

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคของลีน :
กรณีศึกษา กระบวนการการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก

นายไพฑูรย์ ปะการะพัง¹ และ ดร.ปัทมา เจริญพร²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยการนำเทคนิคลีนมาใช้กับการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถทำการผลิตได้อย่างราบเรียบต่อเนื่อง เพื่อให้ผลผลิตจากกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น

จากกรณีศึกษากระบวนการการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก พบว่า มีปัญหาในขั้นตอนการผลิตในส่วนของการอัดขึ้นรูปและการขาดทักษะของพนักงาน ทำให้กระบวนการผลิตไม่มีความราบเรียบ และทำให้ไม่สามารถเพิ่มผลผลิตจากกระบวนการผลิตได้ ดังนั้น การค้นคว้าอิสระนี้จึงได้กำหนดให้มีการแสดงอัตราส่วนผสมที่ชัดเจนในขั้นตอนการผลิต ในส่วนของการผสมวัสดุดิบขั้นตอนที่หนึ่ง โดยได้ทำการปรับเรียบกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคของลีน และทำการฝึกอบรมความรู้ในเรื่องของกระบวนการทำงานให้กับพนักงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้ได้ตามเทคนิคลีน

ผลจากการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตจากการผลิต จาก 96.5 เป็น 99.49 เปอร์เซ็นต์ โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 2.99 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผลิตผลผลิตอิฐบล็อกได้เพิ่มขึ้นจากเดิม จาก 19,536 ชิ้น เป็น 22,885 ชิ้น เพิ่มขึ้น 3,349 คิดเป็น 17.14 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : เทคนิคของลีน ประสิทธิภาพ คอนกรีตบล็อก

INCREASING EFFICIENCY OF PRODUCTION PROCESS USING LEAN TECHNIQUE:
A CASE STUDY OF CONCRETE BLOCK PRODUCTION PROCESS

Mr.Paitoon Pagarapang and Miss Dr.Pattama Charuenporn

ABSTRACT

The objectives of this independent study were to increase the efficiency of production process using Lean technique in order to pursue a smooth and continuous production process, and to increase the production.

From the case study of concrete block production process, the discontinuity in the production process was found to be a bottleneck in the pressing process and lack of employee skill, which lead to the inability to increase production. The results from this study lead to display the exact mixture of compounds in the process of mixing raw materials in step1, leveled production using Lean technique, and continuous work process training of the employees.

¹ นักศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² อาจารย์ประจำคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

The results from the process improvement found that the production was increased from 96.5% to 99.49%, which was a 2.99% efficiency increase. The concrete blocks production was increased from 19,536 pieces to 22,885 pieces, which was an increase of 3,349 pieces or 17.4%.

Keywords: lean technique, efficiency, concrete block

บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันแนวคิดแบบลีน (Lean Thinking) ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากคนหลากหลายวงการ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิต บริการ รวมถึงภาครัฐและเอกชนต่าง ๆ ล้วนได้นำเอาแนวคิดของลีนเข้าประยุกต์ใช้กับองค์กรทั้งสิ้นซึ่งลีนเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้ บริหารจัดการกระบวนการต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีโดยถูกผู้ที่นำไปใช้เอาไปปฏิบัติใช้ในหลากหลายบริบท ดังนั้นลีนจึงไม่ใช่แค่เครื่องมือในการบริหารจัดการแต่กลับมีความหมายในหลากหลายมิติของการจัดการภายในองค์กรธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจแบบใด อุตสาหกรรมใหญ่น้อยต่าง ๆ ล้วนนำลีนไปประยุกต์ใช้ทั้งนั้นและในปัจจุบันต้องยอมรับว่าสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาแล้วแต่เกิดขึ้นมาจากการกระทำของฝีมือมนุษย์ที่เรียกว่า งานก่อสร้าง และงานก่อสร้างต่าง ๆ ที่มีมนุษย์สรรสร้างขึ้นมานั้น ไม่ว่าจะเป็น บ้าน อาคาร ถนน สวนหย่อม หรือ สิ่งปลูกสร้างต่างๆเหล่านี้ ล้วนเกิดจากวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดผสมผสานเข้าด้วยกันกลายเป็นชิ้นงานแต่ละงานได้อย่างลงตัว ซึ่งวัสดุก่อสร้างที่นำมาเป็นองค์ประกอบในการก่อสร้าง หนึ่งในนั้นก็คือ อิฐบล็อกที่ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย และทำให้เกิดงานขึ้นมา

เนื่องจากกระบวนการการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อกจำเป็นต้องมีกระบวนการในการผลิตและมีขอบเขตเวลา (Cycle Time) ที่ชัดเจนและมีการบริหารจัดการในกระบวนการในการผลิตที่ดีจึงจะทำให้กระบวนการในการผลิตมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษากระบวนการในการผลิตอิฐบล็อก จากร้านพรไพฑูรย์อิฐบล็อก ซึ่งเป็นร้านผลิตอุปกรณ์ก่อสร้างขนาดเล็กและมีพนักงานน้อยจึงทำให้กระบวนการผลิตไม่มีขั้นตอนในการดำเนินการภายในกระบวนการผลิตที่ชัดเจนและขอบเขตเวลา (Cycle Time) ในการผลิตไม่ได้ถูกกำหนดไว้ตายตัวเหมือนอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ในการผลิตมีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตต่ำ ซึ่งก็มีปัจจัยตัวแปรหลายตัวที่เข้ามาเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตไม่ว่าจะเป็นระบบห่วงโซ่อุปทานในการผลิต (Supply Chain) ตัวของพนักงานและภายในตัวของกระบวนการผลิตเอง ทำให้กระบวนการในการผลิตไม่ต่อเนื่อง และ บางจุดใช้เวลานานในการเข้าสู่กระบวนการถัดไปของเครื่องจักรทำให้การผลิตของเครื่องจักรที่ผลิตได้ต่อวันทำให้ได้ผลลัพธ์ ในการผลิตได้ไม่ตรงตามเป้าหมาย ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาภายในกระบวนการผลิตเป็นเหตุให้เกิดการเสียเวลารอ (Waiting time) ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตในกระบวนการการผลิตผู้วิจัยจึงสามารถสรุปปัญหาได้ว่า ระบบขาดการบริหารจัดการในการทำงานที่ดี พนักงานไม่เข้าใจของระบบเครื่องจักรที่ดีพอ และทำให้เกิดเป็นการสูญเสียเวลาไปเนื่องจากเกิดการรอเวลา (Waiting time) สูงในบางจุดของกระบวนการผลิต สุดท้ายทำให้การไหลของกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง

ดังนั้นในการทำการศึกษานี้ จึงได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อก ให้ได้อัตราการผลิตต่อวันสูงขึ้นจากเดิม ซึ่งปัจจุบันกำลังการผลิต ผลิตได้อยู่ที่ 900-1,000 ชิ้นต่อวัน เมื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตจะทำให้กระบวนการผลิตมีผลลัพธ์ ได้มากกว่า 1,300 ชิ้นต่อวัน โดยจะทำให้กระบวนการในการผลิตอิฐบล็อกมีกระบวนการในการผลิตอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และทำการการบริหารจัดการเรื่องเวลาทำให้ระยะเวลาของกระบวนการหนึ่งไปสู่กระบวนการหนึ่งในกระบวนการผลิตไม่สูญเสียและทำให้การไหล (Flow) ของกระบวนการผลิตต่อเนื่องจึงได้นำเอาเทคนิคของ ลีน (Lean Technique) มาใช้เพื่อขจัดความสูญเสียเหล่านี้ออกไปจากกระบวนการผลิตโดยการทำให้การไหล (Flow) ของกระบวนการการผลิตต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงกระบวนการการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อกให้มีประสิทธิภาพในกระบวนการการผลิต
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยพิจารณาจากผลิตภัณฑ์ (Productivity) ต่อจำนวนของเสียในการผลิต

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ทำให้กระบวนการในการผลิตสามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง
2. ทำให้กระบวนการผลิตสามารถผลิตอิฐบล็อกได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถจัดของเสียที่สูญเสียไปล่าภายในกระบวนการผลิตได้
3. ทำให้ได้ผลลัพธ์ในการผลิตที่มากขึ้นกว่าเดิมเมื่อมีการนำเทคนิคลิ้นมาใช้

วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology)

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาระบบการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อกจากเครื่องอัดอิฐบล็อกแบบกึ่งอัตโนมัติคนเหยียบอัดแบบ 1 หัว 2 ก้อนจากร้านพรไพฑูรย์อิฐบล็อก เลขที่ 50 หมู่ 16 อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม 44170 ขนาดมาตรฐาน $7 \times 19 \times 39$ เซนติเมตร โดยทำการศึกษาระบบการภายในการผลิตจากเริ่มกระบวนการผลิตจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการผลิตโดยกระบวนการผลิตมีอยู่ด้วยกันหลัก ๆ 4 ขั้นตอน คือ การผสม การลำเลียง แทั้งก์ฟักรอ และการอัดขึ้นรูป

โดยใช้หลักแนวคิดตามเทคนิคลิ้นในการกำจัดความสูญเสียที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มเข้ามาพัฒนากระบวนการผลิตอิฐบล็อกหรือคอนกรีตบล็อกเพื่อขจัดเวลาที่สูญเสียไปและทำการปรับเรียบของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน

ทำการดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องมือในการวิจัยจากเครื่องมือของเทคนิคลิ้นโดยมีเครื่องมือที่ใช้ประกอบไปด้วย

- ข้อมูลความสูญเสียเปล่า 7 ประการของลิ้น

- ใช้เทคนิค ECRS

- ตารางในการเก็บบันทึกข้อมูล (Check Sheet)

- ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการการผลิตคอนกรีตบล็อกก่อนการนำเทคนิคลิ้นเข้ามาใช้บริหารจัดการปรับปรุง

กระบวนการผลิต

- ข้อมูลที่ได้จากจากกระบวนการการผลิตคอนกรีตบล็อกหลังจากการนำเทคนิคของลิ้นเข้ามาทำการปรับปรุง

กระบวนการผลิต

- กราฟแท่ง (Pareto Chart)

- การใช้สายตาในการตรวจสอบ (Visual Control)

ทำการดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. ทำการศึกษาขั้นตอนกระบวนการในการผลิตคอนกรีตบล็อก และเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติในการผลิตก่อน และหลังการผลิตจากร้านที่ทำการศึกษ

2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ไม่เพิ่มมูลค่าภายในกระบวนการการผลิตคอนกรีตบล็อกเพื่อทำการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมภายในกระบวนการการผลิตอิฐบล็อก

3. กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยเน้นไปที่การกำจัด “ความสูญเสียเปล่า” ภายในกระบวนการการผลิตคอนกรีตบล็อกเพื่อให้กระบวนการในการผลิตสามารถไหล (Flow) และทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

4. ดำเนินกิจกรรมจากการทำการศึกษโดยการกำจัด “ความสูญเสียเปล่า” เรื่องของเวลา และความต่อเนื่องภายในกระบวนการผลิต

5. วัดผลโดยการเปรียบเทียบผลผลิตโดยรวมภายในกระบวนการผลิตจากการทำการศึกษาที่ได้จากการพิสูจน์ข้อมูลจากการทำการผลิตก่อนและหลังทำการผลิตจากการนำเครื่องมือตามเทคนิคแนวคิดของลิ้นเข้าบริหารจัดการ

6. สรุปผลการดำเนินงาน

ทำการดำเนินการวิจัยกระบวนการผลิตอิฐบล็อกด้วยการศึกษาระบบการทำงานของกระบวนการผลิตจากขั้นตอนการผลิตทั้ง 4 ขั้นตอนการผลิตและกระบวนการย่อยของกระบวนการผลิตเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถมีประสิทธิภาพภายในกระบวนการผลิตเพื่อเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตก่อนการนำเทคนิคของลิ้นเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิต

ทำการสำรวจสภาพปัจจุบันของการผลิตเพื่อรวบรวมข้อมูลการผลิตไปวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตโดยพิจารณาจากการเก็บบันทึกข้อมูลการผลิตจากตารางการบันทึกข้อมูลการผลิตแล้วทำการวิเคราะห์หาความสามารถการผลิตของแต่ละขั้นตอนโดยพบว่าขั้นตอนการผลิตอิฐบล็อกในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปนั้นเป็นจุด

วิกฤตหรือคอขวดซึ่งมีความสามารถในการผลิตอีฐบล็อกเพียง 84 รอบการอัดขึ้นรูป/ชั่วโมงซึ่งจากการวิเคราะห์สาเหตุพบว่าในขั้นตอนการอัดขึ้นรูปนั้นใช้เวลาในการอัดขึ้นรูปนานเกินไปทำให้สูญเสียเวลาไปโดยไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ ดังแสดงในตาราง

Process	Time Min	Time Max	Mean	S.D.
	ก่อนปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง
1	15	20	17.5	3.53
2	3	5	4	1.414
3	3	5	4	1.414
4	.40	.45	.425	0.07
Total	21.40	30.45	25.9	6.428

และยังพบอีกว่าเวลาที่สูญเสียไปในการผลิตเกิดจาก

- การสูญเสียเวลาจากการตรวจสอบการผสมเนื่องจากไม่มีอัตราส่วนผสมแสดงไว้ชัดเจนที่ขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ
- การสูญเสียเวลาของกระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าจากการรอกระบวนการอัดขึ้นรูป
- กระบวนการทำการผลิตที่ไม่ราบเรียบหรือไม่ต่อเนื่องจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่งในช่วงเปลี่ยนผ่าน

ขั้นตอนการผลิต

ทำการแก้ปัญหาจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการอาศัยหลักการของ ECRS จากปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. การกำจัด (Eliminate) ขั้นตอนการตรวจสอบในขั้นตอนการผสมวัตถุดิบ โดยทำการกำหนดการผสมแสดงสัดส่วนการผสมไว้ให้ชัดเจน
2. การรวมกัน (Combine) และการจัดใหม่ (Rearrange) ของกระบวนการลำเลียง พักรอ และการอัดขึ้นรูป ให้สามารถทำงานไปพร้อมๆกันได้
3. การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) ในกระบวนการผลิตเพื่อทำให้กระบวนการผลิตมีความราบเรียบและต่อเนื่องโดยมุ่งเน้นไปที่การจัดเก็บ
4. การกำจัด (Eliminate) เวลาที่ใช้ในการอัดขึ้นรูปให้น้อยลงเพื่อเพิ่ม UPH ในกระบวนการอัดขึ้นรูปให้เหลือไม่เกิน 35 วินาที

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล (Results and Discussion)

หลังจากทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคของลีนทำให้สามารถเพิ่มปริมาณของผลิตภัณฑ์จาก 96.5 เป็น 99.49 เปอร์เซ็นต์ โดยเพิ่มขึ้นจากเดิม 2.99 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผลิตผลิตภัณฑ์อีฐบล็อกได้เพิ่มขึ้นจากเดิมจาก 19536 ชิ้น เป็น 22885 ชิ้น เพิ่มขึ้น 3349 คิดเป็น 17.14 เปอร์เซ็นต์

อภิปรายผล

จากการนำเทคนิคของลีนเข้ามาทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตอีฐบล็อกของร้านพรไพฑูรย์อีฐบล็อกโดยอาศัยหลักการของ ECRS เข้ามาช่วยในการทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต จากการทำการปรับปรุงกระบวนการทำการผลิตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ 17.14 เปอร์เซ็นต์ โดยก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตสามารถทำการผลิตได้เฉลี่ย 965 ชิ้น/วัน หรือ คิดเป็น 96.5 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่ากระบวนการผลิตสามารถทำการผลิตได้เฉลี่ย 1389 ชิ้น/วัน หรือคิดเป็น 99.46 เปอร์เซ็นต์ และมีของเสียลดลงจาก 1.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 0.502 เปอร์เซ็นต์ ลดลง 0.6 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

ในการทำการวิจัยครั้งนี้จะพบว่าปัจจัยในการทำงานของกระบวนการผลิตมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเวลาในการทำการผลิตของกระบวนการทำการผลิตแต่ละขั้นตอน ดังนั้นผู้ที่ทำการศึกษาควรตระหนักถึงความสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตจากกระบวนการหนึ่งไปสู่อีกกระบวนการต่อไปและใช้เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้เกิดมูลค่าสูงสุดภายในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยให้กระบวนการทำการผลิตเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการผลิต

เอกสารอ้างอิง (Reference)

- ดิณ ปรัชญพฤทธิ. 2538. แนวคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพาวดี เมฆสุวรรณ. 2543. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ธงชัย สันติวงศ์ และ ชัยยศสันติวงศ์. 2535. ความหมายของ “ประสิทธิภาพ”. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ธีรพงษ์ ชันทอง. 2554. การปรับปรุงคุณภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์กรและสิน. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจ (การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ธิดิ มณีโชติ. 2521. การลดระยะเวลาการผลิตตัวขยายสัญญาณแสงด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสลิ้น. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การพัฒนางานอุตสาหกรรม) คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บุญทัน ปณิตานะโต. 2550. การเพิ่มผลผลิตเตีปึงมอเตอร์โดยเทคนิคลดความสูญเสียเปล่า : กรณีศึกษาสายการผลิตมอเตอร์. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจ การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ และ วรพงศ์ วรสนทรโรสถ. 2555. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ฟ้าแล้ง บุญเพชร. 2552. การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วยเทคนิคลดความสูญเสียเปล่า กรณีศึกษา: โรงงานผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก. การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจ การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- วิทยากร เชียงกุล. 2540. ความหมาย ประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- สมพงษ์ เกษมสิน. 2545. ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของข้าราชการตำรวจ กองตรวจคนเข้าเมือง
- สุธี ภูมิธรรมรัตน์. 2552. การประยุกต์แนวคิดแบบสลิ้นในการผลิตชุดประกอบสายไฟ กรณีศึกษา บริษัท ชานนท์แอสซี. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรุณ รักธรรม. 2525. ความหมายของประสิทธิผล. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- James P. Womack and Daniel T. Jone. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. ดร.วิทยา สุหฤทดำรง และ ยุพา กลอนกลาง ผู้แปล. แนวคิดแบบสลิ้น

