



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าและระบบมาตรฐานที่ใช้ในการผลิต

อุตสาหกรรมการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าเป็นการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเฉพาะทาง ซึ่งการศึกษาพบว่าการผลิตดังกล่าวมีขั้นตอนและกระบวนการผลิตดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การผลิตแผงวงจรไฟฟ้าโดยเทคโนโลยีการผลิตแบบ SMD

สายการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าในอุตสาหกรรมผลิตแผงวงจรไฟฟ้านั้นถูกจัดให้อยู่ในเทคโนโลยีการผลิตที่เรียกว่า Surface Mounting Device (SMD) เป็นสายการผลิตในการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ในส่วนการผลิตนี้จะต้องเตรียมวัตถุดิบ ประเภทต่าง เช่น

1.1 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitors)

1.2 ตัวต้านทาน (Resistors)

1.3 ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Inductor)

1.4 อื่นๆ

ผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตในสายการผลิต SMD นั้นจะถูกกำหนดให้ผลิตภายใต้มาตรฐานสากล ต่างๆมากมายซึ่งผู้ประกอบการจะต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่ดูแลมาตรฐานดังกล่าว ก่อนที่จะสามารถผลิตงานเพื่อการส่งออกได้ ซึ่งรายละเอียดและขั้นตอนในการผลิตแผงวงจรไฟฟ้า ในกระบวนการผลิต SMD สามารถอธิบายได้ดังขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิต ในขั้นตอนนี้พนักงานผู้ทำการผลิตจะต้องทำการเบิกวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตให้ครบตามจำนวนที่เจ้าหน้าที่วางผลิตเป็นผู้กำหนด รายละเอียดวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการประกอบ ประกอบไปด้วยวัตถุดิบหลัก เช่น แผ่นวงจรพิมพ์, ตัวเก็บประจุไฟฟ้า, ตัวต้านทาน, ตัวต่อสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรวม และวัตถุดิบรองคือ ตะกั่วคริม โดยดูได้จากรายละเอียดของวัตถุดิบ (Bill of Material : BOM)

ขั้นตอนที่ 2 คือการพิมพ์ตะกั่วคริมลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ ตามตำแหน่งที่ออกแบบโดยใช้เครื่องพิมพ์ตะกั่วอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 3 คือการนำแผ่นวงจรพิมพ์ที่มีตะกั่วคริมไปทำการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวข้างต้น โดยเครื่องวางอุปกรณ์อัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 4 คือการนำแผ่นวงจรพิมพ์ที่ผ่านขั้นตอนที่ 3 มาทำการอบเพื่อให้ตะกั่วคริมหลอมและเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเพื่อยึดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวเข้ากับแผ่นวงจรพิมพ์ โดยเครื่องหลอมตะกั่วอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 5 คือการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตที่1-4 ด้วยสายตาโดยการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10-40 เท่า

ขั้นตอนที่ 6 คือการสุ่มตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานโดยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพโดยการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10-40 เท่า

ขั้นตอนที่ 8 คือขั้นตอนการนำชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพแล้วบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์เพื่อเตรียมสำหรับกระบวนการผลิตขั้นต่อไป

2. การผลิตแผงวงจรไฟฟ้าโดยเทคโนโลยีการผลิตแบบ COB

สำหรับในกระบวนการนี้ เป็นกระบวนการที่ต่อจากกระบวนการ SMD โดยรับผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (Semi- Finished Goods) มาทำการผลิตเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูปพร้อมที่ทำการส่งมอบแก่ลูกค้าต่อไป กระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าโดยเทคโนโลยีการผลิตแบบ Chip on Board (COB) มีขั้นตอนในการผลิตดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิต ในขั้นตอนนี้พนักงานผู้ทำการผลิตจะต้องทำการเบิกวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตให้ครบตามจำนวนที่เจ้าหน้าที่วางแผนเป็นผู้กำหนด รายละเอียดวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการประกอบ ประกอบไปด้วยวัตถุดิบหลัก เช่น แผ่นวงจร , ตัวเก็บประจุไฟฟ้า, ตัวต้านทาน, ตัวต่อสัญญาณไฟฟ้า และวงจรรวม และวัตถุดิบรองคือ สารเชื่อมต่อ (Adhesive Conductive) โดยดูได้จากรายละเอียดของวัตถุดิบ (Bill of Material : BOM)

ขั้นตอนที่ 2 คือการนำแผ่นวงจรมาทำการหยอดสารเชื่อมต่อ (Conductive Adhesive) ร่องจักรลงบนบริเวณกำหนด หลังจากนั้นนำแผ่นวงจรที่ได้เข้าเครื่องวางอัตโนมัติทำการวางตัววงจรรวม บนสารเชื่อมต่อ (Die Attach) และนำไปอบ (Curing) เพื่อให้สถานะของสารเชื่อมต่อแปรสภาพจากของเหลวเป็นของแข็งและสร้างความแข็งแรงให้กับการยึดต่อระหว่างแผ่นวงจรรวมและแผ่นวงจร

ขั้นตอนที่ 3 คือการนำแผ่นวงจรที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ไปทำการร้อยลวด (Wire Bonding) ด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ และทำการทดสอบความแข็งแรงของเส้นลวด(Wire Pull test) ซึ่งจะทำได้โดยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ

ขั้นตอนที่ 4 คือการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการผลิตที่1-4 ด้วยสายตาโดยการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10-40 เท่า

ขั้นตอนที่ 5 คือการสุ่มตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานโดยพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพโดยการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10-40 เท่า

ขั้นตอนที่ 6 คือ การนำแผ่นวงจรที่ได้จากขั้นตอนที่ 1-4 ไปประกอบกับแผ่นวงจรที่ได้จากกระบวนการผลิต SMT และนำไปทำการทดสอบการทำงานทางไฟฟ้า (Functional test) ในกรณีที่มีแผ่นวงจรใดไม่ผ่านการทดสอบการทำงานทางไฟฟ้า จะมีการทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Trouble Shooting) และทำการแก้ไข หลังจากนั้นจึงนำแผ่นวงจรนั้นมาทำการทดสอบการทำงานทางไฟฟ้าอีกครั้ง จนกว่าผลการทดสอบที่ได้รับจะเป็นแสดงผลผ่านทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 7 คือการนำแผ่นวงจรที่ผ่านการทดสอบทางไฟฟ้าแล้วไปทำการลงในบรรจุภัณฑ์เพื่อทำการส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป และในขั้นตอนนี้จะมีพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพเข้ามาทำการสุ่มเพื่อตรวจสอบทางด้านสายตา โดยโดยเฉพาะรูปลักษณะภายนอกให้ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า โดยเรียกขั้นตอนนี้ว่า Outgoing Quality Assurance; OQA.

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงการวางแผนการนำเข้าวัสดุดิบแต่ละกระบวนการเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง

เดือน	จำนวน ผลิตภัณฑ์ชนิด หนึ่ง	Input SMT	Input COB	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ มาตรฐานทั้งหมด
มกราคม	4,600	6,389	5,750	1,789
กุมภาพันธ์	3,065	4,257	3,831	1,192
มีนาคม	2,609	3,624	3,261	1,015
เมษายน	1,705	2,368	2,131	663
พฤษภาคม	1,965	2,729	2,456	764
มิถุนายน	2,228	3,094	2,785	866
กรกฎาคม	4,215	5,854	5,269	1,639
สิงหาคม	4,640	6,444	5,800	1,804
กันยายน	4,023	5,588	5,029	1,565
ตุลาคม	6,189	8,596	7,736	2,407
พฤศจิกายน	6,778	9,414	8,473	2,636
ธันวาคม	3,761	5,224	4,701	1,463
ค่าเฉลี่ย	3,815	5,298	4,769	1,484

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงการนำเข้าวัตถุดิบแต่ละกระบวนการเพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิด
หนึ่ง

เดือน	จำนวน ผลิตภัณฑ์ชนิด หนึ่ง	Input SMT	Input COB	ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ มาตรฐาน
มกราคม	4,600	6,778	5,816	2,178
กุมภาพันธ์	3,065	4,516	3,875	1,451
มีนาคม	2,609	3,844	3,299	1,235
เมษายน	1,705	2,512	2,156	807
พฤษภาคม	1,965	2,895	2,485	930
มิถุนายน	2,228	3,283	2,817	1,055
กรกฎาคม	4,215	6,211	5,329	1,996
สิงหาคม	4,640	6,837	5,867	2,197
กันยายน	4,023	5,928	5,087	1,905
ตุลาคม	6,189	9,119	7,825	2,930
พฤศจิกายน	6,778	9,987	8,570	3,209
ธันวาคม	3,761	5,542	4,755	1,781
ค่าเฉลี่ย	3,815	5,621	4,823	1,806

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงการกำหนดตัวแปรทางด้าน Output และ ตัวแปรทางด้าน Input

เดือน (DMU)	จำนวนผลิตภัณฑ์ ชนิดหนึ่ง (Output)	ค่าแรงงานทางตรง (Input1)	ค่าวัตถุดิบทางอ้อม (Input2)	ค่าไส้หุ้ย (Input3)
มกราคม	4,600	102.48	11.98	563.50
กุมภาพันธ์	3,065	153.80	11.98	512.18
มีนาคม	2,609	180.68	11.98	485.30
เมษายน	1,705	276.48	11.98	389.50
พฤษภาคม	1,965	239.90	11.98	426.09
มิถุนายน	2,228	211.58	11.98	454.40
กรกฎาคม	4,215	111.84	11.98	554.14
สิงหาคม	4,640	101.59	11.98	564.39
กันยายน	4,023	117.18	11.98	548.81
ตุลาคม	6,189	76.17	11.98	589.82
พฤศจิกายน	6,778	69.55	11.98	596.43
ธันวาคม	3,761	125.34	11.98	540.64
ค่าเฉลี่ย	3,815	147.21	11.98	518.77

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางภาคผนวกที่ 4 สินค้าส่งออกสำคัญ 15 รายการแรกของไทยปี 2546 - 2550

รายการ	มูลค่า : ล้านบาท										อัตราการขยายตัว : ร้อยละ
	2546	2547	2548	2549	2550	2546	2547	2548	2549	2550	
1 เครื่องคอมพิวเตอร์และส่วนประกอบ	339,944.51	368,866.98	474,445.19	565,806.93	596,160.53	6.52	8.51	28.62	19.26	5.36	
2 รถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ	164,705.81	220,788.13	310,306.53	362,374.31	415,288.48	31.51	34.05	40.54	16.78	14.6	
3 แผงวงจรไฟฟ้า	191,540.28	196,444.27	238,454.60	267,598.31	277,966.18	34.97	2.56	21.39	12.22	3.87	
4 ยางพารา	115,796.95	137,454.19	148,679.86	205,483.11	194,357.37	55.22	18.70	8.17	38.21	-5.41	
5 อัญมณีและเครื่องประดับ	104,525.63	106,278.32	129,339.28	139,864.58	185,163.71	12.29	1.68	21.71	8.14	32.39	
6 เม็ดพลาสติก	89,204.82	124,783.11	167,914.20	171,394.06	179,572.30	17.2	39.88	34.56	2.07	4.77	
7 เหล็ก เหล็กกล้าและผลิตภัณฑ์	70,222.27	99,577.92	115,513.31	134,035.23	158,576.16	31.01	41.80	16	16.03	18.31	
8 เครื่องจักรกลและส่วนประกอบเครื่องจักรกล	51,716.62	67,083.79	84,509.13	100,867.03	149,839.36	29.58	29.71	25.98	19.36	48.55	
9 น้ำมันสำเร็จรูป	42,404.82	71,073.94	94,999.55	138,785.62	140,716.02	-6.09	67.61	33.66	46.1	1.39	
10 เคมีภัณฑ์	65,897.44	82,841.51	105,732.82	130,475.48	135,158.83	28.83	25.71	27.63	23.4	3.59	
11 เครื่องใช้ไฟฟ้าและส่วนประกอบอื่น ๆ	40,077.91	73,909.49	88,314.39	95,521.16	126,391.81	3.04	84.40	19.5	8.16	32.32	
12 ผลิตภัณฑ์ยาง	64,668.24	78,014.15	94,094.26	117,269.50	126,211.49	19.55	20.64	20.61	24.63	7.63	
13 ข้าว	75,776.13	108,328.33	92,993.72	98,179.00	119,304.12	8.25	42.93	14.16	5.58	21.52	
14 เครื่องปรับอากาศและส่วนประกอบ	59,778.96	79,947.20	87,334.08	87,460.72	110,345.71	25.39	33.74	9.24	0.15	26.17	
15 อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป	88,789.14	90,688.37	100,284.20	113,050.15	109,109.00	2.64	2.14	10.58	12.73	-3.49	
รวมส่งออก 15 รายการ	1,565,049.52	1,906,073.70	2,332,911.11	2,728,165.18	3,024,161.08	18.83	21.79	22.39	16.94	10.85	
อื่น ๆ	176,058,060.00	1,967,615.85	2,105,779.92	2,209,207.06	2,230,838.20	9.57	11.76	7.02	4.91	0.98	
รวมส่งออกทั้งสิ้น	3,325,630.12	3,873,689.56	4,438,691.05	4,937,372.24	5,254,999.18	13.74	16.48	14.59	11.23	6.43	

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ตารางภาคผนวกที่ 5 โครงสร้างสินค้านำออกของไทยปี 2540 - 2550

มูลค่า : ล้านบาท

ปี	รวม	สินค้าเกษตรกรรม	สินค้าอุตสาหกรรม	สินค้าแร่และเชื้อเพลิง	สินค้าอื่นๆ	ปี	รวม	สินค้าเกษตรกรรม	สินค้าอุตสาหกรรม	สินค้าอุตสาหกรรม การเกษตร	สินค้าอุตสาหกรรม
2540	1,806,682.0	150,939.2	1,305,601.0	50,449.5	48,054.8	2540	28.04	1,305,601.0	19.55	10.9	28.82
2541	2,248,089.4	176,189.2	1,660,795.3	44,273.5	72,069.8	2541	24.43	1,660,795.3	16.73	17.14	27.21
2542	2,214,248.7	172,437.6	1,665,075.9	47,947.9	63,363.4	2542	-1.51	1,665,075.9	-2.13	-9.95	0.26
2543	2,768,064.8	187,698.6	2,115,414.0	97,399.0	75,597.1	2543	25.01	2,115,414.0	8.85	10	27.05
2544	2,884,703.9	213,492.5	2,171,481.9	90,699.8	96,501.9	2544	4.21	2,171,481.9	13.74	7.05	2.65
2545	2,923,941.4	218,941.6	2,226,390.1	86,242.8	86,949.4	2545	1.36	2,226,390.1	2.55	-2.28	2.53
2546	3,325,630.1	247,582.4	2,542,797.9	95,639.7	74,572.6	2546	13.74	2,542,797.9	13.08	19.52	14.21
2547	3,873,689.6	255,650.3	2,994,110.8	148,086.6	61,318.1	2547	16.48	2,994,110.8	3.26	13.56	17.75
2548	4,438,691.0	280,160.7	3,470,160.7	206,894.3	63,405.5	2548	14.59	3,470,160.7	9.59	0.86	15.9
2549	4,937,372.2	303,069.7	3,808,883.3	262,553.6	63,190.4	2549	11.23	3,808,883.3	8.18	19.52	9.76
2550	5,254,999.3	327,710.2	4,106,445.6	258,346.9	39,540.2	2550	6.43	4,106,445.6	8.13	4.66	7.81

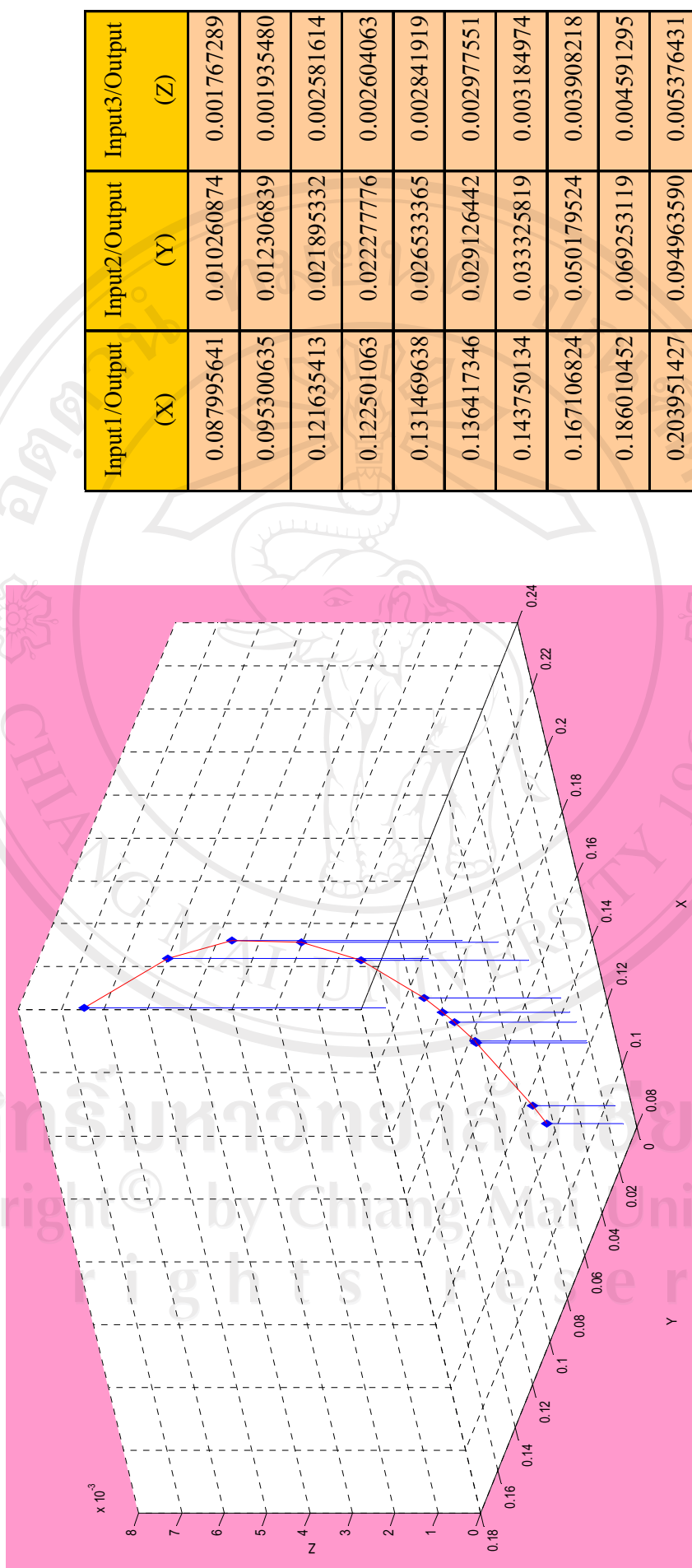
ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตลาดส่งออกที่สำคัญ

มูลค่า : ล้านบาท อัตราการขยายตัว : ร้อยละ

ปี	รวม	อาเซียน	ญี่ปุ่น	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	ประเทศอื่น ๆ	รวม	อาเซียน	ญี่ปุ่น	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	ประเทศอื่น ๆ
2540	1,806,681.98	390,410.41	354,539.15	354,539.15	290,387.12	500,579.43	28.04	27.78	14.00	39.69	29.11	28.59
2541	2,248,089.44	408,963.94	500,722.50	500,722.50	401,156.66	628,852.27	24.43	4.75	13.90	41.23	38.15	25.62
2542	2,214,248.69	411,639.25	479,355.98	479,355.98	371,968.48	638,447.74	1.51	0.65	1.44	4.27	7.28	1.53
2543	2,768,064.76	536,909.66	591,675.75	591,675.75	437,099.60	795,937.53	25.01	30.43	29.92	23.43	17.51	24.67
2544	2,884,703.89	557,801.15	584,496.96	584,496.96	466,433.80	836,141.78	4.21	3.89	8.21	1.21	6.71	5.05
2545	2,923,941.39	582,130.28	579,071.63	579,071.63	438,370.09	897,345.96	1.36	4.36	-2.91	0.93	6.02	7.32
2546	3,325,630.12	684,943.21	565,094.87	565,094.87	488,392.12	1,115,243.67	13.74	17.66	10.52	2.41	11.41	24.28
2547	3,873,689.56	852,487.24	622,496.98	622,496.98	553,964.64	1,303,253.04	16.48	24.46	14.73	10.16	13.43	16.86
2548	4,438,691.03	975,867.90	680,321.96	680,321.96	570,836.64	1,608,764.65	14.59	14.47	11.34	9.29	3.05	23.44
2549	4,937,372.24	1,029,179.98	740,695.70	740,695.70	642,162.99	1,901,402.59	11.23	5.46	3.49	8.87	12.50	18.19
2550	5,254,999.28	1,119,956.94	662,740.90	662,740.90	672,824.14	2,174,416.32	6.43	8.82	0.18	10.52	4.77	14.36

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือจากกรมศุลกากร



รูปภาคผนวกที่ 1 แสดงกราฟของประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตภายใต้ข้อสมมติ Constant Returns to Scale (CRS) และ Variable Returns to

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุทัยสวาสดี คงขุนเทียน
วัน เดือน ปี เกิด	18 ธันวาคม 2521
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเรยีนาเชลี วิทยาลัย พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมงฟอร์ต วิทยาลัย พ.ศ. 2539 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2540-2544
ประวัติการทำงาน	วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพบริษัทเซนมิน่าไซน์ซิสเต็มส์ จำกัด พ.ศ.2544 – 2546 วิศวกรฝ่ายคุณภาพบริษัทฮานาไมโคร อิเล็กทรอนิกส์ มหาชน จำกัด พ.ศ.2546-ปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved