บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้เป็นวิจัยที่ใช้วิธีการทางเศรษฐมิติ (Methodology of Econometric Research) ของ Koutsoyiannis (1984) โดยศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับจำนวนครูทั้งตัวแปรทางด้านเศรษฐกิจและตัวแปรทางด้านการศึกษา นำมาหาความสัมพันธ์สร้างเป็นแบบจำลองเพื่อประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550 และศึกษาข้อมูลจำนวนครูในปีการศึกษา 2531-2536 เพื่อประเมินประสิทธิผลของแบบจำลองเศรษฐมิติคาดคะเนจำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์ ซึ่งจะนำเสนอการดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาเพื่อประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550

ตอนที่ 2 การประเมินประสิทธิผลแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยศึกษาจากประสิทธิผลของแบบจำลองของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์

ตอนที่ 3 นำแบบจำลองที่สร้างได้ในตอนที่ 1 ไปประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550

ตอนที่ 1 การสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาเพื่อประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550

ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูล

1. ลักษณะของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่

1.1.1 ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศรายปี ตั้งแต่ปี 2529-2536

1.1.2 รายได้ต่อหัวต่อปีของประชากร ตั้งแต่ปี 2529-2536

1.1.3 งบประมาณทางการศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2 ข้อมูลด้านการศึกษา ได้แก่ ตัวแปรที่เกี่ยวกับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 จำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.2 จำนวนนักเรียนระดับมัธยมศึกษารวม ม.1 ถึง ม.6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.3 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา วิเคราะห์อัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ จากหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521(ฉบับปรับปรุง 2533) และ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533)

1.2.4 จำนวนห้องเรียน ของโรงเรียนมัธยมศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.5 จำนวนโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.6 จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ วิเคราะห์จากหลักสูตร

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โดยใช้ค่าเฉลี่ย

1.2.7 อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.8 อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.9 อัตราการปลดเกษียณ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.10 อัตราการเรียนต่อชั้น ม. 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

1.2.11 จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2529-2536

2.แหล่งที่มาของข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยรวบรวมจากแหล่งทุติยภูมิ ซึ่งได้แก่ รายงานภาคสถิติ ของหน่วยงานที่จัดทำขึ้น ประกอบด้วยแหล่งที่มาต่าง ๆ ดังนี้

2.1 แหล่งที่มาของข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ รายได้ประชาชาติของประเทศไทย ฉบับ พ.ศ.2536 ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี และ งบประมาณ โดยสังเขป ประจำปีงบประมาณ 2529-2536 ของสำนักงบประมาณ

2.2 แหล่งที่มาของข้อมูลทางด้านการศึกษา

2.2.1 สถิติการศึกษา ปีการศึกษา 2529-2536 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน สำนักงานคณะกรรมการสภาสถาบันราชภัฏ และทบวงมหาวิทยาลัย

2.2.2 สถิติการศึกษา ปีการศึกษา 2533-2536 ของสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ

2.2.3 สถิติการศึกษา ปีการศึกษา 2534-2536 ของ

สำนักบริหารการศึกษาท้องถิ่น

2.2.4 สถิติการศึกษา ปีการศึกษา 2535-2536 ของสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาข้อมูล เพื่อหาตัวแปรมาใช้สร้างสมการ โดยศึกษาตัวแปรอธิบายที่สำคัญ ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการ โดยศึกษามาจากวิทยานิพนธ์ของ ณัตตินา วัฒนาชยากูล , นภาพร สิงหทัต , วรรณพร วิเชียรวงศ์ , กานต์ กุณาศล , ลักษณา พงษ์ศรีกูร และ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์ นอกจากนี้ยังศึกษาเอกสาร บทความ และ ตำราต่าง ๆ

2. เมื่อได้ตัวแปรอธิบายที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรจำนวนครู แล้วสำรวจแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อเตรียมจัดทำตารางในการรวบรวมข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลนั้นไม่มีการรายงานในสถิติการศึกษาก็คัดลอกข้อมูลจากรายงานต้นฉบับของหน่วยลงในตารางที่จัดทำไว้

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติเพื่อประเมินความต้องการครู

ในการสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ปีการศึกษา 2538-2550 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยจำแนกออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1.1 การกำหนดรูปแบบจำลองประเมินความต้องการครู (Specification of the Model)

1.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (Estimate of the Model)

1.3 การประเมินค่าที่ประมาณได้ของพารามิเตอร์ (Evaluation of Estimates)

1.4 การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (Evaluation of the Forecasting Power of the Estimated Model)

โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การกำหนดรูปแบบจำลองประเมินความต้องการครู

1.1.1 ศึกษาเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะได้ตัวแปรอธิบายที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์ 17 ตัวแปร ดังนี้

ตัวแปรเกณฑ์ ได้แก่ จำนวนครู

ตัวแปรอธิบาย น่าจะได้แก่ จำนวนนักเรียน(S) ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ(GDP) หลักสูตรหรืออัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ(P) เทคโนโลยีทางการศึกษา(T) จำนวนห้องเรียน(R) จำนวนโรงเรียน(Sc) อัตราการสอนของครู(L) จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์(H) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู(F) อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง(E) อัตราการปลดเกษียณ(D) จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่(NSc) อัตราการเรียนต่อ ม.1(Le) งบประมาณทางการศึกษา(B) รายได้ต่อหัวต่อปีของประชากร(NI) จำนวนขนาดของโรงเรียน(C) ตัวแปรอื่น (u)

เหตุผลสนับสนุนในการเลือกตัวแปรอธิบาย จำนวน 17 ตัวแปร คือ

จำนวนนักเรียน(S) เป็นพื้นฐานของการคาดคะเนทรัพยากรทางการศึกษาทั้งด้านบุคลากร วัสดุ ครุภัณฑ์ อาคารสถานที่ และค่าใช้จ่ายทางการศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2529) จำนวนนักเรียนจะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะกำหนดว่าควรมีครูเท่าไร โดยจะคิดจำนวนครูที่ควรมีจากอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู ดังนั้นถ้ามีจำนวนนักเรียนมากจำนวนครูที่ได้รับการจัดสรรก็จะมากตามไปด้วย

ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ(GDP) ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศมีความสัมพันธ์กับจำนวนครู โดยที่ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศจะเป็นตัวกำหนดงบประมาณแผ่นดิน งบประมาณแผ่นดินจะกำหนดงบประมาณทางการศึกษา งบประมาณทางการศึกษาจะกำหนดงบประมาณการมัธยมศึกษา และงบประมาณการมัธยมศึกษาจะกำหนดงบประมาณเงินเดือนครู ตามลำดับ ซึ่งงบประมาณเงินเดือนครูจะเป็นตัวกำหนดว่าในปีนั้น ๆ ควรมีครูเท่าไร จากเหตุผลดังกล่าวมาจะเห็นว่าตัวแปรทางเศรษฐกิจมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทางการศึกษา

งบประมาณทางการศึกษา(B) การจัดสรรงบประมาณทางการศึกษาในแต่ละระดับการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 7 หมวด โดยงบประมาณหมวดเงินเดือนและค่าจ้างประจำจะเป็นตัวกำหนดว่าสามารถจ้างครูได้จำนวนเท่าไรในปีนั้น ๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2537)

รายได้ต่อหัวต่อปีของประชากร(NI) รายได้ของผู้ปกครองสูงขึ้นทำให้สภาพความเป็นอยู่ดีขึ้น ก็จะสนับสนุนให้บุตรหลานของตนเข้ารับการศึกษาได้เต็มที่และมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้องการจำนวนครูผู้สอนเพิ่มขึ้นด้วย

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษา(P) ประกอบด้วย 2 ลักษณะวิชา คือ วิชาสามัญกับวิชาอาชีพ วิชาสามัญมักจะเน้นทางทฤษฎี ส่วนวิชาอาชีพเน้นการปฏิบัติ ซึ่งจะต้องใช้ครูมากกว่าวิชาสามัญ ดังนั้นจำนวนครูจะมากหรือน้อยก็จะแปรผันไปตามแผนการเรียนวิชาอาชีพ และวิชาสามัญของหลักสูตร

เทคโนโลยีทางการศึกษา(T) เช่น โทรทัศน์วงจรปิด คอมพิวเตอร์ วีดีโอ ฯลฯ ถ้าหากโรงเรียนนั้นสอนด้วย วีดีโอ โทรทัศน์วงจรปิด ก็จะทำให้สามารถสอนได้พร้อมกันหลาย ๆ ห้อง ทำให้ลดจำนวนครูได้จำนวนหนึ่ง ส่วนบทบาทของเครื่องคอมพิวเตอร์ในทางการศึกษามีหลายประการ เช่น คอมพิวเตอร์ในฐานะผู้เรียน ผู้สอน และเครื่องมือ ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะผู้สอนกันมาก กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากโปรแกรมช่วยสอนที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีเหล่านี้ก็ไม่สามารถทดแทนครูได้ เพียงแต่ช่วยลดจำนวนครูให้น้อยลงโดยการอาศัยเทคโนโลยีเหล่านี้เข้าช่วยเท่านั้น

จำนวนห้องเรียน(R) ถ้าโรงเรียนมีจำนวนห้องเรียนมากก็ย่อมต้องใช้ครูมากขึ้น ซึ่ง แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ห้องเรียนระดับ ม.ต้น และ ห้องเรียนระดับ ม.ปลาย

จำนวนโรงเรียน(Sc) จำนวนโรงเรียนมีมากขึ้นจำนวนครูก็ย่อมมากขึ้นด้วย ซึ่งโรงเรียนสามารถแบ่งย่อยได้เป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดของโรงเรียนจะส่งผลต่อจำนวนครูที่สนับสนุนการสอน กล่าวคือ โรงเรียนที่มีขนาดใหญ่ย่อมต้องมีครูสนับสนุนการสอนมากกว่าครูโรงเรียนขนาดเล็ก ครูสนับสนุนการสอนมี 12 ตำแหน่ง คือ ครูโภชนาการ ครูอนามัยโรงเรียน ครูแนะแนว ครูการเงินและการบัญชี ครูธุรการ ครูบรรณารักษ์ ครูกิจกรรมนักเรียน ครูทะเบียนวัดผล ครูพัสดุ ครูโสตทัศนศึกษา ครูเกษตรกรรม ครูสังคมสงเคราะห์ และ มีเกณฑ์จัดสรรจำนวนครูให้แก่โรงเรียนตามขนาดของโรงเรียน เช่น โรงเรียนขนาด 6 ห้องเรียน สอนเฉพาะ ม.ต้น ได้ครูสนับสนุนการสอน 1 อัตรา ถ้าสอนระดับ ม.ปลาย ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา ขนาดห้องเรียน 12 ห้องเรียน ระดับ ม.ต้น ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา ระดับ ม.ปลาย ได้ครูสนับสนุนการสอน 2 อัตรา และจากการสำรวจข้อมูลพบว่าส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนขนาดเล็ก จึงได้ครูสนับสนุนไม่เกิน 2 อัตรา และในโรงเรียนที่พึ่งเปิดใหม่บางโรงเรียนยังไม่การจัดสรรครูในตำแหน่งนี้ และตัวแปรจำนวนขนาดของโรงเรียนมีตัวแปรย่อย 4 ตัวแปร แต่เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ต้องการสร้างแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาเพื่อประเมินความต้องการครู โรงเรียนมัธยมศึกษาโดยภาพรวม ไม่ต้องการแยกตามขนาดของโรงเรียน ดังนั้นจึงจะใช้เฉพาะตัวแปรจำนวนโรงเรียนเท่านั้น

อัตราการสอนของครู(L) ได้แก่ คาบสูงสุดที่ครูทำการสอนต่อ 1 สัปดาห์ คาบสูงสุดที่ครูทำการสอนต่อ 1 สัปดาห์ ในระดับ ม.ต้น และ ม.ปลายตั้งแต่ 18 ถึง 22 คาบ คิดเฉลี่ยจำนวน 20 คาบ เนื่องจากครู ม.ต้น และ ม.ปลายไม่ได้แยกกันเด็ดขาด

จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์(H) ถ้าจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์สูงก็จะ

ต้องใช้จำนวนครู มากขึ้นด้วย ซึ่งจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์สูงสุด คือ 40 คาบ

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู(F) ซึ่งโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ถือตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครู(ก.ค.) กำหนดไว้ ม.ต้น 17:1 และ ม.ปลาย 15:1 ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครูมากก็จะใช้ครูน้อย ตัวแปรนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในงานวิจัยประเมินความต้องการครูในระยะยาว เช่น งานวิจัย วรรณพร วิเชียรวงศ์ นภาพร สิงหทัต และ ผัดตินา วัฒนาชยากูล ก็นำตัวแปรนี้มาใช้ในการคำนวณความต้องการครู

อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง(E) ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้องน้อยจะใช้ครูจำนวนมาก ถ้าอัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้องมากก็จะใช้ครูน้อย

จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่(NSc) จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่ในแต่ละปีขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายประการ เช่น ปัจจุบันรัฐมีนโยบายเร่งขยายโอกาสทางการศึกษาเพื่อให้เด็กนักเรียนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานถึง ม.3 ทำให้มีการเปิดโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาเพิ่มมากขึ้น เมื่อจำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่เพิ่มขึ้นก็ย่อมต้องใช้ครูเพิ่มขึ้น

อัตราการเรียนต่อ ม.1 (Le) ถ้าอัตราการเรียนต่อ ม.1 เพิ่มขึ้นจำนวนครูที่ต้องการก็ย่อมเพิ่มขึ้น อัตราการเรียนต่อ ม.1 จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นกับสาเหตุหลายประการ เช่น นโยบายของรัฐ รายได้ของผู้ปกครองที่สามารถส่งเสริมให้ได้รับการศึกษา เป็นต้น

อัตราการปลดเกษียณ(D) ถ้ามีอัตราการปลดเกษียณมากก็ย่อมต้องใช้ครูเพิ่มขึ้น

ตัวแปรอื่น เช่น random variable ของแต่ละสมการอาจจะรวมถึงผู้ถึงแก่กรรม ลาออก การโอน โยกย้าย ไปช่วยราชการที่อื่นก็แล้วแต่กรณี

1.1.2 เมื่อได้ตัวแปรอธิบาย นำข้อมูลย้อนหลังจำนวน 8 ปี มาทำแผนภาพการกระจาย เพื่อดูว่าตัวแปรอธิบายกับตัวแปรเกณฑ์ มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าไม่มีความสัมพันธ์ก็ตัดตัวแปรอธิบายนั้นทิ้งไป แต่ถ้ามีความสัมพันธ์ก็คงไว้แล้วนำมาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบายกับตัวแปรเกณฑ์ว่าเป็นเส้นตรงหรือไม่โดย

การพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (slope หรือ β) ของตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรอธิบายทีละตัว โดยตั้งสมมุติฐาน ดังนี้

$$H_o : \beta = 0$$
$$H_1 : \beta \neq 0$$

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มากกว่า ค่า F จากตาราง ก็จะปฏิเสธ H_o ยอมรับ H_1 คือ ตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรอธิบายคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง

1.1.3 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อเลือกตัวแปรที่จะนำเข้าไปในสมการ โดยการทดสอบสมมุติฐานว่าตัวแปรแต่ละคู่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ซึ่งในการทดสอบสมมุติฐานนี้จะทำให้ทราบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่จะยอมรับได้ว่าตัวแปรแต่ละคู่นั้นมีความสัมพันธ์กัน โดยตั้งสมมุติฐาน ดังนี้

$$H_o : \rho = 0$$
$$H_1 : \rho \neq 0$$

จากสูตร $t = \dfrac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$ (Koutsoyiannis , 1984)

เพื่อเปรียบเทียบกับ t_{α} , (n-2) จากตาราง

ในที่นี้ r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต้องการ

n = 8

α = .05

จากตาราง $t_{.05}(6) = 2.45$

เพื่อให้ได้ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในการยอมรับว่าข้อมูล คู่หนึ่งมีความสัมพันธ์กัน

$$t = \frac{r\sqrt{8-2}}{\sqrt{1-r^2}} = 2.45$$

$$r = \pm 0.7071$$

หมายความว่า ถ้าค่า $r>0.7071$ หรือ $r<-0.7071$ จะปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่า ข้อมูลคู่นั้นมีความสัมพันธ์กัน

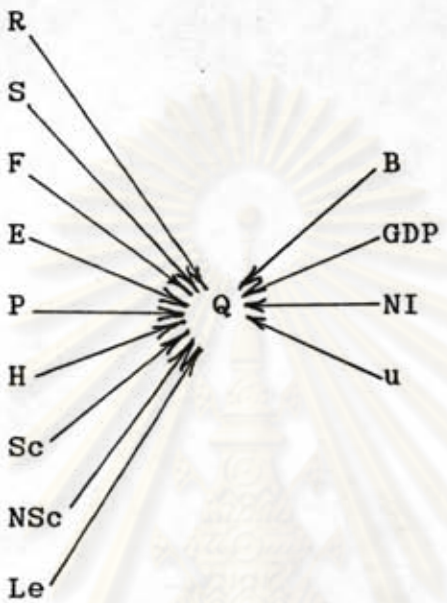
จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบายและ ตัวแปรเกณฑ์ และระหว่างตัวแปรอธิบายด้วยกัน โดยการใช้สูตร ดังนี้ (Koutsoyiannis, 1984)

$$r_{xy} = \frac{n\Sigma(x_i y_i)-(\Sigma x_i)(\Sigma y_i)}{\sqrt{n\Sigma x_i^2-(\Sigma x_i)^2}\sqrt{n\Sigma y_i^2-(\Sigma y_i)^2}}$$

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้ว เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น (ค่า $r>0.7071$ หรือ $r<-0.7071$) ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่หาได้สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ควรจะเป็น ($r>0.7071$ หรือ $r<-0.7071$) จึงเลือกตัวแปรดังกล่าวไว้ในแบบจำลอง

1.1.4 เลือกตัวแปรโดยใช้หลักเหตุผล

รูปแบบจำลองเบื้องต้นที่คาดว่าจะเป็น (Kenny, 1979)



แผนภาพที่ 1 รูปแบบจำลองเบื้องต้นที่คาดว่าจะได้

ในการสร้างรูปแบบจำลองด้วยวิธีการเศรษฐมิตินั้น ปัญหาสำคัญประการหนึ่งก็คือ ปัญหาที่เกิดจากตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน หรือเรียกว่ามัลติคอลลิเนียริตี้ (Multicollinearity) ซึ่งจะมีผลทำให้ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ได้ตลอดจนทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นอนันต์ (α) ในกรณีที่ตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้าตัวแปรอธิบายมีความสัมพันธ์กันแบบไม่สมบูรณ์จะทำให้ตัวประมาณค่าของสัมประสิทธิ์ยังคงไม่เอนเอียงเพียงแต่ทำให้เกิดความยุ่งยากในการแยกแยะอิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัว ถ้าแก้ปัญหาโดยการตัดตัวแปรหนึ่งทิ้งไปก็อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการกำหนดตัวแปรในแบบจำลองผิดพลาดและสร้างความเสีย

หายให้กับการวิจัยในด้านเนื้อหาสาระ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการวิจัย (ณรงค์ศักดิ์ ธนวิบูลย์ชัย และ ลัดดา พิศาลบุตร,2529) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ สุชาติ ประดิษฐ์รัฐสินธุ์ (2537)ว่า การตัดตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งทิ้งไป เป็นวิธีที่นักวิจัยที่ดีและมีประสบการณ์ไม่นิยมใช้เพราะจะมีผลกระทบอย่างมากมายต่อกิจกรรมที่ได้ทำมาแล้วในขั้นตอนต้น ๆ นับตั้งแต่ การทบทวนวรรณคดีที่เกี่ยวข้องและการเสนอกรอบความคิดตลอดจนการระบุแบบจำลอง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะตัดตัวแปรอธิบายตัวหนึ่งทิ้ง แล้วคงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเกณฑ์มากกว่าไว้ ถ้าตัวแปรอธิบายคู่นั้นมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ แต่ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์-สหสัมพันธ์อย่างไม่สมบูรณ์ก็จะคงไว้แล้วอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเพื่อคัดเลือกรูปแบบจำลองที่เหมาะสมต่อไป

จากการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าหลักสูตรหรืออัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญกับจำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ แต่เมื่อพิจารณาโดยอาศัยหลักเหตุผลแล้ว จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์ถูกกำหนดโดยหลักสูตรและส่วนใหญ่จำนวนคาบที่เรียนต่อสัปดาห์มักจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงดังนั้นจึงตัดทิ้งไปคงตัวแปรหลักสูตรไว้

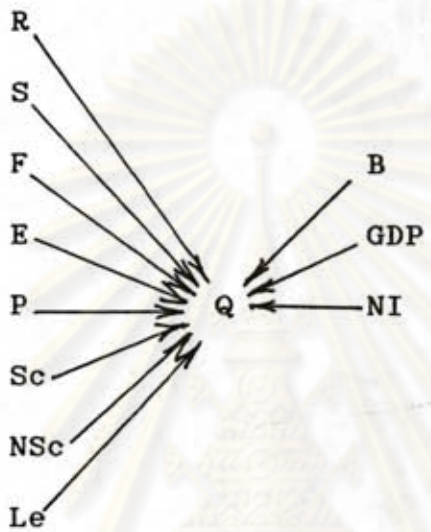
ดังนั้นตัวแปรที่สำคัญที่คาดว่าจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเอง ที่ควรจะคงไว้ในสมการ คือ

1. จำนวนนักเรียน(S)
2. จำนวนห้องเรียน (R)
3. อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู(F)
4. อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง(E)
5. หลักสูตรหรืออัตราส่วนวิชาอาชีพต่อวิชาสามัญ (P)
6. จำนวนโรงเรียน (Sc)
7. จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่(NSc)
8. งบประมาณทางการศึกษา(B)
9. ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ(GDP)

10. รายได้ต่อหัวต่อปีของประชากร (NI)

11. อัตราการเรียนต่อ ม.1(Le)

รูปแบบจำลองที่พิจารณาตามหลักเหตุผลแล้ว (Kenny, 1979)



แผนภาพที่ 2 รูปแบบจำลองเมื่อพิจารณาตามหลักเหตุผลแล้ว

ตัวแปรอธิบายที่เลือกไว้นำมาเขียนในรูปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$Q = f(R,S,F,E,P,Sc,NSc,B,GDP,NI,Le)$$

เมื่อ Q คือ จำนวนครู

1.1.5 เมื่อได้คัดเลือกตัวแปร ตามขั้นตอนข้างต้นแล้ว จะได้ตัวแปรที่เหมาะสมที่จะจัดเข้าในแบบจำลอง และในกรณีที่ตัวแปรมีอิทธิพลจากเหตุการณ์ภายนอก เช่น การเปลี่ยนระบบการศึกษา จาก 7:3:2 เป็น 6:3:3 ในปีการศึกษา 2521 ทำให้จำนวนครูเพิ่มจากการรับนักเรียนซ้อนกัน ในชั้น ม.1 และ ม.ศ.1 วิธี

แก้ปัญหานี้ทำได้โดยการเพิ่มตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ซึ่งมีค่า 0 และ 1 เข้าไปในสมการเพื่อทำให้ค่าของการทำนายหรือพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคำนึงถึงเหตุการณ์ภายนอกที่นักเรียนลดลงในปีการศึกษา 2530 ซึ่งมีผลกับจำนวนครู จึงเพิ่มตัวแปรหุ่น X_1 เข้าในการวิเคราะห์ด้วย

1.2 การกะประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

การกะประมาณค่าพารามิเตอร์แบบจำลองโดยใช้ Least square method (Koutsoyiannis,1984 ; ชินวุธ สุนทรสีมะ,2515) ตัวอย่างเช่น

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

แก้สมการทำเป็น Normal Equations 4 สมการ คือ

$$\Sigma Q = Nb_0+b_1\Sigma S+b_2\Sigma P+b_3\Sigma X_1$$

$$\Sigma SQ = b_0\Sigma S+b_1\Sigma S^2+b_2\Sigma SP+b_3\Sigma SX_1$$

$$\Sigma PQ = b_0\Sigma P+b_1\Sigma SP+b_2\Sigma P^2+b_3\Sigma PX_1$$

$$\Sigma X_1Q = b_0\Sigma X_1+b_1\Sigma SX_1+b_2\Sigma PX_1+b_3\Sigma X_1^2$$

แปลงรูปสมการ normal equation ให้อยู่ในรูปของ Deviation from mean โดยให้

$$s = S-\bar{S}$$

$$p = P-\bar{P}$$

$$x_1 = X_1-\bar{X}_1$$

$$q = Q-\bar{Q}$$

จะได้ normal equation ใหม่คือ

$$\Sigma sq = b_1\Sigma s^2+b_2\Sigma sp+b_3\Sigma sx_1 \quad ...(1)$$

$$\Sigma pq = b_1\Sigma sp+b_2\Sigma p^2+b_3\Sigma px_1 \quad ...(2)$$

$$\Sigma x_1q = b_1\Sigma sx_1+b_2\Sigma px_1+b_3\Sigma x^2 \quad ...(3)$$

$$sq = \frac{N\Sigma SQ-(\Sigma S)(\Sigma Q)}{N}$$

$$sp = \frac{N\Sigma SP-(\Sigma S)(\Sigma P)}{N}$$

$$sx_1 = \frac{N\Sigma SX_1-(\Sigma S)(\Sigma X_1)}{N}$$

$$pq = \frac{N\Sigma PQ-(\Sigma P)(\Sigma Q)}{N}$$

$$px_1 = \frac{N\Sigma PX_1-(\Sigma P)(\Sigma X_1)}{N}$$

$$x_1q = \frac{N\Sigma X_1Q-(\Sigma X_1)(\Sigma Q)}{N}$$

$$S^2 = \frac{N\Sigma S^2-(\Sigma S)^2}{N}$$

$$x_1^2 = \frac{N\Sigma X_1^2-(\Sigma X_1)^2}{N}$$

แทนค่าในสมการ (1),(2) และ (3) จะได้ค่า b_1,b_2 และ b_3 แล้วหาค่า b_o จากสูตร

$$b_o = \frac{\Sigma Q-b_1\Sigma S+b_2\Sigma P+b_3\Sigma X_1}{N}$$

1.3 การประเมินค่าที่ประมาณได้ของพารามิเตอร์ (Koutsoyiannis, 1984 ; ชินวุธ สุนทรสีมะ, 2515)

$$F = \frac{\text{Regression Variance}}{\text{Residual Variance}} \geq F \text{ ตาราง } df=k-1, n-k$$

(k คือจำนวน b_i รวม b_o ด้วย)

เพื่อพิจารณาว่า

1. ข้อมูลดังกล่าวมีสหสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า F ตาราง แสดงว่ามีสหสัมพันธ์กัน นั้นคือ ตัวแปรอธิบายทั้งหมดพยากรณ์จำนวนครูได้

2. ถ้ามีความสัมพันธ์กันแล้ว มีความสัมพันธ์กันเพียงใดโดยใช้สูตร (Koutsoyiannis, 1984 ; ชินวุธ สุนทรสีมะ, 2515)

$$R^2 = \frac{1 - \text{Residual Variance}}{\text{Total Variance}}$$

โดยที่ R คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Coefficient of Multiple Correlation)

3. พิจารณาว่าค่าของ b_i มีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่า b_i จากสูตร ดังนี้ (Koutsoyiannis, 1984)

Variance ของ b_iใด ๆ = residual varianceXdiagonal element ในตำแหน่งที่คู่กัน

แล้วนำค่า b_i มาทดสอบด้วย t-test เพื่อดูว่าค่าของตัวแปรอธิบายที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน σ_{b_i} จะมีค่าแตกต่างจากค่าจริงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยใช้สูตร (ชินวุธ สุนทรสีมะ, 2515)

$$t = \frac{b_1 - o}{\sigma_{b_1}} > t.05 \ , \ df = n-k$$

ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการกะประมาณหาได้จากสูตร (ชินวุธ สุนทรสีมะ, 2515)

σ_u = Residual Variance

1.4 การประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์ (Koutsoyiannis, 1984)

ในขั้นนี้จะต้องประเมินหรือคาดคะเนจำนวนครูในปีใดปีหนึ่งที่ผ่านมาด้วยแบบจำลองที่สร้างได้แล้วทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในปีนั้น โดยการทดสอบด้วย t-test ถ้าค่าสถิติ t ที่คำนวณได้มากกว่า ในตารางที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 หมายความว่าแบบจำลองนั้นมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ต่ำสำหรับสูตรที่ใช้ในการทดสอบ มีดังนี้ (Koutsoyiannis, 1984)

$$t^* = \frac{Y_\wedge - \hat{Y}_F}{\sigma_u \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_F - \bar{X}_1)^2}{\Sigma(x_1 - \bar{X}_1)^2}}} \ , \ df = n-k$$

t^* = ค่าสถิติ t ที่คำนวณได้

σ_u = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

X_r คือ ค่าตัวแปรอธิบายจากการเก็บข้อมูล

Y_A คือ ค่าตัวแปรเกณฑ์จากการเก็บข้อมูล

$\hat{Y}_r$ คือ ค่าตัวแปรเกณฑ์ที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง

ถ้า $t^* < t_{.05}$ df=n-k ตาราง แสดงว่า ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ของแบบจำลองนั้นดี

ถ้า $t^* > t_{.05}$ df=n-k ตาราง หมายความว่า Y ที่สังเกตได้ไม่มีความสัมพันธ์กับ Y ที่คาดคะเน (Estimate)

และวิธีที่ 2 ตรวจสอบกับข้อมูลในอนาคต ซึ่งวิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ยังไม่มีข้อมูลในอนาคตที่จะใช้ตรวจสอบ ดังนั้นจึงต้องรอให้ระยะเวลาผ่านไปเสียก่อนแล้วจึงจะทำการตรวจสอบได้ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากมีงานวิจัยของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์ ที่ทำการคาดคะเนจำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531-2540 โดยอาศัยวิธีการเศรษฐมิติทางการศึกษาเช่นเดียวกันกับการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะอาศัยการตรวจสอบโดยการประเมินประสิทธิผลของแบบจำลองเศรษฐมิติคาดคะเนจำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์ เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของการพยากรณ์แทนการตรวจสอบกับข้อมูลในอนาคต ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวถึงในตอนที่ 2 ต่อไป

ตอนที่ 2 การประเมินประสิทธิผลของแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยศึกษาจากประสิทธิผลของแบบจำลองของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์

ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูล

1. ลักษณะของข้อมูล ข้อมูลทางการศึกษา ได้แก่ จำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531-2536

2.แหล่งที่มาของข้อมูล เป็นสถิติการศึกษา ปีการศึกษา 2531-2536 ที่รวบรวมจากกองแผนงานกรมสามัญศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาข้อมูล โดยศึกษาลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์,ธงชัย สืบแก้ว และเอกสาร บทความต่าง ๆ

2. หลังจากนั้นทำการสำรวจแหล่งที่มาและทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิผลแบบจำลองเศรษฐมิติทางการศึกษาประเมินความต้องการครูโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยศึกษาจากประสิทธิผลของแบบจำลองของ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์

ผู้วิจัยทำการทดสอบความมีนัยสำคัญของข้อมูลสองชุด (Test for distribution) คือผลการคาดคะเนจำนวนครูกับข้อมูลจำนวนครูที่ปรากฏจริงในปีการศึกษา 2531-2536 ด้วยการทดสอบด้วยไคสแควร์ โดยตั้งสมมุติฐาน ดังนี้

$$H_o: O_i = E_i$$

$$H_1: O_i \neq E_i$$

ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า χ^2 จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ df=k-1 จะยอมรับสมมุติฐาน H_o ซึ่งสรุปผลได้ว่าผลการคาดคะเนกับผลที่ปรากฏจริงไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า χ^2 ที่คำนวณได้มากกว่าค่า χ^2 จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ df=k-1 จะปฏิเสธสมมุติฐาน H_o ซึ่งสรุปผลได้ว่าผลการคาดคะเนกับผลที่ปรากฏจริงแตกต่างกัน

และถ้าผลการทดสอบไคสแควร์ปรากฏว่าจำนวนครูที่คาดคะเนกับที่ปรากฏจริงไม่แตกต่างกัน นั่นแสดงว่าแบบจำลองนี้ยังคงสามารถนำไปใช้ได้ดี ดังนั้นผู้วิจัยก็จะใช้แบบจำลองดังกล่าวทำการคาดคะเนจำนวนครูในปีการศึกษา 2541-2550 ต่อจากที่ อังคณา พัฒนผลไพบูลย์ ได้ทำการคาดคะเนไว้

เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีหลายตัวแปรและเป็นตัวเลขจำนวนมาก ดังนั้นการหาค่าสถิติตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว จึงอาศัยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม SPSS/PC+ ทำการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ(Multiple regression analysis) ซึ่งการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีหลายวิธี ได้แก่ การเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า (Forward Selection) การกำจัดตัวแปรแบบถอยหลัง (Backward Elimination) การถดถอยแบบขั้นบันได(Stepwise Regression) และการถดถอยแบบปกติ(Enter Method) แต่วิธีที่นิยมกันแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า(Forward Selection) การกำจัดตัวแปรแบบถอยหลัง (Backward Elimination) (Efroymson,1966) และ การถดถอยแบบขั้นบันได(Stepwise Regression) (Efroymson,1960) ส่วน การถดถอยแบบปกติ(Enter Method) เป็นวิธีที่ไม่นิยมเพราะวิธีนี้จะนำตัวแปรอธิบายทุกตัวแปรเข้าไปในสมการ ทั้งที่มีนัยสำคัญและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรงกันข้ามกับ 3 วิธีแรก ที่จะนำเฉพาะตัวแปรอธิบายที่มีนัยสำคัญทางสถิติเข้าไปในสมการเท่านั้น และใน 3 วิธี ที่นิยมกันแพร่หลายนี้ได้มีผู้วิจัยได้พยายามศึกษาเปรียบเทียบว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ให้ผลดีที่สุด เช่น จะเด็ด สวรรค์ตรานนท์ (2530) ทำการเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกตัวแปรอธิบายเข้าสู่สมการถดถอย กรณีที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 15,30,50 และ 100 จำนวนตัวแปรอธิบายเท่ากับ 3,5,7 และ 9 ในระดับนัยสำคัญที่ .01 และ .05 ผลปรากฏว่า วิธีการถดถอยแบบขั้นบันไดเป็นวิธีที่ดีที่สุด รองลงมาคือวิธีการเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้าและวิธีการกำจัดตัวแปรแบบถอยหลัง ตามลำดับ และต่อมา สมนิตย์ เจียมธีระนาถ (2534) ทำการเปรียบเทียบถดถอยพหุคูณจากการเลือกตัว

แปรทำนายเข้าสู่สมการแบบไปข้างหน้า การกำจัดตัวแปรแบบถอยหลังและแบบขั้นบันได เมื่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายแตกต่างกัน คือ 0.00-0.30, 0.30-0.70 และ 0.70-1.00 ตัวแปรทำนาย 5 ตัวแปร กลุ่มตัวอย่างมีขนาด 10 เท่าของตัวแปรทำนาย ปรากฏว่าเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายอยู่ในระดับเดียวกัน ค่า R^2 ที่ได้จากทั้ง 3 วิธี มีค่าเกือบเท่ากัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ .05 ความแปรปรวนของ R^2 มีค่าต่ำ และใกล้เคียงกัน และเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายอยู่ในระดับต่างกัน ค่า R^2 ที่ได้จากวิธีคัดตัวแปรวิธีเดียว มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ความแปรปรวนของ R^2 มีค่าต่ำและใกล้เคียงกัน

จะเห็นว่ายังไม่มีงานวิจัยเรื่องใดที่ยืนยันว่าวิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดเมื่อขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวนตัวแปรอธิบาย ระดับนัยสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบาย แปรเปลี่ยนไป ดังนั้นเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดในการคัดเลือกตัวแปรทำนายเข้าสู่สมการถดถอยและเพื่อให้ได้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยจึงจะใช้ทั้ง 3 วิธี ดังนี้

1. วิธีเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า(Forward Selection) วิธีนี้จะทำการคัดเลือกตัวแปรที่มีอำนาจการอธิบายตัวแปรเกณฑ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุดเข้ามาอยู่ในสมการขั้นตอนที่หนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรอธิบายเพียงตัวเดียว จากนั้นพิจารณาตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือ ตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรเกณฑ์มากที่สุดและมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำตัวแปรนั้นเข้ามาในสมการขั้นที่สอง ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแปรอธิบายตัวแรกและตัวที่เพิ่งได้รับการคัดเลือกเข้ามาทำเช่นนี้เรื่อยไปจนไม่มีตัวแปรใดที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกจึงหยุด และได้สมการสุดท้ายที่ประกอบด้วยตัวแปรทุกตัวที่มีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรเกณฑ์

2. วิธีกำจัดตัวแปรแบบถอยหลัง(Backward Elimination) เป็นวิธีการที่เอาตัวแปรทุกตัวเข้ามาวิเคราะห์ในขั้นแรก จากนั้นในขั้นที่สอง ก็ทำการคัดเลือกตัวแปรที่จะคัดออก โดยเอาตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์น้อยที่สุดออกไปเป็นตัวแรก ให้สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรที่คัดออก 1 สมการ ต่อจากนั้นก็

แสดงสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรทั้งหมดที่เหลือแล้วดำเนินการคัดเลือกตัวแปรออก เช่นที่ทำในขั้นที่สอง ให้สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรที่คัดออก 1 สมการและสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรที่เหลือ ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนไม่มีตัวแปรที่ถูกคัดออกจึงหยุด ก็จะได้สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น

3. วิธีการถดถอยแบบขั้นบันได(Stepwise Regression) วิธีนี้เป็นการวิเคราะห์ที่นำวิธีทั้งสองดังกล่าวข้างต้นมาผสมกัน โดยเริ่มต้นด้วยวิธีการเลือกตัวแปรแบบไปข้างหน้า(Forward Selection) ก่อนคือจะคัดเลือกตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรเกณฑ์มากที่สุดเข้ามาก่อน แล้วติดตามด้วยตัวที่สองในขั้นต่อมา จากนั้นจึงพิจารณาว่าจะเอาตัวใดออกหรือไม่ ถ้าไม่มีก็คัดเลือกตัวแปรตัวต่อไปที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเข้ามา ถ้าไม่มีตัวแปรใดก็หยุดเพียงแค่นั้น ถ้ามีเมื่อนำเข้ามาแล้วก็จะพิจารณาว่าจะเอาตัวแปรใดที่เข้ามาออกไปอีกหรือไม่ เพราะการเอาตัวแปรเข้ามาเพิ่มอาจจะทำให้ตัวแปรที่มีอยู่เดิมไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับตัวแปรเกณฑ์ก็ได้ ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนไม่มีตัวแปรที่จะเอาเข้ามาเพิ่มหรือออกอีกจึงหยุด

ตอนที่ 3 นำแบบจำลองที่สร้างในขั้นตอนที่ 1 ไปประเมินความต้องการครูที่ควรมีในปีการศึกษา 2538 ถึง 2550 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. คาดคะเนข้อมูลที่จะใช้ในการประเมินความต้องการครู

หลังจากที่ทำการวิเคราะห์และได้สมการที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยทำการคาดคะเนข้อมูลที่จะใช้ในการประเมินความต้องการครู ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรจำนวนนักเรียน ผลิตภัณฑ์ประชาชาติภายในประเทศ จำนวนโรงเรียน จำนวนโรงเรียนที่เปิดใหม่ อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนจำนวนนักเรียนต่อห้อง โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(Least square method) ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังที่ได้กล่าวมาแล้วในการกะประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง

2. นำข้อมูลที่คาดคะเนได้ไปแทนค่าในแบบจำลองแต่ละแบบ จะได้จำนวนครูโรงเรียนมัธยมศึกษา ในปีการศึกษา 2538-2550 (ดูภาคผนวก ฌ.)