ภาคผนวก ก

อธิบายสมการ 2.52

อธิบายสมการ 2.52

จุดประสงค์ของภาคผนวกนี้ คือ แสดงที่มาของสมการ 2.52 ในส่วนของเนื้อหา โดยแสดงที่มาเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดให้ $q \equiv U'AU$ เนื่องจาก $\Sigma U_i = 0$ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า $q = u'Ku$ โดยที่ $u = (U_1, \ldots, U_{n-1})$ และ K คือ เมตริกซ์สมมาตรขนาด $(n-1)$ x $(n-1)$ สมาชิกของ $K(k_{ij})$ มีความสัมพันธ์กับสมาชิกของ $A(a_{ij})$ แสดงได้ดังนี้

$k_{ij} = a_{ii} + a_{nn} - 2a_{in}$

$k_{ij} = a_{ij} + a_{nn} - 2(a_{in} + a_{jn}),\ i \neq j,\ i = 1, \ldots, n-1$

ขั้นที่ 2 ทำการอนุพันธ์บางส่วน q มุ่งต่อ Inw_i จะได้

$$\frac{\partial q}{\partial \ln w_i} = \sum_j \frac{\partial q}{\partial U_j} \frac{\partial U_j}{\partial \ln w_i} = U_i \qquad \text{.....(ก.1)}$$

เนื่องจาก

$$\frac{\partial q}{\partial U_i} = 2\sum_{l=1}^{n-1} k_{lj} U_l$$

และ

$$U_j = S_j - (\alpha_i + \sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \ln w_i + \lambda_i \ln Y)$$

จากสมการ ก.1 จะได้ว่า

$$\frac{\partial q}{\partial \ln w_i} = 2\sum_j \left[\sum_l k_{lj} U_l (-\beta_{ij}) \right] = U_i \qquad \text{.....(ก.2)}$$

โดยที่สมการ ก.2 จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ

$$\sum_j \beta_{ij} k_{ij} = -\frac{1}{2} \quad \text{เมื่อ } l = i$$

และ

$$\sum_j \beta_{ij} k_{lj} = 0 \quad \text{เมื่อ } l \neq i$$

ภาคผนวก ข
สมการต้นทุนและสมการส่วนแบ่งต้นทุน

สมการต้นทุนและสมการส่วนแบ่งต้นทุน

จากสมการขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม $C_f^a = C(\boldsymbol{Y}_f, \boldsymbol{w}_f; \boldsymbol{\beta}).exp\{v_f\}.exp\{u_f\}$ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนที่ใช้จริงกับต้นทุนที่เหมาะสม และค่าความคลาดเคลื่อนสามารถแสดงให้อยู่ในรูปแบบเชิงเส้นตรงหรือในรูปของค่าล็อก ดังนี้

$$lnC_f = lnC^* + \varepsilon_f$$

โดยที่

$$lnC^* = a_0 + \boldsymbol{b}\, ln\, \boldsymbol{w} + \tfrac{1}{2} ln\, \boldsymbol{w}' \boldsymbol{B}\, ln\, \boldsymbol{w}$$

$$+ \boldsymbol{c}\, ln\, \boldsymbol{y} + \tfrac{1}{2} ln\, \boldsymbol{y}' \boldsymbol{D}\, ln\, \boldsymbol{y}$$

$$+ ln\, \boldsymbol{w}' \boldsymbol{E}\, ln\, \boldsymbol{y}$$

ซึ่ง $\boldsymbol{b}, \boldsymbol{c}$ ค่าเวกเตอร์ของพารามิเตอร์ และ $\boldsymbol{B}, \boldsymbol{D}, \boldsymbol{E}$ คือ เมตริกซ์ของพารามิเตอร์ แสดงได้ดังนี้

$$\boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{c} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & b_{55} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{E} = \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} \\ e_{21} & e_{22} \\ e_{31} & e_{32} \\ e_{41} & e_{42} \\ e_{51} & e_{52} \end{bmatrix}$$

แทนค่าเวกเตอร์และเมตริกซ์ต่าง ๆ ด้วยค่าพารามิเตอร์ข้างต้นในสมการขอบเขตต้นทุนเชิงเฟ้นสุ่ม จะได้ $lnC_f =$

$$a_0 + \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln w_1 \\ \ln w_2 \\ \ln w_3 \\ \ln w_4 \\ \ln w_5 \end{bmatrix} + \tfrac{1}{2} \begin{bmatrix} \ln w_1 & \ln w_2 & \ln w_3 & \ln w_4 & \ln w_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & b_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln w_1 \\ \ln w_2 \\ \ln w_3 \\ \ln w_4 \\ \ln w_5 \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln Y_1 \\ \ln Y_2 \end{bmatrix} + \tfrac{1}{2} \begin{bmatrix} \ln Y_1 & \ln Y_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln Y_1 \\ \ln Y_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \ln w_1 & \ln w_2 & \ln w_3 & \ln w_4 & \ln w_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} \\ e_{21} & e_{22} \\ e_{31} & e_{32} \\ e_{41} & e_{42} \\ e_{51} & e_{52} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln Y_1 \\ \ln Y_2 \end{bmatrix} + \varepsilon_f$$

$$\ln C_f = a_0 + b_1 \ln w_1 + b_2 \ln w_2 + b_3 \ln w_3 + b_4 \ln w_4 + b_5 \ln w_5$$

$$+ \tfrac{1}{2} b_{11} \ln w_1^2 + \tfrac{1}{2} b_{22} \ln w_2^2 + \tfrac{1}{2} b_{33} \ln w_3^2 + \tfrac{1}{2} b_{44} \ln w_4^2 + \tfrac{1}{2} b_{55} \ln w_5^2 + b_{12} \ln w_1 \ln w_2 + b_{13} \ln w_1 \ln w_3 + b_{14} \ln w_1 \ln w_4$$

$$+ b_{15} \ln w_1 \ln w_5 + b_{23} \ln w_2 \ln w_3 + b_{24} \ln w_2 \ln w_4 + b_{25} \ln w_2 \ln w_5 + b_{34} \ln w_3 \ln w_4 + b_{35} \ln w_3 \ln w_5 + b_{45} \ln w_4 \ln w_5$$

$$+ c_1 \ln Y_1 + c_2 \ln Y_2 + \tfrac{1}{2} d_{11} \ln Y_1^2 + \tfrac{1}{2} d_{22} \ln Y_2^2 + d_{12} \ln Y_1 \ln Y_2$$

$$+ e_{11} \ln w_1 \ln Y_1 + e_{12} \ln w_1 \ln Y_2 + e_{21} \ln w_2 \ln Y_1 + e_{22} \ln w_2 \ln Y_2$$

$$+ e_{31} \ln w_3 \ln Y_1 + e_{32} \ln w_3 \ln Y_2 + e_{41} \ln w_4 \ln Y_1 + e_{42} \ln w_4 \ln Y_2$$

$$+ e_{51} \ln w_5 \ln Y_1 + e_{52} \ln w_5 \ln Y_2 + \varepsilon_f$$

โดยที่

C_f หมายถึง ต้นทุนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยางรายที่ f (บาท/ปี)

w_1 หมายถึง ค่าน้ำยาง (บาท/น้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม)

w_2 หมายถึง ค่าจ้างแรงงาน (บาท/น้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม)

w_3 หมายถึง ค่าเชื้อเพลิง ได้แก่ ไม้ฟืน (บาท/น้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม)

w_4 หมายถึง ค่าสารเคมี (บาท/น้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม)

w_5 หมายถึง ค่าไฟฟ้า (บาท/น้ำหนักยางแห้ง 1 กิโลกรัม)

Y_1 หมายถึง ปริมาณการผลิตยางแผ่นรมควัน (กิโลกรัม/ปี)

Y_2 หมายถึง ปริมาณการผลิตยางแผ่นผึ่งแห้ง (กิโลกรัม/ปี)

จากกฎของ Shephard's lemma จะได้ว่า

$$\frac{\partial lnC}{\partial ln w_i} = \frac{w_i}{C} \cdot \frac{\partial C}{\partial w_i} = \frac{w_i X_i}{C} = S_i \text{ ; เนื่องจาก } \frac{\partial C}{\partial w_i} = X_i$$

สรุปได้ว่า $S_i = \dfrac{\partial lnC}{\partial ln w_i}$ และมีสมการส่วนแบ่งต้นทุนของปัจจัยแต่ละชนิดดังนี้

$$S_i = b_i + \sum_{j=1}^{n} b_{ij} \, ln w_i + \sum_{k=1}^{m} e_{ik} \, ln Y_k + U_i$$

โดยที่ $n = 5, m = 2$

$$S_{f1} = b_1 + b_{11} \ln w_1 + b_{12} \ln w_2 + b_{13} \ln w_3 + b_{14} \ln w_4 + b_{15} \ln w_5 + e_{11} \ln Y_1 + e_{12} \ln Y_2 + U_1$$

$$S_{f2} = b_2 + b_{21} \ln w_1 + b_{22} \ln w_2 + b_{23} \ln w_3 + b_{24} \ln w_4 + b_{25} \ln w_5 + e_{21} \ln Y_1 + e_{22} \ln Y_2 + U_2$$

$$S_{f3} = b_3 + b_{31} \ln w_1 + b_{32} \ln w_2 + b_{33} \ln w_3 + b_{34} \ln w_4 + b_{35} \ln w_5 + e_{31} \ln Y_1 + e_{32} \ln Y_2 + U_3$$

$$S_{f4} = b_4 + b_{41} \ln w_1 + b_{42} \ln w_2 + b_{43} \ln w_3 + b_{44} \ln w_4 + b_{45} \ln w_5 + e_{41} \ln Y_1 + e_{42} \ln Y_2 + U_4$$

$$S_{f5} = b_5 + b_{51} \ln w_1 + b_{52} \ln w_2 + b_{53} \ln w_3 + b_{54} \ln w_4 + b_{55} \ln w_5 + e_{51} \ln Y_1 + e_{52} \ln Y_2 + U_5$$

S_1 หมายถึง ส่วนแบ่งต้นทุนการผลิตของปัจจัยน้ำยาง

S_2 หมายถึง ส่วนแบ่งต้นทุนการผลิตของปัจจัยแรงงาน

S_3 หมายถึง ส่วนแบ่งต้นทุนการผลิตของปัจจัยเชื้อเพลิง

S_4 หมายถึง ส่วนแบ่งต้นทุนการผลิตของปัจจัยสารเคมี

S_5 หมายถึง ส่วนแบ่งต้นทุนการผลิตของปัจจัยค่าไฟฟ้า

คุณสมบัติของฟังก์ชันทรานสล็อก

$b_{ij} = b_{ji}$

$\sum_{i=1}^{5} b_i = 1$

$\sum_{i=1}^{5} b_{ij} = \sum_{j=1}^{5} b_{ji} = 0$

$\sum_{i=1}^{5} e_{ik} = 0$

$\sum_{i=1}^{5} U_i = 0$

จากคุณสมบัติข้างต้นจะได้ว่า

$\sum_{i=1}^{5} S_i = 1$

$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 = 1$ จะได้ $S_5 = 1 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$

$b_{ij} = b_{ji}$

$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 = 1$ จะได้ $b_5 = 1 - b_1 - b_2 - b_3 - b_4$

$b_{11} + b_{21} + b_{31} + b_{41} + b_{51} = 0$ จะได้ $b_{51} = -b_{11} - b_{21} - b_{31} - b_{41}$

$b_{12} + b_{22} + b_{32} + b_{42} + b_{52} = 0$ จะได้ $b_{52} = -b_{12} - b_{22} - b_{32} - b_{42}$

$b_{13} + b_{23} + b_{33} + b_{43} + b_{53} = 0$ จะได้ $b_{53} = -b_{13} - b_{23} - b_{33} - b_{43}$

$b_{14} + b_{24} + b_{34} + b_{44} + b_{54} = 0$ จะได้ $b_{54} = -b_{14} - b_{24} - b_{34} - b_{44}$

$b_{15} + b_{25} + b_{35} + b_{45} + b_{55} = 0$ จะได้ $b_{55} = -b_{15} - b_{25} - b_{35} - b_{45}$

$e_{11} + e_{21} + e_{31} + e_{41} + e_{51} = 0$ จะได้ $e_{51} = -e_{11} - e_{21} - e_{31} - e_{41}$

$e_{12} + e_{22} + e_{32} + e_{42} + e_{52} = 0$ จะได้ $e_{52} = -e_{12} - e_{22} - e_{32} - e_{42}$

$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 0$ จะได้ $U_5 = -U_1 - U_2 - U_3 - U_4$

แทนค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการต้นทุน จะได้

$$lnC_f = a_0 + b_1 \ln w_1 + b_2 \ln w_2 + b_3 \ln w_3 + b_4 \ln w_4 + (1 - b_1 - b_2 - b_3 - b_4) \ln w_5$$

$$+ \tfrac{1}{2} b_{11} \ln w_1^2 + \tfrac{1}{2} b_{22} \ln w_2^2 + \tfrac{1}{2} b_{33} \ln w_3^2 + \tfrac{1}{2} b_{44} \ln w_4^2 + \tfrac{1}{2}(-b_{15} - b_{25} - b_{35} - b_{45}) \ln w_5^2$$

$$+ b_{12} \ln w_1 \ln w_2 + b_{13} \ln w_1 \ln w_3 + b_{14} \ln w_1 \ln w_4 \qquad + (-b_{11} - b_{21} - b_{31} - b_{41}) \ln w_1 \ln w_5$$

$$+ b_{23} \ln w_2 \ln w_3 + b_{24} \ln w_2 \ln w_4 + (-b_{12} - b_{22} - b_{32} - b_{42}) \ln w_2 \ln w_5$$

$$+ b_{34} \ln w_3 \ln w_4 + (-b_{13} - b_{23} - b_{33} - b_{43}) \ln w_3 \ln w_5 + (-b_{14} - b_{24} - b_{34} - b_{44}) \ln w_4 \ln w_5$$

$$+ c_1 \ln Y_1 + c_2 \ln Y_2 + \tfrac{1}{2} d_{11} \ln Y_1^2 + \tfrac{1}{2} d_{22} \ln Y_2^2 + d_{12} \ln Y_1 \ln Y_2$$

$$+ e_{11} \ln w_1 \ln Y_1 + e_{12} \ln w_1 \ln Y_2 + e_{21} \ln w_2 \ln Y_1 + e_{22} \ln w_2 \ln Y_2$$

$$+ e_{31} \ln w_3 \ln Y_1 + e_{32} \ln w_3 \ln Y_2 + e_{41} \ln w_4 \ln Y_1 + e_{42} \ln w_4 \ln Y_2$$

$$+ (-e_{11} - e_{21} - e_{31} - e_{41}) \ln w_5 \ln Y_1 + (-e_{12} - e_{22} - e_{32} - e_{42}) \ln w_5 \ln Y_2 + \varepsilon_f$$

$$lnC_f = a_0 + b_1 \ln w_1 + b_2 \ln w_2 + b_3 \ln w_3 + b_4 \ln w_4 + \ln w_5 - b_1 \ln w_5 - b_2 \ln w_5 - b_3 \ln w_5 - b_4 \ln w_5$$

$$+ \tfrac{1}{2} b_{11} \ln w_1^2 + \tfrac{1}{2} b_{22} \ln w_2^2 + \tfrac{1}{2} b_{33} \ln w_3^2 + \tfrac{1}{2} b_{44} \ln w_4^2 + \tfrac{1}{2}(-b_{15} \ln w_5^2 - b_{25} \ln w_5^2 - b_{35} \ln w_5^2 - b_{45} \ln w_5^2)$$

$$+ b_{12} \ln w_1 \ln w_2 + b_{13} \ln w_1 \ln w_3 + b_{14} \ln w_1 \ln w_4 - b_{11} \ln w_1 \ln w_5 - b_{21} \ln w_1 \ln w_5 - b_{31} \ln w_1 \ln w_5 - b_{41} \ln w_1 \ln w_5$$

$$+ b_{23} \ln w_2 \ln w_3 + b_{24} \ln w_2 \ln w_4 - b_{12} \ln w_2 \ln w_5 - b_{22} \ln w_2 \ln w_5 - b_{32} \ln w_2 \ln w_5 - b_{42} \ln w_2 \ln w_5$$

$$+ b_{34} \ln w_3 \ln w_4 - b_{13} \ln w_3 \ln w_5 - b_{23} \ln w_3 \ln w_5 - b_{33} \ln w_3 \ln w_5 - b_{43} \ln w_3 \ln w_5 - b_{14} \ln w_4 \ln w_5 - b_{24} \ln w_4 \ln w_5 - b_{34} \ln w_4 \ln w_5 - b_{44} \ln w$$

$$+ c_1 \ln Y_1 + c_2 \ln Y_2 + \tfrac{1}{2} d_{11} \ln Y_1^2 + \tfrac{1}{2} d_{22} \ln Y_2^2 + d_{12} \ln Y_1 \ln Y_2$$

$$+ e_{11} \ln w_1 \ln Y_1 + e_{12} \ln w_1 \ln Y_2 + e_{21} \ln w_2 \ln Y_1 + e_{22} \ln w_2 \ln Y_2$$

$$+e_{31}\ln w_3 \ln Y_1 + e_{32}\ln w_3 \ln Y_2 + e_{41}\ln w_4 \ln Y_1 + e_{42}\ln w_4 \ln Y_2$$

$$-e_{11}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{21}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{31}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{41}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{12}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{22}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{32}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{42}\ln w_5 \ln Y_2 + \varepsilon_f$$

$$\ln C_f = a_0 + b_1 \ln w_1 + b_2 \ln w_2 + b_3 \ln w_3 + b_4 \ln w_4 + \ln w_5 - b_1 \ln w_5 - b_2 \ln w_5 - b_3 \ln w_5 - b_4 \ln w_5$$

$$+\tfrac{1}{2}b_{11}\ln w_1^2 + \tfrac{1}{2}b_{22}\ln w_2^2 + \tfrac{1}{2}b_{33}\ln w_3^2 + \tfrac{1}{2}b_{44}\ln w_4^2$$

$$+\tfrac{1}{2}(b_{11}\ln w_5^2 + b_{21}\ln w_5^2 + b_{31}\ln w_5^2 + b_{41}\ln w_5^2 + b_{12}\ln w_5^2 + b_{22}\ln w_5^2 + b_{32}\ln w_5^2 + b_{42}\ln w_5^2$$

$$+b_{13}\ln w_5^2 + b_{23}\ln w_5^2 + b_{33}\ln w_5^2 + b_{43}\ln w_5^2 + b_{14}\ln w_5^2 + b_{24}\ln w_5^2 + b_{34}\ln w_5^2 + b_{44}\ln w_5^2)$$

$$+b_{12}\ln w_1 \ln w_2 + b_{13}\ln w_1 \ln w_3 + b_{14}\ln w_1 \ln w_4 - b_{11}\ln w_1 \ln w_5 - b_{21}\ln w_1 \ln w_5 - b_{31}\ln w_1 \ln w_5 - b_{41}\ln w_1 \ln w_5$$

$$+b_{23}\ln w_2 \ln w_3 + b_{24}\ln w_2 \ln w_4 - b_{12}\ln w_2 \ln w_5 - b_{22}\ln w_2 \ln w_5 - b_{32}\ln w_2 \ln w_5 - b_{42}\ln w_2 \ln w_5$$

$$+b_{34}\ln w_3 \ln w_4 - b_{13}\ln w_3 \ln w_5 - b_{23}\ln w_3 \ln w_5 - b_{33}\ln w_3 \ln w_5 - b_{43}\ln w_3 \ln w_5 - b_{14}\ln w_4 \ln w_5 - b_{24}\ln w_4 \ln w_5 - b_{34}\ln w_4 \ln w_5 - b_{44}\ln w$$

$$+c_1 \ln Y_1 + c_2 \ln Y_2 + \tfrac{1}{2}d_{11}\ln Y_1^2 + \tfrac{1}{2}d_{22}\ln Y_2^2 + d_{12}\ln Y_1 \ln Y_2$$

$$+e_{11}\ln w_1 \ln Y_1 + e_{12}\ln w_1 \ln Y_2 + e_{21}\ln w_2 \ln Y_1 + e_{22}\ln w_2 \ln Y_2$$

$$+e_{31}\ln w_3 \ln Y_1 + e_{32}\ln w_3 \ln Y_2 + e_{41}\ln w_4 \ln Y_1 + e_{42}\ln w_4 \ln Y_2$$

$$-e_{11}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{21}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{31}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{41}\ln w_5 \ln Y_1 - e_{12}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{22}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{32}\ln w_5 \ln Y_2 - e_{42}\ln w_5 \ln Y_2 + \varepsilon_f$$

$$\ln C_f - \ln w_5 = a_0 + (b_1 \ln w_1 - b_1 \ln w_5) + (b_2 \ln w_2 - b_2 \ln w_5) + (b_3 \ln w_3 - b_3 \ln w_5) + (b_4 \ln w_4 - b_4 \ln w_5)$$

$$+(\tfrac{1}{2}b_{11}\ln w_1^2 - b_{11}\ln w_1 \ln w_5 + \tfrac{1}{2}b_{11}\ln w_5^2) + (\tfrac{1}{2}b_{22}\ln w_2^2 - b_{22}\ln w_2 \ln w_5 + \tfrac{1}{2}b_{22}\ln w_5^2)$$

$$+(\tfrac{1}{2}b_{33}\ln w_3^2 - b_{33}\ln w_3 \ln w_5 + \tfrac{1}{2}b_{33}\ln w_5^2) + (\tfrac{1}{2}b_{44}\ln w_4^2 - b_{44}\ln w_4 \ln w_5 + \tfrac{1}{2}b_{44}\ln w_5^2)$$

$$+(b_{12}\ln w_5^2 + b_{12}\ln w_1 \ln w_2 - b_{12}\ln w_2 \ln w_5 - b_{21}\ln w_1 \ln w_5) + (b_{13}\ln w_5^2 + b_{13}\ln w_1 \ln w_3 - b_{31}\ln w_1 \ln w_5 - b_{13}\ln w_3 \ln w_5)$$

$$+(b_{14}\ln w_5^2+b_{14}\ln w_1\ln w_4-b_{41}\ln w_1\ln w_5-b_{14}\ln w_4\ln w_5)+(b_{23}\ln w_5^2+b_{23}\ln w_2\ln w_3-b_{32}\ln w_2\ln w_5-b_{23}\ln w_3\ln w_5)$$

$$+(b_{24}\ln w_5^2+b_{24}\ln w_2\ln w_4-b_{42}\ln w_2\ln w_5-b_{24}\ln w_4\ln w_5)+(b_{34}\ln w_5^2+b_{34}\ln w_3\ln w_4-b_{43}\ln w_3\ln w_5-b_{34}\ln w_4\ln w_5)$$

$$+c_1\ln Y_1+c_2\ln Y_2+\tfrac{1}{2}d_{11}\ln Y_1^2+\tfrac{1}{2}d_{22}\ln Y_2^2+d_{12}\ln Y_1\ln Y_2$$

$$+(e_{11}\ln w_1\ln Y_1-e_{11}\ln w_5\ln Y_1)+(e_{12}\ln w_1\ln Y_2-e_{12}\ln w_5\ln Y_2)+(e_{21}\ln w_2\ln Y_1-e_{21}\ln w_5\ln Y_1)+(e_{22}\ln w_2\ln Y_2-e_{22}\ln w_5\ln Y_2)$$

$$+(e_{31}\ln w_3\ln Y_1-e_{31}\ln w_5\ln Y_1)+(e_{32}\ln w_3\ln Y_2-e_{32}\ln w_5\ln Y_2)$$

$$+(e_{41}\ln w_4\ln Y_1-e_{41}\ln w_5\ln Y_1)+(e_{42}\ln w_4\ln Y_2-e_{42}\ln w_5\ln Y_2+\varepsilon_f)$$

จะได้สมการต้นทุนทรานสล็อก ดังนี้

$$ln\left(\frac{C_f}{w_5}\right) = a_0 + b_1 ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) + b_2 ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) + b_3 ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_4 ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right)$$

$$+ \tfrac{1}{2} b_{11} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right)^2 + \tfrac{1}{2} b_{22} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right)^2 + \tfrac{1}{2} b_{33} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right)^2 + \tfrac{1}{2} b_{44} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right)^2$$

$$+ b_{12} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) + b_{13} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_{14} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right)$$

$$+ b_{23} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_{24} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) + b_{34} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right)$$

$$+ c_1 lnY_1 + c_2 lnY_2 + \tfrac{1}{2} d_{11} lnY_1^2 + \tfrac{1}{2} d_{22} lnY_2^2 + d_{12} lnY_1 lnY_2$$

$$+ e_{11} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) lnY_1 + e_{12} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) lnY_2 + e_{21} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) lnY_1 + e_{22} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) lnY_2$$

$$+ e_{31} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) lnY_1 + e_{32} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) lnY_2 + e_{41} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) lnY_1 + e_{42} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) lnY_2 + \varepsilon_f$$

แทนค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการส่วนแบ่งต้นทุน จะได้

$$S_{f1} = b_1 + b_{11} \ln w_1 + b_{12} \ln w_2 + b_{13} \ln w_3 + b_{14} \ln w_4 - b_{11} \ln w_5 - b_{21} \ln w_5 - b_{31} \ln w_5 - b_{41} \ln w_5 + e_{11} \ln Y_1 + e_{12} \ln Y_2 + U_1$$

$$S_{f2} = b_2 + b_{21} \ln w_1 + b_{22} \ln w_2 + b_{23} \ln w_3 + b_{24} \ln w_4 - b_{12} \ln w_5 - b_{22} \ln w_5 - b_{32} \ln w_5 - b_{42} \ln w_5 + e_{21} \ln Y_1 + e_{22} \ln Y_2 + U_2$$

$$S_{f3} = b_3 + b_{31} \ln w_1 + b_{32} \ln w_2 + b_{33} \ln w_3 + b_{34} \ln w_4 - b_{13} \ln w_5 - b_{23} \ln w_5 - b_{33} \ln w_5 - b_{43} \ln w_5 + e_{31} \ln Y_1 + e_{32} \ln Y_2 + U_3$$

$$S_{f4} = b_4 + b_{41} \ln w_1 + b_{42} \ln w_2 + b_{43} \ln w_3 + b_{44} \ln w_4 - b_{14} \ln w_5 - b_{24} \ln w_5 - b_{34} \ln w_5 - b_{44} \ln w_5 + e_{41} \ln Y_1 + e_{42} \ln Y_2 + U_4$$

$$S_{f5} = (1 - b_1 - b_2 - b_3 - b_4) + (-b_{11} \ln w_1 - b_{21} \ln w_1 - b_{31} \ln w_1 - b_{41} \ln w_1) + (-b_{12} \ln w_2 - b_{22} \ln w_2 - b_{32} \ln w_2 - b_{42} \ln w_2)$$

$$+ (-b_{13} \ln w_3 - b_{23} \ln w_3 - b_{33} \ln w_3 - b_{43} \ln w_3) + (-b_{14} \ln w_4 - b_{24} \ln w_4 - b_{34} \ln w_4 - b_{44} \ln w_4)$$

$$+ (-b_{15} \ln w_5 - b_{25} \ln w_5 - b_{35} \ln w_5 - b_{45} \ln w_5)$$

$$+ (-e_{11} \ln Y_1 - e_{21} \ln Y_1 - e_{31} \ln Y_1 - e_{41} \ln Y_1) + (-e_{12} \ln Y_2 - e_{22} \ln Y_2 - e_{32} \ln Y_2 - e_{42} \ln Y_2) + (-U_1 - U_2 - U_3 - U_4)$$

$$S_{f1} = b_1 + (b_{11} \ln w_1 - b_{11} \ln w_5) + (b_{12} \ln w_2 - b_{21} \ln w_5) + (b_{13} \ln w_3 - b_{31} \ln w_5) + (b_{14} \ln w_4 - b_{41} \ln w_5) + e_{11} \ln Y_1 + e_{12} \ln Y_2 + U_1$$

$$S_{f2} = b_2 + (b_{21} \ln w_1 - b_{12} \ln w_5) + (b_{22} \ln w_2 - b_{22} \ln w_5) + (b_{23} \ln w_3 - b_{32} \ln w_5) + (b_{24} \ln w_4 - b_{42} \ln w_5) + e_{21} \ln Y_1 + e_{22} \ln Y_2 + U_2$$

$$S_{f3} = b_3 + (b_{31} \ln w_1 - b_{13} \ln w_5) + (b_{32} \ln w_2 - b_{23} \ln w_5) + (b_{33} \ln w_3 - b_{33} \ln w_5) + (b_{34} \ln w_4 - b_{43} \ln w_5) + e_{31} \ln Y_1 + e_{32} \ln Y_2 + U_3$$

$$S_{f4} = b_4 + (b_{41} \ln w_1 - b_{14} \ln w_5) + (b_{42} \ln w_2 - b_{24} \ln w_5) + (b_{43} \ln w_3 - b_{34} \ln w_5) + (b_{44} \ln w_4 - b_{44} \ln w_5) + e_{41} \ln Y_1 + e_{42} \ln Y_2 + U_4$$

$$S_{f5} = 1 - b_1 - b_{11} \ln w_1 - b_{12} \ln w_2 - b_{13} \ln w_3 - b_{14} \ln w_4 - b_{15} \ln w_5 - e_{11} \ln Y_1 - e_{12} \ln Y_2 - U_1$$

$$- b_2 - b_{21} \ln w_1 - b_{22} \ln w_2 - b_{23} \ln w_3 - b_{24} \ln w_4 - b_{25} \ln w_5 - e_{21} \ln Y_1 - e_{22} \ln Y_2 - U_2$$

$$- b_3 - b_{31} \ln w_1 - b_{32} \ln w_2 - b_{33} \ln w_3 - b_{34} \ln w_4 - b_{35} \ln w_5 - e_{31} \ln Y_1 - e_{32} \ln Y_2 - U_3$$

$$- b_4 - b_{41} \ln w_1 - b_{42} \ln w_2 - b_{43} \ln w_3 - b_{44} \ln w_4 - b_{45} \ln w_5 - e_{41} \ln Y_1 - e_{42} \ln Y_2 - U_4$$

$$S_{f1} = b_1 + b_{11} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) + b_{12} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) + b_{13} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_{14} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) + e_{11} lnY_1 + e_{12} lnY_2 + U_1$$

$$S_{f2} = b_2 + b_{21} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) + b_{22} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) + b_{23} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_{24} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) + e_{21} lnY_1 + e_{22} lnY_2 + U_2$$

$$S_{f3} = b_3 + b_{31} ln\left(\frac{w_1}{w_4}\right) + b_{32} ln\left(\frac{w_2}{w_4}\right) + b_{33} ln\left(\frac{w_3}{w_4}\right) + b_{34} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) + e_{31} lnY_1 + e_{32} lnY_2 + U_3$$

$$S_{f4} = b_4 + b_{41} ln\left(\frac{w_1}{w_5}\right) + b_{42} ln\left(\frac{w_2}{w_5}\right) + b_{43} ln\left(\frac{w_3}{w_5}\right) + b_{44} ln\left(\frac{w_4}{w_5}\right) + e_{41} lnY_1 + e_{42} lnY_2 + U_4$$

$$S_{f5} = 1 - S_{f1} - S_{f2} - S_{f3} - S_{f4} = S_{f5}$$

สรุป สามารถลดจำนวนสมการส่วนแบ่งต้นทุนลงเหลือแค่ 4 สมการ $(n-1)$

ภาคผนวก ค
ข้อสมมติเบื้องต้นของการวิเคราะห์ถดถอยและผลการทดสอบ

ข้อสมมติเบื้องต้นของการวิเคราะห์ถดถอยและผลการทดสอบ

ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ถดถอยผู้วิเคราะห์ ควรตรวจสอบข้อมูลและรูปแบบของความสัมพันธ์เป็นการเบื้องต้นก่อน ทั้งนี้ เพื่อเป็นการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ในโอกาสต่อไป

ข้อสมมติเบื้องต้นของการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณประกอบด้วย (1) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม (2) ค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน (3) ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นเอกพันธ์ (homoscedasticity) หรือมีความคงที่ ไม่ว่าจะศึกษาวิเคราะห์ในช่วงเวลาที่ต่างกันหรือตัวแปรอิสระต่างกัน (4) ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (multicollinearity) และ (5) ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ในภาคผนวกนี้จะเป็นการกล่าวถึงลักษณะของข้อสมมติดังกล่าว วิธีการทดสอบและผลการทดสอบสำหรับการวิเคราะห์ในการวิจัย ดังนี้

ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

ลักษณะของข้อสมมติ การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณต้องการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ดังนั้น การตรวจสอบคุณสมบัติในข้อนี้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะหากดำเนินการวิเคราะห์ถดถอยโดยละเมิดคุณสมบัตินี้ย่อมส่งผลกระทบต่อการนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในโอกาสต่อไป

ตัวแปรต้นกับตัวแปรตามในแบบจำลองสมการถดถอยจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง หากกำหนดให้มีสมการถดถอยเป็นดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + u_i \qquad \text{.....(ค.1)}$$

โดยที่ Y_i คือ ตัวแปรตาม X_{ki} คือ ตัวแปรต้น β_0 คือ ค่าคงที่ β_k คือ พารามิเตอร์ และ u_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามหมายถึง ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรต้น ซึ่งหากตัวแปรต้นและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์

เชิงเส้นระหว่างกันแล้ว ค่าพารามิเตอร์ต้องมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิธีการทดสอบ จากแบบจำลองในสมการ ค.1 เพื่อเป็นการทดสอบว่า ตัวแปรต้นกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จึงตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบเป็น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546, หน้า 337)

$H_o : \beta_k = 0$

$H_a : \beta_k \neq 0 \qquad ; k = 1,2$

โดยใช้ค่าสถิติ t (หรือ p value) ทดสอบ ซึ่งหากยอมรับสมมติฐานหลัก (H_o) สรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระตัวที่ k ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม แต่หากปฏิเสธสมมติฐานหลัก สรุปได้ว่าตัวแปรอิสระตัวที่ k มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจของการผลิตยางพารา ในการวิเคราะห์ครั้งแรกโดยนำตัวแปรอิสระทุกตัวเข้ามาวิเคราะห์พร้อมกัน 8 ตัว พบว่า จากการทดสอบ t statistic ตัวแปร $q1$, $q3$ และ $q5$ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก กล่าวคือ ตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม ส่วนตัวแปรที่เหลือสรุปได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรอิสระ ดังข้อมูลในตาราง 27

ผลการทดสอบและวิธีการแก้ปัญหา จากปัญหาข้างต้นที่มีตัวแปรอิสระบางตัวไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ด้วยการตัดตัวแปรเหล่านั้นออก แล้ววิเคราะห์เฉพาะตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม ซึ่งพบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัว มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังข้อมูลในตาราง 27

ตาราง 27

ผลการวิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1

Dependent Variable: EE

Method: Least Squares

Date: 11/27/09 Time: 23:20

Sample: 1 123

Included observations: 123

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
c	0.323413	0.071414	4.528687	0.0000
*q*1	0.016461	0.002736	6.015739	0.0000
*q*2	-0.000655	0.001199	-0.546012	0.5861
*q*3	0.004240	0.001968	2.154201	0.0333
*q*4	2.10E-07	0.000184	0.001141	0.9991
*q*5	0.002926	0.001190	2.457607	0.0155
*q*6	-0.007716	0.025243	-0.305657	0.7604
*q*7	0.015884	0.009874	1.608556	0.1105
*q*8	6.43E-10	4.52E-10	1.423407	0.1573
R squared	0.418282	Mean dependent var		0.593993
Adjusted *R* squared	0.377460	*SD* dependent var		0.125690
SE of regression	0.099171	Akaike info criterion		-1.713595
Sum squared resid	1.121168	Schwarz criterion		-1.507825
Log likelihood	114.3861	*F* statistic		10.24641
Durbin-Watson stat	1.934383	Prob (*F* statistic)		0.000000

ตาราง 28

ผลการวิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2

Dependent Variable: EE

Method: Least Squares

Date: 11/27/09 Time: 23:24

Sample: 1 123

Included Observations: 123

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
c	0.341701	0.031320	10.910140	0.0000
*q*1	0.016211	0.002727	5.945122	0.0000
*q*3	0.003361	0.001825	1.841461	0.0680
*q*5	0.003149	0.001189	2.647909	0.0092
R squared	0.374414	Mean dependent var		0.593993
Adjusted *R* squared	0.358643	*SD* dependent var		0.125690
SE of regression	0.100658	Akaike info criterion		-1.722192
Sum squared resid	1.205717	Schwarz criterion		-1.630739
Log likelihood	109.914800	*F* statistic		23.74055
Durbin-Watson stat	1.883595	Prob (*F* statistic)		0.000000

ค่าความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระต่อกัน

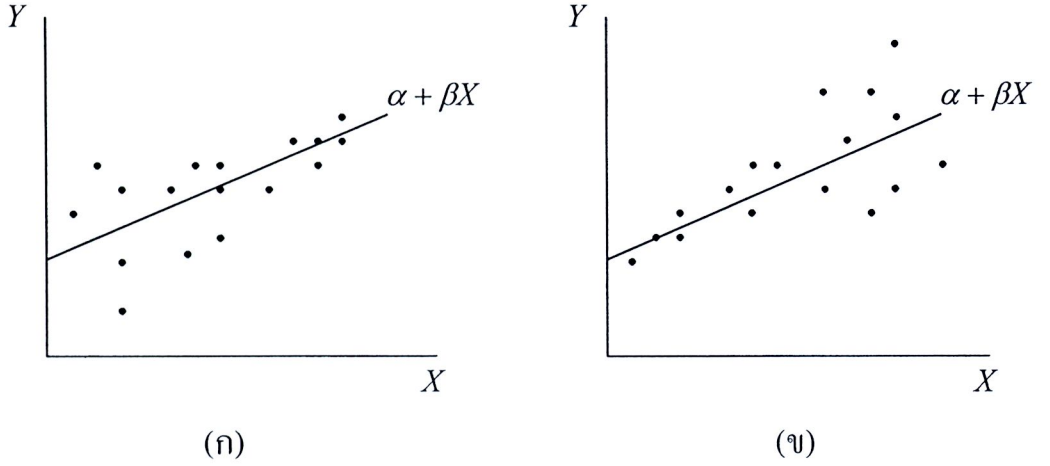
ความหมายของตัวคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน จากข้อสมมติเบื้องต้นของตัวคลาดเคลื่อน u_t ในกรณีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ค่า u_t ในแต่ละช่วงเวลาต้องไม่มีความสัมพันธ์กันหรือ $Cov(u_t u_s) = E(u_t u_s) = 0, t \neq s$ ซึ่งหากไม่เป็นดังนั้นแสดงว่า เกิดปัญหาตัวคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน (autocorrelation) ยกตัวอย่างเช่น ตัวคลาดเคลื่อน ณ ช่วงเวลาปัจจุบัน (t) มีความสัมพันธ์กับตัวคลาดเคลื่อน ณ ช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ($t-1$) หรือช่วงเวลาอื่น ๆ ซึ่งหาก u_t มีความสัมพันธ์กับ u_{t-1} จะเรียกว่าสหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนอันดับที่หนึ่ง (first order autocorrelation) หากสัมพันธ์

ถัดไปสองช่วงเวลาหรือสัมพันธ์กับ u_{t-2} จะเรียกว่า สหสัมพันธ์ของตัวคลาดเคลื่อนอันดับที่สอง (second order autocorrelation) หรืออาจเป็นอันดับถัดไปได้เรื่อย ๆ

อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบภาคตัดขวาง จึงไม่ได้ทดสอบข้อสมมติของการวิเคราะห์ถดถอยในประเด็นนี้

ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความเป็นเอกพันธ์

ลักษณะของปัญหา Heteroscedasticity ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีความเป็นเอกพันธ์ (homoscedasticity) หมายความว่า ณ แต่ละค่าของตัวแปรอิสระ ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน (u_i) จะมีค่าคงที่ในทุกค่าสังเกต การที่ค่าความแปรปรวนคงที่ หมายความว่าค่าจะไม่ผันแปรไปตามค่าของตัวแปรอิสระ ในการประมาณค่าของข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (cross section data) อาจเกิดปัญหาค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวอย่าง ทำให้ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน ($Var(u_i)$) มีค่าไม่คงที่ ตัวอย่างเช่น ครอบครัวที่มีรายได้สูงมีความแปรปรวนของการใช้จ่ายในการท่องเที่ยวสูงกว่าครอบครัวที่มีรายได้น้อย ลักษณะนี้เรียกว่าเกิดปัญหาความไม่เป็นเอกพันธ์ ดังแสดงในภาพ 16



(ก) (ข)

ภาพ 16 ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่

จากภาพ 16 (ก) แสดงความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่ลดลงเมื่อค่า X เพิ่มขึ้น ส่วนในภาพ 16 (ข) แสดงความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเมื่อ X เพิ่มขึ้น การเกิดปัญหา Heteroscedasticity จะทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณมาได้ไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้น ก่อนการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงควรทำการทดสอบข้อมูลก่อนว่ามีลักษณะของปัญหาดังกล่าวข้างต้นหรือไม่ เพื่อจะได้แก้ไขและใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity วิธีการทดสอบปัญหา Heteroscedasticity มีอยู่หลายวิธี ในครั้งนี้ได้นำวิธี White's Test มาใช้ ทั้งนี้ เพราะสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและสามารถนำผลของการทดสอบไปใช้แก้ปัญหาในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่อไป

สมมติให้รูปแบบของสมการมีตัวแปรตาม 1 ตัว และมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นดังสมการ ค.1

วิธีการ White's Test มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมาณค่าสมการ ค.1 โดยเทคนิค OLS จะได้ $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$ และ $\hat{u}_i$

ขั้นที่ 2 จัดสมการใหม่โดยให้ $\hat{u}_i$ เป็นตัวแปรตาม จะได้

$$\hat{u}_i = Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 \qquad \text{.....(ค.2)}$$

แล้วยกกำลังสองทั้งสองข้าง

ขั้นที่ 3 ประมาณค่า $\hat{u}_i^2$ โดยมีเทอมของค่าคงที่, X_1, X_2, X_1^2, X_2^2, และ X_1X_2 เป็นตัวแปรตาม ดังนี้

$$\hat{u}_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_{11} X_1^2 + \alpha_{22} X_2^2 + \alpha_{12} X_1 X_2 + v_i \qquad \text{.....(ค.3)}$$

ขั้นที่ 4 คำนวณค่าทดสอบ $T.R^2$ จากการประมาณค่าสมการ ค.3 โดยที่ T หมายถึง จำนวนตัวอย่าง และ R^2 คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

ขั้นที่ 5 การตัดสินใจในการที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_{11} = \alpha_{22} = \alpha_{12} = 0$

$H_1 :$ มี α อย่างน้อย 1 ตัวที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์

โดยที่หาก $T.R^2 < \chi^2_{5,.05}$ ยอมรับสมมติฐานหลัก จะได้ว่า $\sigma_i^2 = \alpha_0$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ แสดงว่า สมการ ค.1 เป็น Homoscedasticity ส่วนในกรณี $T.R^2 > \chi^2_{5,.05}$

เป็นการปฏิเสธสมมติฐานหลัก นั่นคือ ค่าความแปรปรวนมีค่าไม่คงที่ และเกิดปัญหา Heteroscedasticity กำหนดให้ขนาดของตัวอย่างต้องมีไม่น้อยกว่า 30 ตัว ค่าองศาอิสระ (degree of freedom: *df*) เท่ากับจำนวนของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการ ค.3 โดยไม่นับเทอมของค่าคงที่ และกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05

ในการยกกำลังสองในขั้นที่ 3 มีการคูณไขว้ตัวแปรต่าง ๆ จึงทำให้เกิดตัวแปรเพิ่มขึ้นจำนวนมาก ซึ่งหากมีตัวแปรมากเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถประมาณค่าได้ ดังนั้น จึงกำหนดให้ $T > \frac{k(k+1)}{2}$ โดยที่ T คือ จำนวนตัวอย่าง และ k คือ จำนวนตัวแปรอิสระและค่าคงที่ในสมการ ค.3

วิธีการแก้ไขปัญหา Heteroscedasticity การเกิดปัญหา Heteroscedasticity คือ การที่ σ_i^2 มีค่าไม่คงที่ วิธีการแก้ปัญหาทำได้โดยนำ σ_i ไปหารกับทุกเทอมในสมการ ค.1 จะได้

$$\frac{Y_i}{\sigma_i} = \beta_0 \frac{1}{\sigma_i} + \beta_1 \frac{X_1}{\sigma_i} + \beta_2 \frac{X_2}{\sigma_i} + \frac{u_i}{\sigma_i}$$

$$Y_i^* = \beta_0 X_0^* + \beta_1 X_1^* + \beta_2 X_2^* + u_i^* \qquad \text{.....(ค.4)}$$

โดยค่าความแปรปรวนของ u_i^* จะมีค่าเท่ากับ 1 หาได้จาก

$$Var(u_i^*) = Var\left(\frac{u_i^*}{\sigma_i}\right) = \frac{Var(u_i)}{\sigma_i^2} = 1$$

การประมาณค่าสมการ ค.4 ด้วยเทคนิค OLS โดยมี Y_i^* เป็นตัวแปรตาม และมี X_0^*, X_1^* และ X_2^* เป็นตัวแปรอิสระโดยไม่มีเทอมของค่าคงที่ จะมีลักษณะเป็น BLUE (Best Linear Unbiased Estimation) เรียกวิธีการนี้ว่า Generalized Least Squares (GLS)

การทดสอบปัญหา Heteroscedasticity การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดสอบ heteroscedasticity โดยวิธี White's Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป E-view พบว่า ได้ค่า $T.R^2 = 123 \times .394 = 48.502$ (ดูตาราง 27 ประกอบ) ในขณะค่า $\chi^2_{44,.05} = 55.758$ ซึ่ง $T.R^2 < \chi^2_{44,.05}$ ทำให้ยอมรับสมมติฐานหลัก กล่าวคือ ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ไม่มีปัญหา Heteroscedasticity

ตาราง 29

ผลการทดสอบ Heteroscedasticity โดยวิธี White's Test

White Heteroskedasticity Test:

F Statistic	1.154127	Probability	0.286541
Obs**R* Squared	48.50178	Probability	0.296326

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 11/27/09 Time: 23:49

Sample: 1 123

Included observations: 123

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
c	-0.144225	0.065085	-2.215948	0.0296
*q*1	0.010115	0.003880	2.607014	0.0109
*q*1^2	-0.000256	0.000114	-2.251445	0.0272
*q*1* *q*2	-8.20E-05	5.01E-05	-1.637928	0.1055
*q*1**q*3	7.80E-05	8.68E-05	0.898682	0.3716
*q*1**q*4	-1.80E-06	8.07E-06	-0.222653	0.8244
*q*1**q*5	1.04E-05	6.94E-05	0.149867	0.8813
*q*1**q*6	-0.001075	0.001730	-0.621495	0.5361
*q*1**q*7	-0.000166	0.000465	-0.356629	0.7223
*q*1**q*8	-2.14E-12	2.21E-11	-0.096602	0.9233
*q*2	0.003234	0.001963	1.647770	0.1034
*q*2^2	-1.86E-05	1.74E-05	-1.066753	0.2894
*q*2**q*3	1.80E-06	3.59E-05	0.050089	0.9602
*q*2**q*4	1.08E-06	3.93E-06	0.274651	0.7843
*q*2**q*5	-1.38E-06	3.09E-05	-0.044812	0.9644

ตาราง 29 (ต่อ)

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
*q*2**q*6	0.000810	0.000769	1.053752	0.2952
*q*2**q*7	-0.000243	0.000196	-1.241425	0.2182
*q*2**q*8	-1.28E-11	1.05E-11	-1.216277	0.2275
*q*3	-0.000371	0.002285	-0.162386	0.8714
*q*3^2	-4.56E-05	3.20E-05	-1.425171	0.1581
*q*3**q*4	-2.02E-06	7.60E-06	-0.266197	0.7908
*q*3**q*5	-5.43E-06	5.24E-05	-0.103673	0.9177
*q*3**q*6	0.000647	0.001168	0.553991	0.5812
*q*3**q*7	0.000372	0.000351	1.060221	0.2923
*q*3**q*8	5.92E-12	2.02E-11	0.293251	0.7701
*q*4	3.27E-05	0.000261	0.125410	0.9005
*q*4^2	-4.01E-07	4.53E-07	-0.884379	0.3792
*q*4**q*5	2.00E-06	4.12E-06	0.484500	0.6294
*q*4**q*6	0.000167	0.000124	1.351837	0.1803
*q*4**q*7	-2.54E-06	2.79E-05	-0.090893	0.9278
*q*4**q*8	1.56E-12	1.74E-12	0.900951	0.3704
*q*5	0.000156	0.001830	0.085203	0.9323
*q*5^2	-3.29E-06	1.75E-05	-0.187962	0.8514
*q*5**q*6	7.22E-06	0.000668	0.010815	0.9914
*q*5**q*7	-0.000159	0.000250	-0.638678	0.5249
*q*5**q*8	1.10E-12	1.07E-11	0.103428	0.9179
*q*6	-0.036479	0.046857	-0.778514	0.4386
*q*6^2	-0.014692	0.008197	-1.792403	0.0769
*q*6**q*7	0.001168	0.005475	0.213436	0.8315
*q*6**q*8	-5.69E-10	4.44E-10	-1.282808	0.2034

ตาราง 29 (ต่อ)

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
*q*7	0.014769	0.011955	1.235402	0.2204
*q*7^2	0.000184	0.001214	0.151317	0.8801
*q*7**q*8	-1.07E-10	6.77E-11	-1.578758	0.1184
*q*8	5.14E-10	6.28E-10	0.818043	0.4158
*q*8^2	3.48E-19	2.32E-18	0.149745	0.8814
R squared	0.394323	Mean dependent var		0.009115
Adjusted *R* squared	0.052660	*SD* dependent var		0.010794
SE of regression	0.010506	Akaike info criterion		-5.997520
Sum squared resid	0.008609	Schwarz criterion		-4.968672
Log likelihood	413.8475	*F* statistic		1.154127
Durbin-Watson stat	2.200909	Prob (*F* statistic)		0.286541

ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง

ลักษณะของข้อสมมติ ปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง (multicollinearity) หมายถึงสถานการณ์ที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งสองที่มีต่อตัวแปรตามได้ โดยมีลักษณะปัญหาเป็นสองลักษณะ คือ ตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์แบบสมบูรณ์กับแบบไม่สมบูรณ์ ซึ่งแบบจำลองส่วนมากจะเป็นลักษณะที่สอง

สาเหตุหลักของปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันอาจเกิดจากวัฏจักรเศรษฐกิจและตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ กล่าวคือ ข้อมูลของตัวแปรต่าง ๆ ทางเศรษฐศาสตร์มักจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กัน เช่น ในขณะที่เศรษฐกิจขยายตัว การบริโภคก็จะขยายตัว การลงทุนก็จะขยายตัว และตัวแปรอื่น ๆ ก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย เป็นต้น ความสัมพันธ์กันของตัวแปรอิสระ หากตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบสมบูรณ์ จะทำให้ไม่สามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยได้เลย

และค่าความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณค่าต่าง ๆ จะมีค่าอนันต์ ในกรณีที่ตัวแปรอิสระมีสหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบไม่สมบูรณ์ คือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าใกล้ 1 จะทำให้วิธีการ OLS ได้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวประมาณค่าสูงกว่าความเป็นจริง และทำให้ค่า *t* Statistics มีค่าต่ำกว่าที่ควรทำให้มีโอกาสสูงขึ้นที่จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า $\beta_n = 0$

วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ ทดสอบโดยค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) หากมีค่ามากกว่า 0.7 แสดงว่า มีปัญหาสหสัมพันธ์เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรคู่นั้น ควรได้รับการแก้ไข (Statistics Solutions, 2010)

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เพียร์สันตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้พบว่า ตัวแปรอิสระบางคู่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับความสัมพันธ์ต่ำกว่า 0.7 ทุกคู่ ดังนั้นสรุปได้ว่า ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ถดถอยในครั้งนี้ไม่มีปัญหาตัวแปรอิสระสัมพันธ์กันแต่อย่างใด ดังข้อมูลในตาราง 30

ตาราง 30

สหสัมพันธ์เพียร์สันของตัวแปรอิสระ

	*Q*1	*Q*2	*Q*3	*Q*4	*Q*5	*Q*6	*Q*7	*Q*8
*Q*1	-	-0.03	0.25	0.01	0.28	0.00	-0.07	-0.03
		(.783)	(.005)	(.920)	(.002)	(.972)	(.436)	(.713)
*Q*2		-	0.37	-0.10	0.20	0.14	-0.01	-0.05
			(.000)	(.271)	(.027)	(.119)	(.880)	(.590)
*Q*3			-	-0.11	0.30	0.15	0.07	-0.16
				(.214)	(.001)	(.098)	(.470)	(.075)
*Q*4				-	0.06	0.12	0.15	0.68
					(.512)	(.183)	(.088)	(.000)
*Q*5					-	0.06	0.03	0.05
						(.513)	(.751)	(.548)
*Q*6						-	0.28	-0.06
							(.002)	(.529)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตาราง 30 (ต่อ)

	Q1	*Q2*	*Q3*	*Q4*	*Q5*	*Q6*	*Q7*	*Q8*
Q7							-	0.19
								(.037)
Q8								-

หมายเหตุ: ตัวเลขภายในวงเล็บหมายถึงค่า prob.

ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

ในการวิเคราะห์ถดถอยที่เหมาะสมนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนต้องมีการแจกแจงแบบปกติ อย่างไรก็ตาม หากค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงเบี่ยงเบนไปจากการแจกแจงแบบปกติจะมีผลกระทบต่อรูปแบบสมการถดถอยไม่มากนัก แต่จะมีผลต่อการทดสอบ t และ F และการประมาณค่าแบบช่วง นอกจากนี้ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงที่มีหางหนามากกว่าการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมักเกิดจากการมีข้อมูลผิดปกติ อาจทำให้การวิเคราะห์ถดถอยด้วยเทคนิคกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ (วิรัช พานิชวงศ์, 2545, หน้า 74)

การทดสอบปัญหาการแจกแจงแบบปกติ วิธีที่ใช้ในการตรวจสอบข้อสมมติที่ว่า u_i มีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น (Kreiberg, 2010)

1. วิธีการวัดค่า Skewness และ Kurtosis จะเป็นการเปรียบเทียบแบบคร่าว ๆ โดยปกติแล้วถ้าตัวแปรสุ่มใดมีการแจกแจงแบบปกติจะมีค่าความเบ้ (skewness) เท่ากับศูนย์ แสดงว่า เป็นโค้งสมมาตร ถ้ามากกว่า 0 แสดงว่า โค้งเบ้ขวา และถ้าน้อยกว่า 0 แสดงว่าโค้งเบ้ซ้าย และมีค่าความโด่ง (kurtosis) = 3 ถือว่าเป็นโค้งที่มีความลาดชันเป็นปกติถ้ามากกว่า 3 แสดงว่า โค้งมีความโด่ง โด่งกว่าโค้งปกติ และถ้าน้อยกว่า 3 แสดงว่า เป็นโค้งที่มีความโด่งแบนราบกว่าโค้งปกติ

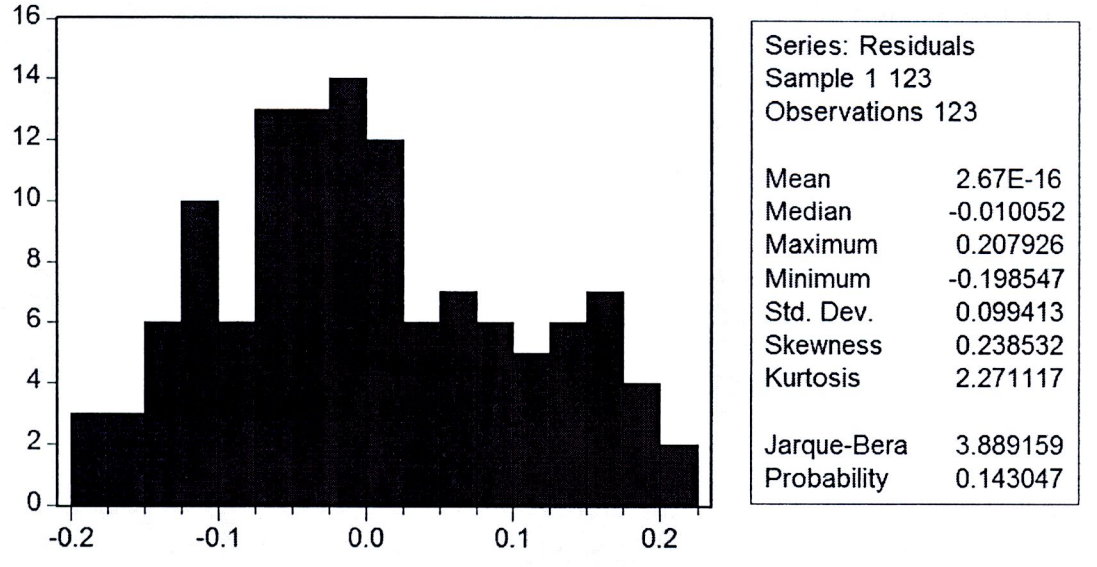
2. วิธี Jarque-Bera Test (JB) โดยมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{JB} = n\left[\frac{s^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24}\right]$$

โดย JB คือ ค่าสถิติ JB *n* คือ จำนวนตัวอย่าง s คือ ค่าสถิติ Skewness และ K คือ ค่าสถิติ Kurtosis

เมื่อดำเนินการคำนวณค่า JB แล้ว ให้ทดสอบสมมติฐานโดยตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานแย้ง และนำค่าสถิติที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าตารางของตัวสถิติ

ผลการทดสอบในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดสอบของ Jarque-Bera Test จากการวิเคราะห์การแจกแจงค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า ค่า JB = 3.89 (หรือมีค่า prob = .14 ซึ่งมากกว่า .05) ทำให้ยอมรับสมมติฐานหลัก กล่าวคือ ข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ถดถอยครั้งนี้ มีการแจกแจงแบบปกติ ดังแสดงในภาพ 17



ภาพ 17 การแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อน

ภาคผนวก ง
การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

สูตรในการคำนวณขนาดตัวอย่างครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้สูตรในการกำหนดขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยและแบ่งขนาดตัวอย่างแบบสัดส่วน ดังนี้ (สุเมธ สมภักดี, 2550, หน้า 162)

$$n = \frac{NZ^2\sum_{i=1}^{L} N_i S_i^2}{N^2 e^2 + Z^2 \sum_{i=1}^{L} N_i S_i^2} \quad \text{..... (ง.1)}$$

โดยที่

n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

N คือ ขนาดประชากรทั้งหมด

N_i คือ ขนาดประชากรแต่ละชั้นภูมิ

Z คือ ค่าที่ได้จากตารางการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญระดับหนึ่ง (ในการวิจัยนี้กำหนดให้มีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่ง Z = 1.96)

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของตัวอย่างแต่ชั้นภูมิซึ่งคำนวณจากการสำรวจตัวอย่างล่วงหน้าจำนวนหนึ่ง

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าพารามิเตอร์ที่ยอมให้เกิดขึ้น

โดยแบ่งสัดส่วนขนาดตัวอย่างของแต่ละชั้นภูมิ (n_i) ได้จาก

$$n_i = \frac{nN_i}{N} \quad \text{..... (ง.2)}$$

ตาราง 31

ต้นทุนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ตัวอย่างจังหวัดสงขลา

สหกรณ์กองทุนสวนยาง	ต้นทุนรวม (X) x 10^6	X^2 x 10^{12}
เขาแดง (สะบ้าย้อย 3)	34.85	1,214.73
คลองช้าง	25.40	645.51
ท่าหมอไทร	32.58	1,061.85
บนควนพาราทอง	41.87	1,753.36
บ่อน้ำส้ม	36.26	1,315.40
บ้านเก่าร้าง	52.83	2,791.92
บ้านควนเสม็ด	31.88	1,016.34
บ้านโคกสูง 35	45.06	2,030.96
บ้านทุ่งหลุมนก	45.88	2,105.57
บ้านประจ่า	36.46	1,329.58
บ้านป่ายาง	32.37	1,048.35
บ้านพะตง	37.95	1,440.33
บ้านไร่ตก	21.30	453.81
บ้านสวนมะพร้าว	33.44	1,118.53
บ้านโหนด (สะบ้าย้อย 4)	31.12	968.47
รวมใจคูนายสังข์	27.52	757.37
ลำไพลพัฒนา	19.64	385.76
สะพานไม้แก่น	35.87	1,286.72
สำนักยอ	32.88	1,081.39
แหลมทองพัฒนา	51.64	2,667.38
เฉลี่ย	35.34	1,249.21
ผลรวม		26,473.44
$s^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right]$		78.37

ตาราง 32

ต้นทุนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ตัวอย่างจังหวัดตรัง

สหกรณ์กองทุนสวนยาง	ต้นทุนรวม (X) x 10^6	X^2 x 10^{12}
เขาปูน	28.19	794.92
คลองปาง	43.44	1,887.45
โคกยาง	28.04	786.40
ทุ่งควน	22.39	501.68
นาเมืองเพชร	21.44	459.74
บ้านเกาะปราง	23.29	542.87
บ้านโคกทราย	42.32	1,791.44
บ้านฉางพัฒนา	26.27	690.14
บ้านต้นปรง	19.86	394.42
บ้านทอนพลา	24.18	584.80
บ้านทุ่งไทรทอง	30.71	943.44
บ้านน้ำผุด	21.80	475.61
บ้านในควน	39.50	1,560.87
บ้านบางครามพัฒนา	21.41	458.74
บ้านหนองบ่อพัฒนา	32.03	1,026.03
บ้านหนองหว้า	27.75	770.22
บ้านหนองเอื้อง	25.11	631.00
วังวน	19.75	390.11
หนองบัว	44.17	1,951.72
หนองมวง	18.42	339.41
เฉลี่ย	28.00	784.47
ผลรวม		16,981.09
$s^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right]$		67.98

ตาราง 33

ต้นทุนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ตัวอย่างจังหวัดพัทลุง

สหกรณ์กองทุนสวนยาง	ต้นทุนรวม (X) x 10^6	X^2 x 10^{12}
ในเขตปฏิรูปที่ดินบ้านยางขาคีม	30.70	942.77
บ้านเกาะทองสม	26.42	698.36
บ้านคลองเฉลิม	32.45	1,053.57
บ้านควนโก	30.87	953.00
บ้านควนเคี่ยม	32.83	1,077.93
บ้านควนอินนอโม	30.23	914.15
บ้านโคกพญา	42.59	1,814.19
บ้านชะโงกน้ำ	42.40	1,797.89
บ้านตะแพน	17.01	289.55
บ้านทุ่งคลองควาย	42.77	1,829.87
บ้านทุ่งแสงทอง	30.38	923.33
บ้านในกอย	42.17	1,778.57
บ้านบางหล่อ	25.46	648.41
บ้านพรุนายขาว	21.760	473.85
บ้านพรุนายทอง	31.90	1,017.91
บ้านร่มเมือง	17.62	310.76
บ้านวังเลน	21.60	466.82
บ้านสิมขา	26.17	685.35
บ้านโหล๊ะจันกระ	33.90	1,149.28
บ้านอ่างทอง	20.33	413.47
เฉลี่ย	29.98	898.98
ผลรวม		19,239.13
$s^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right]$		66.28

ตาราง 34

ต้นทุนการผลิตของสหกรณ์กองทุนสวนยาง ตัวอย่างจังหวัดสตูล

สหกรณ์กองทุนสวนยาง	ต้นทุนรวม (X) x 10^6	X^2 x 10^{12}
ควนพัฒนา	16.85	283.97
ควนกาหลง 1	20.90	437.20
ควนกาหลง 2	15.55	241.94
ควนโดน	15.27	233.27
ควนโพธิ์	27.40	750.84
ตำบลสาคร	28.06	787.81
ท่าน้ำเค็มพัฒนา	17.71	313.78
น้ำผุดพัฒนา	10.00	100.06
นิคมพัฒนา 1	20.52	421.20
บ้านควนพัฒนา	17.81	317.46
พยอมงามพัฒนา	8.42	71.03
วังยางทอง	12.12	146.93
วังใหม่พัฒนา	15.24	232.26
อุไดเจริญ 1	34.80	1,211.29
อุไดเจริญ 2	26.92	725.19
เฉลี่ย	19.17	367.72
ผลรวม		6,274.32
$s^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - n\bar{X}^2\right]$		54.18

จากตาราง 31-34 และจำนวนสหกรณ์กองทุนสวนยางของแต่ละจังหวัด ดังข้อมูลในตาราง 35

ตาราง 35

ความแปรปรวนและจำนวนสหกรณ์กองทุนสวนยางรายจังหวัด

จังหวัด	จำนวนสหกรณ์ฯ (N_i)	ความแปรปรวน(S_i^2) x 10^6	$N_iS_i^2$ x 10^{12}
สงขลา	89	78.37	6,975.50
ตรัง	70	67.98	4,758.78
พัทลุง	47	66.28	3,115.39
สตูล	19	54.18	1,029.42
รวม	225		15,879.10

กำหนดให้ต้นทุนเฉลี่ยของตัวอย่างแตกต่างจากต้นทุนเฉลี่ยของประชากรไม่เกิน 1,000,000 บาท หรือกำหนดให้ e = 1,000,000 และ Z = 1.96 แทนค่าต่าง ๆ ในสูตรดังสมการ ง.1 จะได้

$$n = \frac{225 \times (1.96)^2 \times 15{,}879.10 \times 10^{12}}{225^2 \times 1{,}000{,}000^2 + (1.96)^2 \times 15{,}879.10 \times 10^{12}}$$

$n = 122.96$ ตัวอย่าง

ภาคผนวก จ
การประมาณค่าระบบสมการ

การประมาณค่าระบบสมการ

การประมาณค่าสมการต้นทุนและระบบสมการส่วนแบ่งต้นทุน

```
+----------------------------------------------------------------------------+
| Constrained MLE for Multivariate Regression Model                          |
| First iteration:  0 F= 1308.6132 log|W|= -35.46765 gtinv(H)g=    3.4942 |
| Last  iteration:  8 F= 2858.9524 log|W|= -60.67642 gtinv(H)g=     .0000 |
| Number of observations used in estimation =   123                          |
| Model specification is given in run log                                    |
+----------------------------------------------------------------------------+
+---------+--------------+----------------+--------+---------+
|Variable | Coefficient  | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] |
+---------+--------------+----------------+--------+---------+
 A0           4.758388542       2.2284607    2.135   .0327
 B1            .7790666533   .16999194E-01   45.830   .0000
 B2         .7559668675E-01   .14336498E-01    5.273   .0000
 B3         .9375307495E-01   .42294980E-02   22.166   .0000
 B4         .1299732935E-01   .24064499E-02    5.401   .0000
 B11        .4197801771E-01   .73684687E-02    5.697   .0000
 B22        .7922508610E-02   .60481700E-02    1.310   .1902
 B33        .1404187836E-01   .86880913E-03   16.162   .0000
 B44        .2292507058E-02   .21049296E-03   10.891   .0000
 B12       -.1134842106E-01   .64887622E-02   -1.749   .0803
 B13       -.1980401351E-01   .11871620E-02  -16.682   .0000
 B14       -.1153571816E-02   .94985218E-03   -1.214   .2246
 B23        .5496127620E-02   .93723610E-03    5.864   .0000
 B24       -.9649783535E-03   .81120168E-03   -1.190   .2342
 B34        .1950093919E-03   .19643120E-03     .993   .3208
 C1         .3722801744       .36310983        1.025   .3052
 C2         .8028693015E-01   .26175302E-01    3.067   .0022
 D11        .4623121015E-01   .29665367E-01    1.558   .1191
 D22        .4730129607E-02   .13586138E-02    3.482   .0005
 D12       -.5171756631E-02   .20205964E-02   -2.560   .0105
 E11       -.2128393744E-03   .98660942E-03    -.216   .8292
 E12       -.3036066726E-02   .20197627E-02   -1.503   .1328
 E21       -.1016624278E-02   .87852659E-03   -1.157   .2472
 E22        .2304979465E-02   .18345664E-02    1.256   .2090
 E31        .2676748989E-04   .20953264E-03     .128   .8983
 E32        .2069718485E-03   .42250448E-03     .490   .6242
 E41       -.1097806884E-03   .12677303E-03    -.866   .3865
 E42        .1928460637E-03   .25849056E-03     .746   .4556
 (Note: E+nn or E-nn means multiply by 10 to + or -nn power.)

Determinant residual covariance                    8.86E-24
Equation: C= a0+b1*X1+b2*X2+b3*X3+b4*X4+b11*X11+b22*X22+b33*X33+b44*X44
            +b12*X12+b13*X13+b14*X14+b23*X23+b24*X24+b34*X34
            +c1*Y1+c2*Y2+d11*Y11+d22*Y22+d12*Y12+e11*X1Y1+e12*X1Y2
            +e21*X2Y1+e22*X2Y2+e31*X3Y1+e32*X3Y2+e41*X4Y1+e42*X4Y2
Observations: 123
R-squared                      0.985082    Mean dependent var        19.47729
Adjusted R-squared             0.980842    SD dependent var          0.914753
SE of regression               0.126614    Sum squared resid         1.522957
Durbin-Watson stat             2.143286
Equation: SX1=b1+b11*X1+b12*X2+b13*X3+b14*X4+e11*Y1+e12*Y2
Observations: 123
R-squared                      0.737877    Mean dependent var        0.949242
Adjusted R-squared             0.724319    SD dependent var          0.009471
SE of regression               0.004973    Sum squared resid         0.002868
Durbin-Watson stat             1.931876
```

Equation: SX2=b2+b12*X1+b22*X2+b23*X3+b24*X4+e21*Y1+e22*Y2
Observations: 123

R-squared	0.605983	Mean dependent var	0.025443
Adjusted R-squared	0.585602	*SD* dependent var	0.005240
SE of regression	0.003373	Sum squared resid	0.001320
Durbin-Watson stat	2.186094		

Equation: SX3=b3+b13*X1+b23*X2+b33*X3+b34*X4+e31*Y1+e32*Y2
Observations: 123

R-squared	0.318329	Mean dependent var	0.020164
Adjusted R-squared	0.283070	*SD* dependent var	0.005460
SE of regression	0.004623	Sum squared resid	0.002479
Durbin-Watson stat	1.818357		

Equation: SX4=b4+b14*X1+b24*X2+b34*X3+b44*X4+e41*Y1+e42*Y2
Observations: 123

R-squared	0.158013	Mean dependent var	0.003869
Adjusted R-squared	0.101062	*SD* dependent var	0.000998
SE of regression	0.001074	Sum squared resid	0.000134
Durbin-Watson stat	1.434747		

การประมาณค่าสมการประสิทธิภาพเชิงเศรษฐกิจ

ประมาณค่าจากปัจจัยทั้งหมด ดำเนินการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) โดยนำตัวแปรอิสระทุกตัวดำเนินการวิเคราะห์พร้อมกัน

Dependent Variable: EE

Method: Least Squares

Date: 11/27/09 Time: 23:20

Sample: 1 123

Included observations: 123

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
c	0.323413	0.071414	4.528687	0.0000
q1	0.016461	0.002736	6.015739	0.0000
q2	-0.000655	0.001199	-0.546012	0.5861
q3	0.004240	0.001968	2.154201	0.0333
q4	2.10E-07	0.000184	0.001141	0.9991
q5	0.002926	0.001190	2.457607	0.0155
q6	-0.007716	0.025243	-0.305657	0.7604

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
q7	0.015884	0.009874	1.608556	0.1105
q8	6.43E-10	4.52E-10	1.423407	0.1573
R Squared	0.418282	Mean dependent var		0.593993
Adjusted *R* Squared	0.377460	*SD* dependent var		0.125690
SE of regression	0.099171	Akaike info criterion		-1.713595
Sum squared resid	1.121168	Schwarz criterion		-1.507825
Log likelihood	114.3861	*F* Statistic		10.24641
Durbin-Watson stat	1.934383	Prob (*F* Statistic)		0.000000

ประมาณค่าเฉพาะปัจจัยที่มีอิทธิพล

Dependent Variable: EE

Method: Least Squares

Date: 11/27/09 Time: 23:24

Sample: 1 123

Included observations: 123

Variable	Coefficient	Std. Error	*t* Statistic	Prob.
c	0.341701	0.031320	10.91014	0.0000
q1	0.016211	0.002727	5.945122	0.0000
q3	0.003361	0.001825	1.841461	0.0680
q5	0.003149	0.001189	2.647909	0.0092
R Squared	0.374414	Mean dependent var		0.593993
Adjusted *R* Squared	0.358643	*SD* dependent var		0.125690
SE of regression	0.100658	Akaike info criterion		-1.722192
Sum squared resid	1.205717	Schwarz criterion		-1.630739
Log likelihood	109.9148	*F* Statistic		23.74055
Durbin-Watson stat	1.883595	Prob (*F* Statistic)		0.000000

บรรณานุกรม

กนก คติการ และพีรรัตน์ อังกุรรัต. (2538). การปรับขนวนทัศน์พัฒนาสหกรณ์การเกษตร. ใน *การประชุมวิชาการประจำปี 2538: การมีส่วนร่วม*. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิ-สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

กรมตรวจบัญชีสหกรณ์. (2552). *ข้อมูลทะเบียนสหกรณ์และกลุ่มเกษตรกร*. ค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2552, จาก http://203.154.183.18/ewt/cadweb_org/main.php?filename=datacenter_result52

กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง. (2547). *ข้อมูลวิชาการยางพารา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง. (2548ก). *ความสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมของยางพารา*. ค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2548, จาก http://www.thailandrubber.thaigov.net/knowledge_1m.html

กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง. (2548ข). *สหกรณ์กองทุนสวนยาง จำกัด*. ค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2548, จาก http:// www.thailandrubber.thaigov.net/service_1a3.html

กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง. (2552). *สถิติยางไทย*. ค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2552, จาก http://www.rubberthai.com/statistic/stat_index.html

กรมส่งเสริมสหกรณ์. (2552). *สถิติสหกรณ์ในประเทศไทย ปี 2552*. ค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2552, จาก http://www.cpd.go.th/cpd/cpdinter/Information_coop53.html

กรมส่งเสริมสหกรณ์. (2553). *ประเภทสหกรณ์*. ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://webhost.cpd.go.th/rlo/group.html

กระทรวงพาณิชย์. (2553). *สถิติการค้าระหว่างประเทศของไทย*. ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2553, จาก http://www2.ops3.moc.go.th

กฤษฎา แก่นมณี, ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และอารี วิบูลย์พงศ์. (2548). *ประสิทธิภาพการผลิตของภาคเกษตรในภาคเหนือของประเทศไทย.* เอกสารนำเสนอในการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3: สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โรงแรมปางสวนแก้ว, จังหวัดเชียงใหม่.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ธรรมสาร.

กาญจนา แก้วเทพ. (2540). ภาพรวมของพัฒนาการขององค์กรชุมชน. ใน *องค์กรชุมชน: กลไกเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาสังคม* (หน้า 11-60). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

กิ่งแก้ว อินหว่าง และวีระศักดิ์ อนันตมงคล. (2532). *การดำเนินงานกลุ่มออมทรัพย์เพื่อการผลิตกับการพัฒนาชนบท.* กรุงเทพมหานคร: กระทรวงมหาดไทย, กรมการพัฒนาชุมชน.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2542). *SMEs หรือ SLEs?: แนวโน้มธุรกิจไทยในศตวรรษหน้า.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ซัคเซส มีเดีย.

แก้วตา ผู้พัฒนพงศ์. (2547). ผู้นำทีม: ปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จขององค์การแบบเครือข่าย. *วารสารรามคำแหง, 21*(2), 100-118.

คณะอนุกรรมการแปลงยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดสงขลาไปสู่การปฏิบัติ (คณะที่ 2) จังหวัดสงขลา. (2547). *ยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดสงขลา-สตูล "การเป็นศูนย์กลางยางพาราโลก (พ.ศ. 2547-2550).* สงขลา: ผู้แต่ง.

คณะอนุกรรมการพิจารณาการจัดตั้งการยางแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *การปฏิรูประบบการพัฒนายางพาราไทย.* เอกสารอัดสำเนา.

จรวย เพชรรัตน์, ปิ่น ดำนุ้ย และรุจิดา แสงอรุณ. (2547). การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตยางแผ่นดิบของเกษตรกรรายย่อยในภาคใต้. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 10*(2), 190-201.

จันทนา วงษ์แก้ว, อารี วิบูลย์พงศ์, ทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์ และ Huang, W. T. (2548). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพทางเทคนิคของระบบโรงสีข้าวในประเทศไทยและประเทศไต้หวัน. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว, จังหวัดเชียงใหม่.

ชลลิกา ทิพยกุล, สุภาพร บัวแก้ว และสมจิตต์ ศิขรินมาศ. (2545). *รายงานการวิจัยเรื่องสถานการณ์การผลิตและการใช้ยางของโลก.* กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง.

ชัยวุฒิ ชัยพันธุ์. (2544). *พัฒนาชนบทยั่งยืน: สำหรับสาขาเศรษฐศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชุมพร ลิ่มไทย. (2548). พระราชบัญญัติส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน: วิกฤติหรือโอกาส. *วารสารพัฒนาชุมชน, 44*(6), 8-10.

ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ. (2542). *ธุรกิจชุมชน: เส้นทางที่เป็นไปได้.* กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ดวงพร อ่อนหวาน. (2547). *ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของธุรกิจชุมชนในภาคเหนือ.* เอกสารนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 42 ของมหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ดิรก สาระวดี. (2540). ยุทธศาสตร์การพัฒนาธุรกิจชุมชน. ใน *องค์กรชุมชน: กลไกเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาสังคม* (หน้า 123-163). กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน-กองทุนสนับสนุนการวิจัย.

นันทิยา หุตานุวัตร. (2543). *20 กลยุทธ์สร้างความเข้มแข็งธุรกิจชุมชน.* เอกสารนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 38 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ-มหานคร.

นาถ พันธุมนาวิน. (2530). *ภาวะความเป็นผู้นำและประสิทธิภาพของกลุ่มเกษตรกรผู้ทำนา ศึกษาเฉพาะกรณีกลุ่มเกษตรกรในเขตภาคกลางประเทศไทย.* เอกสาร-นำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 25 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นิพนธ์ พัวพงศกร และอัมมาร สยามวาลา. (2538). กลุ่มเศรษฐกิจของชาวบ้าน: ความสำเร็จ และความอยู่รอด. ใน *การประชุมวิชาการประจำปี 2538: การมีส่วนร่วม*. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

บัญชา สมบูรณ์สุข, ปรัตถ พรหมมี และรจเรข หนูสังข์. (2546, เมษายน). *พลวัตรและการปรับตัวชุมชนชาวสวนยางภาคใต้*. ใน เอกสารนำเสนอในการประชุมโครงการแผนที่ภูมิทัศน์ภาคใต้: ฐานเศรษฐกิจและทุนวัฒนธรรม ครั้งที่ 29: ยางพารา (คำระดับ 1) ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, จังหวัดสงขลา.

บัญชา สมบูรณ์สุข, Shivakoti, G. P., และ Demaine, H. (2544). *ระบบเกษตร: รูปแบบการปรับตัวของระบบการทำฟาร์มสวนยางขนาดเล็กในภาคใต้ประเทศไทย*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.

บุญอาจ กฤษณะทรัพย์ และสมพร กฤษณะทรัพย์. (2540). อุตสาหกรรมการแปรรูปยางดิบของประเทศไทย. ใน *รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2540*. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยการยาง.

ประยงค์ รณรงค์, สิปปนนท์ เกตุทัต และเสรี พงศ์พิศ. (ม.ป.ป.). *เศรษฐกิจชุมชน: ทางเลือกเพื่อทางรอดสังคมไทย (ชุดชุมชนเสวนา ลำดับที่ 3)*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, ธุรกิจบัณฑิตเพื่อธุรกิจชุมชน.

ประยงค์ รณรงค์. (2548). *เกษตรอุตสาหกรรมที่ไม้เรียง อำเภอฉวาง จังหวัด-นครศรีธรรมราช*. ค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2548, จาก http://www.rakbankerd .com/01_jam/thaiinfor/country_info/?topic_id=801

เพ็ญแข แสงแก้ว. (2540). *การวิจัยทางสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เยาวเรศ เชาวนพูนผล, อารี วิบูลย์พงศ์ และทรงศักดิ์ ศรีบุญจิตต์. (2548). *ประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในเขตชลประทาน จังหวัดเชียงใหม่*. เอกสารนำเสนอในการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3: สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โรงแรมปางสวนแก้ว, จังหวัดเชียงใหม่.

รังสรรค์ ปิติปัญญา, สุปรียา ควรเตชะคุปต์, วินัย พุทธกูล, พรชัย ศุภวิทิตพัฒนา, สุดารัตน์ สารสว่าง และทรงจิต พูลลาภ. (2542). *แนวทางการพัฒนาธุรกิจชุมชนภายใต้กระแสการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทย.* เอกสารนำเสนอในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ไลฟ์รับเบอร์ดอทคอม. (2552). *ราคายางพาราวันนี้.* ค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2552, จาก http://www.live-rubber.com

สงวน ช้างฉัตร. (2542). *การพัฒนาทีมงานที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลในการดำเนินธุรกิจขนาดย่อม.* กรุงเทพมหานคร: สภาสถาบันราชภัฏ.

สมาคมยางพาราไทย. (2552). *สถิติยางไทย.* ค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2552, จาก http://www.thainr.com/th/index.php?detail=stat-thai

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. (2539). *รายงานการศึกษาเรื่อง การประเมินผลโครงการจัดตั้งโรงงานผึ่งแห้ง/รวมควันยางพารา ปี 2539.* กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.

สุภาพร บัวแก้ว และอเนก กุณาละสิริ. (2546). *รายงานการวิจัยเรื่อง ศักยภาพและโอกาสในการแข่งขันของการผลิตยางธรรมชาติ.* กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยยาง.

สุเมธ สมภักดี. (2550). *ทฤษฎีการเลือกตัวอย่าง.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โฟร์พรินท์ติ้ง.

เสถียร ศรีบุญเรือง. (2536). *ประสิทธิผลของการให้สินเชื่อเพื่อการเกษตร: กรณีศึกษาของที่ราบลุ่มเชียงใหม่-ลำพูน.* เอกสารนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 31 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เสถียร ศรีบุญเรือง. (2537). *ปัจจัยที่กำหนดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจของเกษตร.* เอกสารนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 32 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

องค์การอาหารและการเกษตร. (2552). *FAOSTAT.* ค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2552, จาก http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx

อุมาพร เงยวิจิตร, อารี วิบูลย์พงศ์ และพัฒนา เจียรวิริยะพันธ์. (2548). *ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของสหกรณ์การเกษตรในเขตภาคเหนือตอนบน.* เอกสารนำเสนอในงานสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ: สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่มและใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โรงแรมปางสวนแก้ว, จังหวัดเชียงใหม่.

Afriat, S. N. (1972). Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review, 13*(3), 568-589.

Aigner, D. J., & Chu, S. F. (1968). On estimation the industry production function. *American Economic Review, 58*(4), 826-839.

Aigner, D. J., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. J. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics, 6*(1), 21-37.

Akridge, J. T. (1989). Measuring productive efficiency in multiple product agribusiness firms: A dual approach. *American Journal of Agricultural Economics, 71,* 116-125.

Ali, F., Parikh, A., & Shah, M. K. (1994). Measurement of profit efficiency using behavioral and stochastic frontier approaches. *Applied Economics, 26*(2), 181-188.

Amaza, P. S., & Maurice, D. C. (2005). *Identification of factors that influence technical efficiency in rice-based production systems in Nigeria.* Paper Presented at Workshop on Policies and strategies for Promoting Rice Production and Food Security in Sub-Saharan Africa, 7th-9th November, Cotonou, Benin Republic.

Battese, G. E., & Corra, G. S. (1977). Estimation of a production frontier model: With application to the pastoral zone of eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics, 21,* 169-179.

Battese, G. E., Heshmati, A., & Hjalmarsson, L. (2000). Efficiency of labour use the Swedish banking industry: A stochastic frontier approach. *Empirical Economics, 25,* 623-640.

Berndt, E. R. (1991). *The practice of econometrics: Classic and contemporary.* Reading, MA: Addison-Wesley.

Binswanger, H. P. (1974). A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. *American Journal of Agricultural Economics, 56*(2), 347-386.

Bravo-Ureta, B. E., & Pinheiro, A. E. (1997). Technical, economic, and allocative efficiency in peasant farming: Evidence from the Dominican Republic. *The Developing Economies, 35*(1), 48-67.

Broeck, J., V. D., Forsund, F. R., Hjalmarsson, L., & Meeusen, W. (1980). On the estimation of deterministic and stochastic frontier production functions. *Journal of Econometrics, 13,* 117-138.

Chiang, A. C. (1984). *Fundamental methods of mathematical economics* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., & Battese, G. E. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis.* London: Kluwer Academic.

Diewert, W. E. (1971). An application of the Shepard duality theorem: A generalized linear production function. *Journal of Political Economy, 79*(3), 482-507.

Drake, L. (2001). Efficiency and productivity change in UK banking. *Applied Financial Economics, 11,* 557-571.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, 120*(3), 253-281.

Forsund, F. R., Lovell, C. A. K., & Schmidt, P. (1980). A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement. *Journal of Econometrics, 13,* 5-25.

Giannakas, K., Tran, K. C., & Tzouvelekas, V. (2003). Predicting technical efficiency in stochastic production frontier models in the presence of misspecifications: A Monte-carlo analysis. *Applied Economics, 35,* 153-161.

Green, W. H. (1980). Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions. *Journal of Econometrics, 13,* 27-56.

Hartwich, P., & Kyi, T. (1999). *Measuring efficiency in agricultural research: Strength and limitations of data envelopment analysis.* Retrieved December 15, 2009, from http://www.uni-hohenneim.de/~i490a/dps/1999/08-99/dp99-08.pdf

Hjalmarsson, L., Kumbhakar, S., & Hesmati, A. (1996). DEA, DFE and SFA: A comparison. *Journal of Productivity Analysis, 7,* 303-327.

Huang, M. Y., Huang, C. J., & Fu, T. T. (2002). Cultivation arrangements and the cost efficiency of rice farming in Taiwan. *Journal of Productivity Analysis, 18,* 223-239.

Huang, T. H., & Wang, M. H. (2004). Comparisons of economic inefficiency between output and input measures of technical inefficiency using the fourier flexible cost function. *Journal of Productivity Analysis, 22,* 123-142.

Jondrow, J., Lovell, C. K., Materov, I. S., & Schmidt, P. (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production model. *Journal of Econometrics, 19,* 233-238.

Kalirajan, K. P. (1991). An analysis of production efficiency differentials in the Philippines. *Applied Economics, 23,* 631-638.

Kalirajan, K. P. (1993). Farm-specific technical efficiencies and development policies. *Journal of Economic Studies, 11,* 3-13.

Kalirajan, K. P., & Huang, Y. (1996). An alternative method of measuring economic efficiency: the case of grain production in China. *China Economic Review, 7*(2), 193-203.

Kalirajan, K. P., & Shand, R. (1989). A generalized measure of technical efficiency. *Applied Economics, 21*(1), 25-34.

Krasachat, W. (2000). *Measurement of technical efficiency in Thai agricultural production.* Retrieved June 23, 2009, from http://std.cpc.ku.ac.th/delta/conf/Acrobat/Papers_Eng/Volume%202/krasachat.pdf

Kreiberg, D. (2010). *Diagnostic testing in Eviews.* Retrieved May 30, 2010, from http://www.bi.no/BibliotekFiles/_nedlastingsfiler/eviews/Diagnostic%20testing.pdf

Kumbhakar, S. C. (1991). The measurement and decomposition of cost inefficiency: The translog cost system. *Oxford Economic Paper, 43,* 667-683.

Kumbhakar, S. C. (2001). Estimation of profit function when profit is not maximum. *American Journal of Economics, 83*(1), 1-19.

Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. A. K. (2000). *Stochastic frontier analysis.* New York: Cambridge University Press.

Kumbhakar, S. C., & Wang, H. J. (2004). Estimation of growth convergence using a stochastic production frontier approach. *Economics Letters, 88*(3), 300-305.

Martin, M., & Taylor, T. G. (2003). A comparison of the efficiency of producers under collective and individual modes of organization. *Colombian Economic Journal, 1,* 245-266.

Meeusen, W., & Broeck, J. V. D. (1977). Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error. *International Economic Review, 18*(2), 435-445.

Nicholson, W. (1995). *Microeconomic theory: Basic principles and extensions* (6th ed.). New York: Dryden Press.

Parikh, A., Ali, F., & Shah, K. (1995). Measurement of economic efficiency Pakistani agriculture. *American Journal Agriculture Economics, 77,* 675-685.

Richmond, C. (1974). Replies to Mack and Burkholder on ethical egoism. *Canadian Journal of Philosophy, 3*(4), 665-671.

Sauer, J., & Frohberg, K. (2006). Allocative efficiency of rural water supply-a globally flexible SGM cost frontier. *Journal of Productivity Analysis, 27,* 31-40.

Schmidt, H. (1976). PK effect on pre-recorded targets. *Journal of the American Society for Psychical Research, 70*(3), 267-271.

Sharma, K. R., & Leung, P. (2000). Technical efficiency of carp pond culture in south Asia: An application of a stochastic mata-production frontier model. *Aquaculture Economics and Management, 4,* 169-189.

Singh, S., Coelli, T., & Fleming, E. (2001). Performance of dairy plants in the cooperative and private sectors in India. *Annals of Public and Cooperative Economics, 72*(4), 453-479.

Statistics Solutions. (2010). *Assumptions of linear regression.* Retrieved December 15, 2010, from http://www.statisticssolutions.com/methods-chapter/statistical-tests/assumptions-of-linear-regression

Thamrong Mekhora, Phantipa Puangsumalee, & Fleming, E. (2003). The economic efficiency of smallholder shrimp and rice production in Thailand: Shochastic frontier and data envelopment analyses. *King Mongkut's Agricultural Journal, 21*(3), 35-54.

Timmer, C. P. (1971). Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy, 79*(4), 776-794.

Uri, N. D. (2001). Technical efficiency, allocative efficiency, and the implementation of a price cap plan in telecommunications in the unites states. *Journal of Applied Economics, 4*(1), 163-186.

Wang, K. L., Tseng, Y. T., & Weng, C. C. (2003). A study of production efficiencies of integrated securities firms in Taiwan. *Applied Financial Economics, 13*(3), 159-167.

Worthington, A. C. (1998a). The determinants of non-bank financial institution efficiency: A stochastic cost frontier approach. *Applied Financial Economics, 8*(3), 279-287.

Worthington, A. C. (1998b). Efficiency in Australian building societies: An econometric cost function approach using panel data. *Applied Financial Economics, 8*(5), 459-467.

Worthington, A. C. (1999). Measuring technical efficiency in Australian credit unions. *The Manchester School, 67*(2), 231-248.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายสุระพรรณ์ จุลสุวรรณ์
วัน เดือน ปีเกิด	11 ธันวาคม 2510
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2528 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีเศรษฐศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2532 สำเร็จการศึกษาปริญญาโทเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2542
ตำแหน่งหน้าที่ การงานปัจจุบัน	อาจารย์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ คณบดีคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา