บทที่ 2

แนวความคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

เนื้อหาในบทนี้จะขอกล่าวถึงแนวความคิดและทฤษฎีที่สำคัญเกี่ยวกับการวางแผนการผลิต ที่ใช้เป็นแนวทางต่อการศึกษาครั้งนี้

2.1 แนวความคิด

จากระบบการผลิตของ บกค. บางชื่อที่ได้กล่าวในบทที่ 1 นั้น จะพบว่า ขบวนการผลิตดังกล่าวจะมีความผันแปร (Variation) ในกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก อันเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านคนงาน (Man) และวิธีการผลิต (Method) ที่ใช้ช่างฝีมือ (Skill Labor) เป็นหลักในการผลิต จึงมีผลทำให้อัตราของผลผลิต (Production Rate) อยู่ในสภาวะที่ไม่แน่นอน และก็น่าที่จะมีแนวโน้มที่จะผลิตได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ตามอัตราการเรียนรู้ของคนงานจนถึงจุด ๆ หนึ่งซึ่งเป็นจุดภายใต้สภาวะคงที่ (Steady State) ของการเรียนรู้ ดังนั้นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวางแผนการผลิตที่จะนำมาใช้จึงน่าจะเป็นการวางแผนในกรณีที่อัตราผลผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไป

2.2 ทฤษฎีที่สำคัญ

โดยปกติในระบบการผลิต (Production System) มักจะมีความสลับซับซ้อนและจำเป็นจะต้องมีการวางแผน (Planning) และการควบคุม (Controlling) เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งโดยปกติ การวางแผนมักจะเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นก่อนจะมีการผลิตจริงในระบบส่วนการควบคุมจะเป็นกิจกรรมที่กระทำในระหว่างการดำเนินการผลิต ในอันที่จะให้การผลิตเป็นไปตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้

ในการวางแผนการผลิตนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงระบบของการผลิตเพื่อหาวิธีการวางแผนที่เหมาะสมแล้ว ก็ควรจะคำนึงถึงระยะเวลาที่แผนการจะครอบคลุมถึง (Plan Horizon) ด้วย ซึ่งถ้าหากพิจารณาจากระยะเวลาดังกล่าวนี้แล้ว อาจจำแนกการวางแผนออกเป็น 3 ประการใหญ่ ๆ คือ

ก) การวางแผนระยะยาว (Long Range Planning) เป็นการวางแผนที่โดยปกติแล้วมักจะให้มีระยะเวลาที่แผนการครอบคลุมถึง ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นการวางแผนด้านความสามารถในการผลิตของโรงงานในอนาคต

ข) การวางแผนระยะกลาง (Medium Range Planning) เป็นการวางแผนที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตหรือขนาดของโรงงานและจำนวนเครื่องจักร โดยช่วงระยะที่แผนการครอบคลุมถึงของการวางแผนแบบนี้จะอยู่ระหว่าง 1 เดือนถึง 1 ปี โดยแผนการที่ได้จากการวางแผนแบบนี้จะเรียกว่า "แผนการหลัก (Master Plan)" ซึ่งอาจเรียกการวางแผนแบบนี้ว่า "การวางแผนแบบรวม (Aggregate Planning)"

ค) การวางแผนระยะสั้น (Short Range Planning) เป็นการวางแผนที่มีระยะเวลาที่แผนการครอบคลุมถึงค่อนข้างสั้นเพียงไม่กี่วัน ถึง 1 เดือน เช่น การวางแผนเดียวกับการมอบหมายงาน (Assignment) หรือการกำหนดการทำงาน (Scheduling) เป็นต้น

เนื่องจากขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้ มุ่งที่การวางแผนระยะกลาง ดังนั้นจึงขอสรุปถึงส่วนของการวางแผนนี้ไว้พอสังเขปคือ

"การวางแผนแบบรวม (Aggregate Planning)" หรือ "การวางแผนและการกำหนดการผลิตแบบรวม (Aggregate Production Planning and Scheduling)" นี้เป็นเทคนิคอันหนึ่งที่จะพิจารณาถึงอัตราการผลิต (Production rate) และขนาดของแรงงาน (Workforce Sizes) ของคาบเวลาในอนาคตในอันที่จะทำให้ผลิตผลเพียงพอกับปริมาณความต้องการของลูกค้า โดยที่ทำให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดำเนินการผลิตต่ำที่สุด แต่โดยปกติ ปริมาณความต้องการดังกล่าวมักจะมีการแปรเปลี่ยนไปอันเนื่องมาจากอิทธิพลทางด้านแนวโน้ม (Trend Effect), อิทธิพลแบบวัฏจักร (Cyclic Effect) และอิทธิพลแบบสุ่ม (Random or Irregular Effect) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดอัตราการผลิตและขนาดแรงงานให้เหมาะสม ซึ่งในการนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการพยากรณ์หาปริมาณความต้องการ (Demand forecast) ของแต่ละคาบเวลาในอนาคตเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนโดยในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึงทฤษฎีทางด้านการพยากรณ์นี้ ซึ่งอาจดูได้จากเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับด้านการพยากรณ์ เช่น พอพันธ์ [1, บทที่ 10], Claycombe and Sillivan [2] และ Makridakis and Wheelright [3] เป็นต้น โดยเมื่อเราทราบถึงปริมาณความต้องการของแต่ละคาบเวลา

อย่างคร่าว ๆ แล้ว ก็สามารถพิจารณากำหนดแผนการผลิตให้ผลผลิตเพียงพอกับปริมาณความต้องการได้ด้วยยุทธิวิธี (Strategy) ต่าง ๆ เช่น (ก) การเปลี่ยนแปลงขนาดแรงงานที่ใช้ในการผลิต ด้วยการรับคนงานเพิ่มหรือปลดคนงานออก, (ข) นโยบายในการใช้ประโยชน์จากแรงงานที่มีอยู่ ด้วยการยอมให้เกิดการว่างงานหรือกำหนดให้ทำงานล่วงเวลา, (ค) ยอมให้มีการแปรเปลี่ยนทางด้านระดับคงคลัง หรือ (ง) ให้นโยบายหรือยุทธวิธีต่าง ๆ เหล่านี้ร่วมกัน ซึ่งจากการวิจัยของนักวิชาการต่าง ๆ จนปัจจุบันนี้ทำให้มีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธีในการวางแผนการผลิตแบบรวมนี้ ซึ่งแต่ละวิธีก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่ภายในตัวเอง จึงจำเป็นที่ผู้วางแผนการจะต้องเลือกวิธีการวางแผนให้เหมาะสมกับระบบงานของตัวเอง วิธีการที่เป็นที่รู้จักกันดี ได้แก่

i) วิธีการแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) หรือวิธีการทางกราฟ(Graphic Method)

ii) วิธีการโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) เช่น

- วิธี Linear Programming (Simplex Method)
- วิธี Bowman's Distribution Model (Transportation Method)
- วิธี Linear Decision Rule (LDR)

และวิธี Multi Decision Rule (MDR) เป็นต้น

iii)วิธีการแบบสามัญสำนึก (Heuristic Method) เช่น Management Coefficient Model และ Parametric Production Planning Model เป็นต้น

และ iv) วิธีการเสาะหาคำตอบโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computer Search Decision Rule)

ซึ่งรายละเอียดของวิธีการต่าง ๆ เหล่านี้สามารถศึกษาได้จากเอกสารอ้างอิงทั่ว ๆ ไป เช่น Buffa [4 ; บทที่ 9] และ Vollmann [5 ; บทที่ 19-20] เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดี วิธีการต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่อยู่ภายใต้สมมุติฐานเหมือนกันที่กำหนดให้อัตราผลผลิตมีค่าคงที่ตลอดเวลา เช่น การกำหนดให้ผลผลิตต่อคน ของพนักงานมีค่าคงที่ตลอดเวลาที่วางแผน ซึ่งในแง่ของความเป็นจริงนั้น อัตราของผลผลิตของโรงงานจำนวนมากมักจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไปเพียงแต่ว่าการเปลี่ยนแปลงอัตราดังกล่าวนี้จะมีขนาดมากหรือน้อยอย่างมีนัยสำคัญเท่านั้น สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลผลิตนี้ อาจจะเนื่องมาจาก

(ก) การเปลี่ยนทำเลของสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต (Facilities relocation)

(ข) การวางผังเกี่ยวกับสิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต (Facilities Layout)

(ค) การปรับปรุงทางด้านวิศวกรรมของผลิตภัณฑ์ (Product Engineering Modification)

(ง) การเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิต (Changes in work methods)

(จ) การออกแบบอุปกรณ์ในการผลิตใหม่ (Equipment redesign)

และ (ฉ) การเปลี่ยนแปลงทางด้านความชำนาญงานของคนงาน (Changes in employee เป็นต้น

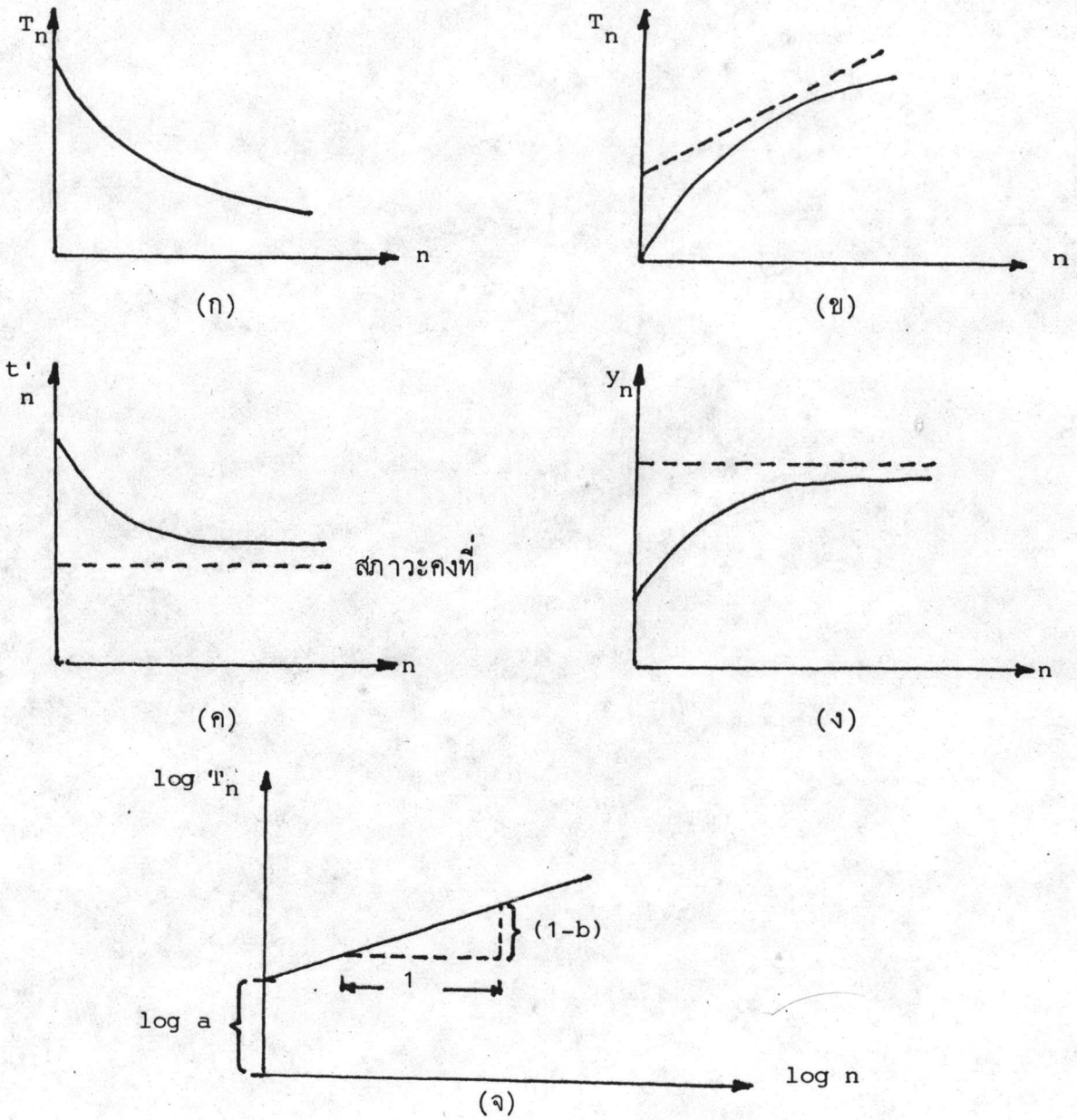
โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ อาจแสดงได้ด้วยเส้นโค้งของการเรียนรู้ (Learning Curves) ดังนั้น ก่อนจะกล่าวถึงการวางแผนเมื่ออัตราผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป จึงขอกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นโค้งของการเรียนรู้ก่อน

2.2.1 เส้นโค้งของการเรียนรู้ (Learning Curve)

ในการผลิตของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องอาศัยพนักงานแต่เพียงลำพังนั้น ความชำนาญหรือประสพการณ์ของพนักงานย่อมเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการผลิต ผู้ทำการวางแผนการผลิตหรือควบคุมการผลิตจะต้องคำนึงถึง ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวนี้สามารถแสดงด้วยเส้นกราฟที่เรียกว่า "เส้นโค้งของการเรียนรู้ (Learning Curve)" หรืออาจเรียกชื่ออื่นที่มีความหมายเดียวกันคือ "เส้นโค้งแสดงการปรับปรุงการผลิต (Improvement Curve)" ; "ฟังก์ชั่นที่แสดงความก้าวหน้าของการผลิต (Manufacturing progress function)" หรือ "เส้นโค้งแสดงประสพการณ์ (Experience Curve)"

ในปี พ.ศ. 2479 T.P. Wright เป็นคนแรกที่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้งานของพนักงานผลิตเครื่องบินในโรงงานแห่งหนึ่ง เขาพบว่าสำหรับงานที่ทำซ้ำ ๆ กันเพียงผลผลิตสะสมเพิ่มขึ้นถึง 2n ชิ้น เวลาเฉลี่ยต่องานแต่ละชิ้นที่ผลิตได้จะน้อยกว่าเวลาเฉลี่ยเมื่อครั้งผลิตได้แต่ n ชิ้น ประมาณ 20% สถานการณ์แบบนี้เรียกว่าพนักงานมีอัตราการเรียนรู้ 20% สำหรับงานชนิดอื่น ๆ ได้มีการศึกษาพบว่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) จะมีค่าสูงสำหรับงานที่พนักงานไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากนัก เช่น เป็นงานง่าย ๆ ในการประกอบชิ้นส่วน

ลักษณะแบบจำลองของเส้นโค้งของการเรียนรู้ (Learning Curve Model) นั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ข้างล่างนี้



รูปที่ 2.1

แสดงลักษณะแบบจำลองของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้

ซึ่งถ้าหากกำหนดให้

n = จำนวนชิ้นงานที่ผลิต

T_n = เวลาสะสมทั้งหมดในการผลิต n ชิ้น

t_n = เวลาเฉลี่ยต่องานแต่ละชิ้น โดยคำนวณจากเวลาและชิ้นงานที่ผลิตแล้วทั้งหมด

t_n' = เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นที่ n

y_n = อัตราการผลิตต่อวัน

a = เวลาที่ใช้ในการผลิตงานชิ้นแรก

r = อัตราการเรียนรู้งาน (Learning Rate)

และ b = ค่าสัมบูรณ์ (absolute value) ของความชันของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้

จะได้ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบจำลองของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ ที่แสดงในรูปที่ 2.1 ดังนี้คือ

(ก) รูป (ก) เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง t_n และ n

โดย $t_n = an^{-b}$ ----------(2-1)

เมื่อเพิ่มผลผลิตเป็น $2n$ จะได้

$$t_{2n} = a(2n)^{-b}$$

แต่โดยที่ $t_{2n} = (1-r)\ t_n$

จะสามารถหาค่า b ได้คือ

$$b = \frac{\log (1-r)}{\log 2} \quad \text{----------(2-2)}$$

(ข) รูป (ข) เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง T_n และ n

โดย $T_n = nt_n = an^{1-b}$ ----------(2-3)

(ค) รูป (ค) เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง t_n' และ n

โดย $t_n' = T_n - T_{n-1}$

$= a[n^{1-b} - (n-1)^{1-b}]$ ----------(2-4)

(ง) รูปที่ (ง) เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง y_n และ n

ถ้าสมมุติว่าชั่วโมงทำงานในแต่ละวันเป็น 1 ชั่วโมง

ดังนั้น $$y_n = \frac{1}{t_n'} \qquad \text{----------(2-5)}$$

เมื่อแทนค่าสมการที่ (2-4) ลงใน (2-5) จะได้

$$y_n = \frac{1}{a\,[n^{1-b} - (n-1)^{1-b}]} \qquad \text{----------(2-6)}$$

(จ) รูปที่ (จ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\log T_n$ กับ $\log n$ หรือ $\ln T_n$ กับ $\ln n$ ซึ่งได้จากการใส่ log หรือ ln ลงในสมการ (2-5) โดยจะได้ว่า

$$\log T_n = \log a + (1-b) \log n \qquad \text{--------(2-7)}$$

หรือ $$\ln T_n = \ln a + (1-b) \ln n \qquad \text{---------(2-8)}$$

โดยรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้สมการต่าง ๆ เหล่านี้ในการสร้างตัวแบบของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ สามารถดูจาก Riggs[37; หน้า 459-463] และ Vollmann [5 ; หน้า364-372]

2.2 2 การวางแผนการผลิตแบบรวมโดยใช้เส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ (Aggregate Production Planning with Learning Curve)

การนำเอาแบบจำลองเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้มาช่วยในการวางแผนการผลิตแบบรวม ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตนี้ ได้เริ่มมาจากการเสนอแนวความคิดของ Greene [7; หน้า 183] 2517 และได้รับการวิจัยอย่างจริงจังถึงวิธีการวางแผนดังกล่าว โดย Ebert [8] ในปี พ.ศ. 2519 ซึ่ง Ebert ได้พัฒนาวิธีการ LDR ของ Holt และคณะ ซึ่งมีรูปแบบคือ

$$\min. \; Z_T = \sum_{t=1}^{n} [c_1 w_t + c_2 (w_t - w_{t-1})^2 + c_3 (P_t - c_4 w_t)^2 + c_5 P_t - c_6 w_t + c_7 (I_t - c_8)^2]$$

$$\text{S.T.} \quad I_t = I_{t-1} + P_t - S_t \; ; \quad t = 1,2,\ldots,n \qquad \text{-----(2-9)}$$

โดยที่ t = คาบเวลาในการวางแผน

w_t = ขนาดแรงงานในคาบเวลาที่ t (แรงงานทางตรง)

P_t = อัตราการผลิตในคาบเวลาที่ t

I_t = ระดับคงคลังตอนปลายคาบเวลาที่ t

S_t = ยอดขายในระหว่างคาบเวลาที่ t (ค่าพยากรณ์)

c_1 = ค่าจ้างแรงงานปกติ/คน

c_2 = ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงระดับคนงาน/คน

c_3, c_5, c_6 = พารามิเตอร์เกี่ยวกับการทำงานล่วงเวลา

c_7, c_8 = พารามิเตอร์เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายด้านระดับคงคลัง

และ c_4 = แฟคเตอร์ด้านอัตตราการผลิต ซึ่งเป็นค่าคงที่

ซึ่งจากสมการ (2-9) นี้ Ebert เสนอว่า ในเมื่อ c_4 แสดงอัตราการผลิตของโรงงาน (มักจะกำหนดหน่วยเป็น หน่วยที่ผลิตได้/คน-เดือน) และเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้นั้นมักจะกำหนดเป็นจำนวนคน-เดือน/หน่วยที่ผลิตได้ จึงจะพบความสัมพันธ์ของ c_4 และเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้นี้ว่า จะเป็นส่วนกลับ (inverse) ของกันและกัน และจากเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้นี้เอง จะพบว่าอัตราของผลผลิตของพนักงานจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามเวลาที่พนักงานได้เรียนรู้จนกระทั่งถึงจุดคงที่ระดับหนึ่งซึ่งเรียกว่าอยู่ในสภาวะคงที่ (Steady State) ดังนั้นจึงแสดงว่าอัตราผลผลิตโดยเฉลี่ยจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากคาบเวลาหนึ่งสู่คาบเวลาหนึ่ง โดยที่จะสามารถกำหนดค่าคาดหมายของอัตราผลผลิตในแต่ละคาบเวลาได้จากแบบจำลองของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ได้ ซึ่งจากสมการที่ (2-1) ข้างต้นคือ $t_n = an^{-b}$

เมื่อ t_n คือ จำนวนคน-เดือน ในการผลิตงาน n ชิ้น

และ a คือ จำนวนคน-เดือน ในการผลิตงานชิ้นแรก

ถ้าหากสมมุติว่าในคาบเวลาข้างหน้านี้มีการผลิตงานสะสมจาก A ชิ้น ถึง B ชิ้น จะได้อัตราการผลิตโดยเฉลี่ยในการผลิตงานดังกล่าวนี้คือ

$$f(n) = \int_A^B an^{-b} dn$$

$$= \frac{a\,[B^{1-b} - A^{1-b}]}{1-b} \qquad \text{----------(2-10)}$$

ดังนั้น จำนวนคน-เดือน/ชิ้นงาน โดยเฉลี่ยคือ

$$t'_{A,B} = \frac{a\ [B^{1-b} - A^{1-b}]}{(1-b)\ (B-A)} \qquad \text{----------(2-11)}$$

ดังนั้นจะได้ $c_4 = \frac{1.0}{t'_{A,B}}$ ----------(2-12)

ซึ่งเมื่อแทนค่า c_4 ลงในสมการ (2-9) ก็จะได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวางแผนการผลิตแบบรวมเมื่ออัตราการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เส้นโค้งแห่งการเรียนรู้

ดังนั้น ถ้าผู้วางแผนการผลิตสามารถสร้างแบบจำลองของเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ของระบบการผลิตได้ ก็จะสามารถทำการวางแผนการผลิตเพื่อหาแผนการผลิตหลักของระบบการผลิตนั้นได้