



การปรับปรุงกระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้าบนทีนัท โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณภาพ The improvement of Zinc Electro-Coating Process on T-Nut Using Quality Engineering Techniques.

วรพจน์ เสรีรัฐ และ ชนกานต์ วุฒิวิรุฬห์

woraphod sereerat and chanakarn wuthiworakoo

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

กระบวนการชุบเคลือบสังกะสีด้วยไฟฟ้าเป็นกระบวนการทางปฏิบัติที่มีความสำคัญต่อการผลิตทีนัทเป็นอย่างมาก ปัจจุบันนี้พบว่าในกระบวนการชุบยังขาดการควบคุมที่ดีเนื่องจากยังไม่มีวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งทำให้เกิดข้อบกพร่องของทีนัทเป็นจำนวนมากโดยปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้แก่ ชิ้นงานเป็นรอย เป็นคราบ มีว ขูดขีดไม่ทั่ว ไข่ม้อย ลอกง่าย เป็นผื่นเม็ด ๆ และเกลียวดำ ซึ่งข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทำให้ต้องนำงานกลับไปซ่อมใหม่ ทำให้เสียทรัพยากรโดยไม่จำเป็นทั้งเวลา วัสดุและแรงงาน จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาวิเคราะห์ถึงสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและปรับปรุงกระบวนการชุบสังกะสีเพื่อให้มีการควบคุมที่ดีและมีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน โดยมีการศึกษาวิจัยที่โรงงานชุบสังกะสีแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาพบว่าปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากขาดการตรวจสอบในกระบวนการผลิต วิธีการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม ไม่มีมาตรฐานในการทำงาน เป็นต้น จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงโดยกำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสม สร้างระบบการทำงานใหม่ให้มีการควบคุมการปฏิบัติงานโดยกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงาน ในรูปแบบของเอกสารอย่างชัดเจน มีการจัดทำคู่มือแนะนำชุบโลหะ จัดทำใบตรวจสอบน้ำยาชุบ จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและกำหนดวิธีการตรวจสอบน้ำยาชุบโลหะและน้ำล้างในกระบวนการผลิต หลังจากได้นำเอาวิธีการปรับปรุงต่าง ๆ มาใช้ในโรงงานพบว่ากระบวนการชุบมีวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานขึ้นและมีการควบคุมที่ดีทำให้ปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมีจำนวนลดลงจาก 8.96% เป็น 3.19%

ABSTRACT

The objectives of this thesis were to study the cause of defects and improve the T-nut electro-coating process to be a standardized controllable process.

Electro-coating is an important electrochemical process in T-nut production because it is the final step of T-nut manufacturing process. Presently, the coating process is not well controlled as the working standard is not properly set.

The T-nut factory chosen as a case study in this research has many defect problems in the coating department; for examples, scratch, stained, hazy/cloudy, poor adhesion, burnt, non adherent, rough and black spiral. Hence rework is required. Consequently, there is a loss of the manpower, materials and time.

According to the study, it was found that the defects were produced from lacking of on-process inspection, improper working method, and lacking of standard work instruction. After that, the researcher tried to improve the problems by designing the standard documentation for working process in every step of coating process, the coating solution manual and preventive maintenance manual.

After implementing the schemes, it was found that the defect problems were reduced from 8.96% to 3.19%.

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพการแข่งขันในตลาดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากเนื่องจากความก้าวหน้าและพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ตลอดจนการเปิดเสรีทางการค้า ทำให้ผู้บริโภคมีสิทธิในการเลือกสินค้าหรือบริการมากขึ้น ในขณะที่ผู้บริโภคต้องการสินค้าที่มีคุณภาพสูง และโรงงานที่ทำธุรกิจด้านการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้าต่าง ๆ ได้มีการนำเครื่องมือ เครื่องจักรอุปกรณ์เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนกลยุทธ์และเทคนิควิธีการต่าง ๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตอย่างมาก แต่ก็มีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต คือของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยเกิดความสนใจ จึงนำเอาเทคนิคทางวิศวกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตในโรงงานแห่งนี้ โดยมีการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหา เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิตมีคุณภาพที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ทางผู้วิจัยได้นำเทคนิคทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นวิธีการจัดการแบบหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาและการกำหนดวิธีการทำงาน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมการชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

โครงการวิจัยนี้ เนื่องจากปัจจุบันโรงงานมีการผลิตชิ้นงานแล้วเกิดของเสียในระหว่างการผลิตเป็นจำนวนมาก อาจมาจากความผิดพลาดของพนักงานจากการปฏิบัติงาน เครื่องมือเครื่องจักรหรือวัตถุดิบที่นำมาเป็นส่วนของกระบวนการผลิต ทำให้ต้องประสบปัญหาในการดำเนินงานอยู่เป็นประจำจึงจำเป็นต้องเป็นเหตุจูงใจให้ผู้ทำวิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหา ต่าง ๆ โดยนำหลักวิชาทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมมา

ประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงระบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและการลดของเสียในกระบวนการเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า รวมทั้งทำให้มีการพัฒนาองค์กรเพื่อรองรับกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อนำเอาเทคนิคทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ
2. เพื่อลดของเสียให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าในแผนการชุบสังกะสีให้เหลือน้อยกว่าร้อยละ 5
3. นำเอาเทคนิคทางวิศวกรรมมาจัดทำมาตรฐานในการทำงาน
4. นำเอาเทคนิคทางการซ่อมบำรุงมาใช้วางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อค้นหาปัญหา

เป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานของแผนกชุบสังกะสีของโรงงานตัวอย่าง ตั้งแต่ขั้นตอนการปฏิบัติงานของแผนกชุบสังกะสี ลักษณะและขั้นตอนในการชุบ ปริมาณงานผลิต สภาพปัจจุบันในกระบวนการชุบสังกะสี รวมถึงลักษณะและจำนวนข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียในการผลิต และทำการศึกษาค้นคว้าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของการชุบโลหะเพื่อนำไปวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาต่อไป โดยการเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษามีขั้นตอนดังนี้

ทำการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงานของแผนกชุบสังกะสี ซึ่งจะเป็นการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ของการปฏิบัติงานทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายว่ามีความ

เหมาะสมหรือไม่โดยพิจารณาจากขั้นตอนเดิมที่ปฏิบัติงานอยู่

- ลักษณะของการหุบและวิธีการหุบแบบต่าง ๆ ซึ่งมีความหลากหลายของรูปแบบโดยที่ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะผ่านขั้นตอนการผลิตที่แตกต่างกัน

- วิธีการปฏิบัติงานหุบ(จัดทำเป็น work Instruction) โดยจะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลของวิธีการปฏิบัติงานแบบต่าง ๆ เช่น การหุบสังกะสี การหุบรมดำและการหุบงานที่มีนิเกิล-ทองแดง

- ทฤษฎีของการหุบและน้ำยาหุบโลหะ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันที่เป็นอยู่ของแต่ละประเภท เช่น น้ำยาหุบทองแดงดำ น้ำยาหุบทองแดงกรด น้ำยาหุบนิเกิลและน้ำยาหุบสังกะสีแบบกรด

- จำนวนงานที่หุบ เพื่อเป็นการทราบถึงความต้องการของลูกค้าจะได้มีการวางแผนการผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า

- ลักษณะและจำนวนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นว่ามีปริมาณที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนเล็กน้อยเพียงใด ซึ่งจะได้หาหนทางในการแก้ไขได้ต่อไปโดยใช้แผนภูมิพาเรโตในการที่จะทราบถึงข้อบกพร่องที่ต้องการจะทำการแก้ไขแบบเร่งด่วน

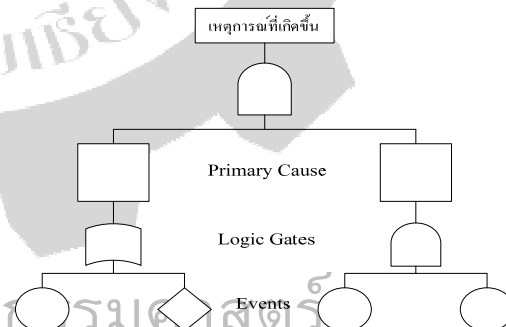
3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทำการวิเคราะห์ปัญหาและศึกษาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องด้วย Fault Tree Analysis (FTA) แล้ววิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จนสามารถนำมากำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งพิจารณาได้ดังนี้

ในการแก้ปัญหาทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ระบบผลิตรวมถึงการแก้ปัญหาทางเทคนิคและปัญหาอื่น ๆ นั้น จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบเพื่อหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ซึ่ง Fault Tree Analysis (FTA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง ซึ่งจะช่วยในการชี้บ่งสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ทั้งนี้เพื่อทำการขจัดสาเหตุรากเหง้าอันจะทำให้ปัญหานั้น ๆ ไม่กลับมาอีกซึ่งเป็นการ

แก้ปัญหาแบบยั่งยืน ซึ่งทำให้สามารถหาแนวทางป้องกันได้ก่อนที่ความล้มเหลวจะเกิดขึ้นจุดเด่นของ FTA คือไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลมาเพื่อวิเคราะห์เหมือนกับข้อมูลอื่น ๆ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบระบบแก้ปัญหาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์กระบวนการมีประสิทธิภาพ

จากนั้นเมื่อเราวิเคราะห์ด้วย FTA แล้วขั้นตอนต่อไปเราจะใช้แผนผังแสดงเหตุและผลโดยเราจะกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากปัญหาที่กำหนดนี้ซึ่งจะเป็นผลของสาเหตุที่อยู่ปลายสุดของแผนภูมิถ้ำปลา แล้วจึงเขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็ก ๆ แยกแยกแขนงออกจากเส้นตรงแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ซึ่งในการเขียนสาเหตุของปัญหาจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของปัญหาซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย คน เครื่องจักร สภาพแวดล้อม วิธีการทำงานและวัตถุดิบ แล้วแต่ละองค์ที่เก็บรวบรวมสาเหตุของปัญหานั้นได้



รูปที่ 1 Fault Tree Diagram

3.3 การหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ทราบถึงสาเหตุของข้อบกพร่องจึงสามารถเสนอแนะและร่วมหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้โดยการประชุมระดมสมองกับผู้บริหารในฝ่ายผลิตและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังนี้

- ปรับปรุงวิธีการทำงาน ซึ่งในการปรับปรุงวิธีการทำงานนั้นเมื่อทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงจากการทำงานเดิม โดยการเสนอของฝ่ายบริหารและหัวหน้างานที่มีความชำนาญนั้นก็จะมีการนำมาอบรมให้กับ

พนักงานเพื่อเป็นการทำความเข้าใจถึงแนวทางในการปฏิบัติงานใหม่

- เพิ่มกระบวนการในการตรวจสอบ ในการเพิ่มกระบวนการตรวจสอบเข้าไปในขั้นตอนการทำงานจะไม่มีผลต่อการเพิ่มของค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด ซึ่งเป็นการโยกย้ายพนักงานในตำแหน่งที่ว่างอยู่มาทำการตรวจสอบก็จะเป็นผลดีอีกด้วยที่ทำให้ให้ทรัพยากรบุคคลได้อย่างคุ้มค่า ซึ่งการตรวจสอบที่เพิ่มเข้าไปในขั้นตอนนั้นจะเป็นการตรวจสอบก่อนการชุบ โดยการตรวจสอบจะเป็นการดูที่ชิ้นงานว่ามีสิ่งสกปรกปะปนมากับชิ้นงานหรือและคราบน้ำมันเกินกว่าที่จะทำการล้างออกได้หมดหรือไม่

- จัดทำเป็นเอกสารมาตรฐานในการควบคุมการทำงาน

3.4 การนำผลการศึกษาและแนวทางแก้ไขปัญหามาทำการปฏิบัติจริงและจัดทำให้เป็นมาตรฐาน

เมื่อได้ข้อสรุปในการแก้ปัญหาแล้วก็จะนำไปใช้จริงกับกระบวนการชุบของโรงงานตัวอย่างเพื่อประเมินผลว่าสามารถแก้ไขปัญหาก็ได้หรือไม่และจัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานใหม่ที่เหมาะสมขึ้นมา

3.5 การประเมินผลการแก้ไขและสรุปผลการวิจัย

ทำการประเมินผลโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เปรียบเทียบจำนวนข้อบกพร่องก่อนและหลังทำการปรับปรุงแก้ไข และประเมินผลการทำงานของพนักงานหลังจากที่ได้วิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานแล้ว จากนั้นทำการสรุปผลการวิจัยปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

4. ผลการดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ 1 รายละเอียดและเอกสารที่จัดทำ

ปัญหา	รายละเอียดที่ได้จัดทำ	เอกสารอ้างอิง
ชิ้นงานกระทบกัน	ทำการเปลี่ยนเพื่องัด	วิธีการปฏิบัติงานของแผนกชุบสังกะสี
ชิ้นงานกระทบกับโซ่	ทำการตรวจสอบโซ่ให้บ่อยขึ้น	
ทำการเช็ดชิ้นงานแล้วเป็นขนแมว	วิธีการเช็ดชิ้นงาน	
ล้างชิ้นงานไม่สะอาดพอ	วิธีการล้างชิ้นงาน ขั้นตอนกระบวนการชุบงานแต่ละลักษณะ ออกแบบถึงนำสนใหม่	
ค่ากระแสไฟฟ้าในการชุบไม่เหมาะสม	วิธีการปรับไฟในการชุบ วิธีการชุน้ำยาแต่ละชนิด	
น้ำล้างเป็นเมือกๆ	วิธีการตรวจสอบน้ำล้าง มีถึงน้ำล้างแบบ ไหลล้น	วิธีการปฏิบัติงานของแผนกการชุบสังกะสี คู่มือน้ำยาชุบโลหะในแผนก
มีเศษสิ่งสกปรกในน้ำยาชุบ	วิธีการดูแลรักษาและทำความสะอาดน้ำยาชุบ	
น้ำยาชุบมีคราบสกปรก		
น้ำยาชุบมีสภาพไม่สมบูรณ์	วิธีการตรวจสอบสภาวะของน้ำยาชุบ ส่วนประกอบของน้ำยาชุบ สภาวะของน้ำยาชุบ การบำรุงรักษาน้ำยาชุบ	

หมายเหตุ: รายละเอียดเพิ่มเติมอยู่ในภาคผนวก

ในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานซึ่งผลการศึกษาและ
แก้ไขปรับปรุงที่ได้ดำเนินการทั้งหมด ได้นำมาอบรมการ
ปฏิบัติงานแก่พนักงานเพื่อควบคุมการทำงานให้เป็น
มาตรฐาน

5. สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุง
กระบวนการหีบสังกะสี โดยได้ทำการศึกษาปัญหาข้อบก
พร่องที่เกิดขึ้นในแผนกหีบสังกะสีและวิเคราะห์สาเหตุ
ของปัญหาและทำการแก้ไข ซึ่งพบว่าข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
มีสาเหตุหลักเนื่องมาจากปัญหาการทำงานของพนักงาน
ขึ้นงานและน้ำยาหีบหรือน้ำล้าง ซึ่งเกิดจากการไม่มีการ
กำหนดวิธีการทำงานเป็นเอกสารมาตรฐานที่ชัดเจนทำให้
ไม่มีการควบคุมวิธีการทำงานจึงได้ทำการแก้ไขดังนี้

- จัดทำวิธีการปฏิบัติงาน ขั้นตอนกระบวนการ
หีบงานและวิธีการหีบขึ้น

- จัดทำบอร์ดแสดงตัวอย่างลักษณะชิ้นงานและ
ค่ากระแสไฟฟ้า

- จัดทำรายการลักษณะของชิ้นงานคุณภาพที่จะ
นำไปหีบและกำหนดให้มีการตรวจสอบชิ้นงานก่อนนำไป
หีบ

- จัดทำวิธีการตรวจสอบน้ำล้างและน้ำยาทำ
ความสะอาด

- กำหนดวิธีการตรวจสอบและบำรุงรักษาน้ำยา

หีบ
- ปรับปรุงให้มีการใช้น้ำยาหีบอย่างถูกต้องและ
จัดทำคู่มือน้ำยาหีบโลหะแต่ละชนิดขึ้น

- จัดทำใบตรวจสอบน้ำยาหีบ

- กำหนดวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและ
อุปกรณ์ต่าง ๆ

ผลการแก้ไขปรับปรุงทำให้ปริมาณงานซ่อมของ
แผนกหีบสังกะสีจากเดิมที่มี 8.96 % ลดลงเป็น 3.19%

ตารางที่ 2 จำนวนและเปอร์เซ็นต์งานซ่อมในแต่ละเดือนของช่วงก่อนและหลังการปรับปรุง

เดือน	จำนวนซ่อม	จำนวนที่ผลิต	เปอร์เซ็นต์งานซ่อม
ก่อนการปรับปรุง			
เม.ย.	118,143	1,376,778	8.58%
พ.ค.	138,139	1,445,981	9.55%
มิ.ย.	170,322	1,935,478	8.79%
เฉลี่ย	142,213.33	1,586,079	8.96%
หลังการปรับปรุง			
ก.ค.	63,382	1,853,247	3.42%
ส.ค.	52,318	1,645,245	3.18%
ก.ย.	38,687	1,347,963	2.87%
เฉลี่ย	51,462.33	1,615,485	3.19%

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. การบ่งชี้อันตราย การประเมินความเสี่ยงและแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง (โครงการส่งเสริมความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สำนักควบคุมวัตถุอันตราย. 2546.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. การหุบเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : กองบริการอุตสาหกรรม. 2524.
- กิตติชัย สองนาค. การประยุกต์ใช้วิศวกรรมวิธีการและการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทผลิตรถยนต์ : การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 13. 2547.
- จิรฉัตร เริงจารุพันธ์. การลดปริมาณงานกลับคืนมาแก้ไขในการผลิตชุดตัวถังหม้อแปลงไฟฟ้า : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
- จิรวุฒิ ทวีศรี. การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานปลากระป๋อง : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- ชูเวช ชานูสง่าเวช. การจัดการทางวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- เชิดศักดิ์ อนุทัต. การปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอรี่ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
- จิตติพร สังข์สัมฤทธิ์. การลดความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.
- ดำรง ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็มเอนด์อี จำกัด. 2540.
- ธนศักดิ์ ทุเรียน. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพขององค์กรขนาดกลางและขนาดเล็ก : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- พรชัย ผกาทองสุก. การเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. หุบทอง. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ หจก. มิตรเจริญการพิมพ์. 2543.
- ไพฑูรย์ พรราวเนตร. การศึกษาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมเรซิน : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- ภูริพัฒน์ ภูริวางกูร. การลดของเสียในการผลิตชุดวงจรควบคุมการปรับไฟกักอัดโนมิตสำหรับประกอบในกล่องถ้ำรูปอัดโนมิตแบบใช้ฟิล์ม : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.
- มนตรี จิรดิรวัดน์. การเพิ่มอัตราผลผลิตสำหรับอุตสาหกรรมแผ่นเหล็กเคลือบโครเมียม : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.
- ยุทธนา ประทุมศิริ และคณะ. การลดของเสียในกระบวนการผลิตถุงพลาสติกประเภทหีบ : การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 13. 2546.
- วชิราภรณ์ เศรษฐนันท์. การลดของเสียในงานอุตสาหกรรมรถยนต์ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542.ค
- วนิดา รัตนมณี. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตขั้นตอนการบรรจุเนื้อปลากระป๋อง : การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 13. 2547.

- วีรพล ปัญญาวิสุทธิกุล. การปรับปรุงกระบวนการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นรูปพลาสติก : วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- สมชาย มนต์เกียรติกุล. หลักการเบื้องต้นของการชุบเคลือบผิว (เอกสารประกอบการอบรมและสัมมนา). Umicore Precious
Metals (Thailand) Ltd. Jewellery & Electroplating Business. 17 ต.ค. 2546 .
- อรรถพล ฤทธิภักดี. การปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกในอุตสาหกรรมรถยนต์ : วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.
- อঞ্জรา วัฒนานนท์. การวิเคราะห์มาตรฐานการทำงานการผลิตฝาสูบยานยนต์ : วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา
วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.
- อรรถากรณ์ สิงห์น้อย. การลดความบกพร่องของชิ้นส่วนและเวลาสูญเสียเปล่าในสายการประกอบเครื่องจักรยนต์ :
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
2540.
- Corti, C.,W. Back to Basic : Electroplating & Electropolishing of Jewellery. Gold
Technology 35 Summer 2002 : 19-26.
- Schamallhorst, J. Introduction into Electroplating (Degussa Electroplating). Degussa
Galvanotechnik GmbH. 2000.

ลิขสิทธิ์คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright©by
Faculty of Engineering
Chiang Mai University
All Right Reserved