

การพิจารณาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตของ หจก. เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์

ณิชนันท์ ท่าไม้สุข

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2559

THE EVALUATION OF AUTOMATED SYSTEMS FOR APPLYING TO
THE PRODUCTION OF CHAROEN DEE ELECTROPLATE LTD., PART

Nichanun Thamaisuk

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2016

หัวข้อสารนิพนธ์

การพิจารณาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตของ
หจก. เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์

โดย

ณิชนันท์ ท่าไม้สุข

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

ณิชนันท์ ทาไม้สุข : การพิจารณาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตของ หจก. เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์. อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์, 66 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตภายในของทางโรงงาน แล้วนำมากำหนดแผนกที่จะทำการปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการขาดแรงงานของทางโรงงาน พร้อมทั้งจัดเตรียมงบประมาณที่ใช้ในการปรับเปลี่ยน โดยใช้วิธีการประเมินโครงการการลงทุนเป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณาในการตัดสินใจลงทุน

จากการศึกษาพบว่าการลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงานนั้นจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ามากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการลงทุนจัดซื้อเครื่องจักรจะอยู่ที่ 780,000 บาท ใช้เวลา 2.2 ปีในการคืนทุน อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุนอยู่ที่ 41% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 559,188.73 บาท ซึ่งการปรับเปลี่ยนนั้นจะทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานในแผนกได้ 2 คน

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

NICHANUN THAMASUK : THE EVALUATION OF AUTOMATED SYSTEMS
FOR APPLYING TO THE PRODUCTION OF CHAROEN DEE ELECTROPLATE
LTD., PART. ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. PICHIT SUKCHAREONPONG,
66 PP.

This term paper aimed to study the internal production process of the factory: Washing, plating and Coloring departments. Then the production is submitted to the department to make changes to the automated system to help in the production process to help solve the problem of lack of labor in the factory and prepare a budget to adjust to be used in the adjustment with project evaluation methodology as a basis for decision making on investment.

The result of the study was found that the investment of automated systems in the washing departments would provide the most cost effective return with a budget in the amount of 780,000 THB with the payback period of 2.2 years. The internal rate of return is 41% and net present value is equal to 559,188.73 THB. The replacement will reduce the 2 staff labors in the department.

Graduate School
Field of Study Industrial Management
Academic Year 2016

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์เป็นรูปเล่มได้ ด้วยการให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินงานและการช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์ ตลอดจนการตรวจทานข้อบกพร่องของสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกสำเร็จให้แก่ผู้ศึกษา

นอกจากนี้ขอขอบคุณทาง หจก. เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์ และพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและอนุญาตให้ผู้ศึกษาได้นำข้อมูลมาประกอบการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ผู้ศึกษาตลอดมา

ณิชนันท์ ท่าไม้สุข

TNI

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป	ฉ
 บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
กรอบแนวคิดในการศึกษา	2
ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	3
แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
อุตสาหกรรมชุบโลหะ	5
รูปแบบกระบวนการผลิตของการชุบโลหะ.....	6
การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี.....	9
ขั้นตอนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี.....	9
งบลงทุน	13
วิธีการประเมินการลงทุน	14
ประเภทของโครงการที่นำมาพิจารณาในการลงทุน.....	20
การประมาณการงบการเงินและกระแสเงินสดของโครงการ.....	20
กระแสเงินสดของโครงการ	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์..... 22
	กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา..... 22
	เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 23
	ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 25
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 25
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 28
	ผลการศึกษา..... 28
	การวิเคราะห์..... 42
	บทสรุป..... 50
	ข้อเสนอแนะ..... 51
	บรรณานุกรม..... 52
	ภาคผนวก..... 54
	ภาคผนวก ก. ตารางแสดงค่า PVIF และ PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ... 55
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์..... 66

TNI

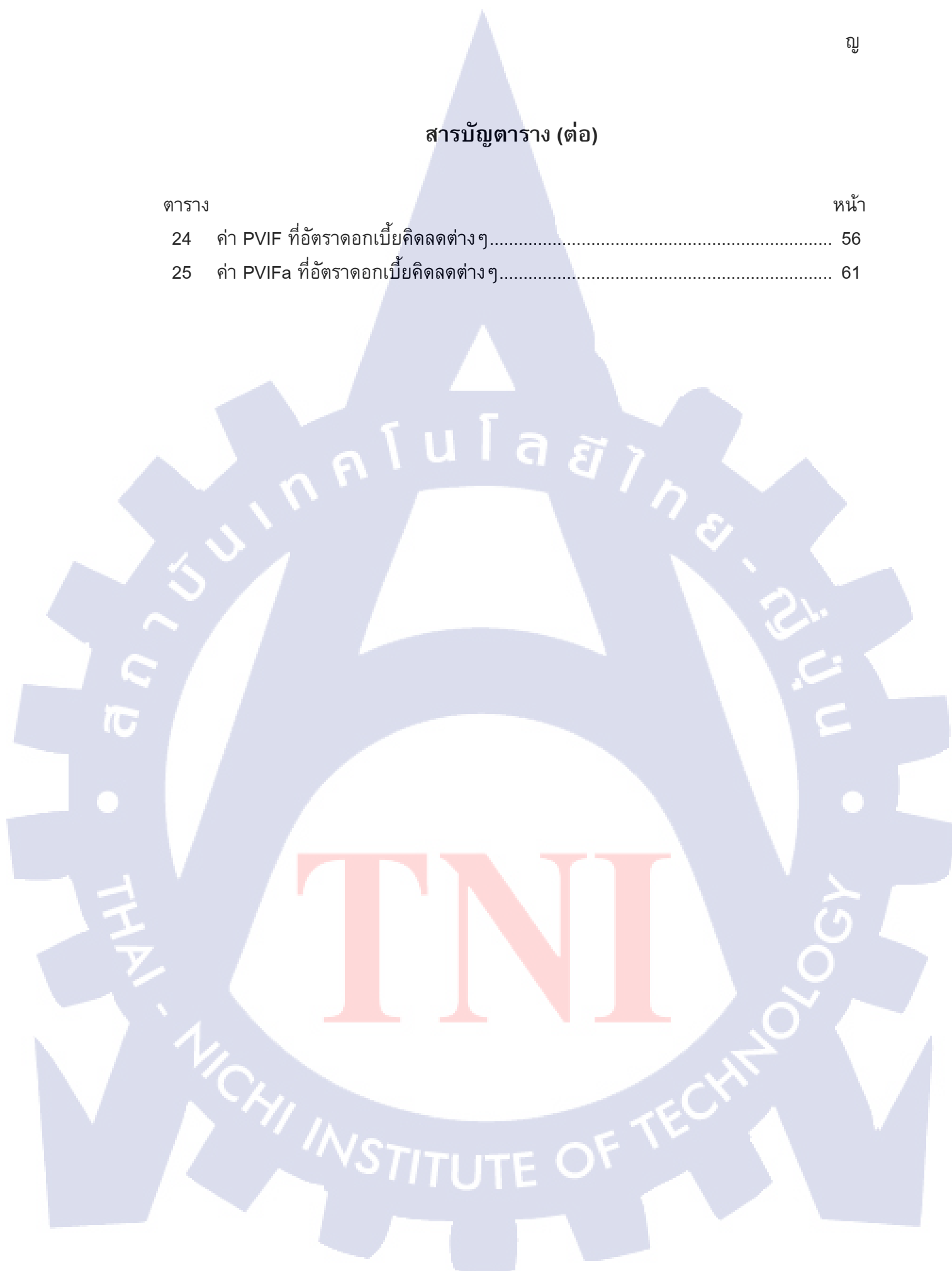
TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน	4
2 ตัวอย่างการคำนวณจากโปรแกรม Excel	16
3 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณกระแสเงินสดรับต่อปี	26
4 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตใน 1 รอบ การทำงานของแผนกล้างชิ้นงาน.....	31
5 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตใน 1 รอบ การทำงานของแผนกล้างชิ้นงานและทำสีชิ้นงาน.....	37
6 เวลาที่ใช้และจำนวนชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วัน	37
7 เวลาที่ใช้และจำนวนชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ของ แผนกล้างชิ้นงานใน 1 วัน.....	38
8 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน	41
9 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกชุบชิ้นงาน	41
10 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกทำสีชิ้นงาน	41
11 รายได้สุทธิและต้นทุนโดยประมาณย้อนหลัง 2 ปี.....	42
12 ประมาณการณรายได้และต้นทุนล่วงหน้า 5 ปี	42
13 ประมาณการณรายได้และต้นทุนของแผนกล้างชิ้นงานล่วงหน้า 5 ปี.....	43
14 กระแสเงินสดรับของแผนกล้างชิ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี	43
15 ตัวอย่างแสดงการคิดหากระแสเงินสดรับของแผนกล้างชิ้นงานปี 2560	43
16 ประมาณการณรายได้และต้นทุนของแผนกชุบชิ้นงานล่วงหน้า 5 ปี.....	44
17 กระแสเงินสดรับของแผนกชุบชิ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี	44
18 ประมาณการณรายได้และต้นทุนของแผนกทำสีชิ้นงานล่วงหน้า 5 ปี	45
19 กระแสเงินสดรับของแผนกทำสีชิ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี	45
20 งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน ระยะเวลาคืนทุน ค่า NPV และ ค่า IRR ของแต่ละแผนก (อัตราคิดลด 15%).....	47
21 ประมาณการเวลาที่ใช้กระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A จำนวน 10,500 ชิ้น ของแผนกล้างชิ้นงานด้วยระบบอัตโนมัติ.....	49
22 เปรียบเทียบกระบวนการผลิตของแผนกล้างชิ้นงานในปัจจุบันกับระบบอัตโนมัติ	49
23 ประมาณการเวลาที่ใช้กระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วัน ตลอดทั้ง กระบวนการเมื่อปรับเปลี่ยนแผนกล้างเป็นระบบอัตโนมัติ.....	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
24	ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ.....	56
25	ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ.....	61



สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
2	ภาพรวมอุตสาหกรรมชุบโลหะ	6
3	รูปแบบกระบวนการผลิตของการชุบโลหะ	7
4	หลักการการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า	8
5	แผนผังแสดงวิธีการเตรียมผิวชิ้นงาน.....	10
6	เครื่องชุบแบบถังกลิ้ง	12
7	เครื่องชุบแบบแขวน.....	12
8	ลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี.....	13
9	แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกล้างชิ้นงาน	22
10	แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกชุบชิ้นงาน	23
11	แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกทำสีชิ้นงาน.....	23
12	แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกล้างชิ้นงาน.....	28
13	กระป๋องสำหรับใส่ชิ้นงาน	29
14	ชิ้นงานที่ถูกแช่ไว้ในบ่อล้างไขมัน	29
15	พนักงานนำกระป๋องขึ้นจากบ่อล้างไขมัน	30
16	บ่อน้ำ.....	30
17	บ่อต้มล้างไขมันและบ่อปรับสภาพผิว	31
18	พื้นที่ในการส่งต่อกระป๋องไปยังแผนกชุบชิ้นงาน.....	31
19	แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกชุบชิ้นงาน.....	32
20	เครื่องชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี รหัสเครื่อง C-1 C-2 และ C-3.....	33
21	ถังกลิ้ง	33
22	พนักงานคนที่ 2 เดินเครนเพื่อเคลื่อนย้ายถังกลิ้งมายังจุดที่ 1	34
23	พนักงานคนที่ 1 ทำการบรรจุชิ้นงานลงในถังกลิ้ง	34
24	ตะกร้าสำหรับใส่ชิ้นงานเพื่อส่งต่อไปยังแผนกทำสีชิ้นงาน	35
25	แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกทำสีชิ้นงาน.....	35
26	บริเวณแผนกทำสีชิ้นงาน	36
27	เครื่องจักรระบบอัตโนมัติสำหรับผลิตชิ้นงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี แบบถังกลิ้งของโรงงานที่ 1	39
28	เครื่องชุบแบบระบบอัตโนมัติของโรงงานที่ 2	40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
29	ข้อมูลบนโปรแกรม Excel ที่ใช้ในการคำนวณค่า NPV และ IRR	46
30	บริเวณแผนกล้างชิ้นงาน.....	48
31	รูปแบบของเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่จะนำมาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน.....	49



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีในชิ้นงานประเภทชิ้นส่วนรถยนต์นั้นเป็นงานที่มีรายละเอียดในการทำงานค่อนข้างมากต้องใช้พนักงานที่ผ่านการอบรมกระบวนการผลิตในเบื้องต้นมาแล้ว เพื่อให้เข้าใจถึงกระบวนการผลิตและลักษณะของชิ้นงานแต่ละชนิดมีจุดสำคัญที่ต้องระมัดระวังในระหว่างกระบวนการผลิตแตกต่างกันออกไป ซึ่งหัวใจหลักในการรักษาคุณภาพของชิ้นงานให้ได้มาตรฐานนั้นก็คือพนักงานที่การเข้าใจกระบวนการผลิตรวมถึงทักษะที่จำเป็นในการทำงาน แต่ปัญหาหลักที่ทาง หจก.เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์ พบอยู่เสมอกลับเป็นปัญหาด้านการขาดแรงงาน

ปัญหาด้านการขาดแรงงานที่ทางโรงงานต้องพบเจออยู่เป็นประจำนั้นไม่ว่าจะเป็นการขาดงานของพนักงาน การเปลี่ยนงาน ไปจนถึงการลาออก สิ่งเหล่านี้เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการวางแผนงานในกระบวนการผลิต รวมไปถึงการจัดตารางฝึกอบรมพนักงานที่รับเข้ามาทำงานใหม่ ที่จะทำให้กระบวนการผลิตเกิดการล่าช้าขึ้นและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชิ้นงานในกระบวนการผลิตที่อาจเกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นในแต่ละรอบการผลิตอีกด้วย นอกจากผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในโรงงานแล้วนั้น ปัญหานี้ยังส่งผลกระทบต่อการประเมินคะแนนความพึงพอใจในการจ้างผลิตชิ้นงานของลูกค้าที่ยึดเกณฑ์ด้านคุณภาพชิ้นงานและเวลาในการส่งมอบชิ้นงานเป็นหลักอีกด้วย

นอกจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้นอีกปัญหาที่พบก็คือ ความเหนื่อยล้าจากการทำงานที่ต่อเนื่องของพนักงาน เนื่องจากในกระบวนการผลิตของทางโรงงานนั้นเน้นใช้แรงงานคนเป็นหลัก ในบางเดือนที่ลูกค้ามีการสั่งผลิตชิ้นงานเป็นปริมาณมากกว่าปกติ ทำให้ทางโรงงานต้องสั่งเปิดการทำงานล่วงเวลาเพื่อที่จะผลิตชิ้นงานให้ได้ตามปริมาณที่ลูกค้าต้องการ ทำให้พนักงานต้องทำงานต่อเนื่องจากชั่วโมงทำงานปกติเพิ่มขึ้นอีกจึงเกิดความเหนื่อยล้าสะสมจากการทำงาน ถึงแม้ว่าการทำงานล่วงเวลาจะไม่ได้เกิดขึ้นเป็นประจำก็ตามแต่ปัญหานี้ก็ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้พนักงานขาดงานในวันถัดมาหลังจากทำงานล่วงเวลา

ซึ่งกล่าวได้ว่านอกเหนือจากเหตุผลส่วนตัวของพนักงานแล้วนั้น ปัญหาความเหนื่อยล้าจากการทำงานที่ต่อเนื่องของพนักงานยังเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการขาดแรงงานของทางโรงงานอีกด้วย

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้นทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตแทนแรงงานคนที่ใช้อยู่เป็นหลักของทางโรงงาน เพื่อลดปัญหาด้านการขาดแรงงาน รวมถึงช่วยทุ่นแรงของพนักงานเพื่อไม่ให้เกิดความเหนื่อยล้าจากการทำงานที่ต่อเนื่อง

นอกจากจะทำให้กระบวนการผลิตทำได้อย่างต่อเนื่องแล้วนั้น กระบวนการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติยังช่วยสร้างความมั่นใจด้านคุณภาพการผลิตแก่ลูกค้าอีกด้วย

แต่ทั้งนี้การจะนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างเต็มรูปแบบสำหรับโรงงานที่เป็นธุรกิจขนาดเล็กนั้นถือเป็นการลงทุนที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงอยู่พอสมควร จึงต้องมีการทบทวนเกี่ยวกับระบบกระบวนการผลิตในปัจจุบันก่อนว่ามีปัญหาเกิดขึ้นตรงแผนกใดบ้าง และสามารถปรับเปลี่ยนไปใช้เป็นระบบอัตโนมัติตรงจุดใดในกระบวนการผลิตได้บ้าง รวมถึงงบประมาณที่ต้องใช้ในการปรับเปลี่ยนครั้งนี้ด้วย จึงเกิดเป็นหัวข้อของการศึกษาสารนิพนธ์ฉบับนี้ขึ้นมา

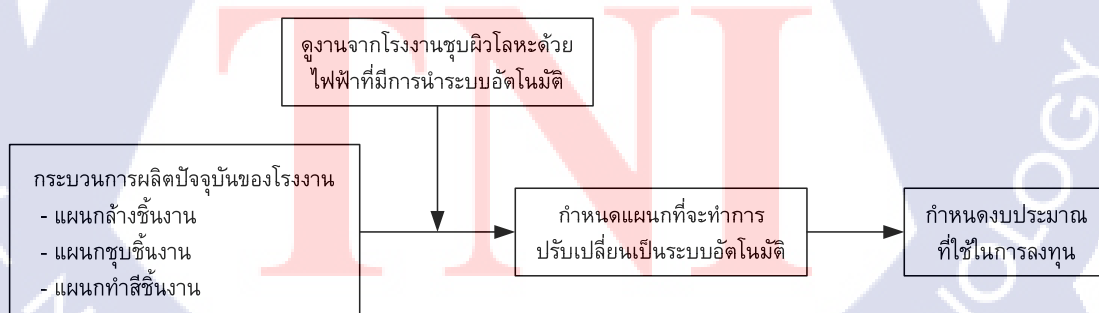
วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตภายในของทางโรงงาน
2. เพื่อกำหนดแผนกที่จะทำการปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติในการผลิต
3. เพื่อจัดเตรียมงบประมาณที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษากระบวนการผลิตภายในของโรงงาน โดยจะทำการศึกษาทั้งหมด 3 แผนก ได้แก่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน และ แผนกทำสีชิ้นงาน ซึ่งเป็นกระบวนการหลักในการผลิตชิ้นงาน โดยมีชิ้นงานประเภท A ที่เป็นชิ้นที่ทางโรงงานผลิตออกมามากที่สุดควบคู่ไปกับการศึกษากระบวนการผลิตในแต่ละแผนก

กรอบแนวคิดในการศึกษา



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาศาสนาพินิจนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากระบวนการผลิตภายในของทางโรงงาน โดยแบ่งเป็น
 - 2.1 แผนกล้างชิ้นงาน
 - 2.2 แผนกดซับชิ้นงาน
 - 2.3 แผนกทำสีชิ้นงาน
3. ศึกษาดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต
4. กำหนดแผนกที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตและกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
6. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงกระบวนการผลิตภายในทั้งหมดของทางโรงงานและแผนกที่ได้ผลกระทบมากที่สุดจากปัญหาด้านการขาดแรงงาน
2. เป็นแนวทางในจัดเตรียมงบประมาณเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติแทนการใช้แรงงานคน

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. งานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี คือ การนำชิ้นงานมาชุบพื้นผิวด้วยโลหะสังกะสี โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ

แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน (เดือน)			
		1	2	3	4
1	ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง				
2	ศึกษากระบวนการผลิตภายในของทางโรงงาน				
3	ศึกษาดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต				
4	กำหนดแผนที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตและกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน				
5	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม				
6	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์				

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมชุบโลหะ

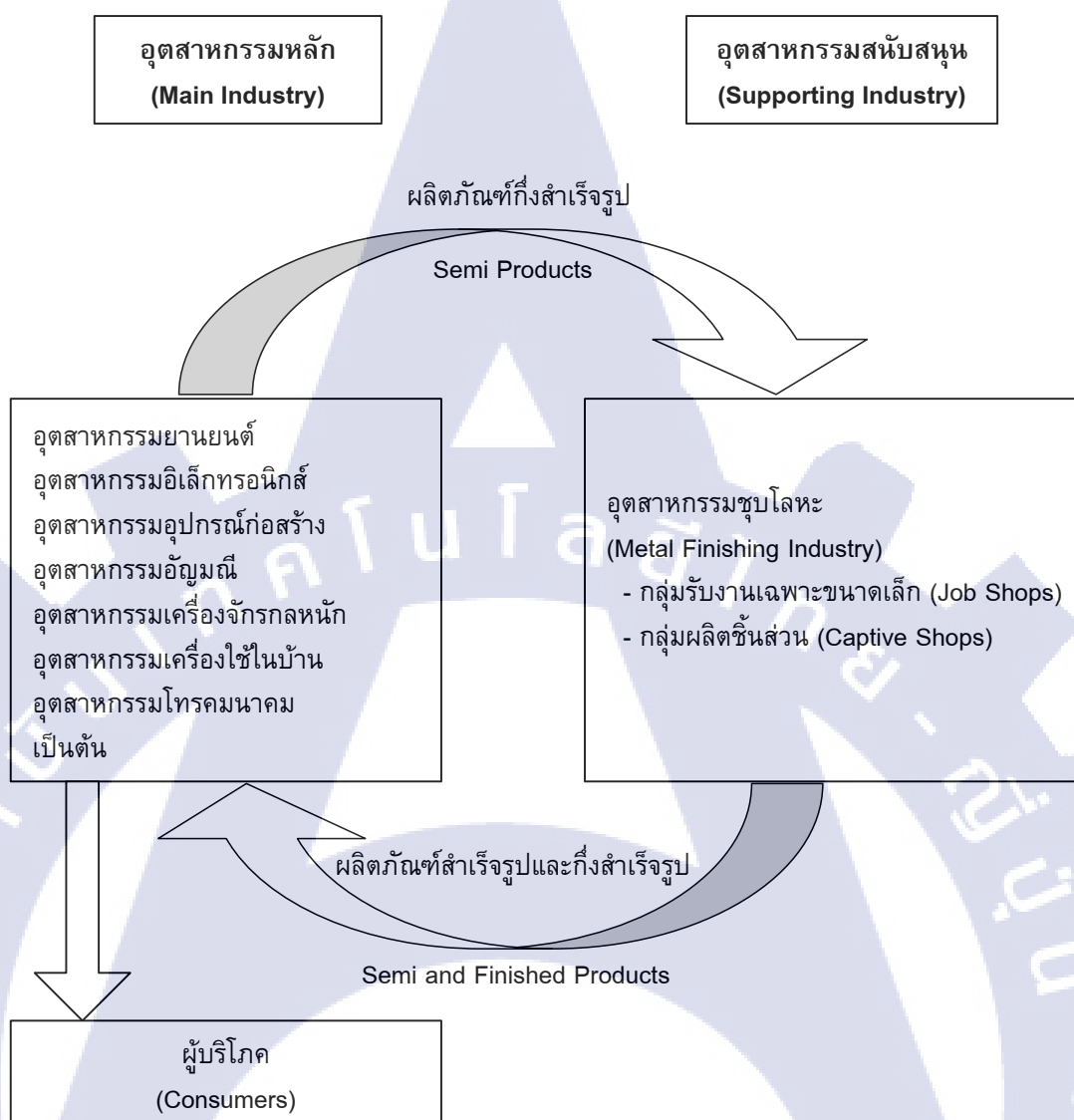
การชุบผิวโลหะเป็นงานประเภทตกแต่งผิวโลหะเพื่อให้ชิ้นงานเกิดความสวยงาม รวมถึงช่วยป้องกันการผุกร่อนพร้อมทั้งยืดอายุการใช้งานของชิ้นงานด้วย นอกจากนี้ในชิ้นงานบางประเภทที่ต้องเพิ่มคุณสมบัติเฉพาะของตัวชิ้นงานก็ใช้การชุบโลหะเข้ามาช่วย อย่างเช่น เพิ่มประสิทธิภาพการนำไฟฟ้า ความทนทานต่อแรงบิด ความทนทานต่อสารเคมี หรือเพิ่มความแข็งแรง เป็นต้น

อุปกรณ์และของใช้ที่พบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น นี้อต สปริง บานพับ ลูกบิดประตู เครื่องประดับ เครื่องครัว รวมไปถึงชิ้นงานในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล เครื่องยนต์ พบในชิ้นงานประเภทที่ต้องการป้องกันการสึกหรอ เช่น ลูกสูบ กระบอกสูบ แหวนลูกสูบ เพื่อง อุตสาหกรรมอาหาร พบในชิ้นงานประเภท ครอบที่บรรจุผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า พบในชิ้นงาน ประเภทแผ่นเหล็กที่เป็นส่วนประกอบของตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของชิ้นงาน อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้การชุบโลหะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของชิ้นงาน เป็นต้น

โดยภาพรวมแล้วนั้นการชุบโลหะจึงจัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะซึ่งงานอุตสาหกรรมที่ช่วยสนับสนุนกลุ่มงานในอุตสาหกรรมหลักอื่นๆ อีกที่

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

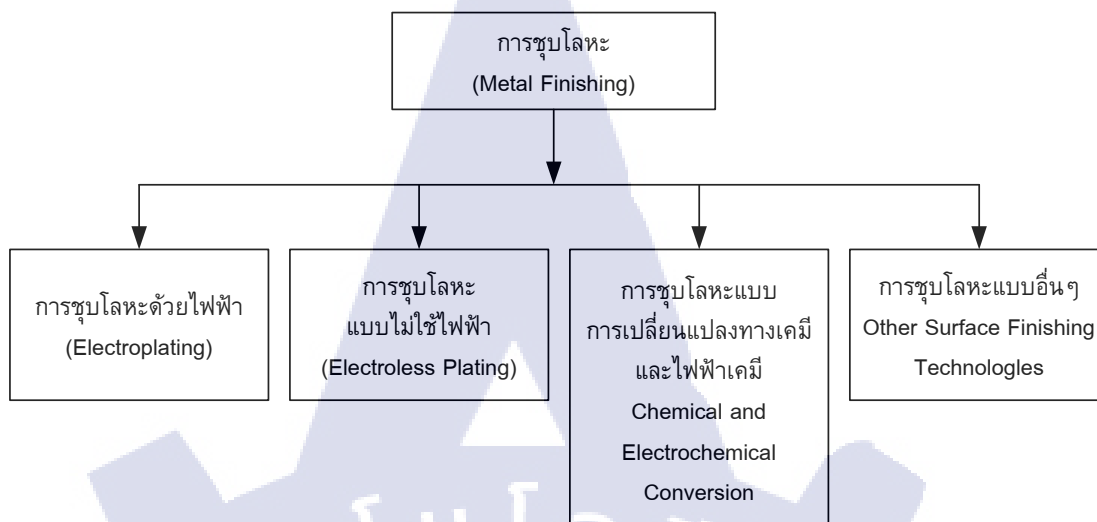


รูปที่ 2 ภาพรวมอุตสาหกรรมชุบโลหะ

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). **คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ**. ออนไลน์.

รูปแบบกระบวนการผลิตของการชุบโลหะ

การบวนการชุบโลหะนั้นมีรูปแบบกระบวนการผลิตอยู่ด้วยกัน 4 รูปแบบ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2551 : ออนไลน์) ได้แก่



รูปที่ 3 รูปแบบกระบวนการผลิตของการชุบโลหะ

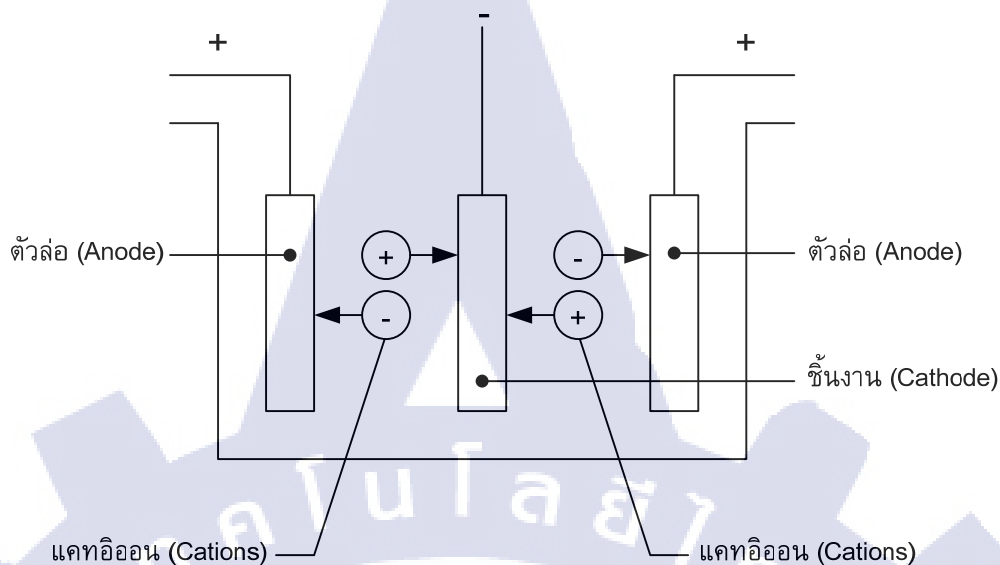
ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ. ออนไลน์.

1. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (Electroplating) คือ การนำชิ้นงานหรือวัสดุที่สามารถนำไฟฟ้าได้มาชุบด้วยโลหะโดยอาศัยไฟฟ้ากระแสตรง เป็นกระบวนการผลิตที่ในอุตสาหกรรมนิยมใช้กันมาก เนื่องจากสามารถนำโลหะหลายชนิดมาทำการชุบ ในขณะเดียวกันก็สามารถเลือกโลหะที่จะนำมาชุบได้หลากหลายชนิดด้วย

ตัวอย่างกลุ่มโลหะที่นิยมใช้ชุบบนผิวชิ้นงาน ได้แก่ ทองแดง ทองแดงผสม นิกเกิล โครเมียม ดีบุก ดีบุกผสม สังกะสี เงิน และ ทอง เป็นต้น

ตัวอย่างโลหะที่ใช้เป็นวัสดุของชิ้นงานก่อนนำมาผ่านกระบวนการชุบ ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม และ พลาสติกบางชนิด เป็นต้น

หลักการทั่วไปของการชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า คือนำชิ้นงานที่ต้องการชุบต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าตรง และสำหรับโลหะที่ใช้เคลือบบนผิวชิ้นงานต่อเข้ากับขั้วบวกซึ่งจะเรียกว่า ตัวล่อ จากนั้นนำชิ้นงานและตัวล่อจุ่มลงในน้ำยาชุบ ปรับปริมาณกระแสและแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้เหมาะสม โดยไอออนของโลหะตัวล่อจะละลายลงสู่น้ำยาชุบในรูปของไอออนบวกและเคลื่อนที่ไปเคลือบบนผิวชิ้นงาน



รูปที่ 4 หลักการการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า

ที่มา : อนันต์ ทองมอย. (ม.ป.ป.). ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า. หน้า 12.

2. การชุบโลหะแบบไม่ใช้ไฟฟ้า (Electroless Plating) เป็นกระบวนการจับตัวของโลหะที่ผิวชิ้นงานที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีโดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้า ยกตัวอย่างเช่น การชุบทองแดงและนิกเกิลแบบไม่ใช้กระแสไฟฟ้าลงบนแผ่นวงจรพิมพ์

3. การชุบโลหะแบบการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและไฟฟ้าเคมี (Chemical and Electrochemical Conversion) กระบวนการชุบโลหะที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นที่ผิวหน้าของชิ้นงาน โดยการใช้กระแสไฟฟ้าหรือไม่ใช้ก็ได้ เพื่อทำให้เกิดชั้นป้องกันผิวหรือเกิดชั้นผิวของชิ้นงานที่มีความสวยงาม ตัวอย่างเช่น การชุบโลหะด้วยโครเมียมสำหรับชิ้นงานที่ต้องการสีสนที่สวยงาม การชุบโลหะด้วยฟอสเฟตใช้สำหรับการเตรียมผิวชิ้นงานก่อนนำชิ้นงานไปทำการพ่นสีหรือทาสี

4. การชุบโลหะแบบอื่นๆ (Other Surface Finishing Technologies) คือ กระบวนการชุบโลหะที่ไม่จัดอยู่ใน 3 กลุ่มข้างต้น

ยกตัวอย่างเช่น การชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dipped Galvanizing) เป็นกระบวนการชุบโลหะสำหรับชิ้นงานที่ต้องการความหนาของชั้นผิวที่ถูกชุบด้วยสังกะสีมาก โดยความหนาของชั้นเคลือบประมาณ 50-450 ไมครอน ตัวอย่างชิ้นงานเช่น เหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยมีกระบวนการสังกะสี เหล็กหรือโลหะที่ต้องการชุบลงในอ่างสังกะสีหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 445-454 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 3-6 นาที ความหนาของชั้นสังกะสีที่เคลือบอยู่จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มแช่ โลหะสังกะสี

การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี

การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี (Zinc Electroplating) โดยหลักการการผลิตมีรูปแบบเดียวกันกับกระบวนการผลิตแบบชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เพียงแต่ตัวล่อที่ใช้ชุบบนผิวชิ้นงานเป็นโลหะชนิดสังกะสี เป็นกระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับชิ้นงานที่ต้องการเพิ่มความเงาให้กับชิ้นงาน และไม่ต้องการความหนาบนชิ้นผิวที่ชุบมากนัก โดยความหนาของชั้นผิวจะอยู่ระหว่าง 5-50 ไมครอน

ประเภทของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (บริษัท โคเท็ค จำกัด. 2558) คือ

1. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีแบบกรด (Acid Zinc Plating) ช่วงค่า pH ของน้ำยาชุบอยู่ที่ช่วง 4 - 6 โดยสูตรของน้ำยาชุบด้วยกัน 3 สูตร ได้แก่

- 1.1 สูตรแอมโมเนียมคลอไรด์
- 1.2 สูตรโพแทสเซียมคลอไรด์
- 1.3 สูตรผสม

2. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีแบบด่าง (Alkaline Zinc Plating) ช่วงค่า pH ของน้ำยาชุบอยู่ที่ช่วง 9-12 โดยสูตรของน้ำยาชุบด้วยกัน 2 สูตร ได้แก่

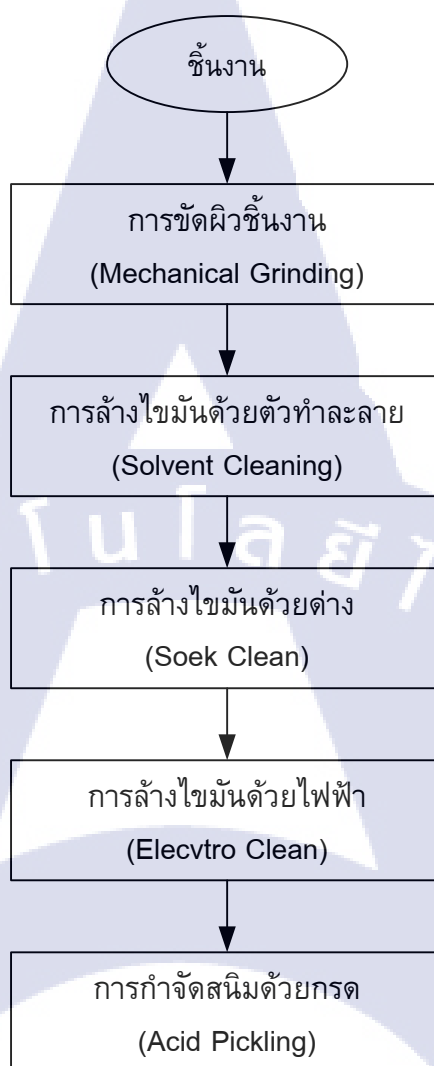
- 2.1 สูตรโซยาไนต์
- 2.2 สูตรไม่มีโซยาไนต์

ขั้นตอนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี

ขั้นตอนในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีนั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมผิวชิ้นงาน

เป็นขั้นตอนเริ่มแรกก่อนนำชิ้นงานเข้าสู่ขั้นตอนการชุบ โดยการทำความสะอาดคราบสกปรกต่างๆ ที่ติดอยู่บนผิวชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น คราบน้ำมัน คราบจารบี และคราบสนิมเป็นต้น นอกจากนี้ชิ้นงานบางประเภทที่มีพื้นผิวขรุขระจะต้องทำการขัดพื้นผิวให้เรียบสม่ำเสมออีกด้วย โดยวิธีการเตรียมผิวชิ้นงานสามารถทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้



รูปที่ 5 แผนผังแสดงวิธีการเตรียมผิวชิ้นงาน

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรม
ชุมชน. ออนไลน์.

1.1 การขัดผิวชิ้นงาน วิธีการคือ นำชิ้นงานที่มีพื้นผิวขรุขระหรือมีรอยขีดข่วน มาขัดให้พื้นผิวเรียบสม่ำเสมอด้วยเครื่องขัดแบบล้อขัดหรือแบบสายพานขัด โดยใช้กระดาษทรายหรือผงขัด ก่อนนำไปล้างทำความสะอาด เมื่อชิ้นงานมีผิวราบเรียบสม่ำเสมอแล้วจะทำให้โลหะสังกะสีที่ชุบบนผิวชิ้นงานเกาะติดบนตัวชิ้นงานได้ดี

1.2 การล้างไขมันด้วยตัวทำละลาย วิธีการคือนำชิ้นงานแช่ลงในบ่อหรือถังล้างไขมันที่มีตัวทำละลายอยู่ เพื่อกำจัดคราบไขมัน จารบี หรือน้ำมันหล่อลื่นที่ติดอยู่บนผิวชิ้นงานออกให้หมด เป็นการทำความสะอาดผิวชิ้นงานเพื่อช่วยให้ชิ้นงานไม่มีรอยต่างเกิดขึ้นหลังจากทำการชุบ

1.3 การล้างไขมันด้วยตัวทำละลาย วิธีการคือนำชิ้นงานแช่ลงในบ่อหรือถังล้างไขมันที่มีสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่างอยู่ โดยสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ยกตัวอย่างเช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ และ โซเดียมคาร์บอเนต เป็นต้น จะช่วยละลายคราบไขมัน จารบี หรือน้ำมันหล่อลื่นที่ติดอยู่บนผิวชิ้นงานออก

1.4 การล้างไขมันด้วยไฟฟ้า วิธีการคือนำชิ้นงานแขวนไว้บนขั้วลบหรือขั้วบวก แล้วนำลงไปในบ่อล้างไขมันที่มีสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่างอยู่ แล้วปล่อยกระแสไฟลงไปในบ่อ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3-15 นาที ชิ้นงานที่ถูกแขวนไว้ที่ขั้วลบจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนเป็นฟองก๊าซขนาดเล็กที่ผิวโดยรอบชิ้นงาน ซึ่งจะช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดออกจากชิ้นงาน หากชิ้นงานถูกแขวนไว้ที่ขั้วบวกจะทำปฏิกิริยากับสารเคมีทำให้เกิดก๊าซออกซิเจนแทน และทิ้งฟิล์มออกไซด์ที่พื้นผิวชิ้นงาน ซึ่งต้องนำไปกำจัดด้วยกรดอีกครั้ง

1.5 การกำจัดสนิมด้วยกรด วิธีการคือนำชิ้นงานแช่ลงในบ่อที่มีสารละลายกรด ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที โดยสารละลายกรดที่ใช้ เช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ที่ความเข้มข้น 5-15 % สารละลายกรดซัลฟิวริก ที่ความเข้มข้น 5-10% เป็นต้น ซึ่งสารละลายกรดจะไปช่วยกำจัดคราบสนิมหรือฟิล์มออกไซด์ที่อยู่บนพื้นผิวชิ้นงานออกไป

วิธีการเตรียมผิวชิ้นงานที่กล่าวมาในข้างต้นนี้ไม่จำเป็นต้องทำทุกวิธี ซึ่งแต่ละวิธีที่ใช้จะขึ้นกับประเภทของชิ้นงาน

2. ขั้นตอนการชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะชนิดสังกะสี

ขั้นตอนนี้เป็นการนำชิ้นงานที่ผ่านการเตรียมผิวชิ้นงานมาแล้ว เข้าไปชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะชนิดสังกะสี ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการผลิต โดยอุปกรณ์สำคัญในขั้นตอนนี้คือเครื่องชุบสังกะสี เครื่องชุบจะถูกต่อเข้ากับตู้ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าสู่เครื่องชุบ โดยในบ่อของเครื่องชุบนั้นจะบรรจุน้ำยาที่ใช้ในการชุบไว้ ซึ่งน้ำยาที่ใช้ในการชุบขึ้นอยู่กับสูตรที่ต้องการใช้ และภายในบ่อชุบจะมีภาชนะบรรจุแผ่นสังกะสีที่ใช้เป็นตัวล่อในการชุบชิ้นงาน

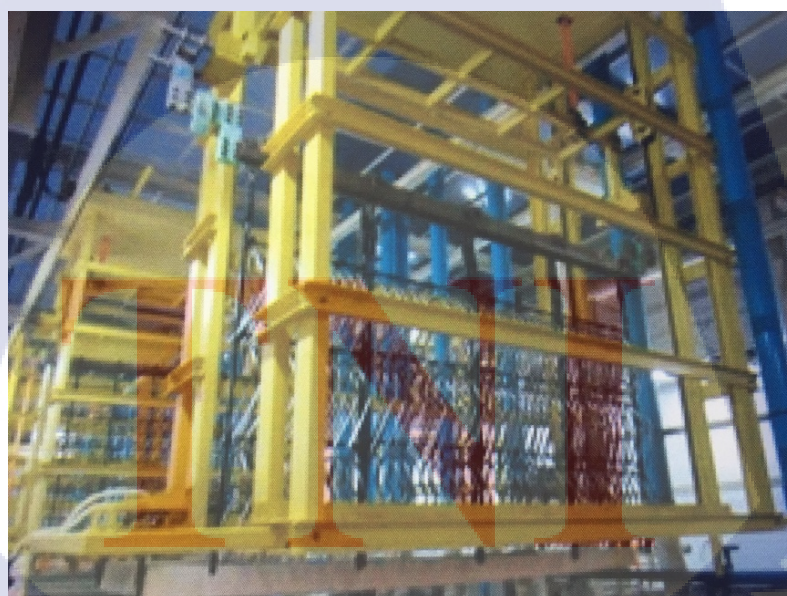
รูปแบบของเครื่องชุบนั้นจะใช้ลักษณะของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุชิ้นงานเข้าเครื่องชุบเป็นตัวกำหนด มี 2 รูปแบบ คือ เครื่องชุบแบบแขวน และ เครื่องชุบแบบถังกลิ้ง โดยเครื่องชุบที่ใช้จะขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นงาน

วิธีการคือ นำชิ้นงานที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผิวมาแล้ว บรรจุลงในภาชนะสำหรับใส่ชิ้นงานเข้าสู่เครื่องชุบสังกะสี โดยระยะเวลาที่ใช้ในการชุบผิวชิ้นงานนั้นขึ้นอยู่กับความหนาผิวของชิ้นงานที่ต้องการ



รูปที่ 6 เครื่องชุบแบบถังกลิ้ง

ที่มา : บริษัท โคทเทค จำกัด. (2558). ซิงค์ เฟลทติ้ง (Zink Plating). ไม่ปรากฏ
เลขหน้า.



รูปที่ 7 เครื่องชุบแบบแขวน

ที่มา : บริษัท โคทเทค จำกัด. (2558). ซิงค์ เฟลทติ้ง (Zink Plating). ไม่ปรากฏ
เลขหน้า.

3. ขั้นตอนการตกแต่ง

หลังจากผ่านขั้นตอนการชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะชนิดสังกะสี นำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการตกแต่ง คือการทำให้ชิ้นงานมีสีสนที่สวยงาม ตามแต่ประเภทชิ้นงานนั้นๆต้องการ โดยนำชิ้นงานไปเคลือบด้วยสารละลายที่ทำให้ชิ้นงานเกิดสี แล้วนำชิ้นงานไปทำให้แห้งด้วยเครื่องเป่าแห้งหรือเครื่องอบชิ้นงาน



รูปที่ 8 ลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี

ที่มา : บริษัท โคทเทค จำกัด. (2558). **ซิงค์ เฟลทติ้ง (Zink Plating)**. ไม่ปรากฏเลขหน้า.

เมื่อชิ้นงานผ่านขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วถือเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี

งบลงทุน

ในการดำเนินธุรกิจของกิจการต่างๆ นั้น จะต้องมีการลงทุนในโครงการต่างๆ เพื่อปรับปรุงและพัฒนากิจการเกิดขึ้นอยู่เสมอ และบางครั้งการลงทุนในโครงการต่างๆ ก็ไม่ได้เกิดขึ้นครั้งละโครงการเพียงเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการลงทุน ที่เรียกว่างบลงทุน มาประกอบการตัดสินใจลงทุนก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าการลงทุนที่จะเกิดขึ้นนั้นคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ และการจัดทำงบลงทุนที่ดีจะช่วยให้ธุรกิจสามารถวางแผนการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

โดยลักษณะโครงการที่มีการจัดทำงบลงทุนเพื่อนำมาวิเคราะห์และตัดสินใจลงทุน สามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ (วิมล ประคัลภ์พงศ์; สมชาย เบ็ญจวรรณ; และสุรัชย์ ภัทรบรรเจิด. 2549 : 12-2)

1. โครงการซื้อเครื่องจักรใหม่ทดแทนเครื่องจักรเก่าที่หมดอายุ
 2. โครงการซื้อเครื่องจักรใหม่มาทดแทนเครื่องจักรเก่าที่ยังมีการใช้งานได้อยู่
 3. โครงการขยายผลิตภัณฑ์เดิม เป็นโครงการเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์เดิมพร้อมกับการสร้างตลาดกลุ่มใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์
 4. โครงการขยายผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นโครงการที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ไปพร้อมๆ กับ การขยายตลาด
 5. โครงการเพื่อความปลอดภัยและคุ้มครองสิ่งแวดล้อม เป็นโครงการที่ไม่เกิดรายได้ แต่ต้องมีการดำเนินงานเนื่องจากตัวกฎหมาย
 6. โครงการอื่นๆ เช่น การก่อสร้างสำนักงานใหม่ เป็นต้น
- โดยการแต่ละโครงการจะถูกจัดทำเป็นงบลงทุนแสดงเป็นตัวเงินออกมาเพื่อให้ง่ายแก่ การตัดสินใจลงทุน

วิธีการประเมินการลงทุน

การตัดสินใจลงทุนในโครงการต่างๆ นั้น ไม่ใช่เพียงแค่ดูงบประมาณในการลงทุน เพียงอย่างเดียวเท่านั้นจะต้องอาศัยหลักเกณฑ์เหล่านี้มาประกอบการตัดสินใจอีกด้วย

โดยวิธีการที่ในการประเมินโครงการลงทุนนั้น มีด้วยกัน 5 วิธีดังต่อไปนี้ (รอสส์, สตีเฟน เอ; เวสเทอฟิลด์, แรนดอล์ฟ ดับบลิว; และจอร์แดน, แบรดฟอร์ด ดี. 2552ก : 208-231)

1. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period ; PB)

ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาของการได้ทุนคืนเมื่อลงทุนไปแล้วหรือจุดคุ้มทุน ของโครงการที่วัดด้วยระยะเวลา

สูตรคำนวณระยะเวลาคืนทุน คือ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนปีก่อนคืนทุน} + \frac{\text{กระแสเงินสดส่วนที่เหลือ}}{\text{กระแสเงินสดสุทธิทั้งปี}}$$

โดยการตัดสินใจเลือกโครงการในการลงทุนนั้นหากมีการลงทุนเกิดขึ้นพร้อมกัน หลายโครงการ หากใช้ระยะเวลาคืนทุนมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจแล้วนั้นจะพิจารณาเลือก โครงการที่มีระยะเวลานั้นการคืนทุนสั้นกว่าในการลงทุน

ข้อดีของวิธีระยะเวลาคืนทุน คือ

1. เป็นวิธีการคำนวณสามารถทำได้ง่ายและทำให้ทราบว่าเมื่อมีการลงทุนเกิดขึ้นนั้นจะได้ทุนกลับคืนมาเมื่อไร
2. บอกถึงความเสี่ยงในเบื้องต้นของโครงการ โดยโครงการที่สามารถคืนทุนได้เร็วนั้นจะมีความเสี่ยงน้อยกว่าโครงการที่มีระยะเวลาในการคืนทุนช้ากว่า

ข้อเสียของวิธีระยะเวลาคืนทุน คือ

1. ไม่คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลา ซึ่งในการลงทุนนั้นจะมีการจ่ายเงินลงทุนเกิดขึ้นทันทีแต่ผลตอบแทนที่จะได้กลับมานั้นจะเกิดขึ้นในอนาคต และเงินในอนาคตนั้นจะมีมูลค่าน้อยกว่าเงินในปัจจุบัน
2. ไม่คำนึงถึงผลประโยชน์หรือกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่ได้รับทุนคืนกลับมาแล้ว
3. มีความลำเอียงเกิดขึ้นหากพิจารณาโครงการในระยะยาว เช่น บางโครงการเป็นโครงการระยะยาวแต่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นอาจถูกตัดออกไปได้

2. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value ; NPV)

มูลค่าปัจจุบัน หรือ NPV คือ มูลค่าที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการตัดสินใจลงทุนในโครงการหนึ่งหรือก็คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าตลาดกับเงินที่ใช้ในการลงทุนของโครงการ โดยวิธีการตัดสินใจด้วย NPV นั้นจะเป็นวิธีการที่คำนึงถึงมูลค่าปัจจุบันของเงินด้วย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา NPV คือ

$$NPV = \text{มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่จะได้รับในอนาคต} - \text{มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน}$$

หรือ หากจะคำนวณจาก โปรแกรม Excel จะมีวิธีการดังนี้ (บริกแฮม, ยูจีน เอฟ; และฮูลตัน, โจเอล เอฟ. 2544 : 321)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณจากโปรแกรม Excel

	A	B	C	D	E	F	G
1.	Project S						
2.	k =	10%					
3.	Time	1	2	3	4	5	
4.	Cash Flow =	-1000	500	400	200	100	
5.	NPV =	\$78.82					
6.	IRR =	14.5%					
7.							

ที่มา : บริกแฮม, ยูจีน เอฟ; และสูลตัน, โจเอล เอฟ. (2554). การจัดการการเงิน. หน้า 321.

จากตารางที่ 2 ในช่อง Cell B5 เป็นค่า NPV ที่ได้จากการคำนวณด้วยสูตร =B4 + NPV(B2,C4:F\$) โดยที่

Cell B2 = อัตราส่วนลด (Discount Rate)

Cell B4 = เงินลงทุนที่ใช้ในโครงการ

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่า NPV ได้จากสูตร (วิมล ประคัลภ์พงศ์; สมชาย เบ็ญจวรรณ; และสุรัชย์ ภัทรบรรเจิด. 2549 : 12-12)

$NPV = (R_t \times PVIF) - C$ (กรณีกระแสเงินสดรับแต่ละปีไม่เท่ากัน)

$NPV = (R_t \times PVIFa) - C$ (กรณีกระแสเงินสดรับแต่ละปีเท่ากัน)

โดยที่ R_t = กระแสเงินสดรับในแต่ละปี

C = เงินลงทุนสุทธิเริ่มต้น

$PVIF, PVIFa$ = ค่าที่ได้จากตารางอัตราดอกเบี้ยคิดลด

โดยที่ค่า NPV ที่ได้จากคำนวณนั้นจะนำมาพิจารณาโดยใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้
ค่า NPV เป็น ศูนย์ หมายถึง กระแสเงินสดสุทธิที่ได้รับจากโครงการนั้นพอที่จะ
จ่ายคืนเงินลงทุนพอดี

ค่า NPV เป็น บวก หมายถึง โครงการนั้นก่อให้เกิดมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนที่จ่ายไป ซึ่งจะทำให้มูลค่าของกิจการเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ค่า NPV เป็น ลบ หมายถึง โครงการนั้นก่อให้เกิดมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนที่จ่ายไป หรือโครงการนั้นจะทำให้ขาดทุนได้

หากต้องตัดสินใจลงทุนจากค่า NPV นั้นให้พิจารณาจากโครงการที่ให้ค่า NPV เป็น บวก เสมอ

ข้อดีของวิธี NPV คือ เป็นวิธีการประเมินโครงการที่ช่วยแก้ของบกพร่องของวิธีประเมินจากระยะเวลาคืนทุนที่ไม่มีการคิดถึงมูลค่าปัจจุบันเงินลงทุนและผลตอบแทนที่ได้รับ

3. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return ; IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน หรือ IRR คือ อัตราส่วนลดที่ทำให้ค่า NPV มีค่าเท่ากับ ศูนย์ หรือ ก็คือ อัตราผลตอบแทนที่จะได้รับการลงทุนโครงการ ซึ่ง IRR โดยที่เราจะยอมรับโครงการที่ให้ค่า IRR มากกว่าอัตราส่วนลดที่กำหนดไว้เท่านั้น

ทั้งนี้วิธีการคำนวณหาค่า IRR นั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีการที่ง่ายที่สุดคือใช้โปรแกรม Excel (ปริกแฮม, ยูจีน เอฟ; และฮูลตัน, โจเอล เอฟ. 2544 : 323) จากรูปที่ Cell B6 แสดงค่า IRR ออกด้วยการใช้สูตร =IRR(B4:F4)

ทั้งนี้ในการคำนวณหาค่า IRR ก็มีข้อบกพร่องที่พบอยู่ถ้าหากกระแสเงินสดของโครงการไม่ได้เกิดขึ้นตามปกติแล้วนั้นจะมีผลทำให้ค่า IRR นั้นสามารถหาออกมาได้มากกว่าหนึ่งค่า หรือก็คือมีอัตราผลตอบแทนหลายค่า แต่ทั้งนี้ก็ยังวิธีการหาค่า IRR นั้นก็ยังเป็นวิธีการที่นิยมใช้เนื่องจากค่าที่คำนวณออกมาได้ในอยู่ในรูปของร้อยละซึ่งง่ายต่อการทำความเข้าใจได้ดีกว่าค่าของ NPV ซึ่งให้ค่าออกมาเป็นตัวเงิน

ข้อดีของวิธี IRR คือ

1. มีความสัมพันธ์กับวิธี NPV จึงทำให้ค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีความสอดคล้องกัน
2. ค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นแสดงอยู่ในรูปของร้อยละสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

ข้อเสียของวิธี IRR คือ

1. ค่าที่ได้จากการคำนวณอาจมีได้มากกว่าหนึ่งค่า
2. อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ในเวลาที่ต้องพิจารณาเลือกโครงการที่ทำได้เพียงโครงการเดียว

4. ผลตอบแทนถัวเฉลี่ยทางบัญชี (Average Accounting Return ; AAR)

ผลตอบแทนถัวเฉลี่ยทางบัญชี หรือ AAR คือ การวัดผลตอบแทนโดยเฉลี่ยตามวิธีการทางบัญชี โดยการนำกำไรตามบัญชีมาหารด้วยเงินลงทุนเฉลี่ย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา ARR คือ

$$ARR = \frac{\text{กำไรสุทธิเฉลี่ยทางบัญชี}}{\text{มูลค่าตามบัญชีของเงินทุนเฉลี่ย}}$$

ทั้งนี้ค่า ARR ที่คำนวณออกมาได้นั้นไม่ใช่อัตราผลตอบแทนที่แท้จริงในทางเศรษฐศาสตร์เนื่องจากการคำนวณค่า ARR นั้นไม่มีการคำนึงถึงมูลค่าปัจจุบันของเงิน แต่เป็นค่าของอัตราส่วนระหว่างตัวเลขสองตัวในทางบัญชี ซึ่งเป็นตัวเลขกำไรของปีต่างๆ โดยไม่ได้มีการคิดมูลค่าปัจจุบันของเงินที่ได้รับ จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนทางการเงินทั่วไปได้

ข้อดีของวิธี ARR คือ

1. ง่ายต่อการคำนวณ
2. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาได้ง่าย สามารถดึงได้จากข้อมูลทางบัญชีมาคำนวณได้ทันที

ข้อเสียของวิธี ARR คือ

1. ไม่ใช่อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงมูลค่าของเงินตามช่วงเวลา
2. อัตราผลตอบแทนที่ใช้ในการอ้างอิงนั้นถูกกำหนดขึ้นจากความพอใจ ซึ่งอาจไม่มีเหตุผลรองรับดีพอในการตัดสินใจลงทุนในโครงการ
3. เป็นตัวเลขที่คำนวณได้จากทางบัญชี ไม่ใช่กระแสเงินสด

5. ดัชนีกำไร (Profitability Index ; PI)

ดัชนีกำไร หรือ PI คือ อัตราส่วนระหว่างกำไรกับต้นทุนหรือเงินลงทุน เป็นการนำเอามูลค่าปัจจุบันของการลงทุนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตมาหารด้วยเงินลงทุนในโครงการ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา PI คือ

$$PI = \frac{\text{มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ}}{\text{มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน}}$$

จากสูตรในการคำนวณทำให้ค่า PI นั้นสอดคล้องกับ ค่า NPV โดยที่

ถ้าค่า NPV มีค่าเป็นบวกแล้วนั้น ค่า PI ที่คำนวณออกมาได้จะมีค่ามากกว่า 1

ถ้าค่า NPV มีค่าเป็นลบแล้วนั้น ค่า PI ที่คำนวณออกมาได้จะมีค่าน้อยกว่า 1

โดยหากพิจารณาค่า PI เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุนในโครงการ จะทำการเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า PI มากกว่า 1 ถ้ากรณีที่มีหลายโครงการจะเลือกลงทุนในโครงการที่ให้ค่า PI สูงสุดจากทุกโครงการ

ข้อดีของวิธี PI คือ

1. ค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นสอดคล้องกับค่า NPV ซึ่งมีแนวทางในการตัดสินใจไปในแนวทางเดียวกัน
2. การอ่านค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย
3. หากงบลงทุนมีจำกัด วิธีนี้จะช่วยในการจัดลำดับโครงการในการลงทุน

ข้อเสียของวิธี PI คือ

อาจทำให้การตัดสินใจผิดพลาดได้ในกรณีที่ต้องเลือกลงทุนได้หนึ่งโครงการจากหลายโครงการ

จาก 5 วิธีการทั้งหมดที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุนในงบลงทุนนั้น แต่ละวิธีการจะมีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกันออกไป จึงไม่ควรตัดสินใจลงทุนจากวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น ควรใช้หลายๆ วิธีในการประกอบการพิจารณาการลงทุน ยกตัวอย่างเช่น

ระยะเวลาคืนทุน เป็นข้อมูลที่บอกถึงความเสี่ยงและสภาพคล่องของแต่ละโครงการ แต่ไม่ได้บอกถึงข้อมูลด้านมูลค่าเพิ่มที่เพิ่มขึ้นของกิจการหากมีการลงทุนในโครงการเกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลตรง สามารถนำ NPV ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้ทราบว่ามูลค่าเพิ่มของกิจการจะเป็นเท่าไร หรือ โครงการที่จะลงทุนนั้นทำกำไรให้กิจการได้มากน้อยขนาดไหน มาประกอบการพิจารณาควบคุมกันไปด้วย หรือ **IRR** เป็นข้อมูลที่บอกถึงความสามารถในการทำกำไรของโครงการนั้นๆ ที่จะลงทุน แต่ NPV ไม่ได้บอกถึงข้อมูลตรงนี้ก็ยังสามารถนำ IRR มาประกอบการพิจารณาเพิ่มได้อีก เป็นต้น

ประเภทของโครงการที่นำมาพิจารณาในการลงทุน

โครงการในการตัดสินใจลงทุนนั้นสามารถแบ่งประเภทของโครงการ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ปริกแฮม, ยูจีน เอฟ; และฮูลตัน, โจเอล เอฟ. 2544 : 317)

1. โครงการที่ทดแทนกันได้ (Mutually Exclusive Project) ลักษณะของโครงการประเภทนี้คือ ถ้าหากตัดสินใจเลือกโครงการใดโครงการหนึ่งไปแล้วจะสามารถปฏิเสธโครงการที่เหลือทิ้งไปได้

2. โครงการที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Project) ลักษณะของโครงการคือทุกโครงการเป็นอิสระต่อกัน หากเกณฑ์การตัดสินใจพิจารณาแล้วผ่านทุกโครงการก็สามารถลงทุนได้ทุกโครงการ

3. โครงการที่พึ่งพาอาศัยกัน (Dependent Project) ลักษณะของโครงการคือเป็นโครงการที่มีความเกี่ยวข้องกัน ถ้าหากตัดสินใจลงทุนในโครงการหนึ่งแล้วจะต้องรับอีกโครงการหนึ่งด้วย

การประมาณการงบการเงินและกระแสเงินสดของโครงการ

เมื่อมีการตัดสินใจลงทุนโครงการเกิดขึ้นในกิจการก็จะส่งผลกระทบต่อกระแสเงินสดของกิจการได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ในการประเมินโครงการเพื่อลงทุนนั้นจึงต้องนำการเปลี่ยนแปลงกระแสเงินสดมาพิจารณาด้วย (รอสส์, สตีเฟน เอ; เวสเทอฟิลด์, แรนดอล์ฟ ดับบลิว; และจอร์แดน, แบรดฟอร์ด ดี. 2552 : 159-164)

ซึ่งสิ่งแรกที่ต้องเริ่มทำหากต้องทำการประเมินการลงทุนนั้นก็คือ การจัดทำงบการเงิน แล้วจึงประมาณการกระแสเงินสดของโครงการเพื่อนำมาประเมินการลงทุนด้วยวิธีการต่างๆ

กระแสเงินสดของโครงการ

ในการประเมินกระแสเงินสดของโครงการ กระแสเงินสดจากสินทรัพย์ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ กระแสเงินสดจากการดำเนินการ กระแสเงินสดจากการจ่ายลงทุน และ กระแสเงินสดจากการเปลี่ยนแปลงของเงินทุนหมุนเวียน จึงต้องประมาณค่าจากกระแสเงินสดจากทั้ง 3 ส่วน เพื่อคิดหากระแสเงินสดของโครงการ ตามสูตรดังนี้

กระแสเงินสดของโครงการ = กระแสเงินสดจากการดำเนินการ - กระแสเงินสดจากการเปลี่ยนแปลงของเงินทุนหมุนเวียน - กระแสเงินสดจากการลงทุน

โดยวิธีการหากระแสเงินสดจากการดำเนินงาน สามารถหาได้จากสูตร

กระแสเงินสดจากการดำเนินงาน = กำไรก่อนหักดอกเบี้ยและภาษี + ค่าเสื่อมราคา - ภาษี

ส่วนกระแสเงินสดจากการเปลี่ยนแปลงของเงินทุนหมุนเวียน หากมีการเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องใช้ลงทุนนั้น กระแสเงินสดส่วนนี้จะได้รับกลับมาในปีสุดท้ายที่โครงการสิ้นสุดลงด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมชาย จันทดี (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการลงทุนสั่งซื้อเครื่องตัดโลหะด้วยพลาสมาแก๊สแบบอัตโนมัติ (ซี เอ็น ซี) ของบริษัทกรณีศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการตัดชิ้นงานและลดค่าใช้จ่ายของการตัด โดยได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรใหม่ควบคู่ไปกับความเป็นไปได้ของการลงทุน ซึ่งในการศึกษาพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่สามารถคืนทุนภายใน 6.85 เดือน ค่าอัตราผลตอบแทนภายในหรือ IRR เท่ากับ 177.02% และค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV เท่ากับ 6,477,707.51 บาท มาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจลงทุน

ศราวุธ เชื้อเกตุ (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการลงทุนสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่ กรณีศึกษา : การสั่งซื้อเครื่องหล่อสุญญากาศอัตโนมัติแบบคานยก มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการทำงานลงและเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมา โดยการตัดสินใจลงทุนในการสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่ที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้น โดยพิจารณาการลงทุนจากระยะเวลาการคืนทุนนั้นอยู่ที่ 3.99 ปี และ เครื่องจักรใหม่นั้นสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 378%

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

การศึกษาสารนิพนธ์ในหัวข้อ “การพิจารณาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตของ หจก.เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์” ผู้ศึกษาได้แบ่งแผนการศึกษาออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1. ศึกษากระบวนการผลิตภายในของโรงงาน ได้แก่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน และ แผนกทำสีชิ้นงาน
2. ศึกษาดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต
3. กำหนดแผนกที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตและกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

การศึกษาและเก็บข้อมูลสารนิพนธ์นี้ ผู้ศึกษาใช้กระบวนการผลิตภายในของทาง หจก.เจริญดีอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งกระบวนการผลิตหลักของทางโรงงาน จะแบ่งออกเป็น 3 แผนก

1. แผนกล้างชิ้นงาน

Part Preparing Area	Acid Cleaning	บอกรัด (Rework)	Water Rinse 1	Water Rinse 2	Water Rinse 3	Alkaline Cleaning	Water Rinse 1	Water Rinse 2	Rinse Line
---------------------------	---------------	--------------------	------------------	------------------	------------------	----------------------	------------------	------------------	------------

รูปที่ 9 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกล้างชิ้นงาน

2. แผนกชุบชิ้นงาน

Zinc Plating	Zinc Plating	Water Rinse	Surface Activation	Line Cr+3	Zinc Plating Line
Zinc Plating	Zinc Plating	Water Rinse	Surface Activation	Line Cr+3	
Zinc Plating	Zinc Plating	Water Rinse	Surface Activation	Line Cr+3	

รูปที่ 10 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกชุบชิ้นงาน

3. แผนกทำสีชิ้นงาน

Water DI	Water Rinse 2	Water Rinse 1	Yellow Chromate Cr+3	Water DI	Water Rinse 1	Nitric Acid	Water Rinse 2	Water Rinse 1	Color Plating Line
Water DI	Water Rinse 2	Water Rinse 1	Yellow Chromate Cr+3	Water DI	Water Rinse 1	Nitric Acid	Water Rinse 2	Water Rinse 1	Color Plating Line

รูปที่ 11 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตในแผนกทำสีชิ้นงาน

โดยมีชิ้นงานประเภท A ที่เป็นชิ้นที่ทางโรงงานผลิตออกมามากที่สุดควบคู่ไปกับการศึกษากระบวนการผลิตในแต่ละแผนก

เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

จากที่ผู้ศึกษาได้แบ่งแผนการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ตามที่กล่าวไว้ในข้างต้นแล้วนั้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ส่วน สามารถแยกเป็นประเภทข้อมูลที่ต้องการทั้งหมด 3 ชนิด และมีวิธีการเก็บรวบรวมดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตภายในของโรงงาน ทั้ง 3 แผนก ได้แก่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน และแผนกทำสีชิ้นงาน

แหล่งที่มาของข้อมูลของกระบวนการผลิตทั้ง 3 แผนก มาจากการเก็บข้อมูลระหว่างกระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A รวมไปถึงเอกสารภายในต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนผังกระบวนการผลิตและเอกสารคู่มือประกอบการผลิตตั้งแต่รหัส WI-PD-101 ถึง WI-PD-108 โดยในแต่ละแผนกผู้ศึกษาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญทั้งหมดดังต่อไปนี้

- 1.1 ขั้นตอนการทำงานของพนักงาน
- 1.2 จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิต
- 1.3 รูปแบบของภาชนะที่ใช้ในการบรรจุชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต
- 1.4 จำนวนชิ้นงานที่บรรจุลงในภาชนะ
- 1.5 เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงาน
- 1.6 จำนวนชิ้นงานที่ผลิตออกมาได้

2. ดูนานจากโรงงานซูบิโวละด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต

แหล่งที่มาของข้อมูลได้มาจากการเข้าศึกษาดูนานจากโรงงานซูบิโวละด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต 2 แห่ง ได้แก่

โรงงานที่ 1 เป็นโรงงานที่ใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตเต็มรูปแบบตั้งแต่แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน ไปจนถึง แผนกทำสีชิ้นงาน

โรงงานที่ 2 เป็นโรงงานที่ใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตเพียงบางแผนกเท่านั้น

โดยข้อมูลที่ผู้ศึกษาทำการเก็บรวบรวมจากการเข้าศึกษาดูนานจากโรงงานทั้ง 2 แห่งนั้น ได้แก่ข้อมูลดังต่อไปนี้

- 2.1 รูปแบบเครื่องจักร
 - 2.2 จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิต
 - 2.3 ข้อดีและข้อเสียของการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต
- ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บข้อมูลจากการสังเกตและสอบถามจากทางโรงงานทั้ง

2 แห่ง

3. งบประมาณที่ใช้ในการลงทุนของแต่ละแผนก

แหล่งที่มาของข้อมูลผู้ศึกษารวบรวมโดยการติดต่อให้ทางบริษัทที่รับออกแบบและผลิตเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ ประเมินราคาที่ใช้ในการดำเนินการปรับปรุงนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในเบื้องต้น

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษานโยบายนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษากระบวนการผลิตภายในของทางโรงงาน โดยแบ่งเป็น
 - 2.1 แผนกล้างชิ้นงาน
 - 2.2 แผนกชุบชิ้นงาน
 - 2.3 แผนกทำสีชิ้นงาน
3. ศึกษาดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต
4. กำหนดแผนกที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตและกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน
5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
6. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาแบ่งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น

1. ประมาณการกระแสเงินจากการลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแต่ละแผนก

ผู้ศึกษาใช้ข้อมูลรายได้สุทธิและต้นทุนในปี 2558 และ 2559 ของทางโรงงาน มาใช้ในการประมาณการณ์รายได้และต้นทุนล่วงหน้า 5 ปีของทางโรงงาน โดยแบ่งเป็นรายได้สุทธิและต้นทุนของแต่ละแผนกออกเป็น แผนกล้างชิ้นงาน 20% แผนกชุบชิ้นงาน 35% และแผนกทำสีชิ้นงาน 25% เพื่อนำมาคิดหากระแสเงินสดรับต่อปีของแต่ละแผนก โดยมีวิธีการคำนวณตามตารางที่ 3

TNI

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณกระแสเงินสดรับต่อปี

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
รายได้สุทธิ	
<u>หัก</u> ต้นทุน	
<u>หัก</u> ค่าเสื่อมราคา	
กำไรก่อนหักภาษี	
<u>หัก</u> ภาษีเงินได้ 15%	
กำไรสุทธิ	
บวก ค่าเสื่อมราคา	
กระแสเงินสดรับต่อปี	

2. การตัดสินใจลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแต่ละแผนก

ผู้ศึกษาใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้มาประกอบการพิจารณาเลือกแผนกที่จะทำการลงทุนปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิต

2.1 ระยะเวลาคืนทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{กระแสเงินสดรับต่อปี}}$$

โดยจะพิจารณาจากแผนกที่ลงทุนไปแล้วใช้ระยะเวลาในการคืนทุนน้อยที่สุด

2.2 มูลค่าปัจจุบัน (NPV)

ค่า NPV ใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณหา โดยจะพิจารณาจากแผนกที่ให้ค่า NPV เป็นบวกเท่านั้น

2.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

ค่า IRR ใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณหา โดยจะพิจารณาจากแผนกที่ให้ค่า IRR มากกว่าอัตราคิดลดที่กำหนดไว้เท่านั้น ในที่นี้การศึกษานี้กำหนดอัตราคิดลดไว้ที่ 15%

3. กำหนดแผนที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต

ผู้ศึกษานำข้อมูลจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตภายในของโรงงาน ทั้ง 3 แผนก โดยนำแผนที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดมาทำการปรับปรุง โดยการเปรียบเทียบกระบวนการผลิตในแผนกปัจจุบันของโรงงานกับการจำลองเมื่อมีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนก โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาดูงานจากโรงงานทั้ง 2 เป็นแนวทาง ซึ่งข้อมูลที่จะนำมาเปรียบเทียบมีดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการทำงานของพนักงาน
2. จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิต
3. รูปแบบของภาระที่ใช้ในการบรรจุชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต
4. จำนวนชิ้นงานที่บรรจุลงในภาชนะ
5. เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานใน 1 รอบการผลิต
6. จำนวนชิ้นงานที่ผลิตออกมาได้ใน 1 รอบการผลิต

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินงานที่ผู้ศึกษาได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ศึกษากระบวนการผลิตภายในของโรงงาน ได้แก่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน และ แผนกทำสีชิ้นงาน
2. ศึกษาดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต
3. กำหนดแผนที่จะทำการปรับเปลี่ยนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิตและกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการลงทุน

ผู้ศึกษาสามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะได้ตามข้อมูลดังต่อไปนี้

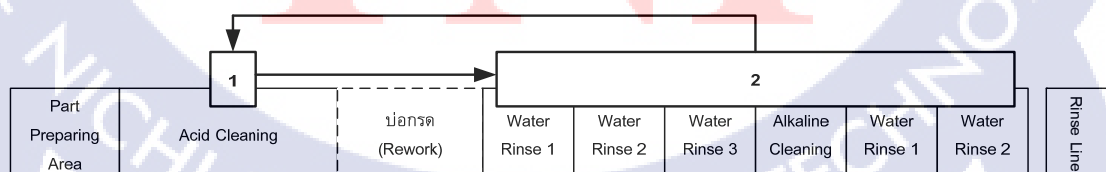
ผลการศึกษา

1. กระบวนการผลิตภายในของโรงงาน ได้แก่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน และแผนกทำสีชิ้นงาน

จากผลการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตชิ้นงานประเภท A จากการผลิตใน 1 วัน โดยมีชั่วโมงการทำงานอยู่ที่ 8 ชั่วโมง หรือ 480 นาที เวลาเข้างานคือ 8.00 น.-17.00 น. ซึ่งแต่ละแผนกมีพนักงานประจำแผนกและขั้นตอนของกระบวนการผลิต ดังต่อไปนี้

1.1 แผนกล้างชิ้นงาน

แผนกล้างชิ้นงาน คือ แผนกที่ทำหน้าที่ในการทำความสะอาดผิวชิ้นงานก่อนนำชิ้นงานเข้าสู่ขั้นตอนในการชุบผิวชิ้นงานด้วยสังกะสีต่อไป โดยในแผนกนี้จะมีพนักงานประจำแผนกทั้งหมด 3 คน ซึ่งพนักงานทั้ง 3 คนจะทำงานตามขั้นตอนในกระบวนการผลิตของแผนกดังต่อไปนี้



รูปที่ 12 แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกล้างชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานจะนำชิ้นงานประเภท A ใส่ลงในกระป๋องซึ่งภาชนะบรรจุที่ใช้สำหรับการล้างชิ้นงาน โดยใน 1 กระป๋องจะสามารถบรรจุชิ้นงานได้ทั้ง 50 ชิ้น จากนั้นนำกระป๋องที่มีชิ้นงานบรรจุอยู่แช่ลงในบ่อล้างไขมัน ซึ่งบ่อล้างไขมันจะสามารถบรรจุกระป๋องได้ทั้งหมด 60 กระป๋อง โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที



รูปที่ 13 กระป๋องสำหรับใส่ชิ้นงาน



รูปที่ 14 ชิ้นงานที่ถูกแช่ไว้ในบ่อล้างไขมัน

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อแช่ชิ้นงานในบ่อล้างไขมันครบ 30 นาที พนักงานจะนำกระป๋องขึ้นจากบ่อล้างไขมันเพื่อนำไปจุ่มล้างน้ำสะอาด 3 ครั้งในบ่อน้ำ จากนั้นนำไปจุ่มล้างในบ่อต้มล้างไขมัน 1 ครั้ง และ นำไปจุ่มล้างในบ่อปรับสภาพผิวก่อนนำไปชุบอีก 2 ครั้ง จากนั้นส่งกระป๋องต่อไปยังแผนกชุบชิ้นงาน

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนที่ 2 ถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการผลิตของแผนกล้างชิ้นงานใน 1 รอบการทำงาน จากนั้นพนักงานจะทำการล้างชิ้นงานในรอบการล้างชิ้นงานรอบถัดไป



รูปที่ 15 พนักงานนำกระป๋องขึ้นจากบ่อล้างไขมัน



รูปที่ 16 บ่อน้ำ



รูปที่ 17 บ่อต้มล้างไขมันและบ่อปรับสภาพผิว



รูปที่ 18 พื้นที่ในการส่งต่อกระบอกลงไปยังแผนกชุบชิ้นงาน

ตารางที่ 4 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตใน 1 รอบการทำงาน
ทำงานของแผนกล้างชิ้นงาน

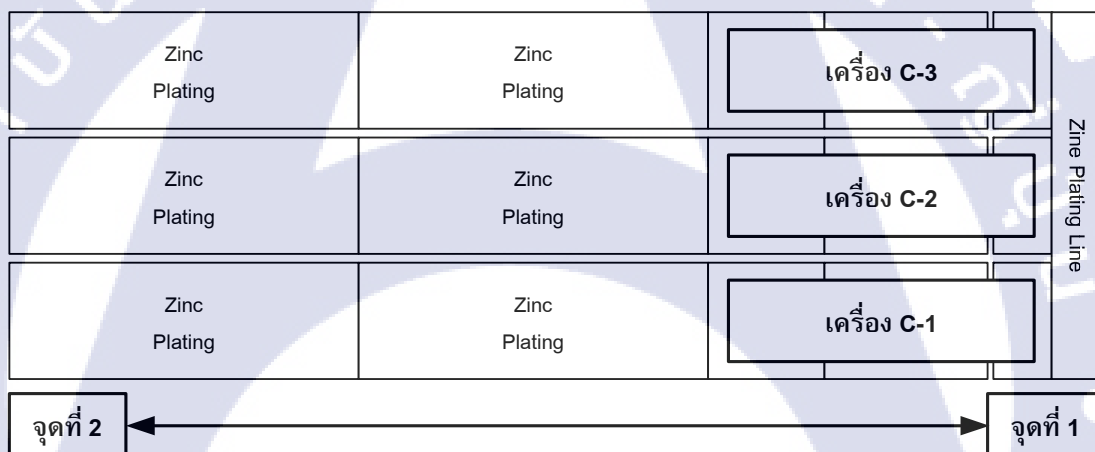
ลำดับขั้นตอนในกระบวนการผลิต	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
1	35	3,000
2	5	
รวม	40	3,000

ทั้งนี้ใน 1 รอบกระบวนการผลิตของแผนกล้างชั้นนั้นสามารถเตรียมชิ้นงานส่งไปยังแผนกชุบชิ้นงานเพื่อชุบชิ้นงานได้ถึง 2 รอบกระบวนการผลิตของแผนกชุบชิ้นงาน

1.2 แผนกชุบชิ้นงาน

แผนกชุบชิ้นงาน คือ แผนกที่ทำหน้าที่ในการชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะสังกะสี ในแผนกจะประกอบไปด้วยเครื่องชุบโลหะด้วยสังกะสีจำนวน 3 เครื่อง รหัสของเครื่องได้แก่ C-1, C-2 และ C-3 ซึ่งเป็นเครื่องชุบบางกลิ้ง โดยใน 1 เครื่องชุบมีถึงกลิ้งทั้งหมด 10 กลิ้ง โดยมีพนักงานประจำแผนกทั้งหมด 2 คน ซึ่งพนักงานคนที่ 1 จะประจำอยู่ในจุดที่ 1 ของแต่ละเครื่องเพื่อบรรจุชิ้นงานลงในถังกลิ้ง และ พนักงานคนที่ 2 จะทำหน้าที่ควบคุมเครนที่ใช้ยกถังกลิ้งจากบ่อชุบในจุดที่ 2 มายังจุดที่ 1

ซึ่งพนักงานทั้ง 2 คนจะทำงานตามขั้นตอนในกระบวนการผลิตของแผนกดังต่อไปนี้



รูปที่ 19 แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกชุบชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานคนที่ 2 จะเดินเครนเครื่อง C-3 เพื่อยกถังกลิ้งจากจุดที่ 2 มายังจุดที่ 1 จากนั้นพนักงานคนที่ 1 จะนำกระป๋องใส่ชิ้นงานที่ถูกส่งมาจากแผนกล้างชิ้นงานบรรจุชิ้นงานเข้าไปในถังกลิ้ง โดยใน 1 ถังกลิ้งจะสามารถบรรจุชิ้นงานได้ 50 ชิ้น ซึ่งเท่ากับชิ้นงานที่ถูกบรรจุอยู่ในกระป๋องล้างชิ้นงาน จากนั้นพนักงานคนที่ 2 จะนำถังกลิ้งกลับไปยังบ่อชุบในจุดที่ 2 ทำซ้ำจนบรรจุชิ้นงานครบทุกถังกลิ้งของเครื่อง C-3 แล้วพนักงานจะย้ายมาที่เครื่อง C-2 และ C-1 เพื่อบรรจุชิ้นงานใส่ถังกลิ้งของแต่ละเครื่องตามลำดับ จากนั้นเครื่องจะทำการชุบผิวของชิ้นงานด้วยโลหะสังกะสีเป็นเวลา 40 นาที



รูปที่ 20 เครื่องชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสี รหัสเครื่อง C-1 C-2 และ C-3



รูปที่ 21 ถังกลิ้ง



รูปที่ 22 พนักงานคนที่ 2 เดินเครนเพื่อเคลื่อนย้ายถังกลิ้งมายังจุดที่ 1



รูปที่ 23 พนักงานคนที่ 1 ทำการบรรจุชิ้นงานลงในถังกลิ้ง

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อครบ 40 นาที พนักงานคนที่ 2 จะเดินเครนเครื่อง C-3 เพื่อ ยกถังกลิ้งออกจากป้อชูปมายังจุดที่ 1 จากนั้นพนักงานคนที่ 1 จะนำชิ้นงานออกจากถังกลิ้ง บรรจุลงตะกร้าซึ่งเป็นภาชนะสำหรับบรรจุชิ้นงานส่งต่อไปยังแผนกทำสีชิ้นงาน ใน 1 ตะกร้า สามารถบรรจุชิ้นงานได้ทั้ง 50 ชิ้น เมื่อนำชิ้นงานออกจากถังหมดแล้ว จะนำชิ้นงานจากแผนก ล้างชิ้นบรรจุลงในถังกลิ้งเพื่อเป็นการชูปงานรอบต่อไปด้วย จากนั้นพนักงานคนที่ 2 จะนำถัง

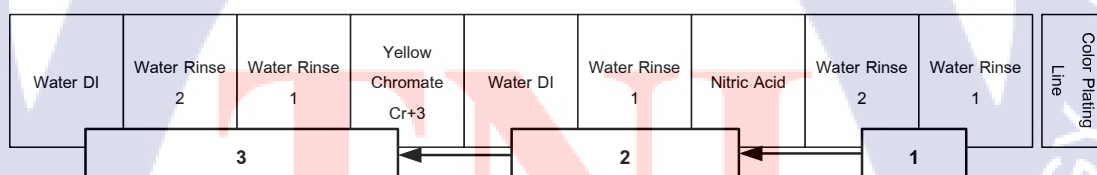
กลิ้งกลับไปยังบ่อชุบ ทำซ้ำจนครบทุกถังกลิ้งของเครื่อง C-3 แล้วพนักงานจะย้ายมาที่เครื่อง C-2 และ C-1 เพื่อนำชิ้นงานออกจากถังกลิ้งและบรรจุชิ้นงานสำหรับการชุบรอบถัดไปของแต่ละเครื่องตามลำดับ



รูปที่ 24 ตะกร้าสำหรับใส่ชิ้นงานเพื่อส่งต่อไปยังแผนกทำสีชิ้นงาน

1.3 แผนกทำสีชิ้นงาน

แผนกทำสีชิ้นงาน คือ แผนกที่มีหน้าที่ในการตกแต่งสีของชิ้นงานหลังจากชุบผิวของชิ้นงานด้วยโลหะสังกะสีแล้ว เพื่อให้ชิ้นงานเกิดความเงาและสีมันสวยงาม โดยในแผนกล้างชิ้นงานนั้นจะมีพนักงานประจำแผนกทั้งหมด 3 คน ซึ่งพนักงานทั้ง 3 คนจะทำงานตามขั้นตอนในกระบวนการผลิตของแผนกดังต่อไปนี้



รูปที่ 25 แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตในแผนกทำสีชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานจะนำตะกร้าที่บรรจุชิ้นงานจากแผนกชุบชิ้นงานจุ่มลงในบ่อน้ำโดยจะทำการล้างน้ำสะอาดทั้งหมด 2 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 2 พนักงานจะนำตะกร้าจุ่มลงในบ่อสารละลายกรดไนตริก จากนั้นนำไปจุ่มลงในบ่อน้ำเพื่อล้างน้ำอีก 2 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 3 พนักงานจะนำตะกร้าจุ่มลงในบ่อสารละลายที่ทำให้ตัวชิ้นงานเกิดสี จากนั้นนำไปจุ่มลงในบ่อน้ำเพื่อล้างน้ำอีก 3 ครั้ง แล้วนำชิ้นงานไปทำให้แห้งด้วยเครื่องสลัดชิ้นงาน เป็นการจบขั้นตอนในการทำสี



รูปที่ 26 บริเวณแผนกทำสีชิ้นงาน

เนื่องจากกระบวนการผลิตของแผนกชุบชิ้นงานและแผนกทำสีชิ้นงานเป็นการทำงานที่ต่อเนื่องกันและมีช่วงเวลาในการทำงานที่คาบเกี่ยวกันอยู่ โดยขั้นตอนที่ 2 ในแผนกชุบชิ้นงานนั้นจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานในขั้นตอนที่ 1 ของแผนกทำสีชิ้นงาน ผู้ศึกษาจึงเก็บข้อมูลเวลาในการทำงานของทั้ง 2 แผนกรวมกัน

นอกจากนี้การทำงานในรอบที่ 1 ของกระบวนการผลิตที่แผนกชุบชิ้นงานนั้น จะใช้เวลาในการทำงานมากกว่ากระบวนการทำงานในรอบถัดไป ผู้ศึกษาจึงแสดงเวลาในการทำงานรอบที่ 1 ของแผนกชุบชิ้นงานและทำสีชิ้นงานแยกออกจากเวลาในการทำงานในรอบถัดไป ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนและชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตใน 1 รอบการทำงาน
ทำงานของแผนกล้างชิ้นงานและทำสีชิ้นงาน

ลำดับขั้นตอนในกระบวนการผลิต	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
การทำงานรอบที่ 1		
แผนกชุบชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 1	49	1,500
แผนกชุบชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 2 และ แผนกทำสี (เวลาการทำงานของแผนก ชุบชิ้นงานจะจบลงในนาทีที่ 15)	20	
รวม	69	1,500
การทำงานในรอบถัดไป		
แผนกชุบชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 1	40	1,500
แผนกชุบชิ้นงาน ขั้นตอนที่ 2 และ แผนกทำสี (เวลาการทำงานของแผนก ชุบชิ้นงานจะจบลงในนาทีที่ 15)	20	
รวม	60	1,500

จากการศึกษากระบวนการผลิตของทุกแผนกรวมกันแล้วสามารถสรุปเป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วัน ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6 เวลาที่ใช้และจำนวนชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วัน

รอบการผลิตที่	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
1	109	1,500
2	60	1,500
3	60	1,500
4	60	1,500
5	60	1,500
6	60	1,500
7	60	1,500
รวม	469	10,500

จากตารางที่ 6 จะทราบได้ว่าตลอดการทำงานใน 1 วันของพนักงานทั้ง 3 แผนก ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. คิดเป็นชั่วโมงการทำงานทั้งสิ้น 8 ชั่วโมงหรือ 480 นาที โดยมีจำนวนพนักงานทั้ง 3 แผนก รวมกันทั้งหมด 8 คน สามารถผลิตชิ้นงานประเภท A ออกมาได้ทั้งสิ้น 10,500 ชิ้น ในเวลา 469 นาที

แต่จากตารางที่ 6 จะพบว่ารอบการผลิตที่ 1 ใช้เวลาในการผลิตมากกว่ารอบการผลิตรอบอื่นนั้นเนื่องมาจากรอบที่ 1 ต้องรอแผนกล้างชิ้นงาน ล้างชิ้นงานส่งไปยังแผนกชุบชิ้นงาน ซึ่งใช้เวลาในการล้างชิ้นงานต่อรอบการผลิตของแผนกล้างอยู่ที่ 40 นาที ตามตาราง แต่การผลิตในรอบอื่นๆ นั้น แผนกชุบชิ้นงานจะไม่ต้องรอชิ้นงานจากแผนกล้างชิ้นงานแล้ว ซึ่งรอบการผลิตของแผนกล้างนั้นจะส่งผลต่อเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นงานแค่เพียงรอบการผลิตที่ 1 เท่านั้น และเวลาในการทำงานสำหรับแผนกล้างชิ้นงานที่ล้างชิ้นงานเพื่อส่งต่อไปยังแผนกชุบชิ้นงานสำหรับผลิตชิ้นงานประเภท A นั้น แสดงไว้ตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เวลาที่ใช้และจำนวนชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ของแผนกล้างชิ้นงานใน 1 วัน

รอบการผลิตที่	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
1	40	3,000
2	40	3,000
3	40	3,000
4	40	1,500
รวม	160	10,500

จากตารางที่ 7 พบว่าพนักงานแผนกล้างชิ้นงานจะสำเร็จก่อนเวลาในการทำงาน 1 วัน ซึ่งตรงนี้พนักงานจะเตรียมชิ้นงานของสำหรับกระบวนการผลิตในวันถัดไปและไปบรรจุชิ้นงานที่แล้วเสร็จจากกระบวนการผลิตทั้ง 3 แผนกแล้วลงภาชนะสำหรับจัดส่งลูกค้าต่อไป

2. การดูงานจากโรงงานชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีที่มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการผลิต

2.1 โรงงานที่ 1

เป็นโรงงานที่ใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตเต็มรูปแบบตั้งแต่ แผนกล้างชิ้นงาน แผนกชุบชิ้นงาน ไปจนถึง แผนกทำสีชิ้นงาน จำนวนเครื่องจักรสำหรับชุบโลหะด้วย

ไฟฟ้าชนิดสังกะสี จำนวน 1 เครื่อง รูปแบบภาชนะบรรจุชิ้นงานเป็นแบบถังกลิ้ง จำนวน 10 ถัง
จำนวนพนักงานที่ประจำเครื่องทั้งหมด 2 คน



รูปที่ 27 เครื่องจักรระบบอัตโนมัติสำหรับผลิตชิ้นงานชุบโลหะด้วยไฟฟ้าชนิดสังกะสีแบบถังกลิ้ง
ของโรงงานที่ 1

ข้อดีของการใช้ระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบในกระบวนการผลิต

1. ใช้พนักงานในกระบวนการผลิตน้อย
2. เวลาที่ใช้ในการทำงานมีความแม่นยำ
3. ผลิตชิ้นงานได้อย่างต่อเนื่องหากมีจำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตเป็นจำนวนมาก
4. สร้างความมั่นใจในด้านคุณภาพชิ้นงานให้กับลูกค้า

ข้อเสียของการใช้ระบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบในกระบวนการผลิต

1. ใช้เงินลงทุนสูง
2. หากชิ้นงานเกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิตจะไม่สามารถรู้ได้จนกว่าชิ้นงานจะออกจากเครื่องจักรในขั้นตอนสุดท้าย
3. ไม่สามารถแทรกงานเร่งด่วนเข้าไปในกระบวนการผลิตได้

2.2 โรงงานที่ 2

โรงงานที่ 2 เป็นโรงงานที่ใช้ระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตในส่วนของการขึ้นรูปเพียงส่วนเดียวเท่านั้น รูปแบบของเครื่องขึ้นรูปเป็นแบบถักถักร้อยจำนวน 12 ถัก พนักงานประจำแผนกขึ้นรูป 1 คน พนักงานประจำแผนกล้างชิ้นงาน 4 คน พนักงานประจำแผนกทำสีชิ้นงาน 5 คน จำนวนพนักงานตลอดกระบวนการผลิตทั้งหมด 9 คน



รูปที่ 28 เครื่องขึ้นรูปแบบระบบอัตโนมัติของโรงงานที่ 2

ข้อดีของการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้เพียงบางแผนกเท่านั้น คือ

1. เงินลงทุนที่ใช้ไม่สูงจนเกินไป
2. สามารถทำงานงานเร่งด่วนที่แทรกเข้ามาระหว่างกระบวนการผลิตได้
3. ช่วยลดจำนวนพนักงานลงได้ในระดับหนึ่ง
4. เมื่อเกิดความผิดพลาดในระหว่างกระบวนการผลิตแล้วนั้น สามารถหยุด

กระบวนการผลิตได้ทันที

ข้อเสียของการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้เพียงบางแผนกเท่านั้น คือ

1. พนักงานในแผนกอื่นที่ไม่ได้นำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ ยังมีจำนวนเท่าเดิม
2. ต้องปรับกระบวนการผลิตในแผนกอื่นให้สอดคล้องกับแผนกที่นำระบบ

อัตโนมัติเข้ามาใช้

3. งบประมาณที่ใช้ในการลงทุนของแต่ละแผนก

จากการออกแบบเครื่องจักรในเบื้องต้นนั้นประเมินราคาในการสั่งทำเครื่องจักรระบบอัตโนมัติของแต่ละแผนกได้ดังต่อไปนี้

3.1 แผนกล้างชั้นงาน

ตารางที่ 8 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกล้างชั้นงาน

รายการ	ราคา
1. ปอล้างชั้นงานแบบถังกลิ้ง 10 ถัง พร้อมเครน	320,000
2. ตู้ควบคุม	405,000
3. ค่าติดตั้ง	35,000
รวม	780,000

3.2 แผนกชุบชั้นงาน

ตารางที่ 9 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกชุบชั้นงาน

รายการ	ราคา
1. เครื่องชุบชั้นงาน 3 เครื่อง 30 ถังกลิ้ง	2,910,000
2. ตู้ควบคุม	600,000
3. ค่าติดตั้ง	90,000
รวม	3,600,000

3.3 แผนกทำสีชั้นงาน

ตารางที่ 10 ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่ใช้ในแผนกทำสีชั้นงาน

รายการ	ราคา
1. เครื่องทำสีชั้นงานพร้อมระบบอบแห้ง 2 เครื่อง	1,620,000
2. ตู้ควบคุม	450,000
3. ค่าติดตั้ง	70,000
รวม	2,140,000

การวิเคราะห์

1. ประเมินการกระแสเงินจากการลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแต่ละแผนก

ตารางที่ 11 รายได้สุทธิและต้นทุนโดยประมาณย้อนหลัง 2 ปี

ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)
2558	6,500,000	4,800,000
2559	6,800,000	5,000,000

จากตารางที่ 11 อัตราการเพิ่มขึ้นของรายได้ระหว่างปี 2558 กับ 2559 อยู่ที่ 1.05% และอัตราการเพิ่มขึ้นของต้นทุนอยู่ที่ 1.04% ซึ่งจะนำไปคิดเป็นประมาณการของรายได้และต้นทุนล่วงหน้า 5 ปี โดยกำหนดให้รายได้และต้นทุนเพิ่มขึ้นจากเดิมทุกปีตามอัตราดังกล่าว

ตารางที่ 12 ประมาณการณ์รายได้และต้นทุนล่วงหน้า 5 ปี

ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)
2560	7,140,000	5,200,000
2561	7,497,000	5,408,000
2562	7,871,850	5,624,320
2563	8,265,443	5,849,293
2564	8,678,715	6,083,264

จากตารางที่ 12 เป็นประมาณการณ์รายได้และต้นทุนล่วงหน้า 5 ปี ซึ่งแบ่งเป็นรายได้และต้นทุนที่เกิดจากแผนกช่างขึ้นงาน 20% แผนกซบขึ้นงาน 35% แผนกทำสีขึ้นงาน 25% และ อื่นอีก 20%

1.1 แผนกช่างขึ้นงาน

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร

ค่าเครื่องล้างชิ้นงานด้วยระบบอัตโนมัติ จากตารางที่ 7 ราคา 780,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี เมื่อสิ้นอายุการใช้งานจะไม่มีมูลค่าซากเกิดขึ้น

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร = $780,000 \text{ บาท} / 5 \text{ ปี} = 156,000 \text{ บาท/ปี}$

ประมาณการรายได้และต้นทุนตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร

ตารางที่ 13 ประมาณการณัรายได้และต้นทุนของแผนกช่างขึ้นงานล่งหน้า 5 ปี

ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)
2560	1,428,000	1,040,000
2561	1,499,400	1,081,600
2562	1,574,370	1,124,864
2563	1,653,089	1,169,859
2564	1,735,743	1,216,653

ตารางที่ 14 กระแสเงินสดรับของแผนกช่างขึ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี

ปี	กระแสเงินสดรับ (บาท/ปี)
2560	353,200
2561	378,530
2562	405,480
2563	434,145
2564	464,627

ตารางที่ 15 ตัวอย่างแสดงการคิดหากระแสเงินสดรับของแผนกช่างขึ้นงานปี 2560

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
รายได้สุทธิ	1,428,000
<u>หัก</u> ต้นทุน	(1,040,000)
<u>หัก</u> ค่าเสื่อมราคา	(156,000)
กำไรก่อนหักภาษี	232,000
<u>หัก</u> ภาษีเงินได้ 15%	(34,800)
กำไรสุทธิ	197,200
บวก ค่าเสื่อมราคา	156,000
กระแสเงินสดรับต่อปี	353,200

1.2 แผนกซบชิ้นงาน

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร

ค่าเครื่องจักรสำหรับซบชิ้นงานด้วยระบบอัตโนมัติ จากตารางที่ 8 ราคา 3,600,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี เมื่อสิ้นอายุการใช้งานจะไม่มีมูลค่าซากเกิดขึ้น

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร = $3,600,000 \text{ บาท} / 5 \text{ ปี} = 720,000 \text{ บาท/ปี}$

ประมาณการรายได้และต้นทุนตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร

ตารางที่ 16 ประมาณการณรายได้และต้นทุนของแผนกซบชิ้นงานล่วงหน้า 5 ปี

ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)
2560	2,499,000	1,820,000
2561	2,623,950	1,892,800
2562	2,755,148	1,968,512
2563	2,892,905	2,047,252
2564	3,037,550	2,129,143

ตารางที่ 17 กระแสเงินสดรับของแผนกซบชิ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี

ปี	กระแสเงินสดรับ (บาท/ปี)
2560	685,150
2561	729,478
2562	776,640
2563	826,805
2564	880,146

1.3 แผนกทำสีชิ้นงาน

ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร

ค่าเครื่องจักรสำหรับทำสีชิ้นงานด้วยระบบอัตโนมัติ จากตารางที่ 9 ราคา 2,140,000 บาท มีอายุการใช้งาน 5 ปี เมื่อสิ้นอายุการใช้งานจะไม่มีมูลค่าซากเกิดขึ้น

ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร = $2,140,000 \text{ บาท} / 5 \text{ ปี} = 428,000 \text{ บาท/ปี}$

ประมาณการรายได้และต้นทุนตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร

ตารางที่ 18 ประมาณการณัรรายได้และต้นทุนของแผนกทำสีชิ้นงานล่งหน้า 5 ปี

ปี	รายได้สุทธิ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)
2560	1,785,000	1,300,000
2561	1,874,250	1,352,000
2562	1,967,963	1,406,080
2563	2,066,361	1,462,323
2564	2,169,679	1,520,816

ตารางที่ 19 กระแสเงินสดรับของแผนกทำสีชิ้นงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องจักร 5 ปี

ปี	กระแสเงินสดรับ (บาท/ปี)
2560	353,200
2561	378,530
2562	405,480
2563	434,145
2564	464,627

2. การตัดสินใจลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแต่ละแผนก

การตัดสินใจลงทุนซื้อเครื่องจักรระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแต่ละแผนกนั้น จะใช้วิธีการประเมินด้วยกัน 3 วิธีดังนี้

1. ระยะเวลาคืนทุน
2. NPV
3. IRR

2.1 แผนกล้างชิ้นงาน

1. ระยะเวลาคืนทุน

คิดได้จาก ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ 780,000 บาท และกระแสเงินสดรับปี 2560 1,641,800 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 780,000 / 353,200 = 2.2 \text{ ปี}$$

2. NPV

ค่า NPV ที่ได้จากลงทุนระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 559,188.73 บาท

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G
1	การลงทุนระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน						
2							
3	อัตราคิดลด	15%					
4	อายุการใช้งานเครื่องจักร (ปี)	0	2560	2561	2562	2563	2564
5	กระแสเงินสดรับ	-780,000	353,200	378,530	405,480	434,145	464,627
6	NPV	559,188.73					
7	IRR	41%					
8							
9							

รูปที่ 29 ข้อมูลบนโปรแกรม Excel ที่ใช้ในการคำนวณค่า NPV และ IRR

3. IRR

ค่า IRR ที่ได้จากลงทุนระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 41%

2.2 แผนกซบชิ้นงาน

1. ระยะเวลาคืนทุน

คิดได้จาก ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ 3,600,000 บาท และกระแสเงินสดรับปี 2560 685,150 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 3,600,000 / 685,150 = 5.3 \text{ ปี}$$

2. NPV

ค่า NPV ที่ได้จากลงทุนระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ -1,031,657.58 บาท

3. IRR

ค่า IRR ที่ได้จากลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 3%

2.3 แผนกทำสีชิ้นงาน

1. ระยะเวลาคืนทุน

คิดได้จาก ราคาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ 2,140,000 บาท และกระแสเงินสดรับปี 2560 476,450 บาท

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = 2,140,000 / 476,450 = 4.5 \text{ ปี}$$

2. NPV

ค่า NPV ที่ได้จากลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ -348,856.17 บาท

3. IRR

ค่า IRR ที่ได้จากลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน โดยใช้โปรแกรม Excel ในการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 8%

ตารางที่ 20 งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน ระยะเวลาคืนทุน ค่า NPV และ ค่า IRR ของแต่ละแผนก (อัตราคิดลด 15%)

	แผนกล้างชิ้นงาน	แผนกชุบชิ้นงาน	แผนกทำสีชิ้นงาน
1. งบประมาณ (บาท)	760,000	3,600,000	2,140,000
2. ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	2.2	5.3	4.5
3. NPV (บาท)	559,188.73	-1,031,657.58	-348,856.17
4. IRR (%)	41	3	8

เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ตามตารางที่ 20 แล้วนั้น การลงทุนในแผนกล้างชิ้นงานให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุดจากทุกแผนก

3. การปรับเปลี่ยนนาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตของแผนกล้าง ชิ้นงาน

จากผลการศึกษาในข้อที่ 1 และ 2 นั้นผู้ศึกษาได้นำมาเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนนาระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงาน



รูปที่ 30 บริเวณแผนกล้างชิ้นงาน

พื้นที่บริเวณแผนกล้างชิ้นงานนั้นมีพื้นที่จำกัด ทำให้เครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่จะนำมาใช้นั้นต้องออกแบบให้มีขนาดพอดีกับพื้นที่ โดยลักษณะของเครื่องจะมีภาชนะบรรจุชิ้นงานเป็นระบบถังกลิ้งขนาดสำหรับรองรับน้ำหนักชิ้นงานที่ 90 กิโลกรัม/ถังกลิ้ง (หรือหากบรรจุชิ้นงานประเภท A จะสามารถบรรจุได้ทั้งสิ้น 300 ชิ้น) จำนวน 10 ถังกลิ้ง ใช้พนักงานประจำเครื่องจักรเพียง 1 คน ทำหน้าที่ในการบรรจุชิ้นงานใส่ถังกลิ้ง และนำชิ้นงานออกจากถังกลิ้งเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการล้างชิ้นงาน ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตอยู่ที่ 25 นาทีต่อรอบการผลิต



รูปที่ 31 รูปแบบของเครื่องจักรระบบอัตโนมัติที่จะนำมาใช้ในแผนกช่างงาน

ตารางที่ 21 ประมาณการเวลาที่ใช้กระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A จำนวน 10,500 ชิ้น ของแผนกช่างงานด้วยระบบอัตโนมัติ

รอบการผลิตที่	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
1	25	3,000
2	25	3,000
3	25	3,000
4	25	1,500
รวม	100	10,500

จากตารางที่ 21 เป็นเพียงการประมาณการจากการออกแบบเครื่องจักรในเบื้องต้นเท่านั้น

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบกระบวนการผลิตของแผนกช่างงานในปัจจุบันกับระบบอัตโนมัติ

ข้อมูล	กระบวนการผลิต ในปัจจุบัน	กระบวนการผลิต ด้วยระบบอัตโนมัติ
1. จำนวนพนักงานในแผนก (คน)	3	1
2. เวลาในการผลิตต่อรอบ (นาที)	40	25
3. จำนวนชิ้นงานที่ได้ต่อรอบ (ชิ้น)	3,000	3,000

ตารางที่ 23 ประมาณการเวลาที่ใช้กระบวนการผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วัน ตลอดทั้งกระบวนการเมื่อปรับเปลี่ยนแผนกล้างเป็นระบบอัตโนมัติ

รอบการผลิตที่	เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (นาที)	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)
1	94	1,500
2	60	1,500
3	60	1,500
4	60	1,500
5	60	1,500
6	60	1,500
7	60	1,500
รวม	454	10,500

บทสรุป

จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ที่ใช้ประกอบการตัดสินใจการลงทุนได้แก่ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และ อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน (IRR) แล้วนั้นการลงทุนนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในแผนกล้างชิ้นงานนั้นจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ามากที่สุด โดยใช้งบประมาณในการลงทุนจัดซื้อเครื่องจักรจะอยู่ที่ 780,000 บาท ใช้เวลา 2.2 ปีในการคืนทุน อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุนอยู่ที่ 41% และมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 559,188.73 บาท

หากมีการปรับเปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติในแผนกล้างชิ้นงานจะทำให้การผลิตชิ้นงานประเภท A ใน 1 วันนั้นสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ทั้งหมด 10,500 ชิ้น โดยใช้พนักงานในกระบวนการผลิตทั้งสิ้น 6 คน จากเดิมที่ต้องใช้พนักงานทั้งหมด 8 คน โดยที่ยังสามารถผลิตชิ้นงานประเภท A ได้ในจำนวนเท่าเดิม นอกจากนี้ยังช่วยลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานในแผนกล้างชิ้นงานลงเหลือเพียงแค่นำชิ้นงานบรรจุใส่ถังกลึงและนำชิ้นงานออกจากถังกลึงหลังจบกระบวนการล้างชิ้นงานเท่านั้น จึงสรุปได้ว่าการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตจะสามารถลดจำนวนพนักงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตลงได้

ข้อเสนอแนะ

1. ในอนาคตอาจเกิดปัญหาการขาดแคลนพนักงานในกระบวนการผลิตมากขึ้น ดังนั้นการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้แค่ในแผนกล่างชิ้นงานนั้นจะไม่สามารถรองรับปัญหานี้ได้เพียงพอ จึงควรศึกษาการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดด้วย
2. ราคาของเครื่องจักรที่ใช้ระบบอัตโนมัตินั้นควรสอบถามและประเมินราคาจากบริษัทที่รับผลิตหลายๆ ที่ เพื่อเปรียบเทียบราคา คุณภาพ และระยะเวลาในการส่งผลิต
3. ควรศึกษาต้นทุนการผลิตจากการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ เปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตในปัจจุบัน



บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). **คู่มือการกำกับดูแลโรงงานอุตสาหกรรมชุบโลหะ.**

สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2559, จาก www.diw.go.th/km.

บริกแฮม, ยูจีน เอฟ; และฮูลตัน, โจเอล เอฟ. (2544). **การจัดการการเงิน.** แปลโดย เรืองรัก จำปาเงิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บุ๊คเน็ต.

บริษัท โคทเท็ค จำกัด. (2558). **ซิงค์ เพลทติ้ง (Zink Plating).** สมุทรปราการ : บริษัท โคทเท็ค จำกัด.

รอสส์, สตีเฟน เอ; เวสเทอฟิลด์, แรนดอล์ฟ ดับบลิว; และจอร์แดน, แบรดฟอร์ด ดี. (2552ก).

การเงินธุรกิจ. แปลโดย จันทนา ศรีนวกุล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ท็อป.

----- (2552ข). **การจัดการการเงินธุรกิจ.** แปลโดย พูนศักดิ์ แสงสันต์; และกิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : แมคกรอฮิล.

วิมล ประคัลภ์พงศ์; สมชาย เบ็ญจวรรณ; และสุรัช ภัทรบรรเจิด. (2549). **การเงินธุรกิจ.**

พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ : พิมพ์สุภา.

ศราวุธ เชื้อเกตุ. (2552). **การศึกษาเพื่อการลงทุนสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่ กรณีศึกษา : การสั่งซื้อเครื่องหล่อสุญญากาศอัตโนมัติแบบคานยก.** สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรม การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมชาย จันทดี. (2552). **การศึกษาการลงทุนการสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่ กรณีศึกษา**

การสั่งซื้อเครื่องตัดโลหะด้วยพลาสมาแก๊สแบบอัตโนมัติ (ซี เอ็น ซี). สารนิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อนันต์ ทองมอญ. (ม.ป.ป.). **ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงค่า PVIF และ PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่าง ๆ

TNI

ตารางที่ 24 ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ

ระยะเวลา	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	0.990	0.980	0.971	0.962	0.952	0.943	0.935	0.926	0.917	0.909
2	0.980	0.961	0.943	0.925	0.907	0.890	0.873	0.857	0.842	0.826
3	0.971	0.942	0.915	0.889	0.864	0.840	0.816	0.794	0.772	0.751
4	0.961	0.924	0.888	0.855	0.823	0.792	0.763	0.735	0.708	0.683
5	0.951	0.906	0.863	0.822	0.784	0.747	0.713	0.681	0.650	0.621
6	0.942	0.888	0.837	0.790	0.746	0.705	0.666	0.630	0.596	0.564
7	0.933	0.871	0.813	0.760	0.711	0.665	0.623	0.583	0.547	0.513
8	0.923	0.853	0.789	0.731	0.677	0.627	0.582	0.540	0.502	0.467
9	0.914	0.837	0.766	0.703	0.645	0.592	0.544	0.500	0.460	0.424
10	0.905	0.820	0.744	0.676	0.614	0.558	0.508	0.463	0.422	0.386
11	0.896	0.804	0.722	0.650	0.585	0.527	0.475	0.429	0.388	0.350
12	0.887	0.788	0.701	0.625	0.557	0.497	0.444	0.0397	0.356	0.319
13	0.879	0.773	0.681	0.601	0.530	0.469	0.415	0.368	0.326	0.290
14	0.870	0.758	0.661	0.577	0.505	0.442	0.388	0.340	0.299	0.263
15	0.861	0.743	0.642	0.555	0.481	0.417	0.362	0.315	0.275	0.239
16	0.853	0.728	0.623	0.534	0.458	0.394	0.339	0.292	0.252	0.218
17	0.844	0.714	0.605	0.513	0.436	0.371	0.317	0.270	0.231	0.198
18	0.836	0.700	0.587	0.494	0.416	0.350	0.296	0.250	0.212	0.180
19	0.828	0.686	0.570	0.475	0.396	0.331	0.277	0.232	0.194	0.164
20	0.820	0.673	0.554	0.456	0.377	0.312	0.258	0.215	0.178	0.149
21	0.811	0.660	0.538	0.439	0.359	0.294	0.242	0.199	0.164	0.135
22	0.803	0.647	0.522	0.422	0.342	0.278	0.226	0.184	0.150	0.123
23	0.795	0.634	0.507	0.406	0.326	0.262	0.211	0.170	0.138	0.112
24	0.788	0.622	0.492	0.390	0.310	0.247	0.197	0.158	0.126	0.102
25	0.780	0.610	0.478	0.375	0.295	0.233	0.184	0.146	0.116	0.092
26	0.772	0.598	0.464	0.361	0.281	0.220	0.172	0.135	0.106	0.084
27	0.764	0.586	0.450	0.347	0.268	0.207	0.161	0.125	0.098	0.078
28	0.757	0.574	0.437	0.333	0.255	0.196	0.150	0.116	0.090	0.089
29	0.749	0.563	0.424	0.321	0.243	0.185	0.141	0.107	0.082	0.063
30	0.742	0.552	0.412	0.308	0.231	0.174	0.131	0.099	0.075	0.057
40	0.672	0.453	0.307	0.208	0.142	0.097	0.067	0.046	0.032	0.022
50	0.608	0.372	0.228	0.141	0.087	0.054	0.034	0.021	0.013	0.009

ตารางที่ 24 ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

ระยะเวลา	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
1	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.855	0.847	0.840	0.833
2	0.812	0.797	0.783	0.769	0.756	0.743	0.731	0.718	0.706	0.694
3	0.731	0.712	0.693	0.675	0.658	0.641	0.624	0.609	0.593	0.579
4	0.659	0.636	0.613	0.592	0.572	0.552	0.534	0.516	0.499	0.482
5	0.593	0.567	0.543	0.519	0.497	0.476	0.456	0.437	0.419	0.402
6	0.535	0.507	0.480	0.456	0.432	0.410	0.390	0.370	0.352	0.335
7	0.482	0.452	0.425	0.400	0.376	0.354	0.333	0.314	0.296	0.279
8	0.434	0.404	0.376	0.351	0.327	0.305	0.285	0.266	0.249	0.233
9	0.391	0.361	0.333	0.308	0.284	0.263	0.243	0.225	0.209	0.194
10	0.352	0.322	0.295	0.270	0.247	0.227	0.208	0.191	0.176	0.162
11	0.317	0.287	0.261	0.237	0.215	0.195	0.178	0.162	0.148	0.135
12	0.286	0.257	0.231	0.208	0.187	0.168	0.152	0.137	0.124	0.112
13	0.258	0.229	0.204	0.182	0.163	0.145	0.130	0.116	0.104	0.093
14	0.232	0.205	0.181	0.160	0.141	0.125	0.111	0.099	0.088	0.078
15	0.209	0.183	0.160	0.140	0.123	0.108	0.095	0.084	0.074	0.065
16	0.188	0.163	0.141	0.123	0.107	0.093	0.081	0.071	0.062	0.054
17	0.170	0.146	0.125	0.108	0.093	0.080	0.069	0.060	0.052	0.045
18	0.153	0.130	0.111	0.095	0.081	0.069	0.059	0.051	0.044	0.038
19	0.138	0.116	0.098	0.083	0.070	0.060	0.051	0.043	0.037	0.031
20	0.124	0.104	0.087	0.073	0.061	0.051	0.043	0.037	0.031	0.026
21	0.112	0.093	0.077	0.064	0.053	0.044	0.037	0.031	0.026	0.022
22	0.101	0.083	0.068	0.056	0.046	0.038	0.032	0.026	0.022	0.018
23	0.091	0.074	0.060	0.049	0.040	0.033	0.024	0.022	0.018	0.015
24	0.082	0.066	0.053	0.043	0.035	0.028	0.023	0.019	0.015	0.013
25	0.074	0.059	0.047	0.038	0.030	0.024	0.020	0.016	0.013	0.010
26	0.066	0.053	0.042	0.033	0.026	0.021	0.017	0.014	0.011	0.009
27	0.060	0.047	0.037	0.029	0.023	0.018	0.014	0.011	0.009	0.007
28	0.054	0.042	0.033	0.026	0.020	0.016	0.012	0.010	0.008	0.008
29	0.048	0.037	0.029	0.022	0.017	0.014	0.011	0.008	0.006	0.005
30	0.044	0.033	0.026	0.020	0.015	0.012	0.009	0.007	0.005	0.004
40	0.015	0.011	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001
50	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 24 ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 24 ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 24 ค่า PVIF ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

[illegible]

ตารางที่ 25 ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ

ระยะเวลา	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	0.990	0.980	0.971	0.962	0.952	0.943	0.935	0.926	0.917	0.909
2	1.970	1.942	1.913	1.886	1.859	1.833	1.808	1.783	1.759	1.736
3	2.941	2.884	2.829	2.775	2.723	2.673	2.624	2.577	2.531	2.487
4	3.902	3.808	3.717	3.630	3.546	3.465	3.387	3.312	3.240	3.170
5	4.853	4.713	4.580	4.452	4.329	4.212	4.100	3.993	3.890	3.791
6	5.795	5.601	5.417	5.242	5.076	4.917	4.767	4.623	4.486	4.355
7	6.728	6.472	6.230	6.002	5.786	5.582	5.389	5.206	5.033	4.868
8	7.652	7.325	7.020	6.733	6.463	6.210	5.971	5.747	5.535	5.335
9	8.566	8.162	7.786	7.435	7.108	6.802	6.515	6.247	5.995	5.759
10	9.471	8.983	8.530	8.111	7.722	7.360	7.024	6.710	6.418	6.145
11	10.368	9.787	9.253	8.760	8.306	7.887	7.499	7.139	6.805	6.495
12	11.255	10.575	9.954	9.385	8.863	8.384	7.943	7.536	7.161	6.814
13	12.134	11.348	10.635	9.986	9.394	8.853	8.358	7.904	7.487	7.103
14	13.004	12.106	11.296	10.563	9.899	9.295	8.745	8.244	7.786	7.367
15	13.865	12.849	11.938	11.118	10.380	9.712	9.108	8.559	8.061	7.606
16	14.718	13.578	12.561	11.652	10.838	10.106	9.447	8.851	8.313	7.824
17	15.562	14.292	13.166	12.166	11.274	10.477	9.763	9.122	8.544	8.022
18	16.398	14.992	13.754	12.659	11.690	10.828	10.059	9.372	8.756	8.201
19	17.226	15.678	14.324	13.134	12.085	11.158	10.336	9.604	8.950	8.365
20	18.046	16.351	14.877	13.590	12.462	11.470	10.594	9.818	9.129	8.514
21	18.857	17.011	15.415	14.029	12.821	11.764	10.836	10.017	9.292	8.649
22	19.660	17.658	15.837	14.451	13.163	12.042	11.061	10.201	9.442	8.772
23	20.456	18.292	16.444	14.857	13.489	12.303	11.217	10.371	9.580	8.883
24	21.243	18.914	16.936	15.247	13.799	12.550	11.469	10.529	9.707	8.985
25	22.023	19.523	17.413	15.622	14.094	12.783	11.654	10.675	9.823	9.077
26	22.795	20.121	17.877	15.983	14.375	13.003	11.826	10.810	9.929	9.161
27	23.560	20.707	18.327	16.330	14.643	13.211	11.987	10.935	10.027	9.237
28	24.316	21.281	18.764	16.663	14.898	13.406	12.137	11.051	10.116	9.307
29	25.066	21.844	19.188	16.984	15.141	13.591	12.278	11.158	10.198	9.370
30	25.808	22.396	19.600	17.292	15.372	13.765	12.409	11.258	10.274	9.427
40	32.835	27.355	23.115	19.793	17.159	15.046	13.332	11.925	10.757	9.779
50	39.196	31.424	25.730	21.482	18.256	15.762	13.801	12.233	10.962	9.915

ตารางที่ 25 ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

ระยะเวลา	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
1	0.901	0.893	0.885	0.877	0.870	0.862	0.855	0.847	0.840	0.833
2	1.713	1.690	1.668	1.647	1.626	1.605	1.585	1.566	1.547	1.528
3	2.444	2.402	2.361	2.322	2.283	2.246	2.210	2.174	2.140	2.106
4	3.102	3.037	2.974	2.914	2.855	2.798	2.743	2.690	2.639	2.589
5	3.696	3.605	3.517	3.433	3.352	3.274	3.199	3.127	3.058	2.991
6	4.231	4.111	3.998	3.889	3.784	3.685	3.589	3.498	3.410	3.326
7	4.712	4.564	4.423	4.288	4.160	4.039	3.922	3.812	3.706	3.605
8	5.146	4.968	4.799	4.639	4.487	4.344	4.207	4.078	3.954	3.837
9	5.537	5.328	5.132	4.946	4.772	4.607	4.451	4.303	4.163	4.031
10	5.889	5.650	5.426	5.216	5.019	4.833	4.659	4.494	4.339	4.129
11	6.207	5.938	5.687	5.453	5.234	5.029	4.836	4.656	4.486	4.327
12	6.492	6.194	5.918	5.660	5.421	5.197	4.988	4.793	4.611	4.439
13	6.750	6.424	6.122	5.842	5.583	5.342	5.118	4.910	4.715	4.533
14	6.982	6.628	6.302	6.002	5.724	5.468	5.229	5.008	4.802	4.611
15	7.191	6.811	6.462	6.142	5.847	5.575	5.324	5.092	4.876	4.675
16	7.379	6.974	6.604	6.265	5.954	5.668	5.405	5.162	4.938	4.730
17	7.549	7.120	6.729	6.373	6.047	5.749	5.475	5.222	4.990	4.775
18	7.702	7.250	6.840	6.467	6.128	5.818	5.534	5.273	5.033	4.812
19	7.839	7.366	6.938	6.550	6.198	5.877	5.584	5.316	5.070	4.843
20	7.963	7.469	7.025	6.623	6.259	5.929	5.628	5.353	5.101	4.870
21	8.075	7.562	7.102	6.687	6.312	5.973	5.665	5.384	5.127	4.891
22	8.176	7.645	7.170	6.743	6.359	6.011	5.696	5.410	5.149	4.909
23	8.266	7.718	7.230	6.792	6.399	6.044	5.723	5.432	5.167	4.925
24	8.348	7.784	7.283	6.835	6.434	6.073	5.746	5.451	5.182	4.937
25	8.422	7.843	7.330	6.873	6.464	6.097	5.766	5.467	5.195	4.948
26	8.488	7.869	7.372	6.906	6.494	6.118	5.783	5.480	5.206	4.956
27	8.548	7.943	7.409	6.935	6.514	6.136	5.798	5.492	5.215	4.964
28	8.602	7.984	7.441	6.961	6.534	6.152	5.810	5.502	5.223	4.970
29	8.650	8.022	7.470	6.983	6.551	6.166	5.820	5.510	5.229	4.975
30	8.694	8.055	7.496	7.003	6.566	6.177	5.829	5.517	5.235	4.979
40	8.951	8.244	7.634	7.105	6.642	6.233	5.871	5.548	5.258	4.997
50	9.042	8.304	7.675	7.133	6.661	6.246	5.880	5.554	5.262	4.999

ตารางที่ 25 ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

ระยะเวลา	21%	22%	23%	24%	25%	26%	27%	28%	29%	30%
1	0.826	0.820	0.813	0.806	0.800	0.794	0.787	0.781	0.775	0.769
2	1.509	1.492	1.474	1.457	1.440	1.424	1.407	1.392	1.376	1.361
3	2.074	2.042	2.011	1.981	1.952	1.923	1.896	1.868	1.842	1.816
4	2.540	2.494	2.448	2.404	2.362	2.320	2.280	2.241	2.203	2.166
5	2.926	2.864	2.803	2.745	2.689	2.635	2.583	2.532	2.483	2.436
6	3.245	3.167	3.092	3.020	2.951	2.885	2.821	2.759	2.700	2.643
7	3.508	3.416	3.327	3.242	3.161	3.083	3.009	2.937	2.868	2.802
8	3.726	3.619	3.518	3.421	3.329	3.241	3.156	3.076	2.999	2.925
9	3.905	3.786	3.673	3.566	3.463	3.366	3.273	3.184	3.100	3.019
10	4.054	3.923	3.799	3.682	3.571	3.465	3.364	3.269	3.178	3.092
11	4.177	4.035	3.902	3.776	3.656	3.543	3.437	3.335	3.239	3.147
12	4.278	4.127	3.985	3.851	3.725	3.606	3.493	3.387	3.286	3.190
13	4.362	4.203	4.053	3.912	3.780	3.656	3.538	3.427	3.322	3.223
14	4.432	4.265	4.108	3.962	3.824	3.695	3.573	3.459	3.351	3.249
15	4.489	4.315	4.153	4.001	3.859	3.726	3.601	3.483	3.373	3.268
16	4.536	4.357	4.189	4.033	3.887	3.751	3.623	3.503	3.390	3.283
17	4.576	4.391	4.219	4.059	3.910	3.771	3.640	3.518	3.403	3.295
18	4.608	4.419	4.243	4.080	3.928	3.786	3.654	3.529	3.413	3.304
19	4.635	4.442	4.263	4.097	3.942	3.799	3.664	3.539	3.421	3.311
20	4.657	4.460	4.279	4.110	3.954	3.808	3.673	3.546	3.427	3.316
21	4.675	4.476	4.292	4.121	3.963	3.816	3.679	3.551	3.432	3.320
22	4.690	4.488	4.302	4.130	3.970	3.822	3.684	3.556	3.436	3.323
23	4.703	4.499	4.311	4.137	3.976	3.827	3.689	3.559	3.438	3.325
24	4.713	4.507	4.318	4.143	3.981	3.831	3.692	3.562	3.441	3.327
25	4.721	4.514	4.323	4.147	3.985	3.834	3.694	3.564	3.442	3.329
26	4.728	4.520	4.328	4.151	3.988	3.837	3.696	3.566	3.444	3.330
27	4.734	4.524	4.332	4.154	3.990	3.839	3.698	3.567	3.445	3.330
28	4.739	4.528	4.335	4.157	3.992	3.840	3.699	3.568	3.445	3.331
29	4.743	4.531	4.337	4.158	3.994	3.841	3.700	3.569	3.446	3.332
30	4.746	4.534	4.339	4.160	3.995	3.842	3.701	3.570	3.447	3.332
40	4.760	4.544	4.347	4.166	3.910	3.846	3.703	3.571	3.448	3.333
50	4.762	4.545	4.348	4.167	3.910	3.846	3.703	3.871	3.448	3.333

ตารางที่ 25 ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

ระยะเวลา	31%	32%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%
1	0.763	0.758	0.752	0.746	0.741	0.735	0.730	0.725	0.719	0.714
2	1.346	1.331	1.317	1.303	1.289	1.276	1.263	1.250	1.237	1.224
3	1.791	1.766	1.742	1.719	1.696	1.673	1.652	1.630	1.609	1.589
4	2.130	2.096	2.062	2.029	1.997	1.966	1.935	1.906	1.877	1.849
5	2.390	2.345	2.302	2.260	2.220	2.181	2.143	2.106	2.070	2.035
6	2.588	2.534	2.483	2.433	2.385	2.339	2.294	2.251	2.209	2.168
7	2.739	2.677	2.619	2.562	2.508	2.455	2.404	2.355	2.308	2.263
8	2.854	2.786	2.721	2.658	2.598	2.540	2.485	2.432	2.380	2.331
9	2.942	2.868	2.798	2.730	2.665	2.603	2.544	2.487	2.432	2.379
10	3.009	2.930	2.855	2.784	2.715	2.649	2.587	2.527	2.469	2.414
11	3.060	2.978	2.899	2.824	2.752	2.683	2.618	2.555	2.496	2.438
12	3.100	3.013	2.931	2.853	2.779	2.708	2.641	2.576	2.515	2.456
13	3.129	3.040	2.956	2.876	2.799	2.727	2.658	2.592	2.529	2.469
14	3.152	3.061	2.974	2.892	2.814	2.740	2.670	2.603	2.539	2.478
15	3.170	3.076	2.988	2.905	2.825	2.750	2.679	2.611	2.546	2.484
16	3.183	3.088	2.999	2.914	2.834	2.757	2.685	2.616	2.551	2.489
17	3.193	3.097	3.007	2.921	2.840	2.763	2.690	2.621	2.555	2.492
18	3.201	3.104	3.012	2.926	2.844	2.767	2.693	2.624	2.557	2.494
19	3.207	3.109	3.017	2.930	2.848	2.770	2.696	2.626	2.559	2.496
20	3.211	3.113	3.020	2.933	2.850	2.772	2.698	2.627	2.561	2.497
21	3.215	3.116	3.023	2.935	2.852	2.773	2.699	2.629	2.562	2.498
22	3.217	3.118	3.025	2.936	2.853	2.775	2.700	2.629	2.562	2.498
23	3.219	3.120	3.026	2.938	2.854	2.775	2.701	2.630	2.563	2.499
24	3.221	3.121	3.027	2.939	2.855	2.776	2.701	2.630	2.563	2.499
25	3.222	3.122	3.028	2.939	2.856	2.777	2.702	2.631	2.563	2.499
26	3.223	3.123	3.028	2.940	2.856	2.777	2.702	2.631	2.564	2.500
27	3.224	3.123	3.029	2.940	2.856	2.777	2.702	2.631	2.564	2.500
28	3.224	3.124	3.029	2.940	2.857	2.777	2.702	2.631	2.564	2.500
29	3.225	3.124	3.030	2.941	2.857	2.777	2.702	2.631	2.564	2.500
30	3.225	3.124	3.030	2.941	2.857	2.778	2.702	2.631	2.564	2.500
40	3.226	3.125	3.030	2.941	2.857	2.778	2.703	2.632	2.564	2.500
50	3.226	3.125	3.030	2.941	2.857	2.778	2.703	2.632	2.564	2.500

ตารางที่ 25 ค่า PVIFa ที่อัตราดอกเบี้ยคิดลดต่างๆ (ต่อ)

ระยะเวลา	41%	42%	43%	44%	45%	46%	47%	48%	49%	50%
1	0.709	0.704	0.699	0.694	0.690	0.685	0.680	0.676	0.671	0.667
2	1.212	1.200	1.188	1.177	1.165	1.154	1.143	1.132	1.122	1.111
3	1.569	1.549	1.530	1.512	1.493	1.475	1.458	1.441	1.424	1.407
4	1.822	1.795	1.769	1.744	1.720	1.695	1.672	1.649	1.627	1.605
5	2.001	1.969	1.937	1.906	1.876	1.846	1.818	1.790	1.763	1.737
6	2.129	2.091	2.054	2.018	1.983	1.949	1.917	1.885	1.854	1.824
7	2.219	2.176	2.135	2.096	2.057	2.020	1.984	1.949	1.916	1.883
8	2.283	2.237	2.193	2.150	2.109	2.069	2.030	1.993	1.957	1.922
9	2.328	2.280	2.233	2.187	2.144	2.102	2.061	2.022	1.984	1.948
10	2.360	2.310	2.261	2.213	2.168	2.125	2.083	2.042	2.003	1.965
11	2.383	2.331	2.280	2.232	2.185	2.140	2.097	2.055	2.015	1.977
12	2.400	2.346	2.294	2.244	2.196	2.151	2.107	2.064	2.024	1.985
13	2.411	2.356	2.303	2.253	2.204	2.158	2.113	2.071	2.029	1.990
14	2.419	2.363	2.310	2.259	2.210	2.163	2.118	2.075	2.033	1.996
15	2.425	2.369	2.315	2.263	2.214	2.166	2.121	2.078	2.036	1.995
16	2.429	2.372	2.318	2.266	2.216	2.169	1.123	2.079	2.037	1.997
17	2.432	2.375	2.320	2.268	2.218	2.170	2.125	2.081	2.038	1.998
18	2.434	2.377	2.322	2.270	2.219	2.172	2.126	2.082	2.039	1.999
19	2.435	2.378	2.323	2.271	2.220	2.172	2.126	2.082	2.040	1.999
20	2.436	2.379	2.324	2.271	2.221	2.173	2.127	2.083	2.040	1.999
21	2.437	2.379	2.324	2.272	2.221	2.173	2.127	2.083	2.040	2.000
22	2.438	2.380	2.325	2.272	2.222	2.173	2.127	2.083	2.041	2.000
23	2.438	2.380	2.325	2.272	2.222	2.174	2.127	2.083	2.041	2.000
24	2.438	2.380	2.325	2.272	2.222	2.174	2.127	2.083	2.041	2.000
25	2.439	2.381	2.325	2.272	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
26	2.439	2.381	2.325	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
27	2.439	2.381	2.325	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
28	2.439	2.381	2.325	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
29	2.439	2.381	2.326	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
30	2.439	2.381	2.326	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
40	2.439	2.381	2.326	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000
50	2.439	2.381	2.326	2.273	2.222	2.174	2.128	2.083	2.041	2.000