

# การศึกษาผลกระทบของความต้องการของลูกค้าและเวลานำที่ไม่แน่นอนต่อปริมาณสต็อกปลอดภัย (safety stock) โดยวิธีการจำลองสถานการณ์

## The effect of demand and lead-time uncertainty on safety stock level

นายวิศรุต วงษ์สะอาด

อ.ดร.วรวิทย์ หวังวัชรกุล

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2579-8610 โทรสาร 0-2579-8610 E-mail: fengwww@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาผลกระทบของความต้องการของลูกค้าและเวลานำที่ไม่แน่นอนต่อปริมาณสต็อกปลอดภัย วิเคราะห์ถึงความคลาดเคลื่อนของการกำหนดค่าสต็อกปลอดภัยโดยใช้การประมาณค่าการแจกแจงของความต้องการในช่วงเวลานำด้วยการแจกแจงปกติ (normal approximation) ในกรณีที่ความต้องการและเวลานำมีค่าไม่คงที่ จึงทำการศึกษหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสต็อกปลอดภัย และหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแม่นยำในการประมาณค่าดังกล่าว โดยวิธีการจำลองสถานการณ์ Monte-Carlo simulation โดยทำการทดลองที่การแจกแจงของความต้องการและเวลานำที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ เพื่อแสดงช่วงของระดับบริการลูกค้าที่ได้รับผลกระทบจากการประมาณค่า และแนวทางในการ กำหนดค่าเพื่อลดคลาดเคลื่อนนั้นให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการ ของลูกค้าอย่างแม่นยำ อีกทั้งยังศึกษาวิธีการเลือกผู้ส่งมอบสินค้าในกรณีที่ราคาสินค้าและช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบแตกต่างกันเพื่อเลือกผู้ส่งมอบที่ทำให้ค่าใช้จ่ายของสต็อกปลอดภัยต่ำสุด

คำสำคัญ: สต็อกปลอดภัยการประมาณค่า, จากการแจกแจงปกติ, การเลือกผู้ส่งมอบ

### Abstract

In this work, we studied the impact of demand and lead time uncertainty on safety stock levels. We analyze the errors of using normal approximation to model lead time demand distribution where demand and lead time are stochastic. We use Monte-Carlo simulation to find the impact of using that approximation on the safety stock levels for any given customer service level. The experiments were performed using different generated demand and lead time distributions. The results assist us in finding appropriate level of the safety stock in response to the required service level. We also develop a guideline for

supplier selection in case that there are multiple suppliers with different cost and lead time. The method will be useful in selecting the supplier to minimize the safety stock cost for the customer.

Keywords: safety stock, normal approximation, choosing supplier

### 1. บทนำ

การสั่งซื้อสินค้าของธุรกิจนั้นหากทราบปริมาณความต้องการสินค้าโดยเฉลี่ยและระยะเวลาในการรอคอยสินค้าได้อย่างแน่นอนก็จะทำให้ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อนั้นเพียงพอกับความต้องการแต่ในทางปฏิบัติพบว่าการคาดคะเนโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์อาจมีความคลาดเคลื่อนเพราะปริมาณขายที่แท้จริงอาจมากกว่าหรือน้อยกว่าความต้องการของผู้ซื้อ (demand) และช่วงเวลานำ (lead time) ที่ไม่แน่นอนด้วยเหตุนี้ อาจจะทำให้คลังสินค้ามีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอ ซึ่งป้องกันได้โดยการจัดทำสต็อกปลอดภัย (safety stock)

#### 1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากความไม่แน่นอนของช่วงเวลานำและความต้องการต่อปริมาณสต็อกปลอดภัย
- 2) เพื่อจำลองสถานการณ์สต็อกปลอดภัยและช่วงเวลานำในรูปแบบต่างๆ
- 3) วิเคราะห์และจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณสต็อกปลอดภัยที่เหมาะสมในกรณีที่ช่วงเวลานำและความต้องการมีรูปแบบต่างๆ
- 4) หารูปแบบการแจกแจงของความต้องการในช่วงเวลานำโดยการจำลองสถานการณ์ เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติในการประมาณค่าสต็อกปลอดภัยในกรณีช่วงเวลานำและความต้องการมีการแจกแจงแตกต่างกัน
- 5) กำหนดวิธีการเลือกผู้ส่งมอบสินค้า (supplier) ที่เหมาะสมโดยพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายในการเก็บสต็อกปลอดภัย

#### 1.2 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ศึกษาสินค้าคงคลังแหล่งเดียว และผลิตภัณฑ์เดียว

- 2) ศึกษาผลกระทบของความแปรปรวนของความต้องการต่อสต็อกปลอดภัยในกรณีที่ช่วงเวลานำคงที่และภายใต้ความเสี่ยง
- 3) ศึกษาผลกระทบของความแปรปรวนของช่วงเวลานำต่อความต้องการในช่วงเวลานำ
- 4) ประเมินความเที่ยงตรงของการใช้การประมาณค่าจากการแจกแจงปกติในกรณีที่ช่วงเวลานำและความต้องการมีการแจกแจงแตกต่างกัน
- 5) กำหนดวิธีในการเลือกผู้ส่งมอบ 2 แหล่งโดยพิจารณาเฉพาะค่าใช้จ่ายในการเก็บสต็อกปลอดภัย
- 6) ใช้การจำลองสถานการณ์แบบ Monte Carlo simulation เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ระดับสต็อกปลอดภัยที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม MATLAB

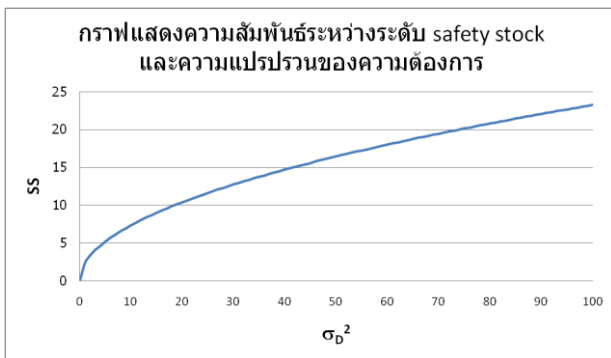
## 2. การดำเนินโครงการและสรุปผล

### 2.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสต็อกปลอดภัย

จากการศึกษาหาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบทำให้สต็อกปลอดภัยเกิดแนวโน้ม โดยจะพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในสมการการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) คือความแปรปรวนของความต้องการและช่วงเวลานำ ในกรณีแรกเราจะพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนของความต้องการและในส่วนต่อมาจะพิจารณาความแปรปรวนของช่วงเวลานำ

#### 2.1.1 กรณีความต้องการไม่แน่นอนแต่ช่วงเวลานำคงที่

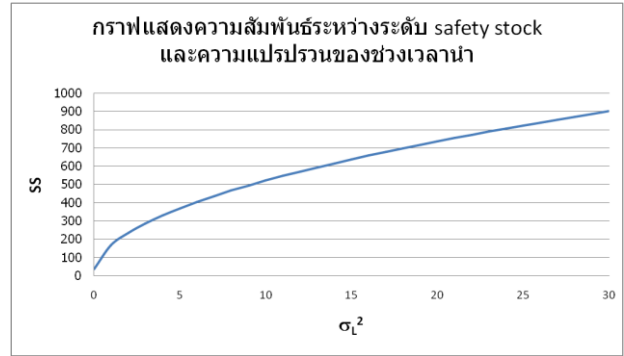
กำหนดให้  $CSL = 95%$ ,  $\mu_D = 50$  และ  $L = 2$  ความต้องการมีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนของความต้องการจาก 0 ถึง 100



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสต็อกปลอดภัยและความแปรปรวนของความต้องการ

#### 2.1.2 กรณีความต้องการและช่วงเวลานำไม่แน่นอน

กำหนด  $CSL = 95%$ ,  $\mu_D = 100$ ,  $\mu_L = 5$ ,  $\sigma_D = 10$  ความต้องการและช่วงเวลานำมีการแจกแจงปกติและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำจาก 0 ถึง 30



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสต็อกปลอดภัยและความแปรปรวนของช่วงเวลานำ

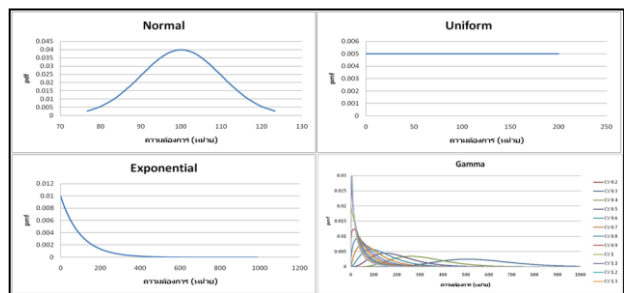
จากรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่ายิ่งความแปรปรวนเพิ่มขึ้นจะทำให้สต็อกปลอดภัยเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะในช่วงแรก

### 2.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation)

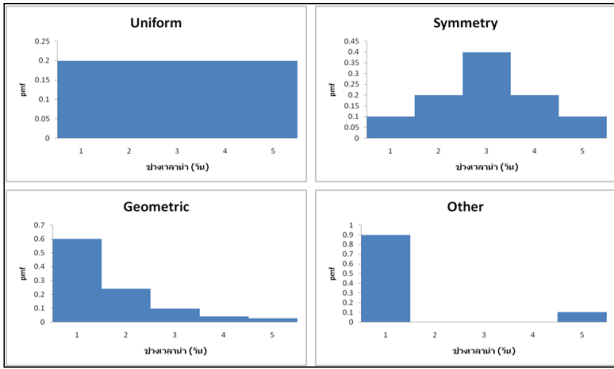
จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) ซึ่งการประมาณค่านั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนซึ่งสาเหตุทำให้สต็อกปลอดภัยมีมากเกินไปหรือไม่เพียงพอทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นเพิ่มขึ้น โดยดูผลกระทบที่เกิดจากความต้องการและช่วงเวลานำในรูปแบบต่างๆ และในกรณีที่เปลี่ยนแปลงค่า CV (Coefficient of variation) ของความต้องการ และ service level เพื่อดูว่ามีผลต่อการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติหรือไม่อย่างไร

#### 2.2.1 ผลกระทบที่เกิดจากรูปแบบต่างๆของความต้องการและช่วงเวลานำ

เป็นการเปรียบเทียบการจำลองสถานการณ์โดยวิธี Monte Carlo simulation และการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) โดยใช้รูปแบบการแจกแจงของความต้องการและช่วงเวลานำดังนี้



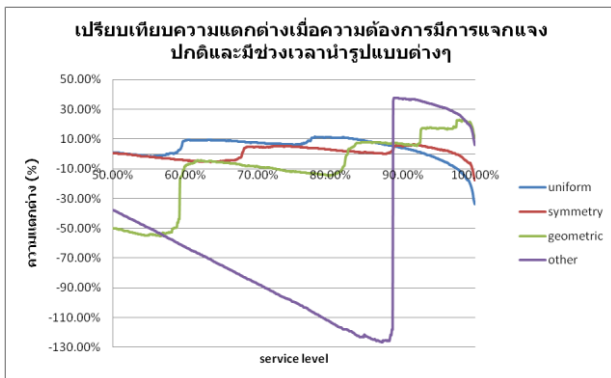
รูปที่ 3 ความต้องการในรูปแบบต่างๆ



รูปที่ 4 ช่วงเวลานำในรูปแบบต่างๆ

### 2.2.1.1 กรณีความต้องการมีการแจกแจงปกติและมีช่วงเวลานำมีการแจกแจงแบบต่างๆ

การทดลองนี้ต้องการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากรูปแบบของช่วงเวลานำโดยเปรียบเทียบปริมาณสต็อกปลอดภัยที่คำนวณจากวิธี Monte-Carlo Simulation และการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) ที่ระดับ service level ต่างๆ กำหนด demand ~ normal( $\mu_D = 100$ ,  $\sigma_D = 10$ )



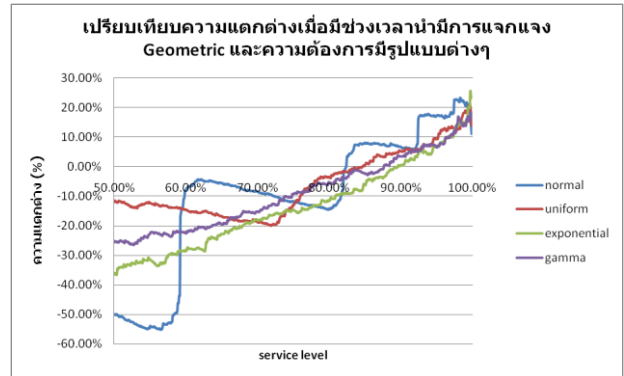
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณกับ Service Level กรณีช่วงเวลานำมีรูปแบบต่างๆ

จากรูปที่ 5 สรุปได้ว่าในกรณี service level เท่ากันแต่รูปแบบของช่วงเวลานำต่างกันจะมีความแม่นยำในการประมาณค่าแตกต่างกันมาก ดังนั้นรูปแบบของช่วงเวลานำจึงมีผลต่อความแม่นยำในการประมาณค่าจากการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation)

### 2.2.1.2 กรณีช่วงเวลานำมีการแจกแจง geometric และความต้องการมีการแจกแจงแบบต่างๆ

การทดลองนี้ต้องการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากรูปแบบของความ ต้องการ โดยเปรียบเทียบปริมาณสต็อกปลอดภัยที่คำนวณจากวิธี

Monte-Carlo Simulation และการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) ที่ระดับ service level ต่างๆ กำหนด lead time ~ geometric ;  $\mu_D = 100$  ของทุกการแจกแจง

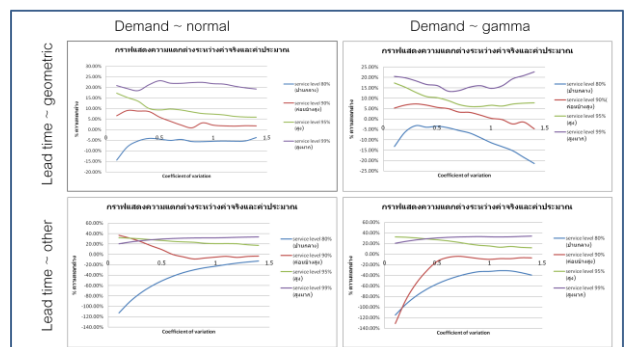


รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณกับ Service Level กรณีความต้องการมีรูปแบบต่างๆ

จากรูปที่ 6 สรุปได้ว่าในกรณี service level เท่ากันแต่รูปแบบของความ ต้องการต่างกัน ในช่วงแรกจะมีความแม่นยำในการประมาณค่าต่างกันมาก แต่ในช่วงที่ค่า service level สูงจะมีความแม่นยำน้อย ดังนั้นรูปแบบของความ ต้องการจึงมีผลต่อความแม่นยำในช่วงแรก แต่ในช่วงหลังมีผลน้อยมากในการประมาณค่าจากการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation)

### 2.2.2 เปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่า CV ของความต้องการ และ service level

ศึกษาผลกระทบของความแตกต่างของค่าจริงและการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ CV (Coefficient of variation) และ service level



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณกับ CV กรณีความต้องการและช่วงเวลานำมีการแจกแจงแตกต่างกันที่ Service Level ต่างๆ

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบช่วงเวลานำ มีผลต่อความแตกต่างของค่าจริงและการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ ในกรณีที่ service level 99% ความแตกต่างของค่าจริงและการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) มีความแตกต่างกันมาก ซึ่งค่าที่ได้จากการประมาณรองรับ service level ได้เพียงประมาณ 75% เท่านั้น

จากข้อมูลเหล่านี้จะช่วยในการประมาณสต็อกปลอดภัย เพื่อให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด โดยการเพิ่มหรือลดปริมาณสต็อกปลอดภัยที่ได้จากการประมาณค่าจากการแจกแจงปกติ (normal approximation) โดยดูจากกราฟข้างต้นว่า under stock หรือ overstock เท่าไรและเพื่อค่าเพิ่มเข้าไปในการประมาณค่า

### 2.3 ศึกษาวิธีการเลือกผู้ส่งมอบสินค้า (supplier) ที่เหมาะสม

จากการหาวิธีการเลือกผู้ส่งมอบสินค้า โดยแต่ละแห่งจะมีช่วงเวลานำและราคาสินค้าแตกต่างกัน โดยปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ความต้องการ, ราคาสินค้า, ช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบสินค้า ซึ่งถ้าราคาสินค้าถูกและช่วงเวลานำน้อยกว่าผู้ส่งมอบอื่นที่ก็จะไม่มีปัญหาในการเลือกแต่ถ้าราคาถูกแต่ช่วงเวลานำสูงกว่าผู้ส่งมอบอื่นที่ก็จะเกิดปัญหาในการเลือกกว่าผู้ส่งมอบที่ไหนดีกว่ากัน ในแง่ของค่าใช้จ่ายซึ่งจะพิจารณาค่าใช้จ่ายในการเก็บสต็อกปลอดภัยเท่านั้น

#### 2.3.1 กรณีช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบสินค้าคงที่

ในกรณีนี้จะใช้ค่า  $C_i\sqrt{L_i}$ ;  $n = 1, 2, 3, \dots, n$  ในการเปรียบเทียบ โดยเลือกผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{L_i}$  น้อยที่สุด

##### 2.3.1.1 กรณีผู้ส่งมอบสินค้ามีช่วงเวลานำคงที่และมีสินค้า

###### จำกัด

ในการเลือกผู้ส่งมอบสินค้าในกรณีที่ผู้ส่งมอบ  $n$  แห่งมีสินค้าจำกัดจะใช้ค่า  $C_i\sqrt{L_i}$ ;  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ในการเปรียบเทียบโดยวิธีดังนี้

- 1) หาค่า  $C_i\sqrt{L_i}$  ของผู้ส่งมอบแต่ละแห่ง
- 2) เรียงลำดับค่า  $C_i\sqrt{L_i}$  ของผู้ส่งมอบจากน้อยไปหามาก
- 3) สั่งสินค้าจากผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{L_i}$  น้อยที่สุดจนผู้ส่งมอบแห่งนั้นมีสินค้าไม่เพียงพอ
- 4) สั่งสินค้าจากผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{L_i}$  น้อยรองลงมาจนเต็มทำไปเรื่อยๆ จนเต็มความต้องการ

จากวิธีการนี้เป็นวิธีที่เรียกว่า Greedy heuristic ซึ่งจะได้ทำการทดลองเทียบกับคำตอบของ solver จำนวน 10 ครั้งพบว่าคำตอบจากวิธี Greedy heuristic และ solver เหมือนกัน

#### 2.3.2 กรณีช่วงเวลานำของผู้ส่งมอบมีรูปแบบการแจกแจงต่างๆ

ในกรณีนี้จะใช้ค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$ ;  $n = 1, 2, 3, \dots, n$

ในการเปรียบเทียบ โดยเลือกผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$  น้อยที่สุด

##### 2.3.2.1 กรณีผู้ส่งมอบสินค้ามีช่วงเวลานำคงที่และมีสินค้าจำกัด

ในการเลือกผู้ส่งมอบสินค้าในกรณีที่ผู้ส่งมอบ  $n$  แห่งมีสินค้าจำกัดจะใช้ค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$ ;  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ในการเปรียบเทียบโดยวิธีดังนี้

- 1) หาค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$  ของผู้ส่งมอบแต่ละแห่ง
- 2) เรียงลำดับค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$  ของผู้ส่งมอบจากน้อยไปหามาก
- 3) สั่งสินค้าจากผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$  น้อยที่สุดจนผู้ส่งมอบแห่งนั้นมีสินค้าไม่เพียงพอ
- 4) สั่งสินค้าจากผู้ส่งมอบที่มีค่า  $C_i\sqrt{\mu_L\sigma_D^2 + \mu_D^2\sigma_{L_i}^2}$  น้อยรองลงมาจนเต็มทำไปเรื่อยๆจนเต็มความต้องการ

จากวิธีการนี้เป็นวิธีที่เรียกว่า Greedy heuristic ซึ่งจะได้ทำการทดลองเทียบกับคำตอบของ solver จำนวน 10 ครั้งพบว่าคำตอบจากวิธี Greedy heuristic และ solver เหมือนกัน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อ.ดร.วรวิทย์ หวังวัชรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูงสำหรับคำปรึกษาที่ดีและเสนอแนะแนวทางในการทำโครงการจนสำเร็จ จุลวงค์ด้วยดีทั้งนี้ก็ต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์สุวิวัฒน์ สืบสานกุล ที่ช่วยให้คำแนะนำเพิ่มเติมเป็นอย่างสูง

## 7. บรรณานุกรม

รศ.พิภพ ลลิตาภรณ์, 2553. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพฯ. ส.ศ.ท. 739น.

Marie Gaudard, David McPhetridge. Safety Stock Formula Involving Lead Time Variation, Derivation, 16 p.