บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและแนวคิด

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตทางเศรษฐศาสตร์ คือ ความสามารถที่หน่วยผลิตจะเพิ่มผลผลิตภายใต้ทรัพยากรเท่าเดิม หรือความสามารถที่ประหยัดทรัพยากรลง โดยไม่เปลี่ยนแปลงผลผลิต ซึ่งการวัดประสิทธิภาพการผลิตของหน่วยผลิตในยุคปัจจุบันเริ่มต้นจากงานของ Farrell (1957) โดยมองว่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิตจะประกอบด้วยสองประสิทธิภาพ คือ ประสิทธิภาพด้านเทคนิค (Technical Efficiency) และประสิทธิภาพด้านการจัดสรร (Allocative Efficiency) ซึ่งประสิทธิภาพด้านเทคนิค หมายถึงความสามารถของหน่วยผลิตที่จะสามารถผลิตผลผลิตให้ได้มากที่สุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในขณะที่ประสิทธิภาพด้านการจัดสรรจะแสดงถึงความสามารถของหน่วยผลิตที่จะสามารถใช้ปัจจัยการผลิตในสัดส่วนที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขของระดับราคาปัจจัยการผลิตที่เป็นอยู่

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตนั้น ถือได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิต โดยหลักการวัดประสิทธิภาพได้ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาถึงผลการดำเนินงานของหน่วยผลิตและค่าประสิทธิภาพที่ได้จากการประเมินก็สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตได้ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาถึงระดับความสามารถในการดำเนินงานของหน่วยผลิต โดยทั่วไปแล้ว ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ ดังนี้

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

ปัญหาของการเพิ่มผลผลิต ซึ่งทำให้ผลผลิตต่ำลง อาจมีสาเหตุมาจากหลายประการเช่น ความสูญเสียในส่วนวัสดุ ความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักร ความสูญเสียที่เกิดจากแรงงาน เป็นต้น

2.1.1 การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีการ Data Envelopment Analysis (DEA)

วิธีการวัดประสิทธิภาพที่นิยมนำมาใช้ในการวัดผลการดำเนินงาน ก็คือ การวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ในแต่ละหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิต กับค่ามาตรฐาน (benchmark) ซึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างหน่วยผลิตนั้น ค่ามาตรฐาน ก็คือ ค่าที่ได้จากหน่วยผลิตที่ดีที่สุด (best practice) เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยผลิตที่กำลังศึกษาทั้งหมด หรืออาจกล่าวได้ว่าหน่วยผลิตนั้นเป็นหน่วยผลิตที่อยู่ในระดับแนวหน้า (frontier) ส่วนหน่วยผลิตอื่นๆ จะมีศักยภาพหรือประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า (inefficiency) โดยทั่วไปแล้วการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของหน่วยผลิตสามารถประเมินได้ดังนี้

$$\text{Relative Efficiency} = \frac{\text{Weighted sum of Outputs}}{\text{Weighted sum of Inputs}}$$

สามารถเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{Relative efficiency} = \frac{\sum_{j}^{n} \mu_r y_{rj}}{\sum_{i}^{m} \omega_i x_{ij}}$$

โดยที่ x_{ij} คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} คือ จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i

n คือ จำนวนของหน่วยผลิต

s คือ จำนวนของผลผลิต

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

แนวคิดที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ ก็คือ แนวคิดของ Farrell (1957) ที่อาศัยหลักการของ Frontier Analysis ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต แนวคิดดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นให้กับนักเศรษฐศาสตร์หลายท่านได้คิดและพัฒนาวิธีการและแบบจำลองขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพ เช่น Data Envelopment Analysis(DEA), Stochastic Frontier Approach (SFA), Thick Frontier Approach (TFA) และ Distribution Free Approach (DFA) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการ DEA (Data Envelopment Analysis) เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เนื่องจากวิธีการนี้ไม่ต้องมีการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชัน (function form) ที่ใช้ในการพิจารณา เป็นวิธีการแบบ non-parametric และวิธีการนี้ก็สามารถวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานได้ในกรณีที่มีปัจจัยการผลิตและผลผลิตหลายชนิด (multi input and output) Charnes, et al. (1978) ได้นำเสนอวิธีการ DEA เป็นกลุ่มแรก โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Linear Programming ในการประเมินค่าประสิทธิภาพของหน่วยผลิต

Charnes, et al. (1978) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิต n ที่มีการใช้ปัจจัยการผลิต i แล้วได้ผลผลิต r ดังนั้นประสิทธิภาพของหน่วยผลิตสามารถหาได้จากการแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดย Charnes, et al. (1978) ซึ่งแบบจำลองนี้จะเป็นการพิจารณาทางด้านปัจจัย (input-oriented) และมีลักษณะของผลตอบแทนคงที่ (Constant Returns to Scale : CRS) สามารถเขียนแบบจำลองได้ดังนี้

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{m} \omega_i x_{ij0}$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j=1}^{n} \mu_r y_{rj0} = 1,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} \omega_i x_{ij} \le 0$$

$$\mu_r, \omega_i \ge \varepsilon > 0; i = 1..., m, r = 1,..., s, j = 1,..., n \qquad (1)$$

โดยที่ x_{ij} คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยผลิต j

y_{rj} คือ จำนวนของผลผลิตที่ r ของหน่วยผลิต j

μ_r คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของผลผลิต r

ω_i คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า i

n คือ จำนวนของหน่วยผลิต

s คือ จำนวนของผลผลิต

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า

ε คือ ค่าบวกที่มีขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลองข้างต้นเป็นแบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติแบบ CRS ซึ่งจะใช้ได้อย่างเหมาะสม เมื่อหน่วยผลิตทุกหน่วยมีการดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (Optimal scale) ฉะนั้นเมื่อมีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หน่วยผลิตไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ จากข้อจำกัดดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองขึ้นมาใหม่โดย Banker, et al. (1984) ภายใต้ข้อสมมุติ Variable Returns to Scale (VRS) แบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ VRS จะต้องเพิ่มสมการข้อจำกัดเข้าไปในแบบจำลอง อีกหนึ่งสมการ คือ N1/ λ =1 (เป็นข้อจำกัดของค่าความโค้ง : convexity constraint) เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยผลิตขนาดเดียวกันอย่างแท้จริง ต่อมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวโดยการเพิ่มข้อจำกัด N1/ $\lambda \leq 1$ เข้าไปในแบบจำลอง แบบจำลองที่พัฒนาใหม่นี้สามารถหาค่าประสิทธิภาพในช่วง Non-Increasing Returns Scale (NIRS.) ได้ ดังนั้นลักษณะของแบบจำลองสุดท้ายภายใต้ข้อสมมติ VRS ที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Min}_{\theta,\lambda}\ \theta$$

$$\text{Subject to} \quad -y_i + y\lambda \geq 0$$

$$\theta x_i - x\lambda \geq 0$$

$$N1'\lambda \leq 1$$

$$\lambda \geq 0$$

โดยที่ θ = ค่าคงที่

λ = Nx1 ของเวคเตอร์ DMU

ซึ่งค่าของ θ ที่วัดได้คือค่าประสิทธิภาพด้านเทคนิคของ DMU ที่ i ซึ่งหากมีค่าเท่ากับ 1 ก็แสดงว่าอยู่บนเส้นขอบเขตการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยจากสมการ Linear Programmng จะทำการคำนวณทั้งหมด i ครั้งเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตด้านเทคนิคหรือ ของแต่ละ DMU ออกมา

การวัด DEA ภายใต้ข้อสมมติ Constant Returns to Scale (CRS) และ Variable Returns to Scale (VRS) ในกรณีที่พิจารณาทางด้าน input orientated และ output orientated สามารถประเมินได้จากการทำ Linear Programming ในแบบจำลองดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ Constant Returns to Scale (CRS)

Input Oriented	Output Oriented
$\text{Min}_{\theta,\lambda}\ \theta$	$\text{Max}_{\phi,\lambda}\ \phi$
Subject to $-y_i + y\lambda \geq 0$	Subject to $-\phi y_i + y\lambda \geq 0$
$\theta x_i - x\lambda \geq 0$	$x_i - x\lambda \geq 0$
$\lambda \geq 0$	$\lambda \geq 0$

แบบจำลองภายใต้ข้อสมมุติ Variable Returns to Scale (VRS)

Input Oriented	Output Oriented
$\text{Min}_{\theta,\lambda}\ \theta$	$\text{Max}_{\phi,\lambda}\ \phi$
Subject to $-y_i + y\lambda \geq 0$	Subject to $-\phi y_i + y\lambda \geq 0$
$\theta x_i - x\lambda \geq 0$	$x_i - x\lambda \geq 0$
$N1'\lambda \leq 1$	$N1'\lambda \leq 1$
$\lambda \geq 0$	$\lambda \geq 0$

การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติแบบ VRS นั้น เป็นการวัดประสิทธิภาพในกรณีที่มีการแข่งขันที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้หน่วยธุรกิจหนึ่งไม่ได้ดำเนินการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสม ในขณะที่การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติแบบ CRS นั้นจะต้องมีข้อจำกัดที่ว่าหน่วยผลิตทุกหน่วยจะต้องมีการดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม (optimal scale)

ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติConstant Return to Scale (TE_{CRS}) ประกอบไปด้วย Scale efficiency (SE) และ Pure technical efficiency (TE_{VRS}) ซึ่งถ้าหากหน่วยผลิตบางหน่วยไม่ได้ดำเนินการผลิต ณ ระดับที่เหมาะสม ค่า TE_{CRS} และ TE_{VRS} จะมีค่าไม่เท่ากัน และ TE_{CRS}

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

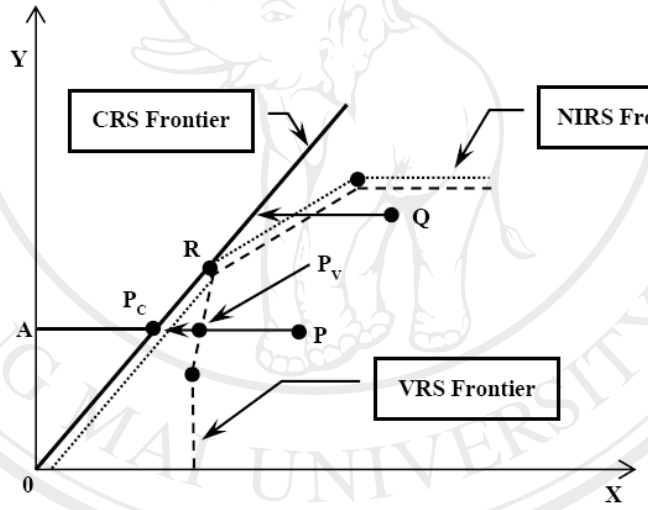
TE_{VRS} จะ**ได้ scale efficiency**(SE) ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยรูปที่ 1 เมื่อสมมุติให้หน่วยผลิตมีการใช้ปัจจัยการผลิต 1 ชนิด ให้ได้ผลผลิต 1 ชนิด ดังนั้น

$$TE_{CRS} = AP_C / AP$$

$$TE_{VRS} = AP_V / AP$$

$$SE = AP_C / AP_V \text{ ซึ่งก็คือ } TE_{CRS} / TE_{VRS}$$

โดยค่าของ TE_{CRS} , TE_{VRS} และ SE มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 จากสมการทั้งสามแสดงว่า $TE_{CRS} = TE_{VR}S\times$ SE ดังนั้นประสิทธิภาพทางเทคนิคภายใต้ข้อสมมุติ constant retune to scale (TE_{CRS}) จะประกอบ ด้วย pure technical efficiency(TE_{VRS}) และ scale efficiency (SE)



รูปที่ 1 แสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาค่า scale efficiency (SE)

ที่มา : Coelli, et al. (1997)

นอกจากนี้ในแบบจำลอง VRS ที่นำเสนอข้างต้น เป็นแบบจำลองที่สามารถบอกได้ว่าหน่วยผลิตนั้นมีผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (increasing returns scale : irs.) หรือมีผลได้ต่อขนาดลดลง (decreasing returns scale : drs.) เนื่องจากในแบบจำลองดังกล่าวได้ใช้ข้อจำกัด N1/ $\lambda \leq 1$ ดังนั้นจึงสามารถหาค่าประสิทธิภาพได้ในช่วง Non - Increasing Returns to Scale (NIRS.) ได้ดังนั้น ถ้า

$TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} \neq TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น decreasing returns to scale (drs.)

$TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$ หรือ $TE_{NIRS} = TE_{CRS}$ แสดงว่าเป็น increasing returns to scale (irs.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2 ต้นทุนในการผลิต

1) ความหมายของต้นทุน

ต้นทุน หมายถึง มูลค่าของปัจจัยต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งมูลค่าของปัจจัยแต่ละชนิดจะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับว่า ปัจจัยนั้นมีความขาดแคลนมากน้อยเพียงใด

1.1) ต้นทุนที่เห็นชัดเจน (explicit cost) หรือต้นทุนทางบัญชี (accounting cost) หมายถึง ต้นทุนเฉพาะส่วนที่เห็นได้ชัดเจนที่มีการจ่ายออกไปจริง ๆ และเป็นรายการที่ได้บันทึกลงไปในระบบบัญชี เช่น ค่าจ้าง ค่าเช่า ดอกเบี้ย ค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าโทรศัพท์ เป็นต้น

1.2) ต้นทุนที่เห็นไม่ชัดเจน (implicit cost) หมายถึง ต้นทุนที่ประเมินขึ้นจากการนำปัจจัยการผลิตหรือทรัพย์สินของเจ้าของหน่วยธุรกิจหรือของผู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้โดยไม่ได้จ่ายค่าตอบแทนให้จริง เช่น การใช้อาคารของตนเองเป็นสำนักงาน การใช้รถยนต์ของตนเองเป็นยานพาหนะในการติดต่อธุรกิจ การใช้แรงงานของตนเองในหน่วยผลิต เป็นต้น ซึ่งไม่มีการจ่ายค่าตอบแทนที่เป็นตัวเงินและไม่มีการบันทึกเป็นรายการทางบัญชี ต้นทุนที่เห็นไม่ชัดเจนที่พึงประเมินขึ้นในกรณีนี้ คือ ค่าเสียโอกาสของอาคาร ค่าเสียโอกาสของรถยนต์ และค่าเสียโอกาสของแรงงาน เป็นต้น

2) ฟังก์ชั่นต้นทุน(Cost Function)

จากทฤษฎีการผลิต ซึ่งแบ่งเป็นการผลิตในระยะสั้นและระยะยาว ทำให้แบ่งฟังก์ชันต้นทุน เป็นต้นทุนในระยะสั้น และต้นทุนในระยะยาว ดังนี้ คือ

2.1) ต้นทุนในระยะสั้น (Short-run Cost) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตกับปริมาณผลผลิตซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยคงที่จำนวนหนึ่ง ร่วมกับปัจจัยแปรผันจำนวนต่าง ๆกัน โดยอาจจะเขียนรูปทั่วไปของสมการต้นทุนรวมในระยะสั้นได้ดังนี้ คือ

$$TC = a + bQ + cQ^2 + dQ^3$$

โดย TC : ต้นทุนการผลิตรวม(Total Cost : TC)

a : ค่าคงที่ซึ่งแสดงถึงต้นทุนคงที่ทั้งหมด(Total Fixed Cost : TFC)

$bQ + cQ^2 + dQ^3$: แสดงต้นทุนแปรผันรวม (Total Variable Cost : TVC)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2) ต้นทุนในระยะยาว(Long-run Cost) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตกับปริมาณผลผลิตซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยแปรผันจำนวนต่าง ๆ ต้นทุนในระยะยาวจึงมีเฉพาะต้นทุนแปรผัน (Total Variable Cost :TVC)

3) ต้นทุนรวม ต้นทุนเฉลี่ย และต้นทุนหน่วยสุดท้าย

3.1) ต้นทุนรวม (Total Cost :TC) หมายถึง ต้นทุนอันเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตทุกชนิดในการผลิต ได้แก่ ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้นทั้งหมดทั้งที่จ่ายจริงและที่ประเมินขึ้น ซึ่งแบ่งตามลักษณะการใช้ปัจจัยการผลิตเป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนคงที่รวม และต้นทุนแปรผันรวม (ในระยะสั้น)

(1) ต้นทุนคงที่รวม (Total Fixed Cost : TFC) หมายถึง ต้นทุนในส่วนที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต หรือกล่าวง่าย ๆ ว่า เป็นต้นทุนที่หน่วยผลิตไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ถึงแม้จะเลิกผลิตหรือปิดโรงงานก็ตาม เช่น ค่าเช่า ดอกเบี้ย ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น ซึ่งต้นทุนในส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับการใช้ปัจจัยประเภทที่มีจำนวนคงที่

(2) ต้นทุนแปรผันรวม (Total Variable Cost : TVC) หมายถึง ต้นทุนที่ขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตหรือเป็นต้นทุนที่ถูกกำ าหนดมาจากปริมาณผลผลิต หรือกล่าวง่าย ๆ ว่า ถ้าผลิตสินค้าปริมาณมากก็จะเสียต้นทุนในส่วนนี้มาก ถ้าผลิตสินค้าในปริมาณน้อยก็เสียต้นทุนในส่วนนี้น้อย หรือถ้าไม่ผลิตเลยก็ไม่ต้องเสียต้นทุนในส่วนนี้เลย เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าเชื้อเพลิง ค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำมัน ค่าโทรศัพท์ ค่าอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ เป็นต้น

3.2) ต้นทุนเฉลี่ย (Average Cost : AC) หมายถึง ต้นทุนต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต แบ่งได้ดังนี้

(1) ต้นทุนรวมเฉลี่ย (Average Total Cost :ATC) หมายถึง ต้นทุนรวมทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วย ใช้ต้นทุนโดยเฉลี่ยจากต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นทั้งหมดไปเท่าใด โดยอาจจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมเฉลี่ย(ATC) ต้นทุนรวม (TC)และปริมาณผลผลิต(Q) ได้ดังนี้ คือ

$$\text{ATC} = \frac{TC}{Q}$$

(2) ต้นทุนคงที่เฉลี่ย (Average Fixed Cost : AFC) หมายถึง ต้นทุนคงที่ทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วย ใช้ต้นทุนโดยเฉลี่ยจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้นทุนคงที่ที่เกิดขึ้นทั้งหมดไปเท่าใด โดยอาจจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ต้นทุนคงที่เฉลี่ย(AFC) ต้นทุนคงที่รวม(TFC) และปริมาณผลผลิต(Q) ได้ดังนี้ คือ

$$\text{ATC} = \frac{TFC}{Q}$$

(3) ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย(Average Variable Cost : AVC) หมายถึง ต้นทุนแปรผันทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วยนั้น ใช้ต้นทุนโดยเฉลี่ยจากต้นทุนแปรผันที่เกิดขึ้นทั้งหมดไปเท่าใด โดยอาจจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนแปรผันเฉลี่ย(AVC)ต้นทุนแปรผันรวม (TVC) และปริมาณผลผลิต(Q) ได้ดังนี้ คือ

$$\text{ATC} = \frac{TVC}{Q}$$

3.3) ต้นทุนหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost :MC) หมายถึง ต้นทุนรวม ที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิต ซึ่งหาได้จากการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมทั้งหมดเทียบกับปริมาณสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไป โดยอาจจะเขียนความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนหน่วยสุดท้าย (MC) ต้นทุนรวม(TC) หรือต้นทุนแปรผันรวม(TVC) และปริมาณผลผลิต(Q) ได้ดังนี้ คือ

$$\text{MC} = \frac{\Delta TC}{\Delta Q}$$

$$\text{MC} = \frac{\Delta TFC}{\Delta Q} + \frac{\Delta TVC}{\Delta Q}$$

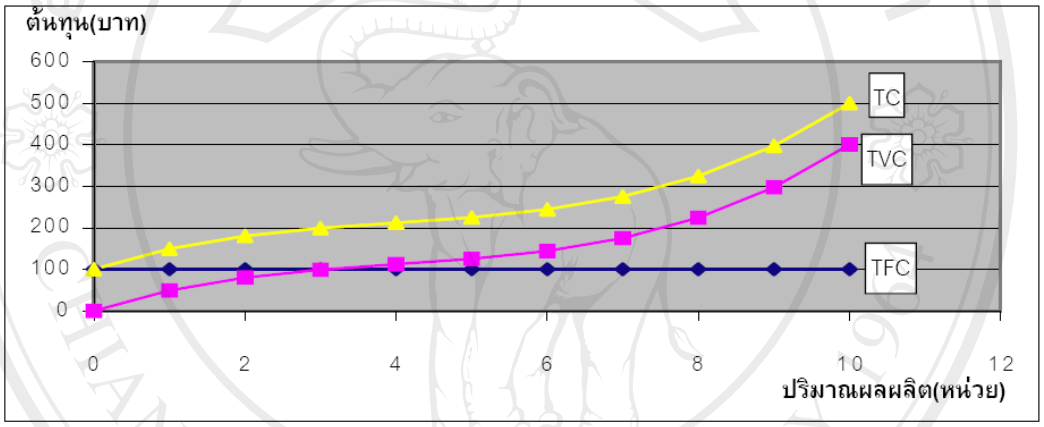
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจาก TFC ไม่เปลี่ยนแปลงปริมาณตาม $\frac{\Delta TFC = 0}{\Delta Q}$ ผลผลิต

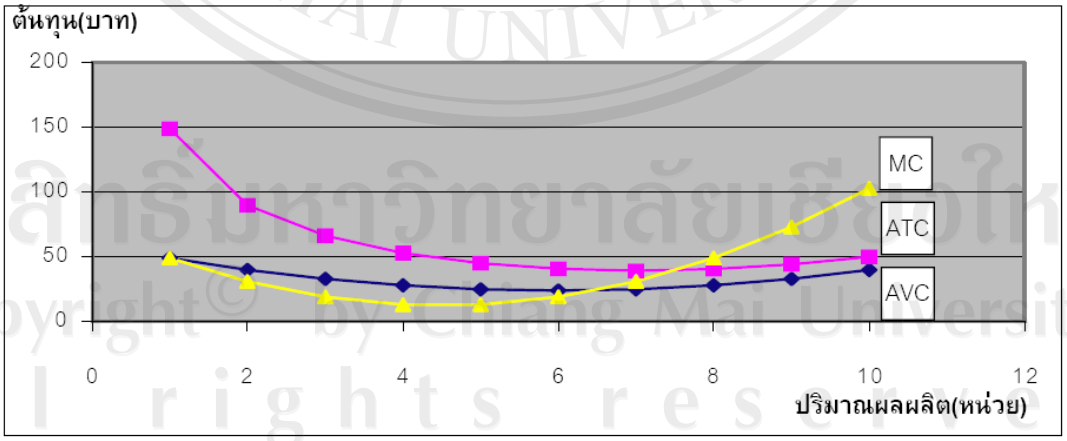
นั่นคือ $\text{MC} = \frac{\Delta TVC}{\Delta Q}$ คือ

และในกรณีที่ต้นทุนรวมหรือต้นทุนแปรผันเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง จะได้ $\text{MC} = \frac{dTC}{dTQ}$ หรือ $\frac{dTVC}{dTQ}$

3.4) ต้นทุนการผลิตระยะสั้น ระยะที่หน่วยผลิตใช้ปัจจัยการผลิต 2 ประเภท คือ ปัจจัยการผลิตที่ไม่สามารถปลี่ยนแปลงจำนวนได้หรือปัจจัยคงที่ และปัจจัยการผลิตที่เปลี่ยนแปลงจำนวนได้หรือปัจจัยแปรผันประกอบด้วย ต้นทุนคงที่(fixed cost) ซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยคงที่จำนวนหนึ่ง และ ต้นทุนแปรผันvariable cost) ซึ่งเกิดจากการใช้ปัจจัยแปรผันจำนวนต่าง ๆ โดยในส่วนของต้นทุนคงที่ จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต ในขณะที่ต้นทุนแปรผันจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณผลผลิต และมีลักษณะสอดคล้องกับการได้รับผลผลิตในระยะสั้นซึ่งเป็นไปตามกฎผลได้ลดน้อยถอยลง



รูปที่ 2 ต้นทุนคงที่รวม ต้นทุนแปรผันรวมและต้นทุนรวมในระยะสั้น

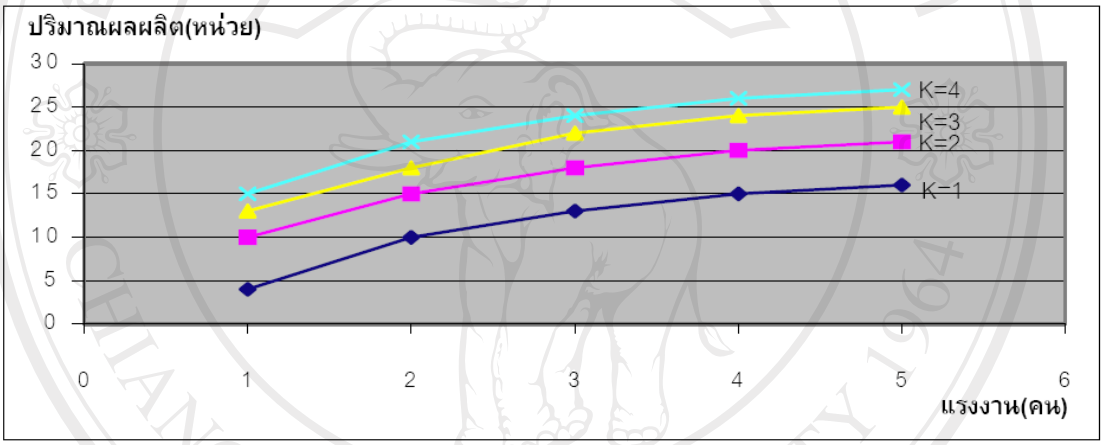


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นต้นทุนแปรผันเฉลี่ย เส้นต้นทุนรวมเฉลี่ย และเส้นต้นทุนหน่วยสุดท้ายในระยะสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5) ต้นทุนในการผลิตระยะยาว ที่หน่วยผลิตสามารถปรับปัจจัยคงที่ทุกชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิตให้เป็นปัจจัยแปรผันทั้งหมด ทำให้ต้นทุนในระยะยาวมีเฉพาะต้นทุนแปรผัน

การปรับขนาดการผลิต ถ้าในระยะสั้นหน่วยผลิตใช้เครื่องจักร(K) เป็นปัจจัยคงที่ ร่วมกับแรงงาน (L) ซึ่งเป็นปัจจัยแปรผันแล้ว เมื่อหน่วยผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงจำนวนเครื่องจักรและจำนวนแรงงานที่ใช้ในการผลิตในลักษณะของการเป็นปัจจัยแปรผันทั้งหมด ถือว่าหน่วยผลิตนั้นได้มีการปรับการผลิตจากระยะสั้นไปสู่ระยะยาว และหน่วยผลิตอาจจะเลือกใช้ปัจจัยแปรผันทั้งสองชนิดคือเครื่องจักรและแรงงานร่วมกันในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ

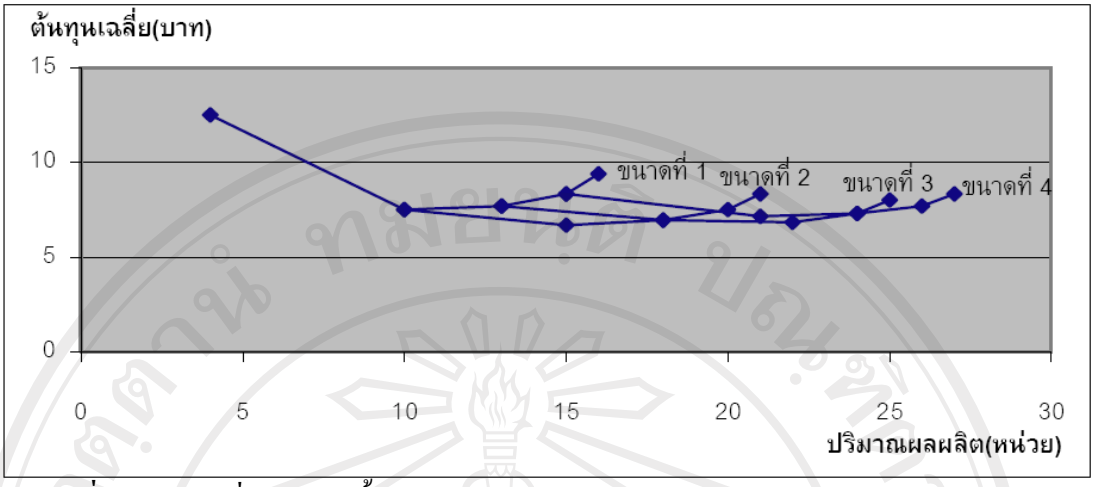


รูปที่ 4 การปรับขนาดการผลิตจากระยะสั้นสู่ระยะยาวโดยเส้นผลผลิตในระยะสั้น

จะเห็นว่า หน่วยผลิตอาจเลือกใช้แรงงานร่วมกับเครื่องจักรในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตในระดับที่ต้องการระดับใดระดับหนึ่งได้ แต่การที่หน่วยผลิตจะเลือกใช้ปัจจัยทั้งสองชนิดร่วมกันอย่างไร ขึ้นอยู่กับว่าส่วนประกอบใดจะทำให้เขาเสียต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งจะได้พิจารณาในแง่ของต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวต่อไป

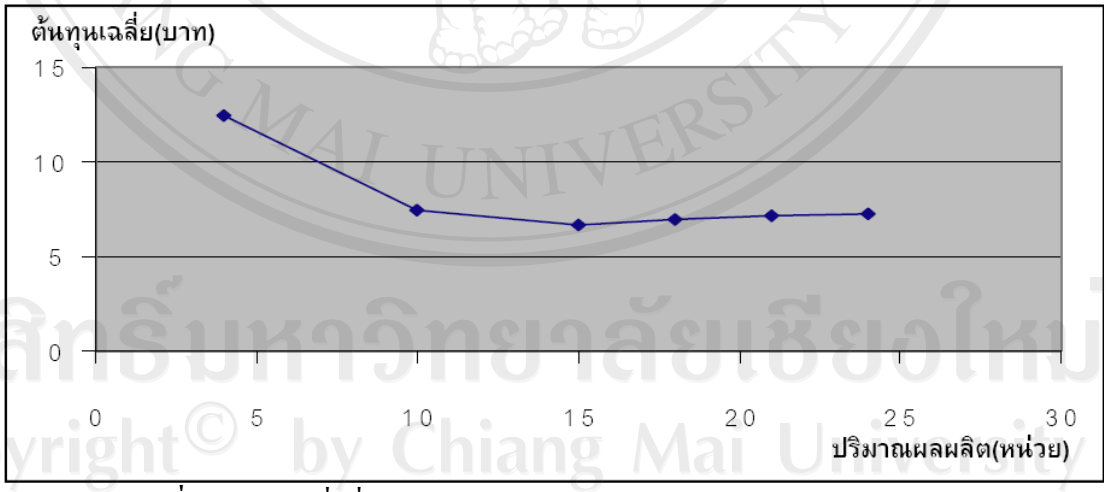
3.6) ต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว การทราบต้นทุนที่เกิดจากการใช้โรงงานในแต่ละขนาด โดยเฉพาะต้นทุนเฉลี่ย (average cost) ของการผลิตสินค้าแต่ละหน่วย จะช่วยให้หน่วยผลิตตัดสินใจได้ว่าควรเลือกโรงงานขนาดใดจึงจะเป็นขนาดที่เหมาะสมกับการผลิตสินค้าแต่ละปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5 ต้นทุนเฉลี่ยในระยะสั้นของการผลิตสินค้าปริมาณต่าง ๆ ของโรงงานแต่ละขนาด

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตและต้นทุนเฉลี่ยตามที่กล่าวมา ในที่สุดจะทำให้สามารถทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตและต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงาน เขียนเป็นเส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว (Long Run Average Cost : LRAC หรือ Long-run Average Cost : LAC)



รูปที่ 6 ต้นทุนเฉลี่ยต่ำสุดของการผลิตสินค้าปริมาณต่าง ๆ ในระยะยาว

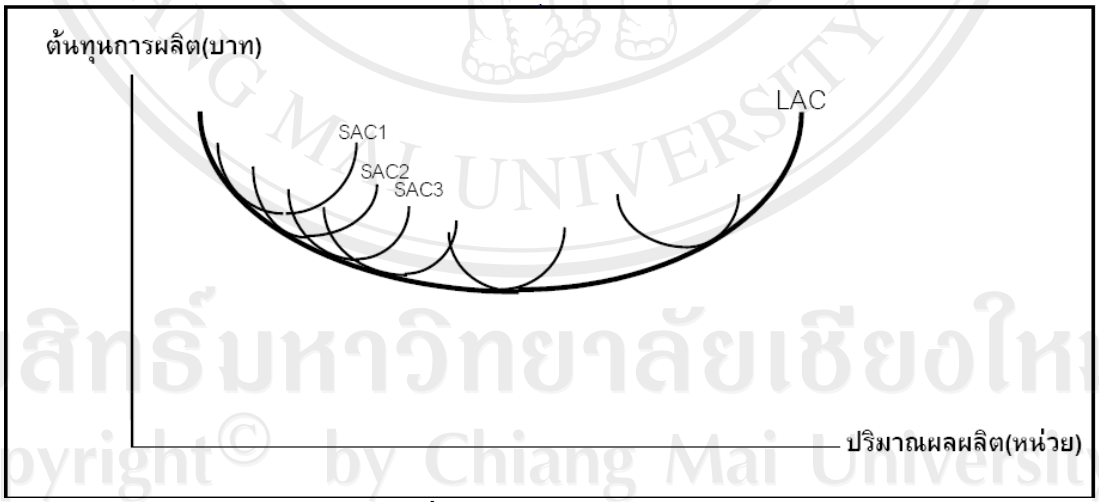
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะเห็นว่า เส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวจะลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง คล้ายกับรูปตัวยู(U-shaped) โดยมีสาเหตุจากการที่หน่วยผลิตได้รับผลผลิตตามลักษณะของผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น (increasing returns to scale), ผลได้ต่อขนาดคงที่ (constant returns to scale) และผลได้ต่อขนาดลดลง (decreasing returns to scale) ตามลำดับ กล่าวคือ

1) การได้รับผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้น หมายถึง การได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่สูงกว่าสัดส่วนของการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดเข้าไปในกระบวนการผลิต เรียกว่า การประหยัดต่อขนาด (economies of scale) โดยการขยายขนาดการผลิตในช่วงนี้ทำให้หน่วยผลิตมีต้นทุนเฉลี่ยลดลง

2) การได้รับผลได้ต่อขนาดคงที่ หมายถึง การได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเดียวกันกับสัดส่วนของการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดเข้าไปในกระบวนการผลิต โดยการขยายขนาดการผลิตในช่วงนี้ทำ าให้หน่วยผลิตมี ต้นทุนเฉลี่ยคงที่

3) การได้รับผลได้ต่อขนาดลดลง หมายถึง การได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่ต่ำกว่าสัดส่วนของการเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดเข้าไปในกระบวนการผลิต เรียกว่า การไม่ประหยัดต่อขนาด (Diseconomies of scale) โดยการขยายขนาดการผลิตในช่วงนี้ทำ าให้หน่วยผลิตมีต้นทุนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ส่วนในบางกรณีที่หน่วยผลิตไม่ผ่านช่วงของการได้รับผลได้ต่อขนาดคงที่ คือ เมื่อขยายขนาดการผลิตจากขนาดเล็กไปสู่ขนาดที่ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ แล้วทำ าให้ได้รับผลได้ต่อขนาดเพิ่มขึ้นหรือมีการประหยัดต่อขนาดเกิดขึ้น จนถึงจุดหนึ่งและถ้ายังขยายขนาดการผลิตให้ใหญ่ขึ้นอีก แล้วทำให้ได้รับผลได้ต่อขนาดลดลงหรือไม่มีการประหยัดต่อขนาดเกิดขึ้นอีก ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวกับปริมาณผลผลิตต่าง ๆ



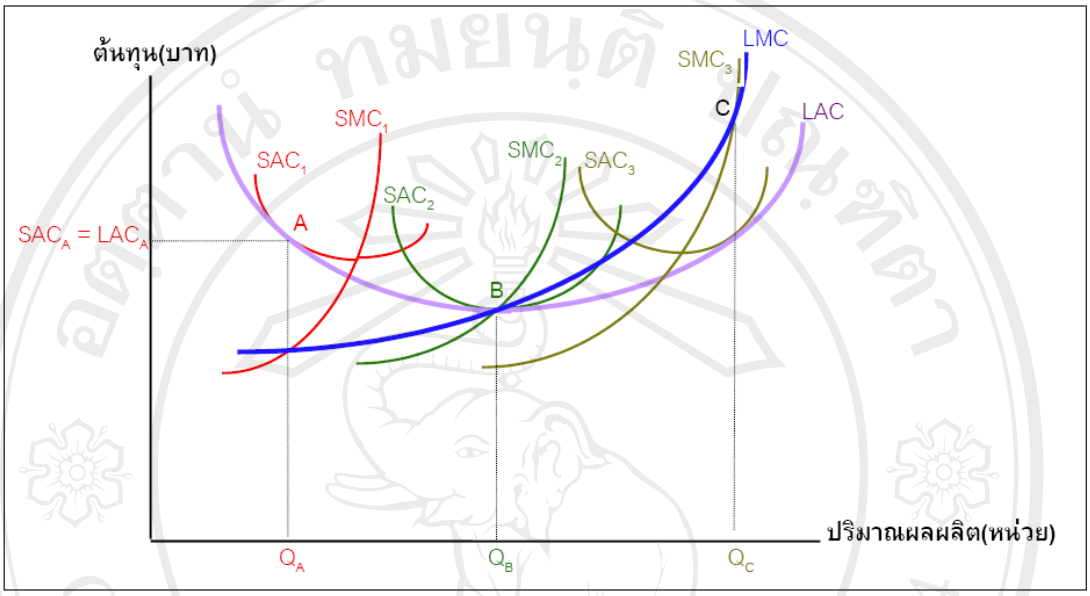
รูปที่ 7 ต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาว

หน่วยผลิตจะเลือกใช้โรงงานที่ทำให้เสียต้นทุนเฉลี่ยต่ำที่สุด สำหรับการผลิตในแต่ละปริมาณที่ต้องการ ทำให้เส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวหาได้จากการเชื่อมจุดต่ำสุดของเส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะสั้นของโรงงานขนาดต่าง ๆ และถ้าหน่วยผลิตไม่ผ่านช่วงของการได้รับผลได้ต่อขนาดคงที่แล้ว จะได้เส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวดังกราฟ โดยตอนแรกจะมีลักษณะลาดลงจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประหยัดต่อขนาดที่เกิดขึ้นและลาดขึ้นในตอนหลังจากการไม่ประหยัดต่อขนาดเมื่อหน่วยมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้เส้นต้นทุนเฉลี่ยในระยะยาวเป็นเส้นโค้งคล้ายรูปตัวยู

3.7) ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตในระยะสั้นและระยะยาว



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นต้นทุนต่าง ๆ ในระยะสั้นและระยะยาว

ที่จุด A, $SAC_1 = LAC$

นั่นคือ $SAC_1 * QA = LAC * Q_A$

หรือ $STC_A = LTC_A$

และแสดงว่าที่จุดนี้ค่า $dSTC_A/dQ_A = dLTC_A/Q_A$

นั่นคือ SMC = LMC ที่ปริมาณ Q_A หรือในที่นี้ SMC_1 = LMC ที่ปริมาณ Q_A ด้วย

ในทำนองเดียวกันจะได้ SMC_2 = LMC ที่ปริมาณ Q_B และ SMC_3 = LMC ที่ปริมาณ Q_C หรือสรุปได้ว่า เส้น LMC ผ่าน SMC_1 ที่ปริมาณ Q_A ผ่าน SMC_2 ที่ปริมาณ Q_B และผ่าน SMC_3 ที่ปริมาณ Q_Cตามลำดับ และเส้น LMC ยังผ่านจุดต่ำ าสุดของเส้น LAC ในทำนองเดียวกันกับที่เส้น SMC ผ่านจุดต่ำสุดของเส้น SAC ดังกล่าวมาแล้วในเรื่องต้นทุนระยะสั้นด้วย

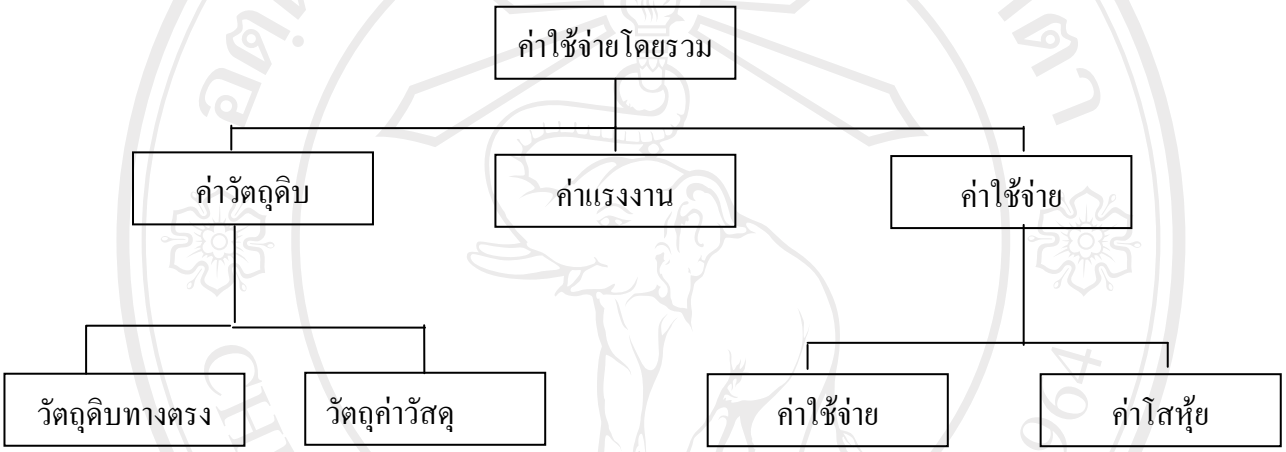
และจากรูปที่ 8 ยังแสดงให้เห็นว่าโรงงานขนาดที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการผลิตในระยะยาวของหน่วยผลิตนี้ก็คือโรงงานขนาดที่ 2 ซึ่งผลิตสินค้าได้ปริมาณ Q_B หน่วย เนื่องจากเป็นโรงงานที่ทำให้หน่วยผลิตเสียต้นทุนเฉลี่ยต่ำที่สุดในระยะยาว

3.8) องค์ประกอบของต้นทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) ค่าวัตถุ (Material Cost) ที่สามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ ค่าวัตถุดิบทางตรง (Direct Material) คือ วัสดุที่ถูกใช้ในการแปรรูปสำหรับกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถวัดได้ในเชิงปริมาณและคิดเข้ากับต้นทุนการผลิตโดยตรง เช่น เหล็ก ไม้ ทองแดง เป็นต้น

ค่าวัตถุดิบทางอ้อม (Indirect Material) คือ วัสดุที่ไม่สามารถติดตามค่าใช้จ่ายการผลิตโดยตรง และยากต่อการประมาณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง แต่มีความสำคัญต่อกิจกรรมการผลิต เช่น กาว น้ำมันเครื่อง จาระบี เป็นต้น



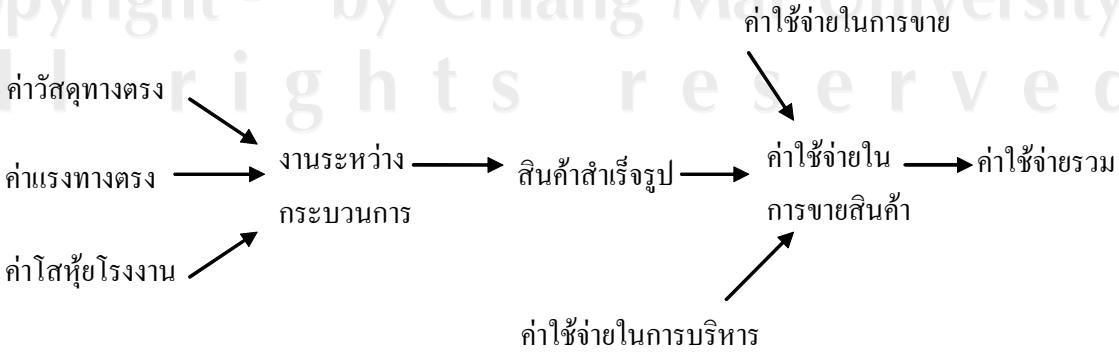
รูปที่ 9 แสดงองค์ประกอบของต้นทุนในอุตสาหกรรม

(2) ค่าแรงงาน (Labor Cost) โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น

ค่าแรงงานทางตรง (Direct Labor Cost) เป็นแรงงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกิจกรรมการผลิตและง่ายต่อการคิดต้นทุน เช่น ค่าแรงงานในสายการผลิต

ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor Cost) เช่น ค่าผู้ควบคุมงาน (Supervisors) วิศวกร ค่าผู้ขนย้ายวัสดุ เป็นต้น ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวอาจคิดเป็นค่าโสหุ้ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 10 แสดงการจัดสรรต้นทุนในการผลิต

(3) ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (Operating Cost) นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายวัสดุและค่าแรงงานที่เกิดขึ้นในแต่ละโรงงานแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน ดังเช่น ค่าเสื่อมราคา ค่าเช่าอาคาร ค่าเดินทาง เงินเดือน เครื่องใช้สำนักงานและสิ่งอำนวยความสะดวก เป็นต้น ค่าใช้จ่ายเหล่านี้สามารถแบ่งเป็นสองประเภท คือ

ค่าใช้จ่ายทางตรง เป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถระบุให้กับงานหรือกิจกรรมเฉพาะ (Particular Job) เช่น ค่าเช่าเครื่องมือพิเศษ ค่าเครื่องมือจับยึด (Jigs & Fixtures) ค่าใช้จ่ายออกแบบ และค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา (Maintenance Cost)

ค่าใช้จ่ายทางอ้อม หรือที่มักเรียกว่า ค่าโสหุ้ย (Overhead) ซึ่งเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายแรงงานทางอ้อม ค่าวัสดุทางอ้อม และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน เช่น ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมสนับสนุนที่ไม่สามารถคิดเป็นต้นทุนต่อหน่วย ค่าใช้จ่ายประเภทนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้

ก. ค่าโสหุ้ยโรงงงาน หรืออาจเรียกว่าค่าโสหุ้ยการผลิต ค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะครอบคลุมตั้งแต่ค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดขึ้นตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อจนกระทั่งการผลิตเสร็จสิ้นและเตรียมพร้อมที่จะจัดส่ง เช่น ค่าประกันภัย เงินเดือนโฟร์แมน เงินเดือนผู้จัดการโรงงาน ค่าเสื่อมราคา ค่าพลังงาน ค่าขนย้ายอุปกรณ์ภายในโรงงาน เป็นต้น

ข. ค่าใช้จ่ายบริหาร ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากหน่วยงานสนับสนุน เช่น เงินเดือนเจ้าหน้าที่ธุรการ เงินเดือนผู้บริหาร ค่าโทรศัพท์ ค่าน้ำค่าไฟ ค่าตกแต่งสำนักงาน ค่าอุปกรณ์สำนักงานอัตโนมัติ เป็นต้น

ค. ค่าใช้จ่ายในการขาย ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเพื่อการจำหน่ายสินค้าและรักษาส่วนแบ่งตลาด เช่น ค่าโฆษณา เงินเดือนพนักงานขาย ค่าเดินทาง ค่าแผ่นปลิวโฆษณา ค่าการจัดเตรียมสัญญาการประมูล เป็นต้น

ง. ค่าใช้จ่ายกระจายสินค้าที่รวมถึง ค่าจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ค่าบรรจุหีบห่อ ค่าการขนย้ายและขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า เงินเดือนพนักงานคลังสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis)

1) ความหมายของความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)

ความสามารถของกระบวนการ หมายถึง ความสม่ำเสมอของกระบวนการซึ่งจะแสดงขนาดของความผันแปรอันเนื่องจากสาเหตุโดยธรรมชาติ (Chance causes of Variability) ของกระบวนการภายใต้การดำเนินการตามปกติ

2) การศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Study)

การศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต หมายถึง การศึกษาถึงความผันแปรโดยธรรมชาติของกระบวนการเทียบกับความผันแปรที่ยอมให้โดยผ่านขอบเขตข้อกำหนด (Specification)

จุดมุ่งหมายของการศึกษาความสามารถของกระบวนการก็เพื่อสร้างความไว้วางใจในการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ปราศจากความบกพร่อง (Quality) ตรงตามเวลา (Delivery) และใช้ต้นทุนต่ำสุดเท่าที่เป็นไปได้ (Cost)

กระบวนการที่มีความสามารถรองรับความผันแปรตามสาเหตุธรรมชาติในขณะดำเนินการผลิตจะเป็นการช่วยลดต้นทุนเนื่องจากสินค้าคุณภาพไม่ดี (Cost of Poor Quality: COPQ) การประมาณค่าความสามารถของกระบวนการจะไม่สามารถดำเนินการได้จนกว่ากระบวนการจะอยู่ภายใต้การควบคุมและการเพิ่มขีดความสามารถของกระบวนการ คือการลดความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติ

3) ประเภทของกระบวนการผลิต

หากพิจารณาถึงความสามารถของกระบวนการผลิตและการควบคุมกระบวนการผลิตสามารถแบ่งกระบวนการผลิตออกได้เป็น 4 ประเภทดังนี้คือ

ประเภทที่ 1 กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ และความสามารถของกระบวนการผลิตที่ยอมรับได้ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตเท่ากับค่ากลาง (Nominal) ของข้อกำหนด (Specification) กระบวนการผลิตมีแต่ความผันแปรเนื่องจากสาเหตุธรรมชาติที่มีความแปรผันต่ำ

ประเภทที่ 2 กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ และความสามารถของกระบวนการผลิตไม่สามารถยอมรับได้ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตเท่ากับค่ากลาง (Nominal) ของข้อกำหนด (Specification) กระบวนการผลิตมีแต่ความผันแปรเนื่องจากสาเหตุธรรมชาติแต่มีค่าความแปรผันมากเกินไป

ประเภทที่ 3 กระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ แต่ความสามารถของกระบวนการผลิตสามารถยอมรับได้ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตเบี่ยงเบนจากค่ากลาง (Nominal) ของข้อกำหนด (Specification) กระบวนการผลิตมีแต่ความแปรผันเนื่องจากสาเหตุธรรมชาติที่มีค่าความผันแปรต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประเภทที่ 4 กระบวนการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ และความสามารถของกระบวนการผลิตก็ไม่สามารถยอมรับได้ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตเบี่ยงเบนจากค่ากลาง (Nominal) ของข้อกำหนด (Specification) กระบวนการผลิตมีทั้งความผันแปรเนื่องจากสาเหตุธรรมชาติและความผันแปรเนื่องจากสาเหตุพิเศษที่มีค่าความผันแปรสูง

ตารางที่ 2 แสดงประเภทของกระบวนการโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถของกระบวนการและการควบคุมกระบวนการ

		การควบคุมกระบวนการ	
		อยู่ภายใต้การควบคุม	อยู่นอกการควบคุม
ความสามารถของกระบวนการ	ยอมรับได้	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 3
	ยอมรับไม่ได้	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 4

4) ดัชนีบ่งชี้ความสามารถของกระบวนการ

การศึกษาความสามารถของกระบวนการ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับคือ ระยะสั้นและระยะยาว ระยะสั้นจะทำการศึกษาความสามารถของกระบวนการจากข้อมูลการวัดที่รวบรวมมาจากการผลิต 1 ครั้ง ค่าดัชนีที่ใช้ในการศึกษาคือ Pp และ Ppk ระยะยาวจะทำการศึกษาความสามารถของกระบวนการจากข้อมูลการวัดที่รวบรวมมาจากการผลิตที่ครอบคลุมช่วงเวลาที่ยาวนานกว่า ค่าดัชนีที่ใช้ในการศึกษาคือ Cp และ Cpk

ดัชนีแสดงศักยภาพของกระบวนการ (Process Potential Index)

$$Cp = \frac{\text{ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะระหว่างค่าสูงและค่า}}{\text{ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของธรรมชาติกระบวนการจากค่ากลาง}}$$

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{Cpk} = \frac{\text{ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะจากค่ากลาง}}{\text{ความคลาดเคลื่อนอนุโลมของธรรมชาติกระบวนการจากค่า}}$$

กำหนดให้ $\text{Cpu} = \dfrac{USL - \overline{X}}{3\sigma}$ (1)

และ $\text{Cpl} = \dfrac{\overline{X} - LSL}{3\sigma}$ (2)

จากสมการที่ (1) และสมการที่ (2) จะได้ Cpk = ค่าต่ำที่สุดระหว่างค่า Cpu หรือ Cpl

ค่า Cpu คือ ความห่างของค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างจากข้อกำหนดสูงสุดต่ออัตราส่วน 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนค่า Cpl คือความห่างของค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างจากค่าข้อกำหนดต่ำสุดต่ออัตราส่วน 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความสามารถของกระบวนการที่ดีที่สุดคือ ค่าที่ได้จากค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับค่ากลางของข้อกำหนดซึ่งแสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะตรงตามค่ามาตรฐานหรือค่าเป้าหมาย แต่กระบวนการที่มีความสามารถต่ำหรือไม่มีความสามารถคือ กระบวนการที่ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะเบี่ยงเบนออกจากห่างจากค่ามาตรฐานหรือค่าเป้าหมายอาจเบี่ยงเบนออกจากค่ามาตรฐานหรือค่าเป้าหมายอาจเบี่ยงเบนไปทางข้อกำหนดค่าต่ำหรือข้อกำหนดค่าสูงก็ได้ ฉะนั้นในการพิจารณาค่าความสามารถของกระบวนการใด ๆ (Cpk) จึงเลือกจะพิจารณาค่าที่ต่ำที่สุดระหว่างค่า Cpu หรือ Cpl ค่าต่ำสุดของ Cp และ Cpk ที่แนะนำได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าต่ำสุดที่แนะนำสำหรับดัชนี Cp

สภาพการณ์	2-sided Spec.	1-sided Spec.
1. กระบวนการผลิตที่กำลังใช้อยู่	1.33	1.25
2. กระบวนการผลิตใหม่	1.50	1.45
3. พารามิเตอร์เกี่ยวกับความปลอดภัย ความแข็งแรง หรือพารามิเตอร์วิกฤติ สำหรับกระบวนการที่กำลังใช้อยู่	1.50	1.45
4. พารามิเตอร์เกี่ยวกับความปลอดภัย ความแข็งแรง หรือพารามิเตอร์	1.67	1.60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิกฤติ สำหรับกระบวนการผลิตใหม่		

หมายเหตุ : 2-sided Spec. คือข้อกำหนดที่กำหนดทั้งค่าสูงสุดและต่ำสุด

1-sided Spec. คือข้อกำหนดที่กำหนดเพียงค่าสูงสุดหรือค่าสุด

ตารางที่ 4 ค่าต่ำสุดที่แนะนำสำหรับดัชนี Cpk

สภาพการณ์	Cpk
1. กระบวนการทั่วไป	1.00 (6σ/6σ)
2. กระบวนการที่มีความสามารถ (Capable)	1.33 (8σ/6σ)
3. กระบวนการที่มีเสถียรภาพสูง (Stable)	2.00 (12σ/6σ)

ค่าที่ได้จากค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับค่ากลางของข้อกำหนดมีค่าเท่ากับค่ากลางของข้อกำหนด แต่ค่าความสามารถของกระบวนการจะสูงหรือต่ำยังขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของค่าเฉลี่ยประชากรซึ่งพิจารณาได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) จากสูตร Cpk ถ้าสมมติว่าค่ากลางของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับค่ากลางของข้อกำหนดนั้นค่า Cpu เท่ากับ Cpl เป็นเศษของสมการที่เป็นค่าคงที่ และให้ส่วนของสมการคือ 3σ แปรผันได้ จะเห็นว่าค่า σ น้อย ๆ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมีการเกาะกลุ่มกันหนาแน่นเศษของสมการที่เป็นค่าคงที่จะมีค่าสูงกว่าส่วนของสมการหลายเท่า ยังผลให้ Cpk มีค่าสูงและแสดงว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถและเสถียรภาพสูง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุภาพ อิรลาภ (2536) ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการผลิต และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมไทยมีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์ให้ทราบถึงสถานภาพอุตสาหกรรมไทยและความต้องการที่แท้จริงของผู้ประกอบการในปัจจุบัน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีของสถานประกอบการ พบว่า สถานประกอบการของเอกชน ร้อยละ 60 ให้ความสนใจเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตและการลดต้นทุนการผลิต ร้อยละ 21 ให้ความสนใจในการดัดแปลงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ ร้อยละ 10 ให้ความสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และร้อยละ 5 ให้ความสนใจในการดัดแปลงและพัฒนากระบวนการผลิต ร้อยละ 86 ของสถานประกอบการทั้งหมดสนใจในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ในระดับของการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและดัดแปลงผลิตภัณฑ์ ส่วนกิจกรรมทางเทคโนโลยีที่มีระดับสูงกว่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถานประกอบการมีความสนใจน้อยมาก เนื่องจากเห็นว่ายังไม่มีความจำเป็นและไม่มีความเหมาะสมในขณะนั้น อีกทั้งมีโอกาสที่ประสบความสำเร็จได้น้อยมาก เมื่อเทียบกับความขีดความสามารถของตนเอง นอกจากนี้สถานประกอบการจำนวนมากยังคงพึ่งความช่วยเหลือด้านเทคนิคจากบริษัทร่วมทุนในต่างประเทศอยู่ การทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนาของสถานประกอบการมีเพียงร้อยละ 44 เท่านั้นที่มีการวิจัยและพัฒนาในจำนวนนี้ร้อยละ 50 ทำการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการปรับปรุง ประสิทธิภาพการผลิตและดัดแปลงผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ร้อยละ 7 ทำการวิจัยเพื่อพัฒนามาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่เหลือเป็นการวิจัยที่ไม่มีโครงการแน่นอนสำหรับสถานประกอบการที่ไม่มีการวิจัยและพัฒนาร้อยละ 30 เห็นว่ายังไม่มีความจำเป็น ร้อยละ 30 ขาดเครื่องมือ ความรู้ บุคลากรและเงินทุนร้อยละ 25 เห็นว่าตนเองผลิตตามรูปแบบบริษัทต่างประเทศหรือบริษัทแม่อย่างเดียว สอบถามความต้องการที่เกียวกับเทคโนโลยีของสถานประกอบการพบว่า ร้อยละ 68 มีความประสงค์จะใช้บริการจากหน่วยงานภายนอก ได้แก่ บริการทดสอบผลิตภัณฑ์บริการสอบเทียบเครื่องมือ บริการฝึกอบรมทางเทคนิคร้อยละ 32 ไม่ต้องการใช้บริการจากหน่วยงานภายนอกให้เหตุผลว่า สถานประกอบการของตนเองได้มีกิจกรรมบริการต่าง ๆ อยู่แล้วหรือได้รับความช่วยเหลือจากบริษัทแม่ เป็นต้น

เอกราช ภคบวร (2544) ศึกษาแนวทางการนำวิธีการควบคุมทางสถิติมาใช้ในการบริหารคุณภาพวัตถุดิบนำเข้าในอุตสาหกรรมส่งออกชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ โดยอาศัยทฤษฎีแผนภูมิควบคุมและทฤษฎีการวิเคราห์ความสามารถของกระบวนการของข้อมูลที่รวบรวมได้จากการตรวจรับวัตถุดิบนำเข้าจริงของทางแผนกรับรองคุณภาพวัตถุดิบนำเข้า แล้วนำผลการวิเคราะห์เชิงสถิติที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพของวัตถุดิบนำเข้าในอดีตก่อนมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีแผนภูมิควบคุมและทฤษฎีการวิเคราห์ความสามารถของกระบวนการเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นประสิทธิผลของวิธีการควบคุมทางสถิติในการบริหารคุณภาพวัตถุดิบนำเข้า

จากการศึกษาพบว่า การบริหารคุณภาพของวัตถุดิบนำเข้าโดยวิธีการทางสถิติมีการดำเนินงานทั้งหมด 4 ขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติเป็นวัฏจักรต่อเนื่องดังนี้

1) วางแผนและเตรียมการ พิจารณาเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะวิกฤติที่ต้องการควบคุมคุณภาพโดยวิธีการควบคุมทางสถิติ

2) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ ลงมือเก็บข้อมูลคุณภาพทั้งข้อมูลทุติยภูมิในอดีตและข้อมูลปฐมภูมิจากการตรวจรับงานจริง

3) ศึกษาและตรวจสอบ ประมวลผลข้อมูลคุณภาพที่รวบรวมไว้ได้โดยวิธีการทางสถิติตามทฤษฎีแผนภูมิควบคุมและทฤษฎีการวิเคราห์ความสามารถของกระบวนกาแล้วทำการศึกษาและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตรวจสอบปัญหาคุณาพที่เกิดขึ้น นำปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นและผลการประมวลข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติ ร้องเรียนและส่งมอบต่อผู้ส่งมอบวัตถุดิบนำเข้าเพื่อร่วมกันศึกษาถึงสาเหตุและแนวทางที่วางไว้

4) ดำเนินการแก้ไขและป้องกัน เมื่อทราบถึงสาเหตุของปัญหาและวางแนวทางในการแก้ไขแล้ว ก็ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามแนวทางที่วางไว้

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของวัตถุดิบนำเข้าพบว่าคุณภาพของวัตถุดิบนำเข้าหลังนำการควบคุมทางสถิติมาประยุกต์ใช้ระดับคุณภาพสูงกว่าคุณภาพของวัตถุดิบนำเข้า ก่อนมีการนำการควบคุมทางสถิติมาประยุกต์ใช้ ซึ่งสามารถดูได้จากอัตราล็อตเสียบร้อยละและอัตราผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานต่อหนึ่งล้านส่วนที่ลดลง

จากการศึกษายังพบว่า ความร่วมมือจากพนักงานทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องและการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องจากผู้บริหาร เช่น การจัดฝึกอบรมความรู้พื้นฐานทางสถิติแก่พนักงานมีความสำคัญต่อความสำเร็จของการบริหารคุณภาพวัตถุดิบนำเข้า โดยวิธีการควบคุมทางสถิติอุปสรรคการดำเนินงานที่พบ เกิดจากการขาดความรู้พื้นฐานทางสถิติของพนักงานส่วนใหญ่ การกลัวการถูกเพิ่มภาระงาน อันเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายในองค์กร และปัญหาที่เกิดขึ้นจากภายนอก คือ วัฒนธรรมองค์กรที่แตกต่างของบริษัทผู้ส่งมอบวัตถุดิบที่โดยพื้นฐานไม่ใช่บริษัทในอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิคส์ และการสื่อสารกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบที่อยู่ในต่างประเทศ

ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และคณะ (2548) ทำการศึกษาเกี่ยวกับศึกษาประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรที่อยู่ในเขตชลประทานโดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียงพันธุ์เดียว กลุ่มที่ปลูกข้าวพันธุ์อื่นและกลุ่มที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับข้าวพันธุ์อื่น เพื่อทราบถึงผลการดำเนินงานของเกษตรกรในแต่ละกลุ่มว่าอยู่ห่างจากผู้ผลิตที่ดีที่สุดเพียงไร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Data Envelopment Analysis (DEA) และใช้แบบจำลอง DEA ในรูปแบบ VRS (Variable Returns to Scale)

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรกลุ่มที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ร่วมกับข้าวพันธุ์อื่นเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพทางเทคนิคสูงสุดในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียงพันธุ์เดียว มีค่าดังกล่าวต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรรายบุคคลแล้วพบว่า กลุ่มที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียงพันธุ์เดียวเป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพในระดับต่ำและต่ำมากและมากกว่ากลุ่มอื่น จึงอาจกล่าวได้ว่าเกษตรกรที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียงพันธุ์เดียวควรปรับการใช้ปัจจัยการผลิตหรือเพิ่มผลผลิตมากกว่าเกษตรกรกลุ่มอื่น เนื่องจากมีสัดส่วนของผู้ที่ใช้ปัจจัยการผลิตมากเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยที่ผลิตที่ดีที่สุดมากที่สุดของกลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามหลังจากที่มีการปรับการใช้ปัจจัยการผลิตจนเกษตรกรทุกรายอยู่บนพรมแดนแล้วเกษตรกรกลุ่มยังพบว่ามีผู้ที่อยู่บนพรมแดนการผลิตแต่มีปัญหาส่วนเกินของการใช้ปัจจัยการผลิตหรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มที่ไม่ได้ประสิทธิภาพทางเทคนิคอย่างแท้จริง นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรกว่าร้อยละ63 เป็นผู้ผลิตขนาดเล็กมากและควรเพิ่มขนาดการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการจัดการนั้นพบว่า สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105ร่วมกับข้าวพันธุ์ปัจจัยที่อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิคได้แก่ ประสบการณ์ในการปลูกข้าวนาปีของหัวหน้าครัวเรือนและการมีปัญหาเรื่องการเงิน ในขณะที่อายุของหัวหน้าครัวเรือนเป็นปัจจัยที่อธิบายความไม่มีประสิทธิภาพทางเทคนิค ส่วนเกษตรกรผู้ปลูกข้าวพันธุ์อื่นนั้น ระดับการศึกษาสูงสุดของหัวหน้าครัวเรือนและการมีปัญหาการผลิต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความไม่มีประสิทธิภาพของเกษตรกรในกลุ่มนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved