

# ผลกระทบของปัจจัยในการผลิตที่มีผลต่อการหดตัวของเส้นใย ชนิดไนลอนโมโนฟิลาเมนต์ในอุตสาหกรรมทออวน Effect of Process Factors on Shrinkage of Nylon Monofilament in Fishing Net Factory

วรัญญา ภูมิ ชาญณรงค์ สายแก้ว\*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตเส้นใยมักมีปัญหาในคุณภาพของการหดตัวของเส้นใย เมื่อการหดตัวของเส้นใยไม่เป็นไปตามมาตรฐาน จะก่อให้เกิดปัญหาในคุณภาพของอวน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการที่พัฒนาจากแนวคิดของ Tukey เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตเส้นใยชนิดไนลอนโมโนฟิลาเมนต์ โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการหดตัวของเส้นใย จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความหดตัวของเส้นใย คือ ความดันของเพลาสกรู ความเร็วรอบของเกียร์ปั๊ม และความเร็วของตู้ล้อ 4 เมื่อนำผลการศึกษาไปใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้ค่า  $C_p$  เพิ่มขึ้นถึง 126.47% และค่า  $C_{pk}$  เพิ่มขึ้นถึง 257.89% และยังสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 1,253 กิโลกรัม/เดือน

คำสำคัญ : วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ค่าความหดตัว อุตสาหกรรมทออวน เส้นใยชนิดไนลอนโมโนฟิลาเมนต์

## Abstract

The process for production of nylon mono filament has the problem of shrinkage which is out of product specification leading to the quality of fishing net. Hence this research aimed to present how to implement the product/process search method developed from Tukey's concept in order to investigate the effect of process factors on shrinkage of nylon mono filament and to determine the optimal operating condition of the significant process factors of nylon monofilament production. The results showed that three significant process factors consisted of pressure of screw shaft, speed of gear pump and speed of four-wheel machine. As the result, the statistical analyses indicated that the capability index of  $C_p$  increased to 126.47% and the index of  $C_{pk}$  increased to 257.89%. Consequently, the productivity of nylon mono filament process increased to 1,253 kg/month.

**Keywords :** Product/process search method, shrinkage, fishing net industry, nylon monofilament

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตแหวนเป็นอุตสาหกรรมหลักที่มีการเติบโตเป็นอย่างมากมีการส่งออกนอกประเทศซึ่งทำให้ปัจจุบันยอดขายเฉลี่ยที่ 3,000 ล้านบาท เป็นรายได้จากการส่งออกเทียบกับตลาดในประเทศอยู่ที่ 60:40 [1] เมื่ออุตสาหกรรมการทอวนมีการแข่งขันมากขึ้น ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมทอวนที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ คือ มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าคู่แข่ง มีความสามารถที่จะแข่งขันกับคู่แข่งได้ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเป็นมาตรฐาน เพื่อให้มีศักยภาพในการแข่งขันกับคู่แข่งในปัจจุบันและอนาคตได้ คุณภาพของวัตถุดิบในการทอวนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก นั่นคือ วัตถุดิบจะต้องมีสมบัติตรงตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ ดังนั้น การปรับปรุงและการศึกษาหาปัจจัยในการผลิตที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าได้กำหนดไว้จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก

วัตถุดิบที่สำคัญที่สุดในการผลิตแหวน คือ เส้นใยที่ใช้ในการถักทอเพื่อให้เกิดเป็นผืนอวน เส้นใยนี้ผลิตมาจากไนลอนพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นเส้นใยสังเคราะห์ชนิดแรกของโลก ไนลอนมีสมบัติเด่นมากมาย เช่น มีความต้านทานแรงดึงที่ดีเยี่ยม ความต้านทานการกัดกร่อน และความทนต่อสารเคมี รวมทั้งมีสมบัติที่สามารถพัฒนาได้ดีและมีผู้ทำการศึกษาสัญลักษณ์พื้นฐานของเส้นใยชนิดนี้ไว้ด้วย [2] ปัจจุบันมีการออกแบบเส้นใยให้มีรูปทรงที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งไม่ว่าจะมีการออกแบบรูปทรงแบบใด จะมีการควบคุมคุณภาพของเส้นใย คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย % ค่าความยืดหยุ่น ค่าความแข็งแรงของเส้นใย ค่าดีเนียร์ (น้ำหนักของเส้นใยต่อ 9,000 เมตร) และค่าความหดรัดตัวของเส้นใย การควบคุมคุณภาพของเส้นใยจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสมบัติต่างๆ ของเส้นใย

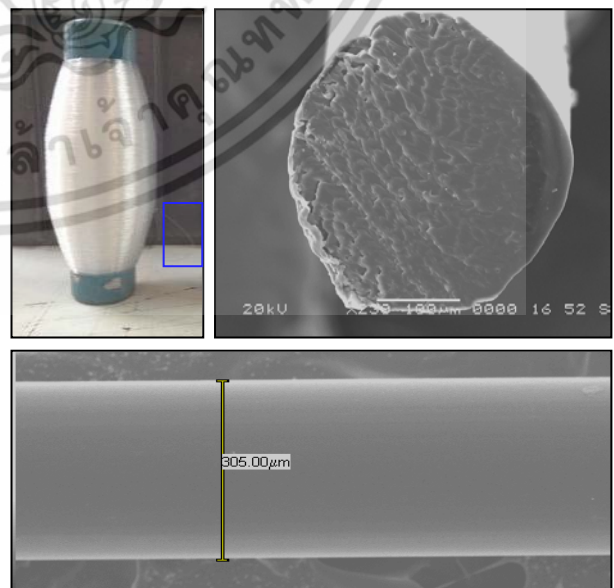
การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสมบัติต่างๆ ได้แก่ การลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดสุกซ์ภัณฑ์ ซึ่งทำการสลับระหว่างปัจจัยของกระบวนการผลิตที่ให้คุณภาพดีและปัจจัยของ

กระบวนการผลิตที่ให้คุณภาพแย่ และใช้การวิเคราะห์ความแตกต่าง (gap analysis) [3] การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหยาบผิวในกระบวนการกลึงเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 316L โดยการออกแบบการทดลองแบบการค้นหาตัวแปร (variable search) [4] การออกแบบการทดลองประเภทนี้มีขั้นตอนที่ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่มีประสิทธิภาพในการหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมบัติต่างๆ [6]

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการหดรัดตัวของเส้นใย เนื่องจากการทดสอบการหดรัดตัวเป็นการตรวจสอบด้านคุณภาพในขั้นตอนแรก จะทำให้ผู้ผลิตสามารถผลิตสินค้าได้คุณภาพ ถ้าค่าความหดรัดตัวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน ก็จะมีการปรับค่าที่เหมาะสมใหม่ทันที ผู้วิจัยใช้วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการที่พัฒนาจากแนวคิดของ Tukey มาเป็นเครื่องมือ เพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใยรวมทั้งค่าที่เหมาะสมของปัจจัยในการผลิตที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดในกระบวนการผลิต [6]

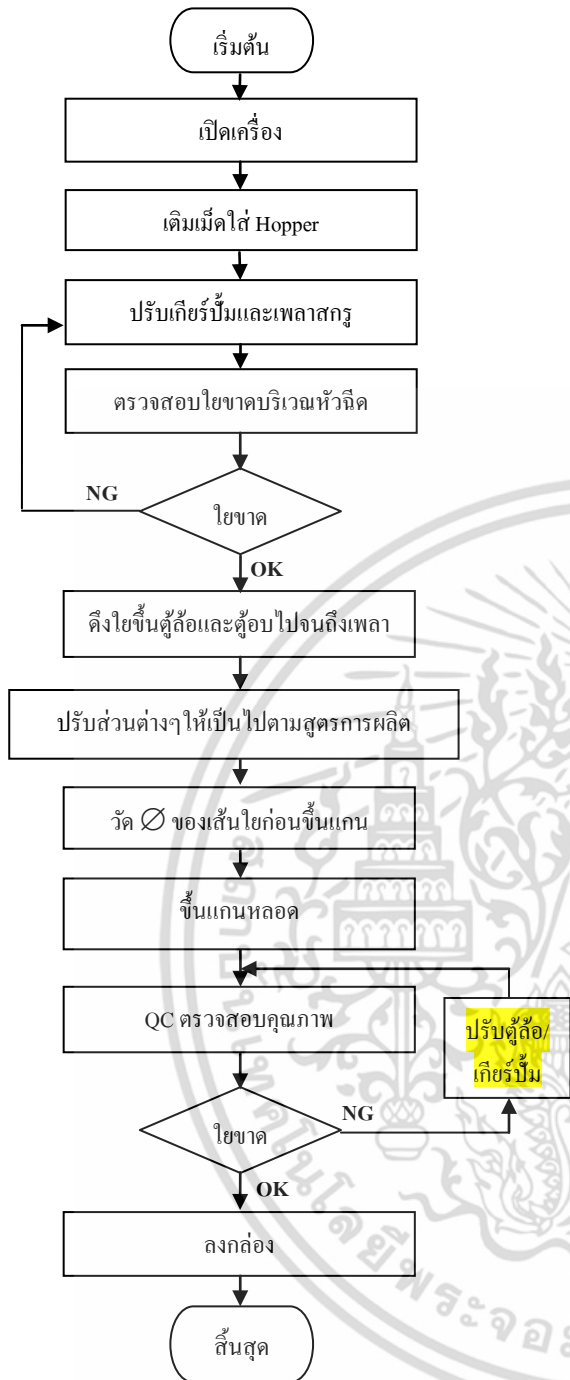
## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เส้นใยที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตแหวนคือไนลอนโมโนพอลิเมอร์ ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 มิลลิเมตร และมีสีขาว ซึ่งแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะเส้นใยที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตเส้นใย

รูปที่ 2 เป็นกระบวนการผลิตเส้นใย โดยเริ่มจากการเปิดเครื่อง และรอให้อุณหภูมิในการหลอมเม็ดพลาสติกอยู่ในระดับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ เมื่ออุณหภูมิได้ระดับแล้ว จึงทำการเติมเม็ดพลาสติกลงในถังกรวย (hopper) จากนั้นจึงปรับเกียร์ปัมและเพลาสกรู แล้วทำการเรียงเส้นใย พร้อมทั้งดึงเส้นใยไปจนถึงเพล และทำการปรับตุ้ล้อให้เป็นไปตามสูตรการผลิต เมื่อปรับสภาวะต่างๆ ให้เป็นไปตามสูตรแล้ว จึงทำการวัดขนาดเส้นใยคร่าวๆ ก่อนขึ้นแกนหลอด เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

นำเส้นใยขึ้นแกนหลอดครบทุกเส้นแล้ว ทำการตั้งเวลาในการตัดเส้นใย เมื่อทำการตัดครบทุกหลอดแล้ว ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพจะประเมิน ถ้าคุณภาพของเส้นใยไม่ผ่าน จะทำการปรับตุ้ล้อและเกียร์ปัมตามความเหมาะสม ขั้นตอนนี้อาศัยประสบการณ์ของหัวหน้างานเอง ซึ่งไม่มีสูตรตายตัว เมื่อคุณภาพของเส้นใยผ่าน ก็จะทำการนำเส้นใยลงถ้อง และรอใช้งานต่อไป

การตรวจสอบค่าความหดรัดตัวกระทำโดยการใช้เครื่องตัมเส้นใย ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 โดยมีวิธีการดังนี้



รูปที่ 3 เครื่องตัมเส้นใย

- 1) นำเส้นใยที่สุ่มมาทำการวัดกับไม้บรรทัดที่มีความยาว 100 ซม. แล้วตัดให้มีความยาว 100 ซม.
- 2) นำเส้นใยที่ตัดแล้วไปต้มในเครื่องตัม (รูปที่ 3) ที่อุณหภูมิ 95 °C โดยใช้เวลาในการต้ม 30 นาที
- 3) เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำเส้นใยไปเป่าโดยใช้พัดลมเป่าให้แห้ง ซึ่งใช้เวลา 30 นาที
- 4) นำเส้นใยที่เป่าจนแห้งแล้วนำกลับมาวัดความยาวอีกครั้งเพื่อดูความหดรัด
- 5) ทำการบันทึกผล แล้วคำนวณหาการหดรัดตัวของเส้นใย

$$(s) \text{ จากสมการ } s = 100 - \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ  $x_i$  คือ ความยาวของเส้นใยหลังการต้มเส้นใยที่  $i$   
 $n$  คือ จำนวนของเส้นใยทั้งหมด

### 3. ผลการศึกษา

#### 3.1 การศึกษาความแตกต่างของชุดข้อมูลโดยใช้วิธีเปรียบเทียบคู่ (paired comparison)

เส้นใยจำนวน 16 ชุดถูกสุ่มมาจากกระบวนการผลิต โดยจำนวนครึ่งหนึ่งสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือปัจจัยที่

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใยที่เป็นของดี และอีกจำนวนครึ่งหนึ่งเป็นของไม่ดี โดยเลือกเส้นใยที่มีความแตกต่างกันมากที่สุดระหว่างคุณภาพที่ดีและไม่ดี [5] ข้อมูลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เส้นใยที่มีคุณภาพดี 8 ชุดและไม่ดี 8 ชุด

ค่าความหดรตัวที่ดี (ชม.)		ค่าความหดรตัวที่ไม่ดี (ชม.)	
ชุดที่	ค่าความหดรตัว	ชุดที่	ค่าความหดรตัว
4	10.271	1	9.392
6	10.224	8	9.593
9	10.171	17	9.419
11	10.213	25	11.252
13	9.968	27	8.780
16	10.043	28	8.731
19	10.213	29	9.581
24	10.269	30	9.117

### 3.2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความหดรตัวของเส้นใย โดยใช้วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการ (Product/Process search)

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความหดรตัวของเส้นใยโดยใช้วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการเป็นการประยุกต์ใช้หลักการของ Tukey test เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความหดรตัวของเส้นใย โดยมีขั้นตอนดังนี้ [5]

- 1) เรียงลำดับค่าที่อ่านได้ของเส้นใยทั้งหมด (เส้นใย 16 ชุด) ที่สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ โดยเรียงตามลำดับจากค่ามากไปสู่ค่าน้อย หรือจากน้อยไปสู่ค่ามาก
- 2) แสดงคุณภาพของเส้นใยแต่ละชุดว่า “ดี” หรือ “ไม่ดี”
- 3) แบ่งแยกข้อมูลด้วยคุณภาพของเส้นใยจากข้อมูลบนสุด เมื่อคุณภาพเส้นใยเปลี่ยนจาก “ดี” เป็น “ไม่ดี” หรือจาก “ไม่ดี” หรือ “ดี” เป็นครั้งแรก ซึ่งเรียกว่า “ผลรวมบนสุด” (top end-count) ในทำนองเดียวกัน แบ่งแยกข้อมูลด้วยคุณภาพของเส้นใยจากข้อมูลล่างสุด เมื่อคุณภาพเปลี่ยนจาก “ดี” เป็น “ไม่ดี” หรือจาก “ไม่ดี” หรือ “ดี” เป็นครั้งแรก ซึ่งเรียกว่า “ผลรวมล่างสุด” (bottom end-count)

- 4) รวม “ผลรวมบนสุด” และ “ผลรวมล่างสุด” เป็น “ผลรวมบนสุดและล่างสุด” (number of total end-count) [5,6] เมื่อได้ผลรวมแล้ว ทำการหารระดับความเชื่อมั่น ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความเชื่อมั่น

ผลรวม	ระดับความเชื่อมั่น
6	90%
7	95%
10	99%
13	99.90%

ปัจจัยในการศึกษาค่าความหดรตัวมีทั้งหมด 8 ปัจจัย ได้แก่ ความดันของเพลาสกรู ความเร็วรอบของเพลาสกรู ความเร็วของเกียร์บี้ม ความดันของเกียร์บี้ม ความเร็วของคู่มือ 1 2 3 และ 4 ซึ่งการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมด 8 ปัจจัยแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับของปัจจัยและคุณภาพของค่าความหดรตัว

ชุดที่	ความเร็ว สกรู	ความดัน สกรู	ความดัน เกียร์บี้ม	ความเร็ว เกียร์บี้ม	คุณภาพ
1	1305	190	50	875	ไม่ดี
4	1308	180	50	867	ดี
6	1329	170	40	875	ดี
8	1329	180	45	875	ไม่ดี
9	1299	180	50	870	ดี
11	1303	180	50	881	ดี
13	1316	180	50	881	ดี
16	1320	190	50	881	ดี
17	1307	180	50	873	ไม่ดี
19	1316	170	50	873	ดี
24	1323	170	50	873	ดี
25	1277	180	50	878	ไม่ดี
27	1350	200	50	864	ไม่ดี
28	1351	200	50	864	ไม่ดี
29	1351	200	50	864	ไม่ดี
30	1351	200	50	864	ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3** ระดับของปัจจัยและคุณภาพของค่าความหดรตัว (ต่อ)

ชุดที่	ล้อย 1	ล้อย 2	ล้อย 3	ล้อย 4	คุณภาพ
1	27.8	88.9	130	120.2	ไม่ดี
4	27.8	88.9	130	120.5	ดี
6	27.8	88.9	130	119.8	ดี
8	27.8	88.9	130	119.0	ไม่ดี
9	27.9	88.9	129	121.5	ดี
11	27.9	88.9	130	120.4	ดี
13	27.8	88.9	130	120.3	ดี
16	27.8	88.9	130	120.0	ดี
17	27.9	88.9	130	119.5	ไม่ดี
19	27.9	88.9	130	120.4	ดี
24	27.8	88.9	130	119.7	ดี
25	27.8	88.9	130	120.0	ไม่ดี
27	27.8	88.9	130	118.8	ไม่ดี
28	27.8	88.9	130	118.3	ไม่ดี
29	27.8	88.9	130	118.8	ไม่ดี
30	27.8	88.9	130	118.8	ไม่ดี

**ตารางที่ 4** การเรียงลำดับค่าที่อ่านได้ของเส้นใยทั้งหมดตามคุณภาพของเส้นใยโดยพิจารณาอันดับของปัจจัยและคุณภาพของเส้นใยตามวิธีของ Tukey

เส้นใย	A	คุณภาพ	เส้นใย	B	คุณภาพ
25	1277	ไม่ดี	6	170	ดี
9	1299	ดี	19	170	ดี
11	1303	ดี	24	170	ดี
1	1305	ไม่ดี	4	180	ดี
17	1307	ไม่ดี	9	180	ดี
4	1308	ดี	11	180	ดี
13	1316	ดี	13	180	ดี
19	1316	ดี	8	180	ไม่ดี
16	1320	ดี	17	180	ไม่ดี
24	1323	ดี	25	180	ไม่ดี
6	1329	ดี	16	190	ดี
8	1329	ไม่ดี	1	190	ไม่ดี
27	1350	ไม่ดี	27	200	ไม่ดี
28	1351	ไม่ดี	28	200	ไม่ดี
29	1351	ไม่ดี	29	200	ไม่ดี
30	1351	ไม่ดี	30	200	ไม่ดี

**ตารางที่ 4** การเรียงลำดับค่าที่อ่านได้ของเส้นใยทั้งหมดตามคุณภาพของเส้นใยโดยพิจารณาอันดับของปัจจัยและคุณภาพของเส้นใยตามวิธีของ Tukey (ต่อ)

เส้นใย	C	คุณภาพ	เส้นใย	D	คุณภาพ
6	40	ดี	27	864	ไม่ดี
8	45	ไม่ดี	28	864	ไม่ดี
1	50	ไม่ดี	29	864	ไม่ดี
4	50	ดี	30	864	ไม่ดี
9	50	ดี	4	867	ดี
11	50	ดี	9	870	ดี
13	50	ดี	17	873	ไม่ดี
16	50	ดี	19	873	ดี
17	50	ไม่ดี	24	873	ดี
19	50	ดี	1	875	ไม่ดี
24	50	ดี	6	875	ดี
25	50	ไม่ดี	8	875	ไม่ดี
27	50	ไม่ดี	25	878	ไม่ดี
28	50	ไม่ดี	11	881	ดี
29	50	ไม่ดี	13	881	ดี
30	50	ไม่ดี	16	881	ดี
เส้นใย	E	คุณภาพ	เส้นใย	F	คุณภาพ
6	27.8	ดี	1	88.9	ไม่ดี
16	27.8	ดี	4	88.9	ดี
24	27.8	ดี	6	88.9	ดี
8	27.8	ไม่ดี	8	88.9	ไม่ดี
28	27.8	ไม่ดี	9	88.9	ดี
27	27.8	ไม่ดี	11	88.9	ดี
29	27.8	ไม่ดี	13	88.9	ดี
30	27.8	ไม่ดี	16	88.9	ดี
25	27.8	ไม่ดี	17	88.9	ไม่ดี
1	27.8	ไม่ดี	19	88.9	ดี
13	27.8	ดี	24	88.9	ดี
4	27.8	ดี	25	88.9	ไม่ดี
17	27.9	ไม่ดี	27	88.9	ไม่ดี
11	27.9	ดี	28	88.9	ไม่ดี
19	27.9	ดี	29	88.9	ไม่ดี
9	27.9	ดี	30	88.9	ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเรียงลำดับค่าที่อ่านได้ของเส้นใยทั้งหมดตามคุณภาพของเส้นใยโดยพิจารณาอันดับของปัจจัยและคุณภาพของเส้นใยตามวิธีของ Tukey (ต่อ)

เส้นใย	G	คุณภาพ	เส้นใย	H	คุณภาพ
9	129	ดี	28	118.3	ไม่ดี
28	130	ไม่ดี	27	118.8	ไม่ดี
27	130	ไม่ดี	29	118.8	ไม่ดี
29	130	ไม่ดี	30	118.8	ไม่ดี
30	130	ไม่ดี	8	119.0	ไม่ดี
8	130	ไม่ดี	17	119.5	ไม่ดี
17	130	ไม่ดี	24	119.7	ดี
24	130	ดี	6	119.8	ดี
6	130	ดี	16	120.0	ดี
16	130	ดี	25	120.0	ไม่ดี
25	130	ไม่ดี	1	120.2	ไม่ดี
1	130	ไม่ดี	13	120.3	ดี
13	130	ดี	11	120.4	ดี
11	130	ดี	19	120.4	ดี
19	130	ดี	4	120.5	ดี
4	130	ดี	9	121.5	ดี

หมายเหตุ A คือ ความเร็วเพลาสกรู B คือ ความดันสกรู C คือ ความดันเกียร์บีบ D คือ ความเร็วเกียร์บีบ E คือ ความเร็วผู้ลื้อ 1 F คือ ความเร็วผู้ลื้อ 2 G คือ ความเร็วผู้ลื้อ 3 H คือ ความเร็วผู้ลื้อ 4

ตารางที่ 4 แสดงระดับของปัจจัยและคุณภาพของค่าความหดรัดเส้นใย ที่ได้จากตารางที่ 3 โดยเรียงลำดับค่าที่อ่านได้ของเส้นใยทั้งหมดตามคุณภาพของเส้นใยด้วยการพิจารณาอันดับของปัจจัยและคุณภาพของเส้นใยตามวิธีของ Tukey

จากตารางที่ 4 พิจารณาปัจจัย A ว่ามีผลกระทบต่อค่าความหดรัดของเส้นใยหรือไม่ เมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของเส้นใย จะเห็นว่าความเร็วรอบที่ใช้ตั้งแต่ 1277 rpm ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี ในขณะที่ความเร็วรอบที่ 1351 rpm ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดีเช่นกัน จึงถือว่าผลรวมบนสุดและล่างสุดเป็นศูนย์ นั่น

คือ ความเร็วเพลาสกรู ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย B เมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของเส้นใย จะเห็นว่าความดันที่ใช้ตั้งแต่ 170-180 bar ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 6.5 ชั้น ในขณะที่ความดันที่ใช้ตั้งแต่ 190-200 bar ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 4 ชั้น นั่นคือ ผลรวมบนสุดและล่างสุดมีจำนวน 11 ชั้น โดยที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% นั่นคือ ความดันของเพลาสกรูมีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย C จะเห็นว่าความดันที่ใช้ตั้งแต่ 40 bar ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1 ชั้น ในขณะที่ความดันที่ 50 bar ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 4.5 ชั้น นั่นคือ ความดันเกียร์บีบไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย D จะเห็นว่าความเร็วรอบที่ใช้ตั้งแต่ 864 rpm ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 4 ชั้น ในขณะที่ความเร็วรอบที่ใช้ตั้งแต่ 881 rpm ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 3 ชั้น นั่นคือ ผลรวมบนสุดและล่างสุดมีจำนวน 7 ชั้น โดยที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 95% นั่นคือ ความเร็วรอบของเกียร์บีบมีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย E จะเห็นว่าความเร็วรอบของผู้ลื้อที่ 1 ที่ใช้ตั้งแต่ 27.8 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ในขณะที่ความเร็วรอบที่ 27.9 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดีเช่นกัน จึงถือว่าผลรวมบนสุดและล่างสุดเป็นศูนย์ นั่นคือ ความเร็วรอบของผู้ลื้อ 1 ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย F จะเห็นว่าความเร็วรอบของผู้ลื้อที่ 2 ที่ใช้ตั้งแต่ 88.9 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี ในขณะที่ความเร็วรอบที่ 88.9 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดีเช่นกัน จึงถือว่าผลรวมบนสุดและล่างสุดเป็นศูนย์ นั่นคือ ความเร็วรอบของผู้ลื้อที่ 2 ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

พิจารณาปัจจัย G จะเห็นว่าความเร็วรอบของผู้ลื้อที่ 3 ที่ใช้ตั้งแต่ 129 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ในขณะที่ความเร็วรอบที่ 130 m/min ก็ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี

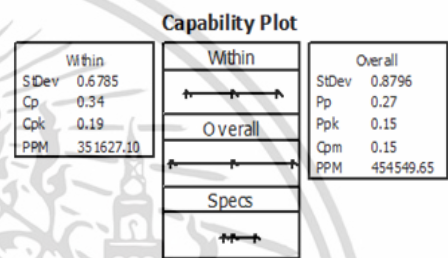
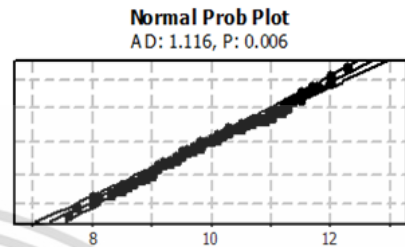
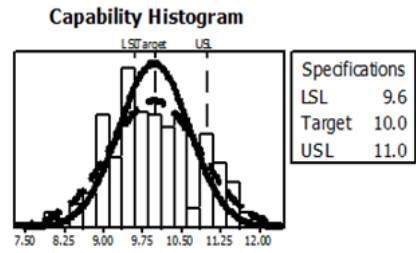
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน จึงถือว่าผลรวมบนสุดและล่างสุดเป็นศูนย์กลาง นั่นคือความเร็วของตู้ล้อยี่ 3 ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของเส้นใย

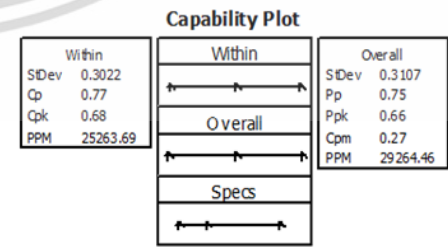
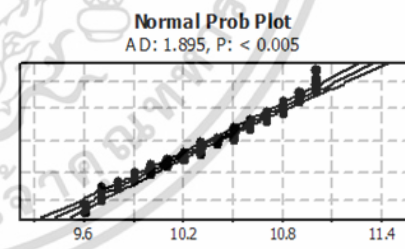
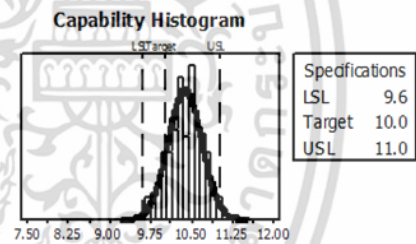
พิจารณาปัจจัย H จะเห็นว่าความเร็วรอบของตู้ล้อยี่ 4 ที่ใช้ตั้งแต่ 118.3-119.5 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดีซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 6 ชิ้น ในขณะที่ความเร็วรอบที่ใช้ตั้งแต่ 120.3-121.5 m/min ทำให้เส้นใยมีคุณภาพดี ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 5 ชิ้น นั่นคือ ผลรวมบนสุดและล่างสุดมีจำนวน 11 ชิ้น โดยที่มีระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 99% ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าความหดตัวของเส้นใยมีทั้งหมด 3 ปัจจัย คือ ความดันของเพลาสกรู ความเร็วรอบของเกียร์บีม และความเร็วของตู้ล้อยี่ 4 หลังจากได้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความหดตัวของเส้นใยแล้ว ค่าความดันของเพลาสกรูจะถูกกำหนดไว้ที่ระดับ 175 bar ความเร็วรอบของเกียร์บีมจะถูกกำหนดไว้ที่ระดับ 881 rpm และความเร็วของตู้ล้อยี่ 4 จะถูกกำหนดไว้ที่ระดับ 120.5 m/min หน่วย ระดับปัจจัยดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการผลิตเส้นใยและทำการศึกษาค่าความหดตัว ผลการศึกษาแสดงในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

### 3.3 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหมายถึงการประเมินความผันแปรของกระบวนการที่เกิดขึ้นจากสาเหตุธรรมชาติเทียบกับข้อกำหนดการประเมินความสามารถของกระบวนการ ซึ่งแบ่งออกเป็นดัชนีของความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ (process potential capability) และดัชนีของความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (process performance capability) [5] รูปที่ 4 แสดงความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง



(ก) ก่อนปรับปรุง



(ข) หลังปรับปรุง

รูปที่ 4 ความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาค่าความหดรัดตัวของเส้นใยก่อนปรับปรุง และหลังการปรับปรุงถูกนำมาเปรียบเทียบกันและสามารถสรุปได้ว่าค่า  $C_p$  ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.34 และหลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 0.77 ทำให้เพิ่มขึ้นถึง 126.47% ในส่วนของค่า  $C_{pk}$  ก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.19 และหลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 0.68 ทำให้เพิ่มขึ้นถึง 257.89% และในส่วนของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง (PPM) ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 351,627.10 และหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 25,263.69 ซึ่งลดลงถึง 92.82%

#### 4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาปัจจัยและค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าความหดรัดตัวของเส้นใยชนิดโพลีเอทิลีน โดยใช้กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมทออวนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น วิธีการค้นหาผลิตภัณฑ์/กระบวนการที่พัฒนาจากแนวคิดของ Tukey ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น เมื่อได้ปัจจัยและระดับที่เหมาะสมของปัจจัยและนำไปศึกษาวัดค่าความหดรัด และทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความหดรัดของเส้นใยก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงพบว่าค่า  $C_p$  เพิ่มขึ้นถึง 126.47% ในขณะที่ค่า  $C_{pk}$  เพิ่มขึ้นถึง 257.89% ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 1,253 กิโลกรัม ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษานี้ได้ใช้สภาวะที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวในกระบวนการผลิตเส้นใย

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Forbes Thailand November 2014.
- [2] Ali A., Nasef M.M., Takeshi M. and Reza F. "Electros pinning of Nylon-6,6 Solutions into Nanofibers: Rheology and Morphology Relationships," Chinese Journal of Polymer Science Vol. 32, pp. 793–804, 2014.
- [3] W. Teerawanich and N. Thawesaengskulthai "Application of Shainin System in Defect Reduction of Pinholes, Cracked Sides and Cracked Sumps in Toilet Manufacturing," Industrial Engineering Network, pp. 1298-1304, 2555.
- [4] P. Junlabuddee and C. Saikaew "A Study on factor affecting surface roughness in turning

process of AISI 316L stainless steel by Shainin design of experiment method," KKKU Engineering Journal Vol. 42, pp. 71-81, 2015.

- [5] C. Saikaew "Quality Engineering", Faculty of Engineering Press, Khon Kaen University, 2016.
- [6] Bhote, K. R. and Bhote K. A. "World Class Quality", New York., 2000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้