หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการสร้างรูปแบบจำลองและการคาดคะเนจำนวนครู

การศึกษาเพื่อสร้างรูปแบบจำลองเศรษฐมิติเพื่อคาดคะเนจำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา มีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ ประการแรกเพื่อสร้างแบบจำลองในการคาดคะเนจำนวนครูของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา และประการที่ 2 เพื่อนำแบบจำลองไปคาดคะเนจำนวนครูของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในปีการศึกษา 2531 ถึง 2540 ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการสร้างแบบจำลองและการคาดคะเนจำนวนครูเป็น 2 ขั้นตอน คือ ผลการสร้างแบบจำลองเพื่อคาดคะเนจำนวนครู และผลการคาดคะเนจำนวนครู

ตอนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบจำลองเพื่อคาดคะเนจำนวนครู

1. เมื่อนำข้อมูลย้อนหลังจำนวน 16 ปี (พ.ศ. 2515 - 2530) มาทำแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) ปรากฏว่าตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 ลักษณะความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง ได้แก่ ตัวแปร จำนวน 7 ตัว คือ จำนวนนักเรียน (S) สัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) จำนวนห้องเรียน (R) ขนาดของโรงเรียน (C) จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) และอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง (E) (ดูภาคผนวก)

1.2 ลักษณะความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง ได้แก่ ตัวแปร จำนวน 3 ตัว คือ ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (G) อัตราการสอนของครู (L) และอัตราการปลดเกษียณ (D) (ดูภาคผนวก)

2. ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบายกับตัวแปรตาม และระหว่างตัวแปรอธิบายด้วยกัน ได้ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

	Q	S	G	P	R	C_1	C_2	C_3	C_4	L	H	F	E	D
Q	-	.9931	.9765	.9709	.9922	.5997	.4293	.8066	.6226	-.7366	.8408	-.9518	.3921	.7985
S		-	.9592	.9740	.9989	.5859	.4228	.7973	.6424	-.7236	.8045	-.9245	.3736	.8250
G			-	.9217	.9546	.6509	.4798	.8564	.6824	-.7025	.8952	-.9054	.4473	.8372
P				-	-9766	.6194	.5026	.8154	.7026	-.6657	.8055	-.9292	.3054	.1094
R					-	.5776	.4125	.7858	.6375	-.7294	.7978	-.9303	.3331	.8624
C_1						-	.9249	.8951	.9032	-.4393	.6141	-.5425	.3947	.5870
C_2							-	.8291	.8869	-.1462	.5162	-.3670	.3251	.4354
C_3								-	.8570	-.4533	.8638	-.7024	.5118	.8104
C_4									-	-.3404	.5509	-.5315	.2854	.4953
L										-	-.4101	.7826	-.2030	-.4609
H											-	-.7608	.4808	.8863
F												-	-.2932	-.8329
E													-	.5127
D														-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ เชิงเส้นโค้ง

	Q	G	L	D
Q	-	.9900	-.8276	.7505
G		-	-.8065	.7399
L			-	-.6761
D				-

3. การพิจารณาตัวแปรเพื่อเลือกเข้าในสมการ

จำนวนนักเรียน (S) เมื่อทำแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) ได้ผลว่า จำนวนนักเรียน (S) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนครู (Q) (อุภาคผนวก) หมายความว่า ถ้านักเรียนมีจำนวนน้อย จำนวนครูก็น้อย แต่ถ้านักเรียนมีจำนวนมาก จำนวนครูก็มากด้วย นั่นคือ จำนวนนักเรียนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนครู ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.9931 มากกว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r > 0.4973$) ตัวแปรนี้ใช้เป็นตัวแปรอธิบายในแบบจำลองได้

ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (Gross Domestic Product = G) เมื่อทำแผนภาพการกระจายได้ผลเป็นเส้นโค้ง แสดงให้เห็นว่า ในระยะแรก ภาวะความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเพิ่มสูง 31.59% - 25.30% (ปี 2516 - 2517) (ข้อมูล GDP เป็น Current Price) จำนวนครู (Q) มีอัตราการเพิ่มปานกลาง 19.52% - 22.36% ในระยะที่สอง ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเพิ่มลดลงอย่างมากในช่วงต้นของระยะที่สองคือ 10.14% (ปี 2518) แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึง 23.13% ในปี 2523 ส่วนจำนวนครู มีอัตราการเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว 28.54% ในปี 2518 และลดลงเป็น 22.01% ในปี 2522 ซึ่งอัตราการเพิ่มกลับกันกับ GDP ในระยะที่สาม ความเจริญทางเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเพิ่มลดลง 14.79% 7.62% - 8.98% ในปี 2524 - 2530 และจำนวนครูก็มีอัตราการเพิ่มเช่นกันแต่ลดมากกว่า GDP คือจาก 10.25% ในปี 2523 จนถึง 1.10% ในปี 2530 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มของ GDP กับอัตราการเพิ่มของจำนวนครู (Q) ในแต่ละปี (ใช้ปี

พ.ศ. เดียวกัน) พบว่าความสัมพันธ์ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน (Hypothesis) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าสมมุติฐานที่ใช้คือ GDP ในปีนั้นกระทบจำนวนครู (Q) ในปีนั้น ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงในการทำแผนของบประมาณเพื่อเพิ่มจำนวนครู โดยทั่ว ๆ ไปลักษณะของการทำแผนของบประมาณจะต้องขอล่วงหน้า 1 ปี นั่นก็คือ GDP ที่จะมามีอิทธิพลในการขอบรรจุครูจะเป็น GDP ปีก่อนหน้าที่จะมีการบรรจุครูจริง ซึ่งควรจะเป็น GDP_{t-1} (t = ปีปัจจุบัน) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Qt กับ GDP_{t-1} = 0.982 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) ระหว่าง Qt กับ G_{t-1} ก็ยังเป็นเส้นโค้งเหมือนเดิม แต่จะเลื่อนต่ำลงมา 1 ปี เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มของ GDP_{t-1} กับอัตราการเพิ่มของจำนวนครู (Q) พบว่าส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกัน มีเพียง 3 ปีเท่านั้นที่ไม่สอดคล้องกัน คือ ปีการศึกษา 2518, 2524 และ 2525 ดังนั้นตัวแปร GDP_{t-1} มีความสัมพันธ์กับจำนวนครู พิจารณาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างตัวแปรอธิบาย (Multicollinearity) พบว่า GDP_{t-1} มีความสัมพันธ์กับงบประมาณและจำนวนนักเรียนจะเป็นฐานในการของบประมาณ จึงน่าจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน แต่ GDP_{t-1} เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญ เพราะเป็นตัวแปรอธิบายทางเศรษฐกิจที่จะใช้ในการคาดคะเนจำนวนครู ดังนั้นจึงเลือกตัวแปร GDP_{t-1} หรือ G_{t-1} เป็นตัวแปรอธิบาย

หลักสูตรหรือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) เมื่อทำแผนภาพการกระจายพบว่าสัดส่วนนี้กระจายเพียง 4 ค่า ในระยะเวลา 16 ปี คือ จะคงที่ตลอดช่วงของการใช้หลักสูตรนั้น ๆ ได้แก่ช่วงการใช้หลักสูตรพุทธศักราช 2503 หลักสูตรพุทธศักราช 2518 หลักสูตรพุทธศักราช 2521 และหลักสูตรพุทธศักราช 2524 เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญกับจำนวนครู ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (ภาคผนวก) หมายความว่า ถ้าหลักสูตรเพิ่มวิชาอาชีพมากขึ้นวิชาสามัญลดลง จำนวนครูที่ใช้ก็จะมากตามไปด้วย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9709 ซึ่งมากกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r > 0.4973$) ตัวแปรนี้ใช้เป็นตัวแปรอธิบายในแบบจำลองได้

จำนวนห้องเรียน (R) เมื่อทำแผนภาพการกระจาย พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนครู (Q) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9922 และจำนวนห้องเรียนยังมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนนักเรียน (S) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9989 เพราะจำนวนห้องเรียนเป็นตัวแปรที่หาได้จากจำนวนนักเรียนหารด้วยจำนวนนักเรียนต่อห้อง ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียนอย่างเห็นได้ชัด จึงต้องตัดตัวแปรอธิบายที่มีน้ำหนักน้อยออก คือ จำนวนห้องเรียน เพราะจะทำให้การแปลผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้

ขนาดของโรงเรียน (C) เมื่อทำแผนภาพการกระจาย พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนครู (Q) ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4293 ถึง 0.8066 และขนาดของโรงเรียนยังมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนห้องเรียน เพราะการกำหนดขนาดของโรงเรียนกำหนดโดยจำนวนห้องเรียน คือขนาดเล็ก 12 ห้องเรียน ขนาดกลาง 30 - 36 ห้องเรียน ขนาดใหญ่ 37 - 60 ห้องเรียน และขนาดพิเศษ 60 ห้องเรียนขึ้นไป ซึ่งจำนวนห้องเรียนก็มีความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียน ดังนั้นตัวแปรอธิบายทั้ง 3 ตัวนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด จึงเลือกตัวแปรอธิบายที่สำคัญที่สุดคือจำนวนนักเรียน

อัตราการสอนของครู (L) เมื่อทำแผนภาพการกระจาย พบว่าเป็นเส้นโค้ง มีความสัมพันธ์ชนิดผกผันกับจำนวนครู (Q) (ดูภาคผนวก) หมายความว่า จำนวนครูมากขึ้น อัตราการสอนของครูจะต่ำลง จำนวนครูน้อยลง อัตราการสอนของครูจะสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.8276 น้อยกว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r < -.4973$) ตัวแปรนี้ใช้เป็นตัวแปรอธิบายได้

จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) ในช่วง 16 ปี แปรค่าเพียง 4 ค่า ตามจำนวนหลักสูตรที่ใช้ เมื่อทำแผนภาพการกระจาย พบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนครู (Q) มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.8408 และจากหลักเหตุผลจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ ถูกกำหนดโดยหลักสูตรเช่นเดียวกับสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ และมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์กับสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญสูง คือ 0.8055 นั่นคือตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) อย่างเห็นได้ชัด และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองกับตัวแปรเกณฑ์คือจำนวนครู (Q) แล้วควรตัดจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ (H) ออก

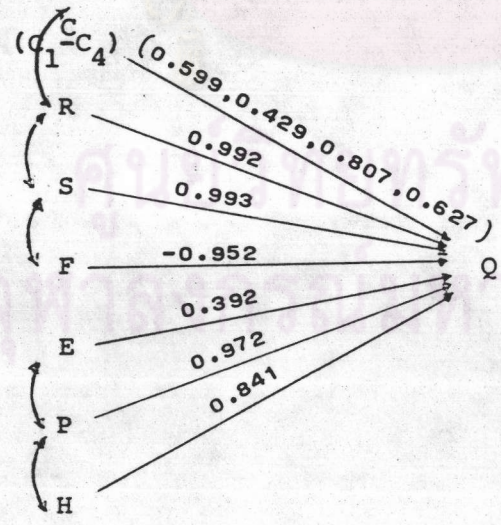
อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) เมื่อทำแผนภาพการกระจายแล้วได้ผลว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนครู (Q) เป็นความสัมพันธ์แบบผกผัน (negative linear correlation) (ดูภาคผนวก) หมายความว่า ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) มีค่าน้อย จำนวนครู (Q) จะมีค่ามาก ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) มีค่ามาก จำนวนครู (Q) จะมีค่าน้อย ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.9518 แต่อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู (F) ยังมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนนักเรียน (S) ด้วยอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นเมื่อเลือกจำนวนนักเรียนเป็นตัวแปรอธิบายแล้ว จึงควรตัดตัวแปรอัตราส่วนจำนวนนักเรียนออกไป

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง (E) เมื่อทำแผนภาพการกระจายแล้ว พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับจำนวนครู (Q) มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ .3921 ซึ่งน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r > 0.4973$) จึงตัดตัวแปรนี้ออกจากตัวแปรอธิบาย

อัตราการปลดเกษียณ (D) เมื่อทำแผนภาพการกระจายแล้ว พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งกับจำนวนครู (Q) เนื่องจากครูที่ปลดเกษียณในปี 2515 - 2530 เป็นครูที่ส่วนใหญ่เข้าทำงานเมื่อ 30 - 40 ปีก่อนหน้านี้ ซึ่งตอนนั้นอายุประมาณ 20 กว่าปี จำนวนครูมัธยมศึกษาก็ยังมีจำนวนน้อย ต่อมาการมัธยมศึกษาขยายตัวมากขึ้น จำนวนครูก็มากขึ้น ในระยะแรก ๆ จำนวนครูที่ปลดเกษียณจึงน้อย ส่วนในระยะหลัง ๆ จึงมากขึ้น แต่เมื่อคิดเป็นอัตราการปลดเกษียณโดยเปรียบเทียบกับจำนวนครูในปีที่ปลดเกษียณ อัตราการปลดเกษียณจึงเป็นเส้นโค้ง (ดูภาคผนวก) อัตราการปลดเกษียณมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (r) กับจำนวนครูเท่ากับ 0.7505 มากกว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r > 0.4971$) จึงใช้เป็นตัวแปรอธิบายได้

4. การสร้างแบบจำลอง

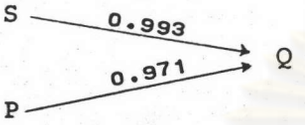
รูปแบบจำลองขั้นต้นที่เป็นสมการเส้นตรงคือ



<u>แผนภาพที่ 3</u> รูปแบบจำลองขั้นต้นที่เป็นสมการเส้นตรง

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ $r < 0.4973$ หรือ $r > -0.4973$ และเมื่อพิจารณาตามเหตุผลจึงตัดตัวแปรอธิบายที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันออกแล้วรูปแบบจำลองที่ได้จะเป็น

รูปแบบจำลองที่เป็นเส้นตรงหลังจากการตัดปัญหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของตัวแปรอธิบาย (Multicollinearity)



แผนภาพที่ 4 รูปแบบจำลองที่เป็นเส้นตรงหลังจากการตัดปัญหามัลติคอริเนียริตี้

เขียนเป็นรูปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$Q = f(S, P)$$

นำมาเขียนเป็นสมการ

$$Q = b_0 + b_1S + b_2P + b_3X_1 + u$$

ในเมื่อ Q = จำนวนครู

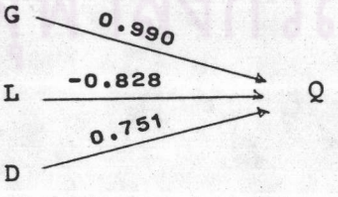
S = จำนวนนักเรียน

P = หลักสูตร (อัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ)

X_1 = Dummy variable เมื่อเปลี่ยนระบบการศึกษา

u = random variable

รูปแบบจำลองที่เป็นเส้นโค้ง



แผนภาพที่ 5 รูปแบบจำลองที่เป็นเส้นโค้ง

เขียนเป็นรูปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$Q = f(G, L, D)$$

เขียนเป็นสมการได้ (Blalock 1979 : 427)

$$Q = b_0 + b_1 \log G + b_2 \log L + b_3 \log D + b_4 X_1 + u$$

ในเมื่อ Q = จำนวนครู

G = ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ

L = อัตราการสอนของครู

D = อัตราการปลดเกษียณ

X_1 = Dummy variable เมื่อเปลี่ยนระบบการศึกษา

u = random variable

แบบจำลองที่ 1 นำรูปแบบจำลองที่มีลักษณะความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและเส้นโค้ง ซึ่งปรับให้เป็นเส้นตรงในรูปของ log (Erickson 1983 : 219) มาสร้างเป็นสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log G_{t-1} + b_5 \log L + b_6 \log D + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) โดยใช้โปรแกรม Statpak ได้ผลดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของรูปแบบจำลองที่ 1 ครั้งที่ 1

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	-147.5015	70.5296	-2.0913
b_1	0.0114	0.014	0.8130
b_2	-87.6094	85.3802	-1.0261
b_3	14.2331	5.3202	2.6753
b_4	71.2467	19.2248	3.7060
b_5	8.0731	35.2715	0.2288
b_6	-0.7274	1.4342	-0.5072

($t_{.05;\ 9} = 2.262$ และ $t_{.10\ ;\ 9} = 1.833$)

$R^2 = 0.9961$

$R = 0.9980$

$\sigma_u = 2.3262$

$F = 383.544$

ความหมายของสัญญลักษณ์

COEF คือ สัมประสิทธิแห่งความถดถอย (Regression Coefficient)

σ_{b_i} คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิของตัวแปรค่าที่ได้จากการคาดคะเน (Standard error)

t คือ ค่าสถิติ t

R คือ สัมประสิทธิแห่งสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient)

R^2 คือ สัมประสิทธิแห่งการกำหนด (Coefficient of Determination)

σ_u คือ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าที่ประเมินได้ (Standard Error of Estimate)

F คือ ค่าสถิติของ F

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (ค่า F.05 ; 6.9 = 3.37) แสดงว่าตัวแปรอธิบายต่าง ๆ มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตาม นั่นคือตัวแปรอธิบายสามารถทำนายหรือพยากรณ์จำนวนครู (Q) ได้ร้อยละ 99.61 (R^2 = 0.9961)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายต่าง ๆ โดยการทดสอบค่าสถิติ t ค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 (b_1) คือจำนวนนักเรียน (S) ตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คือหลักสูตรหรือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) ตัวแปรอธิบายตัวที่ 5 (b_5) คืออัตราการสอน (L) และตัวแปรอธิบายตัวที่ 6 (b_6) คืออัตราการปลดเกษียณ (D) ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าการนำตัวแปรดังกล่าวเข้ามาในสมการด้วยระดับความเชื่อมั่นน้อย น่าจะตัดออกจากสมการ ส่วนตัวแปรอธิบายตัวที่ 3 (b_3) เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ของการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษา มีนัยสำคัญที่ .05 และตัวแปรอธิบายตัวที่ 4 (b_4) คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภายในประเทศ มีนัยสำคัญที่ .05 แสดงว่าการนำตัวแปรอธิบายตัวที่ 3 และตัวที่ 4 เข้ามาในสมการด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายต่าง ๆ พบว่าการนำตัวแปรอธิบายเข้ามาในสมการด้วยความระดับความเชื่อมั่นน้อยมีอยู่จำนวน 4 ตัว จึงควรปรับปรุงสมการถดถอยพหุคูณให้ดีขึ้น โดยตัดค่าตัวแปรอธิบายที่มีค่าสถิติ t ต่ำออกทีละตัว ดังนี้

ผลการวิเคราะห์เมื่อตัดตัวแปรที่มีค่าสถิติ t ต่ำออกทีละ 1 ตัวแปร

<u>ครั้งที่ 1</u> ตัดตัวแปรอัตราการสอน (L) ออกจะได้สมการ

$$Q = b_0 + b_1S + b_2P + b_3X_1 + b_4 \log G_{t-1} + b_5 \log D + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของรูปแบบจำลองที่ 1 ครั้งที่ 2

	COEF	σb_i	t
b_0	-132.6202	26.0089	-5.0990
b_1	0.0124	0.0127	0.9758
b_2	-85.7737	80.8750	-1.0606
b_3	14.0875	5.0256	2.8032
b_4	68.8083	15.2260	4.5191
b_5	-0.6847	1.3529	-0.5061

($t_{.05\ ;\ 10}$ = 2.228, $t_{.10\ ;\ 10}$ = 1.812)

R^2 = 0.9961 R = 0.9981

σu = 2.2132

F = 508.4209

เมื่อตัดตัวแปรอัตราการสอนออก ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05;5,10}$ = 3.33) ค่า R^2 คงเดิมและค่า σu ลดลง เมื่อพิจารณาค่าสถิติ t ปรากฏว่าสัมประสิทธิของตัวแปรตัวที่ 5 (b_5) คืออัตราการปลดเกษียณ มีค่าสถิติ t ต่ำสุด ควรตัดออกจากสมการ

ครั้งที่ 2 ตัดตัวแปรอัตราการปลดเกษียณ (D) ออกจะได้สมการ ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log G_{t-1} + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของรูปแบบจำลองที่ 1 ครั้งที่ 3

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	-135.8059	24.3674	-5.5733
b_1	0.0105	0.0117	0.8957
b_2	-77.1938	76.3575	-1.0110
b_3	14.4350	4.8072	3.0028
b_4	70.4762	14.3536	4.9100

($t_{.05}$; 11 = 2.201, $t_{.10}$; 11 = 1.796)

R^2 = 0.9960 R = 0.9980

σ_u 2.1371

F 681.552

เมื่อตัดตัวแปรอัตราการปลดเกษียณออก ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ค่า R^2 ลดลงเล็กน้อย และค่า σ_u ลดลง พิจารณาค่าสถิติ t ปรากฏว่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรตัวที่ 1 (b_1) คือจำนวนนักเรียน มีค่าสถิติ t ต่ำสุด ควรตัดออกจากสมการ

ครั้งที่ 3 ตัดตัวแปรจำนวนนักเรียน (S) ออกจะได้สมการ ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1P + b_2X_1 + b_3 \log G_{t-1} + u$$

ผลของการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของรูปแบบจำลองที่ 1 ครั้งที่ 4

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	-155.9834	9.2114	-16.9338
b_1	-78.8625	75.7031	-1.0417
b_2	17.721	3.0806	5.7524
b_3	81.7796	6.7816	12.0590

(t.05 ; 12 = 2.179, t.10 ; 12 = 1.782)

R^2 = 0.9957 R = 0.9978

σ_u = 2.1194

F = 923.6919

เมื่อตัดตัวแปรอธิบายจำนวนนักเรียน (S) ออกจากสมการ ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ค่า R^2 และ σ_u ลดลงเล็กน้อย พิจารณาค่าสถิติ t ปรากฏว่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 (b_1) คือหลักสูตรหรืออัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาการ มีค่าสถิติ t ต่ำสุด ควรตัดออกจากสมการ

<u>ครั้งที่ 4</u> ตัดตัวแปรหลักสูตรหรืออัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) ออก จะได้สมการ ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1X_1 + b_2 \log G_{t-1} + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

<u>ตารางที่ 7</u> ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 1 ครั้งที่ 5

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	-151.6686	8.2545	-18.3740
b_1	15.2960	2.0243	7.5561
b_2	75.7035	3.4710	21.8100

(t.05 ; 13 = 2.160 t.10 ; 13 = 1.771)

R^2 = 0.9953 R = 0.9976

σ_u = 2.1263

F = 1375.1976

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อตัดตัวแปรอธิบายอัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญออกจากสมการ ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ค่า R^2 และค่า σu ลดลงเล็กน้อย พิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบาย มีนัยสำคัญที่ .05 ทั้งตัวแปรผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ และตัวแปรหุ่นที่แก้การเปลี่ยนระบบการศึกษา แสดงว่าตัวแปรทั้งสองสามารถใช้อธิบายจำนวนครูในสมการได้ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.53 และค่าสัมประสิทธิเป็นบวก (+) หมายความว่า ถ้าผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศมาก จำนวนครูก็จะมากด้วย ถ้าผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศมีจำนวนน้อย จำนวนครูก็จะน้อยด้วย นั่นคือรูปแบบจำลองที่สอดคล้องกับสมมุติฐานของการกำหนดวงเงินงบประมาณแผ่นดินที่ว่า ถ้าผลิตภัณฑ์ประชาชาติในประเทศมีมากงบประมาณแผ่นดินก็จะมีวงเงินมาก ส่งผลถึงงบประมาณของกระทรวงศึกษาธิการ กรมสามัญศึกษา และอัตราครูก็จะมากตามไปด้วย ซึ่งเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน ส่วนตัวแปรหุ่น (X_1) นั้น เป็นค่าแก้ในกรณีที่ได้มีการเปลี่ยนระบบการศึกษา จึงมีค่าสัมประสิทธิเป็นบวก ดังนั้นรูปแบบจำลองที่ 1 จึงมีตัวแปรอธิบายเพียงตัวเดียว

เมื่อประเมินประสิทธิภาพของการทำนายหรือพยากรณ์ (Evaluation of the Forecasting power of the estimated Model) โดยใช้สูตร

$$t_n = \frac{Y_A - \hat{Y}_F}{\hat{\sigma}_n \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_F - \bar{X}_i)^2}{(X_i - \bar{X}_i)^2}}}$$

ได้ผลดังนี้

ปีการศึกษา	จำนวนครูจริง	จำนวนครูคาดคะเน	ค่าสถิติ t
2515	15.596	11.866	1.4889
2516	18.641	16.098	1.0328
2517	22.810	25.137	-0.9753
2518	29.321	32.556	-1.3829
2519	34.450	35.750	-0.5596
2520	43.372	42.783	0.2559

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา	จำนวนครูจริง	จำนวนครูคาดคะเน	ค่าสถิติ t
2521	52.734	53.219	-0.2172
2522	64.342	65.915	-0.7057
2523	70.935	71.448	-0.2299
2524	76.141	78.299	-0.9581
2525	82.276	82.819	-0.2388
2526	85.083	85.242	-0.0694
2527	88.327	88.171	0.06749
2528	90.834	90.457	0.1621
2529	92.915	90.889	0.8713
2530	93.937	91.063	1.2353

ค่า t ที่ $\alpha = .05$ d.f = 14 มีค่า 2.145

การทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนครูที่มีอยู่จริงกับจำนวนครูที่คาดคะเนของแบบจำลองที่ 1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 - 2530 โดยใช้ค่าสถิติ t ผลปรากฏว่าไม่มีนัยสำคัญ หมายความว่า จำนวนครูที่คาดคะเนจากแบบจำลองที่ 1 ไม่แตกต่างจากจำนวนครูที่มีจริง

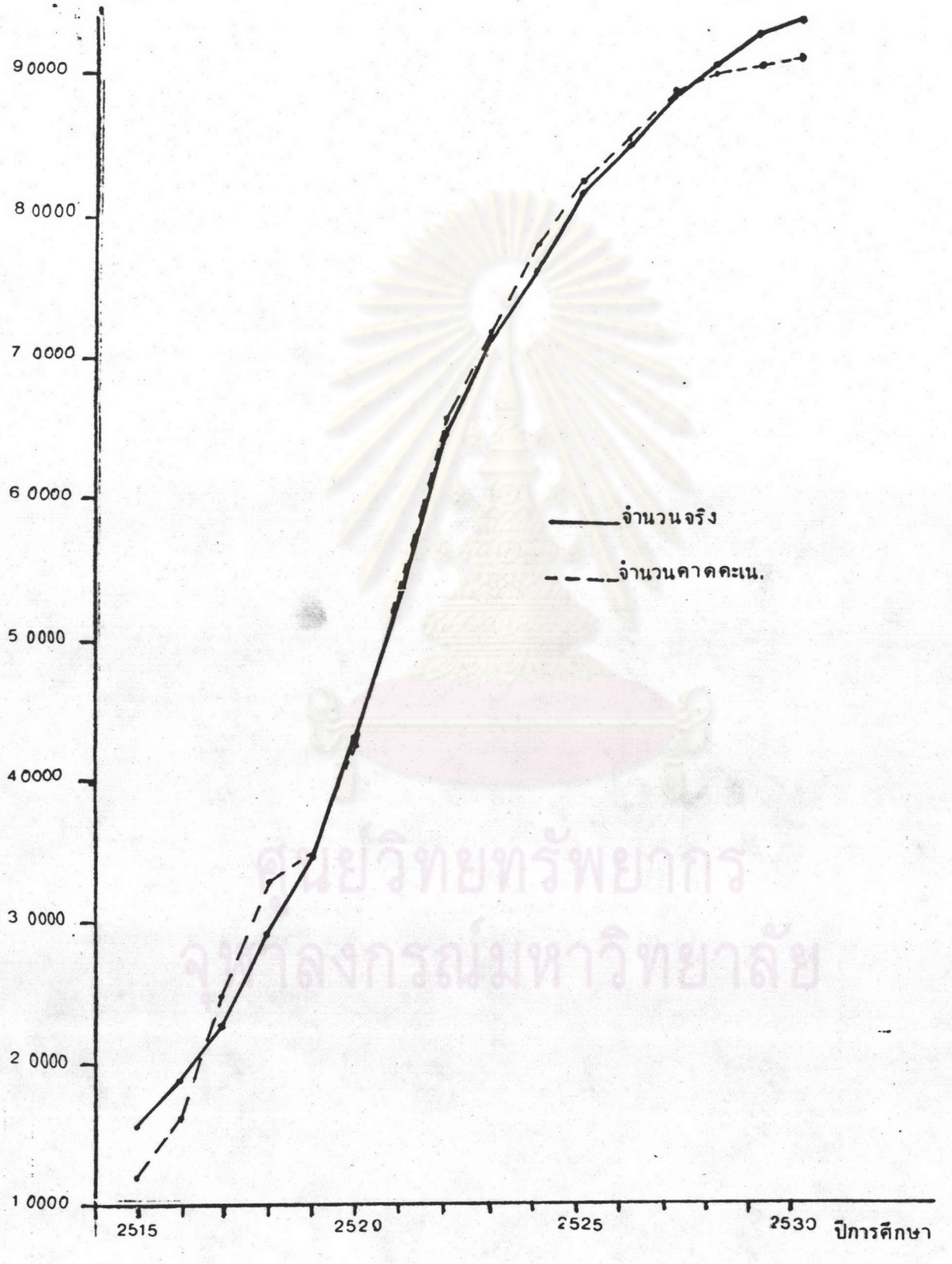
สรุปผลได้ว่า แบบจำลองที่ 1 มีประสิทธิภาพในการทำนายหรือพยากรณ์สูงพอสมควร น่าเชื่อถือ ($R^2 = 0.9953$) และค่า F = 1375.976 มีค่ามากกว่าค่า F จากตาราง $F_{.05\ ;\ 2,13} = 3.81$) ส่วนค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายและตัวแปรหุ่นมีความเหมาะสมด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$Q = -151.6686 + 15.2960\ X_1 + 75.7035 \log G_{t-1}$$

$$(2.0243) \qquad (3.4710)$$

$R^2 = 0.9953$ $\qquad \sigma u = 2.1263$

แผนภาพที่ 6 กราฟแสดงจำนวนครูที่เกิดขึ้นจริงและเกิดจากการคาดคะเนของแบบจำลองที่ 1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบจำลองที่ 2 จากผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณในรูปแบบจำลองที่ 1 พบว่าเมื่อตัวแปรจำนวนนักเรียน (S) อยู่ร่วมกันตัวแปรผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศหรือ GDP (G) แล้วจะทำให้จำนวนนักเรียน(S) มีค่าสถิติ t ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากตัวแปร 2 ตัว นี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Multicollinearity) ดูจากตารางสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ในความเป็นจริงจะพบว่า GDP มีส่วนในการกำหนดงบประมาณของประเทศว่าควรมีจำนวนเท่าไร ส่วนการขอตั้งงบประมาณของกรมสามัญศึกษาก็จะต้องคิดค่าเฉลี่ยต่อหัวของจำนวนนักเรียน เมื่อได้งบประมาณมาจึงเป็นการกำหนดว่าควรจะรับนักเรียนจำนวนเท่าไร และจากจำนวนนักเรียนก็จะกำหนดว่าควรจะเพิ่มจำนวนครูอีกเท่าไร ดังนั้นตัวแปรจำนวนนักเรียน(S) จึงเป็นตัวแปรที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กับจำนวนครู(Q) สูงมาก (r = .9931) จึงน่าจะใช้เป็นตัวแปรอธิบายจำนวนครู (Q) ได้ ในรูปแบบจำลองนี้จึงทดลองแยกรูปแบบจำลองที่ 1 ออกเป็น 2 สมการ ดังนี้

$$Q = b_o + b_1 S + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + b_5 \log D + u \ldots\ldots 2.1$$

$$Q = b_o + b_1 \log G_{t-1} + b_2 p + b_3 x_1 + b_4 \log L + b_5 \log D + u \ldots 2.2$$

วิเคราะห์สมการถดถอยทีละสมการ ดังนี้

รูปแบบจำลองที่ 2.1

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.1 ครั้งที่ 1

COEF	b_i	t
b_o 67.5539	60.4437	1.1176
b_1 0.0567	0.0104	5.4466
b_2 24.8725	120.3265	0.2067
b_3 0.07918	5.5846	0.0142
b_4 -64.3619	44.26986	-1.4539
b_5 -1.2936	2.1501	-0.6016

(t.05 ; 10 = 2.228, t.10 ; 10 = 1.812)

R^2 = 0.9902 R = 0.9951

σ_u = 3.5074

F = 201.2407

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (F.05 ; 5,10 = 3.33) แสดงว่าตัวแปรอธิบายต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม นั่นคือตัวแปรอธิบายสามารถทำนายจำนวนครูได้คิดเป็นร้อยละ 99.02

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายต่าง ๆ โดยการทดสอบค่าสถิติ t ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 (b_1) มีนัยสำคัญที่ .05 ส่วนค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ สัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 3 (b_3) คือตัวแปรหุ่นแก้การเปลี่ยนระบบการศึกษา ค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 4 (b_4) คืออัตราการสอน และค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 5 (b_5) คืออัตราการปลดเกษียณ ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าการนำเอาตัวแปรอธิบายดังกล่าวเข้ามาในสมการด้วยความเชื่อมั่นน้อย จึงปรับปรุงสมการถดถอยพหุคูณให้ดีขึ้นโดยการตัดตัวแปรอธิบายที่ทดสอบแล้วมีค่าสถิติ t ต่ำออกทีละหนึ่งตัว ดังนี้

<u>ครั้งที่ 1</u> ตัดตัวแปรหุ่นที่แก้การเปลี่ยนระบบการศึกษาออก จะได้สมการดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 P + b_3 \log L + b_4 \log D + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.1 ครั้งที่ 2

	COEF	σb_i	t
b_0	67.0819	48.1051	1.3945
b_1	0.0568	0.0092	6.1988
b_2	25.4308	108.4125	0.2346
b_3	-64.0605	37.0264	-1.7301
b_4	-1.2954	2.0462	-0.6331

($t_{.05}$; 11 = 2.201 และ $t_{.10}$; 11 = 1.796)

R^2 = 0.9902 R = 0.9951

σu = 3.3442

F = 276.7003

เมื่อตัดตัวแปรหุ่นที่แก้การเปลี่ยนระบบการศึกษา (X_1) ออก ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05, 4, 11}$ = 3.36) พิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรแต่ละตัว โดยการทดสอบค่าสถิติ t ปรากฏว่า ตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) มีค่า t ต่ำสุด ควรตัดออกจากสมการ

ครั้งที่ 2 ตัดตัวแปรสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) ออกจากสมการจะได้สมการ ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 \log L + b_3 \log D + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.1 ครั้งที่ 3

	COEF	σb_i	t
b_0	68.6641	45.7160	1.5020
b_1	0.0588	0.0031	19.2349
b_2	-63.8022	35.5229	-1.7961
b_3	-1.4464	1.8644	-1.7758

(t.05 ; 12 = 2.179, t.10 ; 12 = 1.782)

R^2 = 0.9901 R = 0.9950

σu = 3.2098

F = 400.4499

เมื่อตัดตัวแปรสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) ออก ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (F.05 ; 3,12 = 3.49) พิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรแต่ละตัว โดยการทดสอบค่าสถิติ t พบว่าตัวแปรอธิบายตัวที่ 3 (b_3) คืออัตราการปลดเกษียณมีค่าสถิติ t ต่ำสุด ควรตัดออกจากสมการ

ครั้งที่ 3 ตัดตัวแปรอัตราการปลดเกษียณ (D) ออก จะได้สมการ ดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 \log L + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.1 ครั้งที่ 4

	COEF	σb_i	t
b_0	77.9846	43.4286	1.7957
b_1	0.0588	0.0030	19.5292
b_2	-70.1364	34.0384	-2.0605

(t.05 ;13 = 2.160, t.10 ; 13 = 1.771)

R^2 = 0.9896 R = 0.9948

σ_u = 3.1603

F = 619.3405

เมื่อตัดตัวแปรอัตราการปลดเกษียณออก ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (F.05; 2,13 =3.81) พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอธิบายแต่ละตัว โดยการทดสอบค่าสถิติ t พบว่า ตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คืออัตราการสอน ไม่มีนัยสำคัญที่ .05 แต่มีนัยสำคัญที่ .10 แสดงว่าการนำอัตราการสอนเข้ามาในสมการด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งเป็นระดับความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้พอสมควร และผู้วิจัยจะคงตัวแปรอธิบายตัวนี้ไว้ เนื่องจากในทางปฏิบัติ การกำหนดจำนวนครูมีหลายวิธี ในช่วงระยะเวลาที่จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นก็ใช้จำนวนนักเรียนเป็นเกณฑ์ ในช่วงการเปลี่ยนระบบการศึกษาก็ใช้ห้องเรียนเป็นเกณฑ์ และในช่วงจำนวนนักเรียนเริ่มจะลดลง ใช้อัตราการสอนเป็นตัวกำหนดจำนวนครู และยังไม่ได้มีการทดสอบว่าวิธีใดจึงจะเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงคงตัวแปรอธิบายอัตราการสอนไว้ เพื่อทดสอบในสมการด้วย ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 (b_1) คือจำนวนนักเรียน (S) มีนัยสำคัญที่ .05 แสดงว่าตัวแปรอธิบายนี้สามารถใช้อธิบายจำนวนครูได้ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าสัมประสิทธิ์เป็นบวก (+) หมายความว่า ถ้าจำนวนนักเรียน (S) มาก จำนวนครูก็จะมากด้วย ถ้าจำนวนนักเรียนน้อย จำนวนครูก็จะน้อยด้วย ซึ่งเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลตามความเป็นจริงแล้วพบว่าจำนวนนักเรียนลดแต่จำนวนครูกลับเพิ่มขึ้น (ปีการศึกษา 2529 และ 2530) ดังนั้นเพื่อปรับปรุงสมการที่ได้ให้ดีขึ้นจะแก้ปรากฏการณ์จำนวนนักเรียนลดด้วยการเพิ่มตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) คือ X_2 อีกตัวหนึ่งสำหรับปีการศึกษาที่จำนวนนักเรียนลดลง

<u>ครั้งที่ 5</u> เพิ่มตัวแปรหุ่นเพื่อแก้จำนวนนักเรียนลด (X_2) เข้าในสมการจะได้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 X_2 + b_3 \log L + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.1 ครั้งที่ 5

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	87.2475	38.3457	2.2753
b_1	0.0567	0.0028	20.2872
b_2	5.0969	2.3080	2.2083
b_3	-76.5132	30.0134	-2.5493

($t_{.05\ ;\ 12}$ = 2.179, $t_{.10\ ;\ 12}$ = 1.782)

R^2 = 0.9926 R = 0.9963

σ_u = 2.7737

F = 537.6492

เมื่อเพิ่มตัวแปรหุ่น (X_2) เพื่อแก้จำนวนนักเรียนลดในสมการ ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05\ ;\ 3,12}$ = 3.49) พิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายแต่ละตัวมีนัยสำคัญที่ .05 ทั้งตัวแปรอธิบายจำนวนนักเรียน ตัวแปรอธิบายอัตราการสอน และตัวแปรหุ่นเพื่อแก้จำนวนนักเรียนลด แสดงว่าตัวแปรอธิบายทั้งสองตัวแปรและตัวแปรหุ่น สามารถใช้อธิบายจำนวนครูในสมการได้ด้วยระดับความเชื่อมั่น 99.26 และค่าสัมประสิทธิของตัวแปรจำนวนนักเรียน (S) เป็นบวก (+) หมายความว่า ถ้าจำนวนนักเรียนมาก จำนวนครูก็มากด้วย จำนวนนักเรียนน้อย จำนวนครูก็น้อยด้วย ค่าสัมประสิทธิของตัวแปรหุ่น (X_2) เป็นค่าแก้ในกรณีที่จำนวนนักเรียนลดแต่จำนวนครูไม่ลด จึงมีค่าสัมประสิทธิเป็นบวก (+) ส่วนตัวแปรอธิบายอัตราการสอน (L) มีค่าเป็นลบ (-) เนื่องจากถ้าอัตราการสอนน้อย จำนวนครูจะมาก หรือถ้าอัตราการสอนมาก จำนวนครูจะน้อยลง ดังนั้นรูปแบบจำลองที่ 2.1 จึงมีตัวแปรอธิบาย 2 ตัว

ประเมินประสิทธิภาพของการทำนายหรือพยากรณ์ (Evaluation of the Forecasting of the Estimated Model) ได้ผลดังนี้

หน่วย : พันคน

ปีการศึกษา	จำนวนครูจริง	จำนวนครูคาดคะเน	ค่าสถิติ t
2515	15.596	11.957	1.2749
2516	18.641	16.738	0.6632
2517	22.810	22.105	0.2474
2518	29.321	30.470	-0.3943
2519	34.450	38.1880	-1.2809
2520	43.372	46.507	-1.1105
2521	52.734	56.976	-1.5616
2522	64.342	65.457	-0.3894
2523	70.935	71.872	-0.3309
2524	76.141	72.036	1.4315
2525	82.276	79.521	0.9837
2526	85.083	83.813	0.4424
2527	88.327	88.853	-0.1784
2528	90.834	90.369	0.1571
2529	92.915	94.176	-0.3633
2530	93.937	92.676	0.3701

ค่า t ที่ α = .05 df = 14 มีค่า = 2.145

การทดสอบความแตกต่างระหว่างจำนวนครูที่มีอยู่จริงกับจำนวนครูที่คาดคะเนของแบบจำลองที่ 2.1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 ถึง 2530 โดยใช้ค่าสถิติ t ผลปรากฏว่า ไม่มีนัยสำคัญ หมายความว่า จำนวนครูที่คาดคะเนจากรูปแบบจำลองที่ 2.1 ไม่แตกต่างจากจำนวนครูที่มีจริง

สรุปผลได้ว่า แบบจำลองที่ 2.1 มีประสิทธิภาพในการทำนายหรือพยากรณ์สูง น่าเชื่อถือ (R^2 = .9926) และค่า F = 537.6492 มีค่ามากกว่าค่า F จากตาราง

($F_{.05}$; 3,12 = 3.49) ส่วนค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบาย และตัวแปรหุ่นในสมการมีความเหมาะสมด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$Q = 87.2475 + 0.0567S + 5.0969X_2 - 76.5132 \log L$$

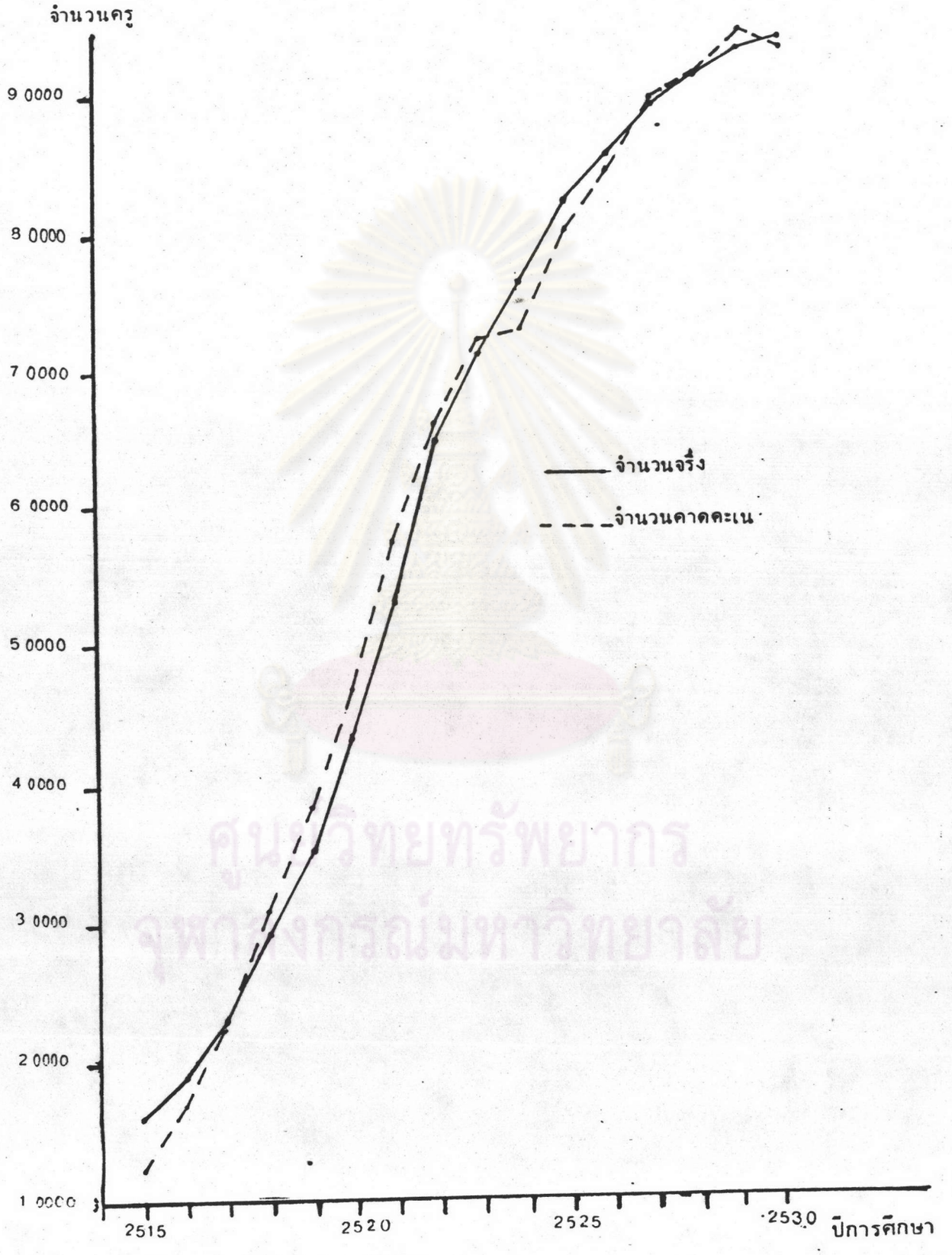
$$(0.0028) \quad (2.3080) \quad (30.0134)$$

$$R^2 = 0.9926$$

$$u = 2.7737$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 7 กราฟแสดงจำนวนครูที่เกิดขึ้นจริงและเกิดจากการคาดคะเนของแบบจำลองที่ 2.1



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบจำลองที่ 2.2

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + b_5 \log D + u$$

ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.2 ครั้งที่ 1

COEF	σ_{b_i}	t
b_0 -183.3943	54.0603	-3.3924
b_1 84.8540	9.2949	9.1291
b_2 -87.0418	83.9172	-1.0372
b_3 17.5082	3.4155	5.1262
b_4 16.8940	32.9872	0.5121
b_5 -4.4492	1.3689	-0.3281

($t_{.05\ ;\ 10}$ = 2.228, $t_{.10\ ;\ 10}$ = 1.1812)

R^2 = 0.9958 R = 0.9979

σ_u = 2.2864

F = 476.2713

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05\ ;\ 5,10}$ = 3.33) แสดงว่าตัวแปรอธิบายต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม นั่นคือตัวแปรอธิบายสามารถทำนายจำนวนครูได้คิดเป็นร้อยละ 99.58

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายต่าง ๆ โดยการทดสอบค่า t ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายที่ 1 (b_1) คือผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ และตัวแปรตัวที่ 3 (b_3) คือตัวแปรหุ่นที่แก้การเปลี่ยนระบบการศึกษามีนัยสำคัญที่ .05 ส่วนค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ ค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 4 (b_4) คืออัตราการสอน และตัวแปรอธิบายตัวที่ 5

(b_5) คืออัตราการปลดเกษียณ ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าการนำเอาตัวแปรอธิบายดังกล่าวเข้ามาในสมการด้วยความเชื่อมั่นน้อย จึงปรับปรุงสมการถดถอยพหุคูณให้ดีขึ้น โดยการตัดตัวแปรอธิบายที่ทดสอบแล้วมีค่าสถิติ t ต่ำออกทีละตัว

<u>ครั้งที่ 1</u> ตัดตัวแปรอัตราการปลดเกษียณ (D) ออกจะได้สมการ

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + u$$

ผลของการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ปรากฏว่าตัวแปรอัตราการสอน (L) มีค่า t ต่ำสุด

<u>ครั้งที่ 2</u> ตัวตัวแปรอัตราการสอน (L) ออกจะได้สมการ

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 P + b_3 X_1 + u$$

ผลของการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ปรากฏว่าตัวแปรสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) มีค่า t ต่ำสุด

<u>ครั้งที่ 3</u> ตัวตัวแปรสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P) ออกจะได้สมการ

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 X_1 + u$$

ผลของการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ ปรากฏว่าค่า t ของตัวแปรค่าที่เหลือมีค่าสูงเพียงพอโดยมีระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95

สมการถดถอยพหุคูณที่สมบูรณ์ มีดังนี้

<u>ตารางที่ 14</u> ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 2.2 ครั้งที่ 5

	COEF	σb_i	t
b_0	-151.6686	8.2545	-18.3740
b_1	75.7035	3.4710	21.8100
b_2	15.2960	2.0243	7.5561

($t_{.05\ ;\ 13} = 2.160$, $t_{.10\ ;\ 13} = 1.771$)

R^2 = 0.9953 R = 0.9976

σu = 2.1263

F = 1375.976

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05 ; 2,13} = 3.81$) แสดงว่าตัวแปรอธิบายผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (G_{t-1}) และตัวแปรหุ่นเพื่อแก้การเปลี่ยนระบบการศึกษา (X_1) สามารถทำนายจำนวนครู (Q) ได้คิดเป็นร้อยละ 99.53

ผลการวิเคราะห์รูปแบบจำลอง 2.2 นี้ ได้สมการรูปแบบเดียวกับรูปแบบจำลองที่ 1 แสดงว่า ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติภายในประเทศมีอิทธิพลต่อการคาดคะเนจำนวนครูมากกว่าตัวแปรหลักสูตรหรือสัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ อัตราการสอน และอัตราการปลดเกษียณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบจำลองที่ 3 จากรูปแบบจำลองที่ 2 ตัวแปรอัตราการปลดเกษียณซึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนครูเป็นเส้นโค้ง และปรับแก้โดยใช้ค่า log (log D) นั้น เมื่ออยู่ในสมการทำนายแล้วถูกตัดออก เนื่องจากมีค่า t ต่ำ แต่ผู้วิจัยเห็นว่าตัวแปรการปลดเกษียณเป็นตัวแปรที่สำคัญ จึงควรที่จะใช้ตัวแปรนี้ในลักษณะอื่น ๆ เพื่อทดลองในสมการ จึงเปลี่ยนจากอัตราการปลดเกษียณมาเป็นจำนวนครูที่ปลดเกษียณ และเช่นเดียวกับความสัมพันธ์จากแผนภาพการกระจายก็จะออกมาในรูปเส้นโค้ง ซึ่งจะต้องปรับโดยการใช้ค่าของ log แทน (log d) และนำเข้าแทนอัตราการปลดเกษียณในรูปแบบจำลองที่ 2 จะได้สมการดังนี้

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + b_5 \log d + u \quad \text{.....3.1}$$

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + b_5 \log d + u \quad \text{.....3.2}$$

วิเคราะห์สมการถดถอยทีละสมการ ดังนี้

รูปแบบจำลองที่ 3.1

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 3.1 ครั้งที่ 1

COEF	σ_{b_i}	t
b_0 64.0996	65.0765	0.9850
b_1 0.04485	0.0259	1.7327
b_2 73.9050	135.6755	0.5447
b_3 1.5659	6.4013	0.2446
b_4 -70.6500	43.4932	-1.6244
b_5 9.2985	22.1860	0.4191

($t_{.05\ ;\ 10} = 2.228$, $t_{.10\ ;\ 10} = 1.812$)

R^2 = 0.9900 R = 0.9950

σu = 3.5393

F = 197.5866

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (F.05 ; 5,10 = 3.33) แสดงว่าตัวแปรอธิบายต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม นั่นคือตัวแปรอธิบายสามารถทำนายจำนวนครูได้คิดเป็นร้อยละ 99.00

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายต่าง ๆ โดยการทดสอบค่าสถิติ t ปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายทุกตัวไม่มีนัยสำคัญที่ .05 แสดงว่าการนำตัวแปรอธิบายต่าง ๆ เข้ามาในสมการด้วยความเชื่อมั่นน้อย จึงควรปรับปรุงสมการด้วยการตัดตัวแปรที่มีค่าสถิติ t น้อย ออกจากสมการ

ผลจากคอมพิวเตอร์ได้ตัดตัวแปรค่าซึ่งมีค่าสถิติ t ต่ำสุดของแต่ละสมการออกตามลำดับดังนี้ X_1, log d, P ได้สมการใหม่ซึ่งค่าสถิติ t ของตัวแปรอธิบายที่เหลือมีค่าสูงเพียงพอ โดยมีระดับความเชื่อมั่นในการนำมาเป็นตัวแปรอธิบายมากกว่าร้อยละ 90 สมการที่ได้คือ

$$Q = b_0 + b_1 S + b_2 \log L$$

สมการถดถอยพหุคูณ มีดังนี้

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 3.1 ครั้งที่ 5

	COEF	σb_i	t
b_0	77.9846	43.4286	1.7957
b_1	0.0587	0.0030	19.5292
b_2	-70.1364	34.0384	-2.0605

(t.05 ; 13 = 2.160 t.10 ; 13 = 1.771)

R^2 = 0.9896 R = 0.9949

σu = 3.1603

F = 619.3405

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 (F.05 ; 2,13 = 3.81) แสดงว่าค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายในสมการมีความเหมาะสมด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่า R^2 = 0.9896 มีค่าน้อยกว่า R^2= 0.9900 ซึ่งได้จากการนำตัวแปรอธิบายเกือบทุกตัวเข้าไว้ในสมการ ตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 คือจำนวนนักเรียน (S) มีนัยสำคัญที่ .05 และตัวแปรอธิบายตัวที่ 2 (b_2) คืออัตราการสอน มีนัยสำคัญที่ .10 แสดงว่าการนำตัวแปรจำนวนนักเรียน (S) เข้ามาในสมการด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนำตัวแปรอัตราการสอนเข้าไว้ในสมการด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งน่าเชื่อถือพอสมควร

จากผลของสมการถดถอยพหุคูณได้สมการใหม่ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอธิบาย 2 ตัว คือ จำนวนนักเรียนและอัตราการสอน ซึ่งถ้าเพิ่มตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) เพื่อแก้จำนวนนักเรียนลดเข้าไปจะได้แบบจำลองที่เหมือนกับแบบจำลองที่ 2.1 ดังนั้นรูปแบบจำลองนี้ซ้ำกับรูปแบบจำลองที่ 2.1

<u>รูปแบบจำลองที่ 3.2</u>

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 P + b_3 X_1 + b_4 \log L + b_5 \log d + u$$

วิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณของแบบจำลองที่ 3.2 ครั้งที่ 1

	COEF	σ_{b_i}	t
b_0	-166.9669	59.2854	-2.8163
b_1	77.9333	16.8362	4.6289
b_2	-63.5324	90.4135	-0.7027
b_3	16.5761	3.8633	4.2907
b_4	9.4286	34.0393	0.2770
b_5	4.5478	10.2934	0.4418

($t_{.05\ ;\ 10}$ = 2.228, $t_{.10\ ;\ 10}$ = 1.1812)

R^2 = 0.9959 R = 0.9979

σ_u = 2.2766

F = 480.4138

ค่า F มีนัยสำคัญที่ .05 ($F_{.05\ ;\ 5,10}$ = 3.33) แสดงว่าตัวแปรอธิบายต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และตัวแปรอธิบายสามารถทำนายหรือพยากรณ์จำนวนครู (Q) ได้ร้อยละ 99.59 (R^2 = 0.9959)

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิของตัวแปรต่าง ๆ โดยการทดสอบค่าสถิติ t ค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายตัวที่ 1 (b_1) คือผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (G) และค่าสัมประสิทธิของตัวแปรตัวที่ 3 (b_3) คือตัวแปรหุ่นเพื่อแก้การเปลี่ยนระบบการศึกษา มีนัยสำคัญที่ .05 ส่วนค่าสัมประสิทธิของตัวแปรอธิบายอีก 3 ตัว คือ สัดส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ อัตราการสอนและอัตราการปลดเกษียณไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าการนำตัวแปรอธิบายทั้ง 3 ตัวเข้ามาในสมการด้วยความเชื่อมั่นน้อยสมควรตัดออกจากสมการ ดังนั้นจึงปรับปรุงสมการด้วยการตัดตัวแปรที่มีค่าสถิติ t น้อยออกจากสมการทีละตัว

ผลจากคอมพิวเตอร์ได้ตัดตัวแปรอธิบายซึ่งมีค่าสถิติ t ต่ำสุดของแต่ละสมการดังนี้ log L, log d, P ได้สมการใหม่ซึ่งค่าสถิติ t ของตัวแปรอธิบายที่เหลือมีค่าสูงเพียงพอโดยมีระดับความเชื่อมั่นในการนำตัวแปรอธิบายเข้าในสมการมากกว่าร้อยละ 95 สมการที่ได้คือ

$$Q = b_0 + b_1 \log G_{t-1} + b_2 X_1$$

สมการใหม่ที่ได้ในรูปแบบจำลองที่ 3.2 นี้ซ้ำกับรูปแบบจำลองที่ 1 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรอธิบายการปลดเกษียณนั้น ไม่ว่าจะใช้เป็นอัตราหรือจำนวน ก็จะถูกตัดออกจากสมการโดยการทดสอบค่าสถิติ t และแบบจำลองที่ได้ก็จะซ้ำกับแบบจำลองที่วิเคราะห์ไว้แล้ว

ดังนั้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า ตัวแปรผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ (G_{t-1}) และตัวแปรจำนวนนักเรียน (S) มีอิทธิพลสูงต่อการคาดคะเนจำนวนครูทั้งสองตัวแปร แต่ถ้าอยู่ร่วมกันก็จะทำให้ตัวแปรจำนวนนักเรียนตกไป จึงควรอยู่คนละสมการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการคาดคะเนจำนวนครู ปีการศึกษา 2531 - 2540

ผลการคาดคะเนจำนวนครู ปีการศึกษา 2531 - 2540 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 18 จำนวนครูที่คาดคะเนได้จากรูปแบบจำลองที่หาได้และจำนวนครูที่ต้องเพิ่มหรือลด

หน่วย : พันคน

ปีการศึกษา	แบบจำลองที่ 1	±เพิ่มลด	แบบจำลองที่ 2.1	±เพิ่มลด	หมายเหตุ
2531	96.650	2.713	95.654	1.717	
2532	98.778	2.128	97.705	2.051	
2533	100.943	2.165	99.777	2.072	
2534	103.093	2.150	101.879	2.102	
2535	105.228	2.135	104.003	2.124	
2536	107.385	2.157	106.158	2.155	
2537	109.529	2.144	108.344	2.186	
2538	111.685	2.156	110.563	2.219	
2539	113.835	2.150	112.815	2.252	
2540	115.977	2.142	115.101	2.286	

รูปแบบจำลองที่ 1 ค่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = 2.1263

$$Q = Q_{\text{คาดคะเน}} \pm 2.1263 \; t_{.025}$$

รูปแบบจำลองที่ 2.1 ค่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = 2.7737

$$Q = Q_{\text{คาดคะเน}} \pm 2.7737 \; t_{.025}$$

แผนภาพที่ 8 กราฟแสดงจำนวนครูที่คาดคะเนได้จากรูปแบบจำลองที่ 1 และ 2.1