จะมีการบันทึกประวัติและแจ้งให้ทราบถึงชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยนใหม่ และต้องนำกลับมา Rework ใน Cleanroom อีกครั้งหนึ่ง โดยที่ขั้นตอนการ Rework ชิ้นงานนี้จะใช้เวลา 2 ส่วน คือเวลาที่ใช้สำหรับถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ออก ซึ่งจะเริ่มจากสถานีทำงานสุดท้ายของงานปกติก่อน และจะต้องทำย้อนกลับเพื่อถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ จนถึงชิ้นส่วนที่ต้องการเปลี่ยน และหลังจากนั้นก็จะใช้เวลาในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ จนครบเป็นชิ้นงานสำเร็จรูปอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งการ Rework ชิ้นงานนี้สามารถทำได้โดย Manual Line อย่างเดียวเท่านั้น

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจะพบว่าในสายผลิตแบบ Manual Line จะมีเปอร์เซ็นต์ที่ส่งกลับมา Rework สูงกว่าสายการผลิตแบบ Automation Line ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเกิดจากสาเหตุที่สำคัญดังสองประการดังนี้

1. จากวัตถุดิบ (ชิ้นส่วนย่อย) ที่เข้ามาในสถานีงาน ซึ่งพนักงานในสายการผลิตแบบ Manual Line สามารถคัดเลือกชิ้นส่วนที่มีปัญหา หรือผิดขนาดออกก่อนได้แต่ในการทำงานจริง ๆ ก็จะมีชิ้นส่วนย่อยที่ไม่ได้มาตรฐานประกอบไปด้วยซึ่งเกิดจากการที่พนักงานพยายามบังคับหรือฝืนในการประกอบชิ้นส่วนย่อย นั้น ๆ ให้ได้ ซึ่งทำให้งานที่ประกอบเสร็จแล้วในสายการผลิตกลายเป็นของเสียในสายการทดสอบ

2. จากการเคลื่อนย้ายระหว่างแต่ละสถานีการทำงาน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษานี้จะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษในการเคลื่อนย้ายและป้องกันการกระแทกหรือปัญหาจากไฟฟ้าสถิตย์ที่จะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายได้ ซึ่งสายการผลิตแบบ Manual Line จะมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของชิ้นงานในลักษณะนี้เป็นส่วนใหญ่

ในตารางที่ 3.5 จะแสดงถึงเปอร์เซ็นต์ชิ้นงานที่ผ่านที่สายการทดสอบของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 3.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ของชิ้นงานที่ผ่านที่สายการทดสอบ

สายการผลิต	รุ่นของผลิตภัณฑ์		
	51080	5850	9420
Manual	89.36	91.29	87.82
Automation	91.15	95.86	91.54

ในใบรายการแจ้งการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่มีปัญหานั้นพบว่าสิ่งที่จะต้องเปลี่ยนใหม่จะมีอยู่ 3 รายการที่คิดเป็นจำนวนมากกว่า 85 % คือ Discs, E-block (หัวอ่าน) และ Top Cover

ตารางที่ 3.6 แสดงเปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยนใหม่จากใบแจ้งรายการเปลี่ยน

ชิ้นส่วน	รุ่นของผลิตภัณฑ์		
	51080	5850	9420
Discs	31	34	37
E-block	35	43	40
Top Cover	20	15	12
อื่น ๆ	14	8	11