บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาและการวัดค่าคุณภาพนักเรียน

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring Rubric: HSR)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและโปรแกรม LISREL

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับและโปรแกรม MLwiN

ตอนที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

ตอนที่ 6 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาและการวัดค่าคุณภาพนักเรียน

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

การจัดการศึกษามีเป้าหมาย คือ การพัฒนาคุณภาพผลผลิตทางการศึกษา ซึ่งสามารถประเมินและติดตามผลผลิตได้จากคุณภาพนักเรียน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 ได้วางแนวทางการจัดการศึกษาตามมาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการเรียนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและตามศักยภาพ และมาตรา 23 การจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ต้องบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา นอกจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษา ความจำเป็นที่ต้องพัฒนาคุณภาพนักเรียน คือ กระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบันที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศสมาชิกหนึ่งของโลก ที่ต้องพัฒนาการศึกษาโดยมุ่งเน้นให้ปวงชนชาวไทยได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพ มีมาตรฐานที่สูงขึ้นอย่างกว้างขวาง ทั่วถึงและเป็นธรรม การจัดการศึกษาของประเทศไทยในระยะที่ผ่านมาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันกล่าวได้ว่าประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ทั้งด้านการขยายโอกาสทางการศึกษาและด้านคุณภาพการศึกษา (ประเวศ โพนน้อย, 2545)

การจัดการศึกษาเพื่อให้มีคุณภาพนั้น เป้าหมายสูงสุดก็คือ การยกระดับคุณภาพของนักเรียน คุณภาพของนักเรียนในระดับประถมศึกษามี 2 ลักษณะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2526) คือ (1) คุณภาพที่วัดได้จากการดูผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งในด้านความรู้ การ

ปฏิบัติ เจตคติ คุณธรรม รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ว่าได้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่มประสบการณ์ในหลักสูตรประถมศึกษาเพียงใด และ (2) คุณสมบัติหลายอย่างที่พัฒนาสะสมอยู่ในตัวของผู้เรียนตลอดกระบวนการทางการศึกษา และจะปรากฏผลกระทบต่อสภาพสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมืองและการใช้วิถีชีวิตในอนาคต ซึ่งได้แก่ความเป็นพลเมืองดี ความสามารถในการทำมาหากิน การรู้จักคิดและแก้ปัญหาของตนเอง ครอบครัวและสังคม การจรรโลงสถาบันที่สำคัญของชาติให้มั่นคง ฯลฯ คุณภาพของผู้เรียนนี้บางอย่างวัดได้ในโรงเรียนและบางอย่างต้องดูเมื่อเด็กจบการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้ว

จะเห็นได้ว่า คุณภาพนักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของคุณภาพการศึกษา โดยทั่วไปพิจารณาจากความสามารถทางวิชาการ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาจะพิจารณาจากคะแนน วิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยของนักเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีปัจจัย 6 ด้าน ได้แก่ การจัดการศึกษา ครูใหญ่ ครู การเรียนการสอนและการติดตามผล ผู้ปกครองและนักเรียน และชุมชน ร่วมกันอธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยความด้อยคุณภาพของแต่ละปัจจัยทำให้คุณภาพการศึกษาต่ำ (สุภางค์ จันทวานิชและคณะ, 2531) นอกจากคุณภาพนักเรียน จะหมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว บังอร พุ่มสะอาด (2537) กล่าวไว้ว่า คุณภาพนักเรียนต้องพิจารณาจากคุณลักษณะของนักเรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรด้วย จากงานวิจัยของ บังอร พุ่มสะอาด ก็ได้ให้นิยามของคุณภาพนักเรียนไว้ว่า หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษา พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ใน 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิดใน 7 เรื่อง ได้แก่ ด้านภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การคิดและการแก้ปัญหา การพัฒนาอาชีพ การพัฒนาสังคมและการพัฒนาสุขภาพ ด้านที่สอง คือ ด้านคุณลักษณะนักเรียน ใน 4 เรื่อง ได้แก่ คุณลักษณะทั่วไป (ค่านิยมในการเสียสละและการมุ่งพัฒนา การปรับปรุงการปฏิบัติงานเป็นประจำ) คุณลักษณะเพื่อพัฒนาอาชีพ คุณลักษณะเพื่อพัฒนาสังคม และคุณลักษณะเพื่อพัฒนาสุขภาพ

เพื่อให้การจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร มาตรฐานการศึกษา และความต้องการของสังคม สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.) ได้กำหนดมาตรฐานและตัวบ่งชี้ที่นำมาใช้ในการประเมินภายนอกสำหรับสถานศึกษาระดับพื้นฐาน ไว้จำนวน 27 มาตรฐาน 91 ตัวบ่งชี้ เรียกว่า มาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ โดยมาตรฐานและตัวบ่งชี้ดังกล่าวแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) มาตรฐานด้านผู้เรียน มี 12 มาตรฐาน 38 ตัวบ่งชี้ 2) มาตรฐานด้านกระบวนการ มี 6 มาตรฐาน 29 ตัวบ่งชี้ และ 3) มาตรฐานด้านปัจจัย มี 3 มาตรฐาน 24 ตัวบ่งชี้

อย่างไรก็ตาม อุทุมพร จามรมาน (2544) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพนักเรียน หมายถึง คุณลักษณะของนักเรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตรและที่ระบุไว้ในมาตรฐานคุณภาพการศึกษา ซึ่งจากคำกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในปัจจุบัน คุณภาพนักเรียนนอกจากจะเน้นให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ "เก่ง ดี

สุข" แล้ว คุณภาพนักเรียนยังหมายถึง คุณภาพของนักเรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการศึกษาด้วย โดยเฉพาะในการประกันคุณภาพโรงเรียน/ สถานศึกษาระดับพื้นฐาน (ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และ ปวช.) ในเบื้องต้นประกันตามมติคณะรัฐมนตรี (เมื่อ 4 มกราคม 2543) คือ ประกันตามมาตรฐาน 14 ข้อ 53 ตัวบ่งชี้ หลังจากที่ได้มีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 คุณภาพนักเรียนระดับประถมศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นแค่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยเท่านั้น การกำหนดเรื่องมาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษาไว้ในหมวด 6 ของพระราชบัญญัตินี้ ทำให้มุมมองเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนแตกต่างไปจากเดิม ก่อนปี 2548 คุณภาพนักเรียนจะพิจารณาจากมาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินภายนอกรอบแรก จำนวน 7 มาตรฐาน 22 ตัวบ่งชี้ ซึ่งไม่ได้เน้นแค่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น แต่เน้นผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนรอบด้าน ทั้งทางด้านพุทธิพิสัยและด้านที่ไม่ใช่พุทธิพิสัย ได้แก่ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ ทักษะในการแสวงหาความรู้ ทักษะในการทำงาน ความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร สุขนิสัย สุขภาพกายและสุขภาพจิต สุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา และความสามารถในการคิด

1.1.1 นิยามของคำว่า "คุณภาพ" และ "คุณภาพนักเรียน"

การให้นิยามหรือความหมายของคำว่า คุณภาพ (Quality) เป็นเรื่องที่ยาก (Paton, 1999; Gummesson, 1990) อย่างไรก็ตาม คำว่า คุณภาพ ได้ถูกนิยามไว้หลายความหมาย ดังนี้

องค์กรการประเมินแห่งยุโรป (European Organization for Conformity Assessment: EOTC) (2547) กล่าวไว้ว่า คุณภาพ หมายถึง คุณลักษณะรวมของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ที่ตอบสนองต่อความพึงพอใจหรือความต้องการจำเป็นของลูกค้า ซึ่งสอดคล้องกับความหมายที่นิยามโดย Computing Dictionary (2004)

WordNet Dictionary (2004) ได้ระบุไว้ว่า คุณภาพ หมายถึงระดับของความเลิศ (degree of excellence) ตัวอย่างเช่น คุณภาพของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

Dilts (2004) ซึ่งเป็นศาสตราจารย์แห่ง University of Waterloo ประเทศแคนาดา กล่าวไว้ว่า คำว่าคุณภาพ อาจมองได้หลายมุมมอง เช่น (1) มุมมองของลูกค้า (Customer-based) โดยคุณภาพเป็นการตอบสนองต่อความพึงพอใจของลูกค้า หรือ ความเหมาะสมในการนำไปใช้ (Fitness for use) (2) มุมมองในเชิงการผลิต (Manufacturing-based) โดยคุณภาพ หมายถึง ระดับที่ต้องไปให้ถึงตามที่ออกแบบหรือระบุลักษณะไว้ (3) มุมมองในเชิงผลิตภัณฑ์ (Product-based) โดยคุณภาพ คุณลักษณะที่เน้นในเรื่องราคา (4) มุมมองในเชิงคุณค่า (Value-based) โดยคุณภาพ หมายถึง ระดับของความเลิศ และ (5) มุมมองในเชิงที่ต้องเข้าใจด้วยตัวเอง (Transcendent) ว่าคุณภาพคืออะไรในใจ

นอกจากนี้ Dilts ยังกล่าวไว้ว่า ในแต่ละกลุ่มสาขาอาชีพ คุณภาพอาจจำแนกได้หลายประเภท ตามคุณลักษณะที่บ่งชี้ ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่บ่งชี้คุณภาพจำแนกตามกลุ่มสาขาอาชีพต่างๆ

กลุ่มสาขาอาชีพ	ตัวอย่างคุณลักษณะที่บ่งชี้คุณภาพ
การบิน (Airlines)	On-time, comfortable, low-cost service
การดูแลสุขภาพ (Health Care)	Correct diagnosis, minimum wait time, lower cost, security
การบริการทางด้านอาหาร (Food Services)	Good product, fast delivery, good environment
การบริการทางด้านไปรษณีย์(Postal Services)	fast delivery, correct delivery, cost containment
สำนักวิชา (Academia)	Proper preparation for future, on-time knowledge delivery
ผลิตภัณฑ์สำหรับลูกค้า (Consumer Products)	Properly made, defect-free, cost effective
การประกัน (Insurance)	Payoff on time, reasonable cost
การทหาร (Military)	Rapid deployment, decreased wages, no graft
อุตสาหกรรมรถยนต์ (Automotive)	Defect-free
การสื่อสาร (Communications)	Clearer, faster, cheaper service

โดยสรุป คำว่า คุณภาพ อาจหมายถึง ลักษณะ (Characteristics) ที่พึงประสงค์ของคน วัตถุ หรือกระบวนการ ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย (Fit for purpose) ในกรณีที่เป็นบุคคล ควรระบุถึงบริบทที่เฉพาะเจาะจง เช่น คนงาน นักเรียน นักกีฬา เป็นต้น

ดังนั้น ในการวิจัยนี้ "คุณภาพนักเรียน" น่าจะหมายถึง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ด้านต่างๆ ที่นักเรียนควรจะมีเพื่อบ่งชี้ว่าเป็นนักเรียนที่มีคุณภาพ ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าว เป็นไปได้ทั้งคุณลักษณะทางด้านวิชาการ (พุทธิพิสัย) และด้านที่ไม่ใช่วิชาการ (จิตพิสัยและทักษะทางกาย)

ตารางที่ 2 มาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินภายนอกรอบแรกสำหรับสถานศึกษาระดับพื้นฐาน

มาตรฐาน	ตัวบ่งชี้
1. ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์	1. มีวินัย มีความรับผิดชอบ ปฏิบัติตนตามระเบียบ และหลักธรรมเบื้องต้นของแต่ละศาสนา 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีความเมตตากรุณา เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และเสียสละเพื่อส่วนรวม 4. ประหยัด (ใช้สิ่งของและทรัพย์สินทั้งของตนเองและส่วนรวม ตลอดจนทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด และคุ้มค่า)

มาตรฐาน	ตัวบ่งชี้
2. ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง	1. มีความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้จากแหล่งต่างๆ รู้จักตั้งคำถามเพื่อหาเหตุผล 2. รักการอ่าน สามารถใช้ห้องสมุด แหล่งความรู้ และสื่อต่างๆ ทั้งในและนอกโรงเรียน 3. สามารถจำแนกประเภทข้อมูล เปรียบเทียบและสรุปประเด็นจากการเรียนรู้และประสบการณ์ได้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนมีทักษะในการทำงาน รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต	1. สามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนและผลงานมีประสิทธิภาพ 2. ขยัน อดทน ละเอียดรอบคอบในการทำงาน พัฒนางาน สามารถทำงานอย่างมีความสุข และภูมิใจในผลงานของตนเอง 3. สามารถทำงานเป็นทีม (ดูช่วยเหลือผู้อื่น ไม่เอาเปรียบ ให้ความร่วมมือ ยอมรับฟังความคิดเห็น และความสามารถของผู้อื่น ร่วมรับผิดชอบผลงานของกลุ่ม) 4. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต
4. ผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร	1. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มประสบการณ์/ กลุ่มวิชาหมวดวิชาที่สำคัญไม่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ 2. มีความสามารถในการใช้ภาษาสื่อสาร
5. ผู้เรียนมีสุขนิสัย สุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี	1. มีน้ำหนัก ส่วนสูงตามเกณฑ์มาตรฐาน 2. มีสมรรถภาพทางกายตามเกณฑ์มาตรฐาน 3. ร่าเริงแจ่มใส มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับครู เพื่อน และบุคคลทั่วไป 4. รู้จักดูแลสุขภาพและป้องกันตัวเองไม่ให้เกิดอุบัติภัย 5. มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโทษของสิ่งเสพย์ติดและสิ่งมอมเมา
6. ผู้เรียนมีสุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา	1. มีความชื่นชมและร่วมกิจกรรมด้านศิลปะ ดนตรี และ กีฬา
7. ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์	1. สามารถจำแนกประเภทข้อมูล เปรียบเทียบ และมีความคิดรวบยอด 2. สามารถประเมินค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล รู้จักพิจารณา ข้อดี ข้อเสีย ความถูก - ผิด ระบุ สาเหตุ-ผล ค้นหาคำตอบ เลือกวิธีและมีปฏิภาณในการแก้ไขปัญหา และตัดสินใจได้อย่างสันติ และมีความถูกต้องเหมาะสม 3. มีความคิดริเริ่ม มีจินตนาการ สามารถคาดการณ์ และกำหนดเป้าหมายได้

1.1.2 คำหรือวลีที่สะท้อนความหมายของคำว่า "คุณภาพนักเรียน"

จากผลการวิเคราะห์คำหรือวลีที่สะท้อนความหมายของคำว่าคุณภาพ และการสังเคราะห์วิธีการวัดค่าคุณภาพนักเรียน พบว่า คุณภาพนักเรียนอาจถูกนิยามได้หลายความหมายและแต่ละความ

หมายอาจวัดได้โดยใช้องค์ประกอบที่แตกต่างกันหรือวิธีที่ต่างกัน สำหรับคำหรือวลีที่สะท้อนความหมายของคำว่าคุณภาพนักเรียน แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คำหรือวลีที่สะท้อนความหมายของคำว่าคุณภาพนักเรียน

คำหรือวลี	รายการอ้างอิง
1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Academic achievement หรือ Academic performance)	Borland & Howsen. 2003; Gonzalez-Pienda, Nunez & Gonzalez-Pumariega, 2002; McMillen, 2001; Gerber, Finn & Achilles, 2001; Ma, 2001; Sallis, McKenzie & Kolody, 1999; Guay, Boivin & Hodges, 1999; Otwell & Mullis, 1997; Tucker, Harris & Brady, 1996; Griffith, 1996; Westerman & La Luz, 1995;
2. ผลการเรียนรู้ (Learning performance)	Carrell & Menzel. 1997;
3. ผลสัมฤทธิ์ที่เป็นความรู้ (Scholastic achievement)	Rapport, Scanlan & Denney, 1999; Schaefer & McDermott. 1999;
4. คุณลักษณะทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ (Academic and nonacademic characteristics)	Hay, Ashman & Van Kraayenoord, 1998;
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม (Total learning achievement)	สุภางค์ จันทวานิชและคณะ (2539)
6. พฤติกรรมสัมฤทธิ์ (Achievement behavior)	Leondari & Gialamas, 2002;
7. ผลการปฏิบัติงานในโรงเรียน (School performance)	Bradley & Gilkey. 2002; Williams, Radin & Coggins, 1996;
8. ผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน (School achievement)	Dunn & Harris, 1998; Okagaki & Frensch, 1998; Halle, Kurtz-Costes & Mahoney, 1997; Shumow, Vandell & Kang, 1996; Westbury, 1994;
9. คุณลักษณะของนักเรียนตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร	อุทุมพร จามรมาน (2544, 2545)
10. คะแนนจากแบบทดสอบ แบบวัด/ประเมิน แบบสังเกต	สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพะเยา (2542); สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ (2543)
11. คุณลักษณะรวมที่พึงประสงค์ของนักเรียน	ประเวศ โพนน้อย (2545)
12. คุณลักษณะของนักเรียนตามมาตรฐานคุณภาพการศึกษา	อุทุมพร จามรมาน (2544, 2545)
13. ผลการเรียนตามกลุ่มสาระการเรียนรู้	กระทรวงศึกษาธิการ (2544)
14. ผลลัพธ์ทางการศึกษา (Educational outcomes)	Flouri & Buchanan. 2004; Zellman & Waterman, 1998; Cheng, 1996.
15. ผลที่ได้จากการศึกษา (Educational attainment)	McNiece, Bidgood & Soan, 2004.

นอกจากนี้ ยังมีคำหรือวลีอื่นที่สะท้อนความหมายของคำว่าคุณภาพนักเรียน เช่น เกรดเฉลี่ย (Grade Point Average: GPA) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่โรงเรียนประกาศแก่สาธารณชน คุณลักษณะของนักเรียนที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคมหรือองค์กร คะแนนเพิ่ม (Gain score) หรือคุณค่าเพิ่ม (Added value) เป็นต้น ซึ่งคำหรือวลีที่กล่าวถึงในตารางที่ 3 มีส่วนทั้งที่เหมือนและต่างกัน

จะเห็นได้ว่า คุณภาพนักเรียนมีหลายความหมาย ถ้าวัดคุณภาพนักเรียนให้ครอบคลุมควรเน้นให้นักเรียนมีคุณลักษณะรอบด้านทั้งทางด้านวิชาการและด้านที่ไม่ใช่วิชาการ ดังนั้น นิยามที่ชัดเจนของคุณภาพนักเรียน คือ คุณลักษณะของนักเรียนที่ระบุไว้ในมาตรฐานด้านผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินภายนอกรอบแรก ซึ่งเป็นมาตรฐานของชาติจำนวน 7 มาตรฐาน ได้แก่ 1) คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ 2) ทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง 3) ทักษะในการทำงาน รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต 4) ความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร 5) สุขนิสัย สุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี 6) สุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา 7) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

1.2 การวัดค่าคุณภาพนักเรียน

ปัจจุบันพ่อแม่ผู้ปกครองและนักการศึกษาบางท่านมักเข้าใจว่า คุณภาพนักเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือเกรดเฉลี่ยเท่านั้น แต่ในความเป็นจริง คุณภาพนักเรียนอาจนิยามได้หลายความหมายและวัดได้จากองค์ประกอบที่ต่างกัน

ในตารางที่ 3 ได้กล่าวถึงคำหรือวลีที่สะท้อนความหมายของคำว่าคุณภาพนักเรียน ซึ่งคำหรือวลีดังกล่าวสามารถวัดได้ด้วยองค์ประกอบหรือวิธีการที่ต่างกัน เช่น (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ แบบวัดหรือแบบประเมิน (3) คุณลักษณะของนักเรียนตามที่ระบุไว้ในหลักสูตรหรือตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ (4) คะแนนเพิ่มหรือคุณค่าเพิ่ม (Gain score หรือ Added value) เป็นต้น สำหรับตัวอย่างวิธีการที่นำมาใช้ประมาณค่าหรือวัดค่าคุณภาพนักเรียน แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวอย่างวิธีการประมาณค่าคุณภาพนักเรียนและจุดอ่อนจุดแข็งของแต่ละวิธี

คำหรือวลี	วิธีการประมาณค่า	จุดแข็ง	จุดอ่อน
1. ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Academic achievement หรือ Academic performance)	(1) เกรดเฉลี่ยในแต่ละวิชา (ไม่มีการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญ) (2) เกรดเฉลี่ยรวมทุกวิชา (มีการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญ เช่น จำนวนหน่วยกิต จำนวนชั่วโมง เป็นต้น)	คำนวณได้ง่าย	สนใจเฉพาะคุณลักษณะทางด้านวิชาการของนักเรียน (ไม่สะท้อนคุณลักษณะด้านอื่นๆ)
2. คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ แบบวัด/แบบประเมิน หรือแบบสังเกต	(1) คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ แบบวัด/แบบประเมินหรือแบบสังเกต และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่น คะแนนจุดตัด (Cut-point score) เป็นต้น (2) คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ แบบวัด/แบบประเมินหรือแบบสังเกต แต่นำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละที่ได้ เช่น ค่าร้อยละจากคะแนนรวมทั้งหมด เป็นต้น	คำนวณได้ง่าย; มีเกณฑ์ที่ชัดเจนในการให้คะแนน	คะแนนที่ได้อาจไม่สะท้อนคุณภาพที่แท้จริงของนักเรียน เนื่องจากแต่ละคุณลักษณะที่บ่งชี้มีความสำคัญไม่เท่ากัน
3. คุณลักษณะของนักเรียนที่ระบุไว้ในหลักสูตร/ มาตรฐานคุณภาพการศึกษา/ กลุ่มสาระการเรียนรู้	สามารถคำนวณด้วยโดยใช้คะแนนรวม (Composite score) ขององค์ประกอบด้านต่างๆ ที่บ่งชี้คุณภาพนักเรียน ซึ่งคะแนนรวมดังกล่าวสามารถวัดได้โดยมีการถ่วงน้ำหนัก (Weighted) หรือไม่ถ่วงน้ำหนักก็ได้ (Non-weighted)	วิธีการน่าเชื่อถือ เพราะใช้หลักของสถิติมาช่วยในการประมาณค่า; ค่าที่ได้สามารถสะท้อนคุณภาพโดยรวมของนักเรียน	อาจต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์
5. คะแนนเพิ่มหรือคุณค่าเพิ่ม (Gain score or added value)	หาค่าความต่างระหว่างคะแนนที่ได้จากการวัด/ทดสอบ 2 ครั้ง (เช่น ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นต้น)	คำนวณได้ง่าย	อาจไม่ได้คำตอบที่ชัดเจนเกี่ยวกับคุณภาพนักเรียนเนื่องจากวัดแค่ 2 ครั้ง

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่า การประมาณค่าคุณภาพนักเรียน อาจทำได้หลายวิธี เช่น (1) วัดจากเกรดเฉลี่ยทุกรายวิชาที่เรียน ค่าคุณภาพนักเรียนมีตั้งแต่ 0 ถึง 4 (2) วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความรู้/แบบประเมินคุณลักษณะต่างๆ ค่าคุณภาพนักเรียนเป็นคะแนนรวม (Total score) จากการทำแบบทดสอบ/ แบบประเมินนั้น ๆ (3) วัดจากคะแนนรวม (Composite score) ขององค์ประกอบที่ใช้วัด

คุณภาพนักเรียน ซึ่งมีทั้งแบบถ่วงน้ำหนักและไม่ถ่วงน้ำหนัก สำหรับคะแนนรวมแบบถ่วงน้ำหนัก ค่าที่ได้อาจมาจากผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบกับน้ำหนักขององค์ประกอบนั้น ส่วนคะแนนรวมแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก ค่าที่ได้อาจมาจากผลรวมระหว่างคะแนนแต่ละองค์ประกอบเท่านั้น (4) วัดได้จากคะแนนมาตรฐานที่แปลงมาจากคะแนนดิบเพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างนักเรียนต่างกลุ่มหรือต่างวิชา เช่น คะแนนมาตรฐาน Z จะมีค่าอยู่ระหว่าง – 3 ถึง + 3 เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้ "คุณภาพนักเรียนประถมศึกษา" วัดได้จากมาตรฐานด้านผู้เรียน 7 มาตรฐานที่ใช้ในการประเมินภายนอกรอบแรก โดยสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ซึ่งประกอบด้วย (1) คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ (2) ทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รักการเรียนรู้ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (3) ทักษะในการทำงาน รักการทำงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพสุจริต (4) ความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร (5) สุขนิสัย สุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี (6) สุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา (7) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ คุณภาพนักเรียนประถมศึกษาเป็นค่ารวม (Composite score) จากสมการเชิงเส้นตรง (Linear equation) ซึ่งเป็นผลรวมของผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบกับค่ามาตรฐานของแต่ละองค์ประกอบ การสร้างสมการเชิงเส้นตรงดังกล่าว อาศัยแนวคิดของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) โดยใช้โปรแกรม LISREL

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring Rubric: HSR)

การวิจัยครั้งนี้ ค่าคุณภาพนักเรียน (QPS score) วัดได้จากสมการเชิงเส้นตรง (Linear combination) ซึ่งเป็นผลรวมของผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบและค่ามาตรฐานของแต่ละองค์ประกอบ โดยที่ตัวบ่งชี้ในแต่ละมาตรฐานด้านผู้เรียน ให้คะแนนโดยอาศัยแนวคิดของการเกณฑ์การให้คะแนนแบบ HSR หรือ Holistic Scoring Rubric (ดูภาคผนวก ค) โดยเทคนิค HSR เป็นการประเมินภาพรวมของทุกคุณลักษณะหรือมิติที่วัด (San Mateo County Office of Education, 2004; Chicago Board of Education, 2000; Graduate School of Education and Information Studies, 1999; Herman, Aschbacher & Winters, 1992) ดังนั้น ตัวแปรที่วัดจึงสามารถมีได้หลายคุณลักษณะหรือหลายมิติ ซึ่งเหมาะสมที่จะมาประยุกต์ใช้เพื่อวัดหรือให้คะแนนตัวบ่งชี้แต่ละตัวในแต่ละมาตรฐานด้านผู้เรียน

ในเว็บไซต์ http://www.watpon.com Nitko (1994 อ้างถึงใน ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2544) กล่าวไว้ว่า Scoring Rubric คือ เกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกพัฒนาโดยครูหรือผู้ประเมิน ที่ใช้วิเคราะห์ผลงานหรือกระบวนการที่ผู้เรียนได้พยายามสร้างขึ้น ผู้ประเมินจะต้องตัดสินคุณภาพของผลงาน หรือ

กระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละคนที่มีระดับที่แตกต่างกันหลายระดับ เกณฑ์อาจจะอยู่ในเชิงคุณภาพหรือปริมาณ อาจจะมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) หรือแบบตรวจสอบ (Checklist) การให้คะแนนจะอยู่ในรูปของตัวเลข โดยปกติจะเป็น 0-3 หรือ 1-4 ในแต่ละระดับของคะแนนจะขึ้นอยู่กับระดับของคุณภาพของงาน ดังนั้นตัวเลข 4 อาจจะหมายถึงระดับคุณภาพสูงสุด เลข 3 เป็นระดับคุณภาพรองลงมา คุณภาพของงานในแต่ละระดับจะต้องใช้การอธิบาย (Rubric) ดังนั้น ในแต่ละระดับคะแนนจะต้องอธิบายเป็นภาษาที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการปฏิบัติงานในระดับนั้น

Scoring Rubric หรือเกณฑ์การให้คะแนน ถูกนำมาใช้ในการประเมินการปฏิบัติงาน (Performance assessment) (Chicago Board of Education, 2000) โดยการประเมินการปฏิบัติงานจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ งาน (Task) และเกณฑ์ (Rubric) ดังนี้

Performance Assessment = task + rubric

งาน (Task) ในที่นี้อาจหมายถึง ผลงาน (Product) การปฏิบัติงาน (Performance) หรือการเขียนตอบคำถาม (Extended written response to a question) ซึ่งต้องการให้นักเรียนประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking skills) ตัวอย่างของงานที่ประเมิน เช่น การเขียนความเรียง, การกล่าวสุนทรพจน์, ผลงานทางศิลปะ, โครงงานวิทยาศาสตร์, โครงการวิจัย, การแสดงดนตรี, การแสดงวิธีทำปัญหาทางคณิตศาสตร์, การวิเคราะห์และการแปลความหมายจากเรื่องที่อ่าน เป็นต้น

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring Rubric: HSR) เป็นเกณฑ์การให้คะแนนผลงานหรือกระบวนการที่ไม่ได้แยกส่วนหรือแยกองค์ประกอบการให้คะแนน กล่าวคือ เป็นเกณฑ์ที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินภาพรวมของผลงานหรือกระบวนการนั้น

สำหรับองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนนแบบ HSR หรือ Holistic Scoring Rubric พบว่ามีหลายองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบเหล่านี้อาจประกอบด้วยมิติเพียง 1 มิติหรือหลายมิติที่ต้องถูกประเมิน รวมทั้งต้องมีนิยาม (Definitions) และตัวอย่าง (Examples) ที่แสดงคุณลักษณะ (Attributes) ที่ต้องการวัดด้วยและมาตรประมาณค่า (Rating scale) ในแต่ละมิติ ที่สำคัญควรจะมีตัวอย่างงานที่นักเรียนทำแสดงไว้ในแต่ละระดับของมาตรประมาณค่าด้วย (Chicago Board of Education, 2000)

Herman, Aschbacher & Winters (1992) ได้แบ่งองค์ประกอบของ HSR หรือ Holistic Scoring Rubric ไว้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. Scoring rubric ต้องประกอบด้วยคุณลักษณะ (Traits) หรือมิติ (Dimensions) อย่างน้อย 1 มิติ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการตัดสินการปฏิบัติงานของนักเรียน

2. Scoring rubric ควรมีนิยาม (Definitions) และตัวอย่าง (Examples) ที่ชัดเจนเพื่อแสดงความหมายของคุณลักษณะหรือมิติที่ต้องการประเมิน

3. มี Scale ของค่าหรือคะแนน (values) เพื่อประเมินในแต่ละคุณลักษณะหรือมิติ

4. มีมาตรฐาน (Standards) ที่ยอมรับได้ของการประเมิน โดยต้องระบุตัวอย่างที่ชัดเจนสำหรับระดับการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

มาตรประมาณค่าสำหรับ Scoring rubric อาจมีลักษณะเป็นตัวเลข (Numerical) เป็นข้อความ (Qualitative) หรือผสมผสานระหว่างตัวเลขและข้อความ สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นข้อความอาจจะมี Scale points ที่แบ่งระดับของคะแนน (Chicago Board of Education, 2000) เช่น

- ยังไม่, กำลังพัฒนา, ประสบความสำเร็จ (Not yet, developing, achieving)
- กำลังเริ่ม, กำลังพัฒนา, ประสบความสำเร็จ (Emerging, developing, achieving)
- เพิ่งเริ่ม, กำลังฝึกหัด, คล่องแคล่ว, เชี่ยวชาญ (Novice, apprentice, proficient, distinguished)
- ไม่มีหลักฐาน, หลักฐานอ่อน, มีหลักฐานบางส่วน, มีหลักฐานสมบูรณ์ (No evidence, minimal evidence, partial evidence, complete evidence)

ตัวอย่าง California's math rubrics ใช้ scales ที่ผสมผสานกันระหว่างตัวเลข (Numerical) และข้อความ (Qualitative) ดังนี้

1. ไม่สามารถเริ่มต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Unable to begin effectively)
2. เริ่มแล้วแต่พลาดที่จะแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ (Begins,but fails to complete problem)
3. ผิดพลาดมากแต่ก็เกือบพอใจ (Serious flaws but nearly satisfactory)
4. ผิดพลาดน้อยแต่ก็พอใจ (Minor flaws but satisfactory)
5. สามารถตอบคำถามได้ (Competent response)
6. ตอบคำถามได้อย่างสมบูรณ์เหมือนตัวอย่าง (Exemplary response)

ในแต่ละระดับของการให้คะแนน จะต้องมีความชัดเจนในการนิยาม และความกว้างของระดับคะแนนไม่ควรเกิน 6 ถึง 7 ระดับ ถ้ามีระดับของการให้คะแนนกว้างมากเกินไปจะมีความลำบากในการตัดสินความแตกต่างในแต่ละระดับ เช่น ความกว้างคะแนนเป็น 100 ทำให้ยากที่จะอธิบายว่าคะแนน 81 มีคุณภาพแตกต่างจาก 80 หรือ 82 อย่างไร และจะทำให้ความสอดคล้องของการประเมินด้วยผู้ประเมินหลายคนลดลงไป การจะกำหนดความกว้างของการให้คะแนนเป็นเท่าใดนั้น จะต้องมีความเหมาะสมและมีความชัดเจนในการนิยามที่ครอบคลุมตั้งแต่แย่ที่สุด (poor) จนถึงดีเลิศที่สุด (excellent)

การกำหนดว่ามาตรประมาณค่า (Rating scales) ควรมีกี่ระดับหรือกี่จุด (Points) นั้น ไม่มีคำตอบที่แน่ชัด แต่มีแนวทางในการพิจารณาดังนี้ (Chicago Board of Education, 2000)

- Scale แต่ละระดับควรนิยามให้ชัดเจน ซึ่งอาจทำได้ยากถ้า scale มีระดับจำนวนมากเกินไป

- Scale ที่ยาวเกินไป (มีหลายระดับ) อาจเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ประเมินหรือผู้ให้คะแนนที่จะประเมินให้ได้คะแนนตรงกันทำให้ขาดความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability)

- Scale ที่สั้นเกินไปก็ทำให้ยากที่จะระบุความแตกต่างเล็กน้อยระหว่างนักเรียน

- ถ้าต้องการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 หรือ 3 กลุ่ม โดยพิจารณาจากมาตรฐานที่ยอมรับได้ Scale ที่สั้นอาจเพียงพอแล้ว

- ถ้าต้องประเมินผลงาน (Product) หรือการปฏิบัติงาน (Performance) ในมิติที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย อาจจะต้องเพิ่มคะแนนเพื่อที่ว่าแต่ละมิติถูกให้น้ำหนักอย่างละเท่าๆ กัน ดังนั้น แต่ละ scale ควรจะมีความยาวพอๆ กัน

สำหรับตัวอย่างของเกณฑ์การให้คะแนนแบบ HSR หรือ Holistic Scoring Rubric เช่น San Mateo County Office of Education (2004) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนโครงการสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia Project Scoring Rubric) ไว้ในเว็บไซต์ http://pblmm.k12.ca.us ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบ HSR ของโครงการสื่อมัลติมีเดียที่พัฒนาโดย Mateo County Office of Education (2004)

ระดับคะแนน (Score levels)	สื่อผสม (Multimedia)	ความร่วมมือ (Collaboration)	เนื้อหา (Content)
	นิยาม: การบูรณาการสื่อทุกชนิด เช่น เนื้อหา ภาพ วีดีโอ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง เพื่อแสดงข้อมูลสารสนเทศ ตัวอย่างเช่น การใช้วีโอเทปซึ่งประกอบด้วยเสียงและภาพเหมาะสมกับนิยามนี้ เป็นต้น	นิยาม: การทำงานหรือการปฏิบัติงานร่วมกันของสมาชิกทุกคนในทีมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้	นิยาม: หัวข้อ, แนวคิด, มโนทัศน์, ความรู้ และความคิดเห็น ซึ่งเป็นเนื้อหาสาระของการนำเสนอ
5	นักเรียนสามารถใช้สื่อผสมในเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อทั้งหมดถูกนำมาใช้ในการนำเสนอและมีปัญหาเชิงเทคนิคเพียงเล็กน้อย	นักเรียนทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการแบ่งความรับผิดชอบให้กับสมาชิกทุกคนในทีม และผลงานสุดท้ายเกิดจากสมาชิกในทีมทุกคน	เนื้อหาสาระครบถ้วนและสะท้อนงานวิจัยที่กว้างขวาง มีการประยุกต์ใช้เพื่อกระตุ้นทักษะการคิดในเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ผู้ฟังทุกคนตั้งใจฟัง

ระดับคะแนน (Score levels)	สื่อผสม (Multimedia)	ความร่วมมือ (Collaboration)	เนื้อหา (Content)
4	การนำเสนอใช้สื่อ 3 อย่างหรือมากกว่าในรูปแบบที่ดึงดูดและใช้ได้ง่าย	นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีมในทุกประเด็นของโครงการ มีความพยามยามที่จะระบุบทบาทให้กับสมาชิกแต่ละคนตามทักษะและความสามารถ นักเรียนทุกคนพยายามที่จะทำงานที่ตนรับผิดชอบ	โครงการมีเป้าหมายที่ชัดเจนและสัมพันธ์กับหัวข้อ ข้อมูลสารสนเทศต่างๆ มาจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โครงการมีประโยชน์ต่อผู้ฟัง
3	การนำเสนอใช้สื่อ 2 อย่างหรือมากกว่า มีปัญหาเชิงเทคนิคบ้าง การใช้สื่อมีความยากเล็กน้อย	นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นทีมในบทบาทที่ได้รับในโครงการ สมาชิกส่วนใหญ่รับผิดชอบ เกิดความขัดแย้งบ้างแต่ก็ได้รับการแก้ไขหรือจัดการ	โครงการแสดงเนื้อหา หรือข้อมูลสารสนเทศที่แม่นยำ แต่ผู้ฟังที่ตั้งใจเท่านั้นจึงจะเข้าใจ
2	การนำเสนอใช้สื่อ 2 อย่างหรือมากกว่า แต่ค่อนข้างมีปัญหาในเชิงเทคนิคมาก ในเรื่องของการมอง ได้ยิน หรือเข้าใจในเนื้อหา	การนำเสนอเป็นผลของความพยายามของทีม แต่เกิดมาจากสมาชิกบางคนในทีม มีปัญหาการสื่อสารกันระหว่างสมาชิกในทีม ความขัดแย้งไม่ได้รับการแก้ไข และสมาชิกในทีมไม่ได้ร่วมมือกันในประเด็นที่สำคัญของงาน	โครงการมีจุดเน้น แต่เนื้อหาสาระอาจไม่สอดคล้องบ้าง และอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นบ้างเกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่างๆ
1	ไม่มีการนำสื่อผสมใดๆ มาใช้ในการนำเสนอ	การนำเสนอเกิดมาจากสมาชิกเพียง 1 คนในทีมซึ่งทำงานเพียงลำพัง (แม้ว่าอาจจะได้รับคำแนะนำจากสมาชิกคนอื่นในทีมด้วยก็ตาม)	โครงการถูกทำขึ้นอย่างผ่านๆ แบบเร่งรีบหรือยังไม่เสร็จสิ้น มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นที่ขัดกับข้อเท็จจริง แนวคิดคลาดเคลื่อนหรือเกิดความเข้าใจที่ผิดๆ
คะแนนรวม (Total score)	คะแนนสื่อผสม = ... (Multimedia score)	คะแนนความร่วมมือ =..... (Collaboration score)	คะแนนเนื้อหา =..... (Content score)

นอกจากนี้ Graduate School of Education & Information Studies, UCLA (1999) ก็ได้พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบ HSR เพื่อให้ประเมินงานการแก้ปัญหา (Problem solving task) ดังแสดงในตารางที่ 6

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับแบบ HSR ที่นำมาใช้เพื่อประเมินงานการแก้ปัญหา (Problem solving task) ของ Graduate School of Education & Information Studies, UCLA (1999)

ระดับคะแนน (Score levels)	การตอบสนอง (Response)
4	- นักเรียนเลือกและดำเนินการด้วยวิธีการหรือกลยุทธ์ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา - นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ทั้งหมดของปัญหา - การแก้ปัญหาและงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดถูกต้อง มีข้อผิดพลาดบ้างแต่อาจเกิดจากการคำนวณหรือการลอกแบบ
3	นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาโดยทั่วไปถูกต้อง อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาก็ยังไม่ถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ดังต่อไปนี้ - มีหลักฐานว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 1 อย่าง หรือไม่พิจารณาแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนพลาดที่จะพิจารณาในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งของปัญหา - นักเรียนพิจารณาตัวแปรอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง 1 ตัวแปร
2	นักเรียนเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหาโดยทั่วไปยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเหตุการณ์ ดังต่อไปนี้ - มีหลักฐานว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลายอย่าง หรือไม่พิจารณาแนวคิดที่เกี่ยวข้องหลาย แนวคิดที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนพลาดที่จะพิจารณาสถานการณ์อีกหลายสถานการณ์ของปัญหา - นักเรียนพิจารณาตัวแปรอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องหลายตัวแปร - นักเรียนไม่ได้ใช้วิธีการ/กลยุทธ์ที่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา
1	การแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเหตุการณ์ ดังต่อไปนี้ - นักเรียนพิจารณาตัวแปรสถานการณ์ของปัญหาเพียง 1 ตัวแปร - นักเรียนเข้าใจแนวคิดบางแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา - นักเรียนเลือกวิธีการ-กลยุทธ์ทั้งหมดไม่เหมาะสม
0	- นักเรียนไม่ตอบอะไรหรือปล่อยว่างไว้ - นักเรียนทวนซ้ำเพียงสารสนเทศเกี่ยวกับปัญหา - การแก้ไขปัญหาไม่ถูกต้อง - การแก้ไขปัญหาหรือสารสนเทศต่างๆ ที่สนับสนุนไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เพื่อให้แน่ใจได้ว่า HSR ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง ควรมีการทำ pilot test ก่อนกับตัวอย่างผลงาน (Product) หรือการปฏิบัติงาน (Performance) ของนักเรียน HSR ที่ดีควรจะมีการให้

คะแนนสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินหรือผู้ให้คะแนน เรียกว่า ความคงเส้นคงวา (Consistency) หรือความเที่ยง (Reliability) ของการประเมิน ความคงเส้นคงวาหรือความเที่ยงของการประเมินนี้มีความสำคัญมาก เพราะหากการประเมินมีความตรงแล้ว ข้อมูลที่ได้มาจึงจะมีความหมาย (Meaningful data)

วิธีการหนึ่งสำหรับการประเมินความเที่ยง ก็คือ การให้ผู้ประเมินแต่ละคนให้คะแนนตัวอย่างงานที่ทำโดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง และพิจารณาว่าผู้ประเมินแต่ละคนให้คะแนนสอดคล้องกันหรือไม่ หากไม่มีความเห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้ประเมิน ควรที่จะมีการปรับแก้ให้เหมาะสมมากขึ้น และควรมีการให้คะแนนเป็นแบบเดียวกัน (Uniform scoring)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันและโปรแกรม LISREL

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ถูกนำมาใช้เพื่อประมาณค่าหรือวัดค่าคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา โดยสร้างเป็นสมการเชิงเส้นตรง (Linear equation) เป็นวิธีการหนึ่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบ วิธี CFA สามารถช่วยให้นักวิจัยสร้างองค์ประกอบจากตัวแปรหลายๆ ตัว โดยกลุ่มของตัวแปรที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบเดียวกัน และแต่ละองค์ประกอบ คือ ตัวแปรแฝงอันเป็นคุณลักษณะที่นักวิจัยต้องการศึกษา วิธี CFA เป็นวิธีการที่มีการปรับปรุงจุดอ่อนของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ข้อตกลงเบื้องต้นของ CFA มีความสมเหตุสมผลตรงตามความเป็นจริงมากกว่า EFA นักวิจัยต้องมีทฤษฎีสนับสนุนในการกำหนดเงื่อนไขบังคับซึ่งใช้ในการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ และเมื่อได้ผลการวิเคราะห์แล้ว ยังมีการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วย วิธี CFA นี้มีข้อตกลงเบื้องต้นน้อยกว่า EFA เช่น ส่วนที่เป็นความคลาดเคลื่อนอาจสัมพันธ์กันได้ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการใช้ CFA มี 3 ข้อ เช่นเดียวกับ EFA คือ (1) เพื่อตรวจสอบทฤษฎีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบ (2) เพื่อสำรวจและระบุองค์ประกอบ และ (3) เป็นเครื่องมือในการสร้างตัวแปรใหม่

ขั้นตอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มี 4 ขั้นตอน เช่นเดียวกับ EFA คือ (1) การเตรียมเมตริกสหสัมพันธ์ (2) การสกัดองค์ประกอบขั้นต้น (3) การหมุนแกน และ (4) การสร้างสเกลองค์ประกอบ

การสร้างตัวแปรประกอบหรือสเกลองค์ประกอบ เมื่อได้เมตริกองค์ประกอบหลังจากมีการหมุนแกนแล้ว ขั้นต่อไปคือการสร้างตัวแปรประกอบ (Component variable) หรือสเกลองค์ประกอบ (Factor scales) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างสเกลองค์ประกอบโดยใช้ตัวแปรประกอบซึ่งเป็นผลบวกเชิงเส้นของตัวแปรสังเกตได้ ดังสมการในการสร้างตัวแปรประกอบ F ดังนี้

$$F_i = (w_1)(Z_1) + (w_2)(Z_2) + \ldots + (w_n)(Z_n)$$

เมื่อ	F_i	หมายถึง	ค่าสเกลองค์ประกอบตัวที่ i
	n	หมายถึง	จำนวนตัวบ่งชี้
$w_1, w_2 \ldots w_n$		หมายถึง	สัมประสิทธิ์คะแนนตัวบ่งชี้ตัวที่ 1 ถึง n
$Z_1, Z_2 \ldots Z_n$		หมายถึง	ค่าคะแนนมาตรฐานของตัวบ่งชี้ตัวที 1 ถึง n
			เมื่อ $Z = X - \overline{X} / SD$

ประโยชน์ของการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันในการสร้างสเกลตัวแปรแฝงสรุปได้เป็น 3 ประการ คือ ประการแรก สามารถตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างได้ถูกต้องโดยการทดสอบความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจทำไม่ได้ ประการที่สอง สามารถใช้กับตัวแปรที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดและใช้ได้ในกรณีที่ความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กัน ประการที่สาม ได้ค่าน้ำหนักของตัวแปรสังเกตได้ที่สอดคล้องกับโครงสร้างนิยามเชิงทฤษฎีของตัวแปรแฝง และเป็นค่าน้ำหนักที่ไม่แปรเปลี่ยน แต่สิ่งที่เป็นข้อจำกัดสำหรับนักวิจัย คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL สำหรับวิธี CFA เหมือนกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม LISREL สำหรับโมเดลลิสเรลทั่วๆ ไป เมื่อนักวิจัยได้เตรียมข้อมูล กำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลและตรวจสอบการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดลแล้ว งานขั้นต่อไปเป็นการทำงานของคอมพิวเตอร์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ และการตรวจสอบความตรงของโมเดล จากนั้นนักวิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์มาสร้างสเกลองค์ประกอบ

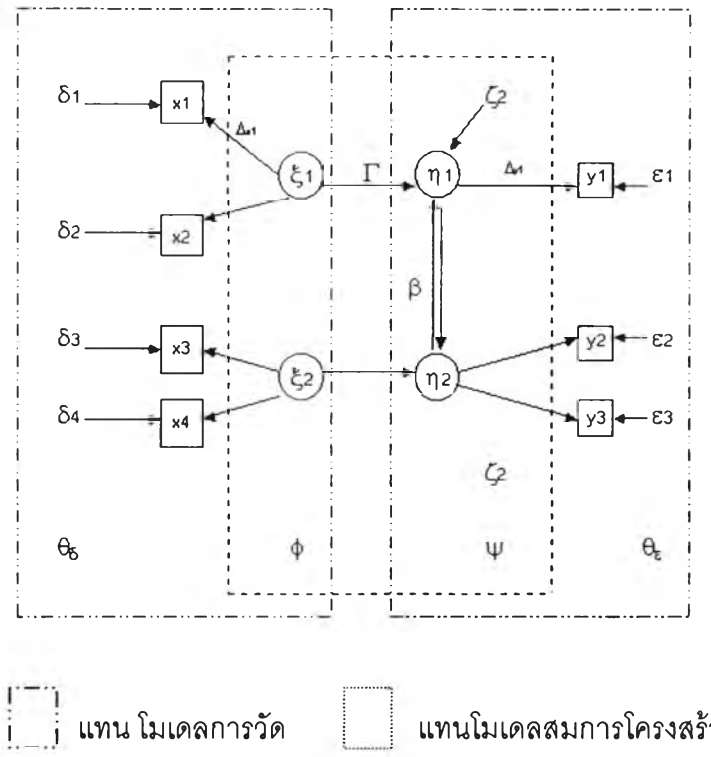
3.2 โปรแกรม LISREL

คำว่า ลิสเรล (LISREL) มีความหมายได้ 3 นัย (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) นัยแรก หมายถึง โมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรทั้งตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง ซึ่งอาจเรียกว่า โมเดลโครงสร้างแสดงสาเหตุ (Causal Structural Model) ความหมายนัยที่สอง หมายถึง

ภาษาลิสเรลที่ใช้ในการเขียนคำสั่งสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ส่วนความหมายนัยที่สาม หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ซึ่งเป็นบูรณาการของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล (Path analysis) และการประมานค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation)

ตามหลักวิชาเศรษฐ์มิติ (Econometric) นักวิจัยใช้การวิเคราะห์โมเดลลิสเรล เพื่อพัฒนาและตรวจสอบทฤษฎี ดังนั้น การวิจัยที่ใช้ลิสเรล นักวิจัยต้องสร้างโมเดลลิสเรลตามทฤษฎีเป็นกรอบความคิดหรือสมมติฐานการวิจัยก่อน ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลประกอบด้วยการกำหนดข้อมูลจำเพาะโมเดล (Model Specification) การระบุค่าความเป็นไปได้ค่าเดียว (Model Identification) การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) ในโมเดล การทดสอบเทียบความกลมกลืน (Goodness of Fit Test) ระหว่างโมเดลลิสเรลตามทฤษฎีและข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล (Model Validation) การปรับโมเดล (Model Adjustment) และการสรุปและแปลผล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538)

โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structural Relationship Model) หรือโมเดลลิสเรล (LISREL Model) เป็นโมเดลที่นักวิจัยสร้างขึ้นตามพื้นฐานทางทฤษฎีที่แสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โมเดลลิสเรลประกอบด้วยโมเดลสำคัญ 2 โมเดล คือ โมเดลการวัด (Measurement Model) และโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model) โมเดลการวัดอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) และตัวแปรแฝง (Latent Variable) โมเดลการวัดโดยทั่วไปมี 2 โมเดล คือ โมเดลการวัดตัวแปรแฝงภายนอกและโมเดลการวัดตัวแปรแฝงภายใน โมเดลการวัดช่วยแก้ปัญหาความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ในการประมาณค่าตัวแปรแฝง ส่วนโมเดลสมการโครงสร้างอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงด้วยกันโดยใช้หลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลด้วยการวิเคราะห์เป็นภาพรวม ตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และการวิเคราะห์เส้นทางอิทธิพล (Path Analysis) ไปพร้อม ๆ กัน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์และรายงานดัชนีความสอดคล้อง (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) นั่นคือ โมเดลสมการโครงสร้างครอบคลุมลักษณะความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นทุกรูปแบบ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งที่เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) โมเดลผลกระทบทางเดียว โมเดลผลกระทบย้อนกลับ (Recursive or Non-recursive) และโมเดลที่มีการร่วมเส้นตรงพหุ (Multicollinearity) ตัวอย่างโมเดลลิสเรลแสดงในแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 องค์ประกอบของโมเดลลิสเรล

การวิเคราะห์โมเดลลิสเรล มีข้อตกลงเบื้องต้นดังนี้ (Jöreskog & Sorbom, 1989)

1. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดล เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear) เชิงบวก (addition) และเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationships)

2. ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวแปรภายนอก (Exogenous Variables) ตัวแปรภายใน (Endogenous Variables) และความคลาดเคลื่อน (error) ต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ โดยที่ความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

3. ลักษณะความเป็นอิสระต่อกัน (Independence) ระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อน จำแนกได้ว่า ความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ตัวแปรแฝงและความคลาดเคลื่อนของตัวแปรนั้นเป็นอิสระต่อกัน แต่ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแต่ละกลุ่มอาจสัมพันธ์กันได้

4. สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series data) ที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้ง การวัดตัวแปรต้องไม่ได้รับผลกระทบจากช่วงเวลาเหลื่อม (Time lag) ระหว่างการวัด

จากข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ทำให้โมเดลลิสเรลมีข้อดีที่เด่นชัดมาก คือ (1) เป็นโมเดลที่มีความสามารถในการประมาณค่าพารามิเตอร์เทอมความคลาดเคลื่อน (2) เป็นโมเดลที่ยอมให้ความแปรปรวนร่วมระหว่างเทอมความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ และ (3) สามารถวิเคราะห์โมเดลลิสเรลที่มีตัวแปรแฝงได้

การศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อาจจำแนกได้ 2 ประเภท คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความคลาดเคลื่อน หรือ ความสัมพันธ์เฟ้นสุ่ม (Stochastic Relationship) และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ไม่มีความคลาดเคลื่อน หรือ ความสัมพันธ์กำหนด (Deterministic Relation) และหากพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์และค่าสหสัมพันธ์พาร์เชียลประกอบกันจะแบ่งลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้ 5 แบบ คือ ความสัมพันธ์แท้จริง ความสัมพันธ์เทียม ความสัมพันธ์เกิดจากอิทธิพลส่งผ่านตัวแปรคั่นกลาง ความสัมพันธ์เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรที่เป็นตัวกด และการไม่มีความสัมพันธ์ ลักษณะความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่สามารถตรวจสอบได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบง่าย เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พาร์เชียล แต่รูปแบบความสัมพันธ์ที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ คือ ความสัมพันธ์ที่มีอิทธิพลทางตรง-อิทธิพลทางอ้อม ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุย้อนกลับ และความสัมพันธ์มีเงื่อนไข

การสร้างโมเดลลิสเรลแสดงอิทธิพลจากพื้นฐานทางทฤษฎีเพื่อเป็นโมเดลสมมติฐานนั้นถือเป็นขั้นตอนแรก ส่วนขั้นตอนต่อไป คือ การกำหนดข้อมูลจำเพาะ การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ และเพื่อวิเคราะห์หาค่าเมตริกความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม หรือเมตริกสหสัมพันธ์ ตามลำดับ จากนั้น ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลลิสเรลนั้น ด้วยการตรวจสอบความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่เป็นสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าสถิติและดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืน ต่อไปนี้

1. ค่าไค-สแควร์ (Chi-Square: χ^2) เป็นค่าที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชั่นความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ โดยที่ถ้าค่าไค-สแควร์สูงมากแสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ โมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าไค-สแควร์ต่ำมาก หรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มาก แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of Fit Index: GFI) ในการวิเคราะห์โมเดลด้วยโปรแกรมลิสเรล ถ้าค่าไค-สแควร์มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับองศาอิสระ นักวิจัยปรับโมเดลใหม่ ถ้าผลการวิเคราะห์ที่ได้ใหม่ ค่าไค-สแควร์มีค่าลดลงมากกว่าค่าแรก แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากขึ้น นั่นคือ ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับ กับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับโมเดล ดัชนี GFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1

3. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระ จำนวนตัวแปรและขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าดัชนี AGFI ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับดัชนี GFI

4. ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative chi-square: χ^2/df) เป็นค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบระดับความกลมกลืนระหว่างโมเดลที่มีองศาอิสระไม่เท่ากัน โมเดลที่มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีควรมีค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ไม่เกิน 2

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับและโปรแกรม MLwiN

จากงานวิจัยที่สังเคราะห์ได้ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา พบว่า มีการนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติหลายประเภทมาประยุกต์ใช้ เช่น (1) การวิเคราะห์ถดถอยพหุคุณ (อุไร บัวทอง, 2543; กานดา พงศ์ทิพย์พนัส, 2541; จิราพร ขุนนะ, 2540; สมชาย เอี่ยวสกุล, 2540; นิวัติ กลิ่นงามและคณะ, 2539; วาสุกรี นิแว, 2538; สุจินดา จันทวรรณ์, 2529; Childs & Mckey, 2001; Dunn & Harris, 1998; Zellman & Waterman, 1998; Shumow, Vandell & Kang, 1996; Griffith, 1996); (2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (พิน ชูทอง, 2540; Wentzel, 1998; Okagaki & Frensch, 1998; Halle, Kurtz-Costes & Mahoney, 1997; Westerman & La Luz, 1995); (3) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (มลฤดี สุวรรณมาลย์, 2538); (4) Contrast Analysis (ประทีป แสงเปี่ยมสุขและคณะ, 2532; Gottfredson, Birdseye & Marciniak, 1995); (5) การวิเคราะห์เส้นทาง (ชินภัทร ภูมิรัตน์และคณะ, 2533); (6) การวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุ (นริศรา อุปกูล, 2539); (7) การวิเคราะห์จำแนก (Caldwell & Ginther, 1996); (8) T-test (Achilles, Bain & Finn, 1998); (9) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (American Teacher, 2001; Blatchford, Kutnick & Baines, 2001; Zetlin, 1998); (10) Cohort Analysis (Pungello, Burchinal & Kupersmidt, 1996) จากงานวิจัยดังกล่าว เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis: MRA) เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้มาก เทคนิค MRA มิได้คำนึงถึงระดับของข้อมูลตัวแปรอิสระซึ่งอาจแบ่งได้เป็นหลายระดับ การนำข้อมูลตัวแปรอิสระที่อยู่ต่างระดับกันมาอยู่รวมกันและวิเคราะห์เสมือนเป็นระดับเดียวและใช้เทคนิค MRA วิเคราะห์ เป็นการไม่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับโครงสร้างที่ลดหลั่นหรือระดับของข้อมูลตัวแปรเหล่านี้ ซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยบิดเบือนไปจากความเป็นจริง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532, 2535; Rasbash et al., 2004; Goldstein, 1995, 2003; Raudenbush & Bryk, 2002; Snijders & Bosker, 1999)

การวิเคราะห์ที่ถูกต้องควรคำนึงถึงระดับของข้อมูลตัวแปร จึงได้มีการเสนอเทคนิคการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Multilevel Model Analysis: MMA) เพื่อศึกษาผลของข้อมูลตัวแปรอิสระซึ่งมีหลายระดับเพื่อใช้อธิบายตัวแปรตาม ซึ่งเทคนิค MMA นี้น่าจะเหมาะสมมากกว่าเทคนิค MRA ในกรณีที่ข้อมูลตัวแปรอิสระมีหลายระดับ เพราะจะทำให้ผลการวิจัยมีความแม่นตรงและไม่บิดเบือน

4.1 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ

การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel Analysis) มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นแบบพหุระดับ (Multilevel Linear Models Analysis) การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model Analysis) การวิเคราะห์โมเดลสัมประสิทธิ์ถดถอยแบบสุ่ม (Random-Coefficient Regression Models Analysis) เป็นต้น

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นเทคนิควิธีทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว และตัวแปรอิสระเหล่านี้สามารถจัดเป็นระดับได้อย่างน้อย 2 ระดับขึ้นไป โดยตัวแปรระดับเดียวกันต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และได้รับอิทธิพลร่วมกันจากตัวแปรระดับอื่นๆ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2535) การวิจัยทางการศึกษาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับข้อมูลพลายระดับ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างและธรรมชาติของข้อมูลทางการศึกษามีความสลับซับซ้อน มีการจัดเป็นหน่วยที่ซ้อนกันเป็นลำดับขั้น (Hierarchy) กล่าวคือ หน่วยหลายๆ หน่วยในระดับเดียวกันถูกจัดกลุ่มเข้าด้วยกันเพื่อเป็นระดับที่สูงขึ้น เช่น ในทางการศึกษาหน่วยที่ย่อยที่สุดคือนักเรียนถูกจัดรวมเข้ารับการศึกษาด้วยกันเป็นชั้นเรียน ชั้นเรียนหลายๆ ชั้นเรียน รวมกันเป็นระดับชั้น ระดับชั้นหลายๆ ระดับชั้นรวมกันเป็นระดับการศึกษา ระดับการศึกษาหลายๆ ระดับรวมกันเป็นโรงเรียน ซึ่งรวมกลุ่มกันเป็นชุมชนและเขตการศึกษา เป็นต้น การวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) จึงเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่นักสถิติและนักวิจัยทางการศึกษา ทางพฤติกรรมศาสตร์ และทางสังคมศาสตร์ ได้พยายามคิดและสร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติและโครงสร้างของข้อมูล (ราชันย์ บุญธิมา, 2542)

4.1.1 โครงสร้างข้อมูลพหุระดับ (Multilevel data structures)

โครงสร้างข้อมูลพหุระดับ (Multilevel) หรือข้อมูลที่มีโครงสร้างระดับลดหลั่น (Hierarchy) พบได้ทั่วไปในศาสตร์ทางด้าน Social, medical และ biological ยกตัวอย่างเช่น ในระบบการศึกษา โรงเรียนจะมีนักเรียนเป็น subject ที่ได้รับอิทธิพลมาจากกลุ่มต่างๆ โดยนักเรียนอาจได้รับอิทธิพลมาจากห้องเรียน ห้องเรียนได้รับอิทธิพลมาจากโรงเรียน และโรงเรียนได้รับอิทธิพลมาจากเจ้าหน้าที่ส่วนท้องถิ่นหรือคณะกรรมการบริหารโรงเรียน เป็นต้น ในแต่ละระดับที่แตกต่างกัน 4 ระดับนี้เรียกว่าหน่วย (unit) ของระบบการศึกษา โดยระบบนี้จะมีนักเรียนเป็นหน่วยระดับที่หนึ่ง (level 1) ห้องเรียนเป็นระดับที่สอง (level 2) โรงเรียนเป็นระดับที่สาม (level 3) และเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นหรือคณะกรรมการบริหารโรงเรียนเป็นระดับที่สี่ (level 4) โดยหน่วยในระดับหนึ่งจะสอดแทรก (nested) อยู่ในหน่วยระดับที่สูงกว่า และโครงสร้างที่ลดหลั่นกันนี้อาจอธิบายด้วย term ว่า cluster population นอกจากนี้ Snijders & Bosker

(1999) ได้สรุป term ที่นำมาใช้อธิบายหน่วย (unit) ของการวิเคราะห์ในแต่ละระดับค่อนข้างชัดเจนดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 สรุป Term ที่ใช้อธิบายหน่วยของการวิเคราะห์ (กรณี 2 ระดับ)

Level 2	Level 1
Macro-level units	Micro-level units
Macro-units	Micro-units
Primary units	Secondary units
Clusters	Elementary units
Level-2 units	Level-1 units

ตารางที่ 8 ตัวอย่างของหน่วยในระดับ Macro และระดับ Micro (กรณี 2 ระดับ)

Level 2	Level 1
โรงเรียน (Schools)	ครู (Teachers)
ห้องเรียน (Classes)	นักเรียน (Pupils)
กลุ่มครอบครัว (Neighborhoods)	ครอบครัว (Families)
บริษัท (Firms)	ลูกจ้าง (Employees)
กระดูกขากรรไกร (Jawbones)	ฟัน (Teeth)
ครอบครัว (Families)	บุตร (Children)
ครอก (Litters)	สัตว์ (Animals)
หมอ (Doctors)	ผู้ป่วย (Patients)
กลุ่มตัวอย่าง (Subjects)	การวัด (Measurements)
ผู้สัมภาษณ์ (Interviewers)	ผู้ตอบ (Respondents)
ผู้พิพากษา (Judges)	ผู้ต้องสงสัย (Suspects)

4.1.2 **ผลของการปฏิเสธโครงสร้างพหุระดับ** (Consequences of ignoring a multilevel structure)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2532) กล่าวไว้ว่า การวิจัยทางการศึกษาที่เกี่ยวที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับนี้ ถ้าผู้วิจัยไม่ให้ความสนใจต่อโครงสร้างของระดับข้อมูลผลการวิจัยน่าจะบิดเบือนจากความเป็นจริง เช่น การศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ถ้าทำการวิเคราะห์แบบระดับเดียวโดยยึดนักเรียนหรือชั้นเรียนเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ คือปรับตัวแปรต่างระดับให้มา

อยู่ในระดับที่สนใจระดับเดียว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้หลักการของการถดถอยพหุคูณจะทำให้ผลที่ได้คาดเคลื่อนจากความเป็นจริง กล่าวคือ

1. ถ้าใช้นักเรียนเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ จะเกิดการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่กล่าวว่าหน่วยในการวิเคราะห์ในที่นี้คือ นักเรียนต้องมีความเป็นอิสระต่อกัน แต่ในระบบการศึกษาใดๆ ก็ตาม การกระจายของนักเรียนสู่โรงเรียนและชั้นเรียนไม่เป็นไปอย่างสุ่ม ดังนั้นนักเรียนจึงไม่น่าจะเป็นอิสระต่อกัน นอกจากนี้ ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความเป็นเอกพันธ์หรือตัวแปรเกี่ยวกับชั้นเรียน/โรงเรียนมีอิทธิพลในลักษณะเดียวกันต่อนักเรียนทุกคน ไม่น่าจะเป็นจริง เนื่องจากนักเรียนคนละชั้นเรียนกันและคนละโรงเรียนกันอาจจะได้รับอิทธิพลจากตัวแปรดังกล่าวในลักษณะที่แตกต่างกัน

2. ถ้าใช้นักเรียนเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ คือปรับตัวแปรระดับนักเรียนให้เป็นตัวแปรระดับชั้นเรียนโดยการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นเรียน จะทำให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์กล่าวคือ นักเรียนภายในชั้นเรียนเดียวกันย่อมมีความแตกต่างกันในลักษณะเฉพาะบุคคล ดังนั้นเมื่อข้อมูลระดับนักเรียนถูกเฉลี่ยเป็นค่าของชั้นเรียน จะทำให้ความหลากหลายของนักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ นอกจากนี้อำนาจในการทดสอบทางสถิติลดลง เนื่องจากการลดขนาดของหน่วยในการวิเคราะห์จากนักเรียนเป็นชั้นเรียนจะทำให้จำนวนองศาแห่งความเป็นอิสระของการทดสอบทางสถิติลดลงผลที่ตามมาก็คือมักจะไม่พบความมีนัยสำคัญของความสัมพันธ์หรืออิทธิพลระหว่างตัวแปรที่ทำการศึกษา

นอกจากนี้ การวิเคราะห์แบบระดับเดียวยังมีปัญหาเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในระดับหนึ่งแต่ไปสรุปผลในระดับอื่น (Aggregation bias) เนื่องจากมีความผิดพลาดในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การทำนายตลอดจนความคลาดเคลื่อนของการทำนายมีความแปรปรวนสูงและไม่คงที่ และการวิเคราะห์แบบระดับเดี่ยวนี้จะไม่สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนภายในหน่วยหรือกลุ่ม (Within group variability) จึงเป็นการละเลยการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ต่างระดับกัน (Raudenbush & Bryk, 2002)

การวิเคราะห์พหุระดับเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับโดยตัวแปรตามจะถูกกำหนดให้เป็นระดับของหน่วยในการวัดค่าตัวแปร ส่วนตัวแปรอิสระจะเป็นตัวแปรหลายระดับซึ่งประกอบด้วยตัวแปรในระดับเดียวกับตัวแปรตามและตัวแปรในระดับที่สูงกว่าตัวแปรตาม

สำหรับในตัวอย่างที่โปรแกรม MLwiN เตรียมให้มา เรามุ่งไปที่ความสัมพันธ์ (Relationship) ระหว่างตัวแปรตาม (Outcome หรือ Response variable) ซึ่งก็คือคะแนนที่ได้จากการสอบของนักเรียนอายุ 16 ปี (Exam score) และตัวแปรทำนาย (Predictor หรือ Explanatory variable) ซึ่งเป็นคะแนนการทดสอบการอ่าน (London Reading Test score หรือ LRT score) ซึ่งได้มาจากนักเรียนคนเดียวกันเมื่ออายุ 11 ปี การวิเคราะห์แต่เดิมที่แบ่งออกเป็นการวิเคราะห์ระดับโรงเรียน (School level) และการวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Pupil level) ให้ผลที่แตกต่างกัน

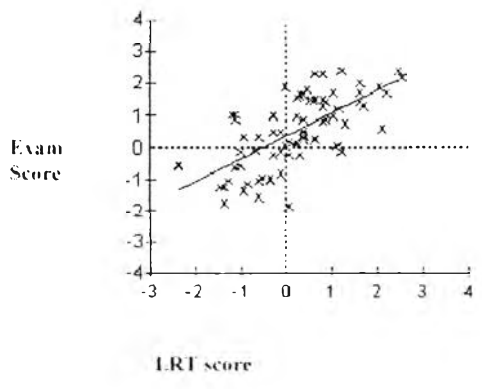
การวิเคราะห์ระดับโรงเรียน (School-level หรือ aggregate analysis) ค่า mean exam score และ mean LRT score จะถูกคำนวณในแต่ละโรงเรียน โดยค่า Ordinary regression จะถูกใช้เพื่อประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวนี้ ปัญหาที่สำคัญคือว่า ไม่มีความชัดเจนในการแปลความหมายของความสัมพันธ์ที่พบ เช่น ในเชิงปฏิบัติเราสามารถพบรูปแบบความสัมพันธ์ได้อย่างหลากหลาย บางครั้งข้อมูล fit เหมือนกันแต่ให้ค่าประมาณที่แตกต่างกัน เป็นต้น

การวิเคราะห์ระดับนักเรียน (Pupil-level analysis) ความสัมพันธ์เฉลี่ย (average relationship) ระหว่างคะแนนจะถูกประมาณโดยใช้ข้อมูลจากนักเรียนจำนวน 4,059 คน และความผันแปร (Variation) ระหว่างโรงเรียนพิจารณาจาก term ที่แยกกันในแต่ละโรงเรียน ซึ่งวิธีการนี้ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เพียงพอสำหรับจุดมุ่งหมายเพื่อการ Generalization เนื่องจากมีการประมาณค่าหลายครั้งกว่าเทคนิควิเคราะห์แบบพหุระดับ และไม่ได้ treat โรงเรียนให้เป็นกลุ่มตัวอย่างเชิงสุ่ม (Random sample)

การให้ความสนใจเรื่องระดับที่สอดแทรกลดหลั่นกันในประชากร ช่วยให้นักวิจัยเข้าใจโครงสร้างที่แท้จริงของข้อมูลและการประมาณค่ามีความชัดเจนมากขึ้น สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมสามารถหาอ่านได้จากหนังสือของ Bryk & Raudenbush (1992), Longford (1993) และ Goldstein (1995, 2003)

4.1.3 ระดับของโครงสร้างข้อมูล (Levels of a data structure)

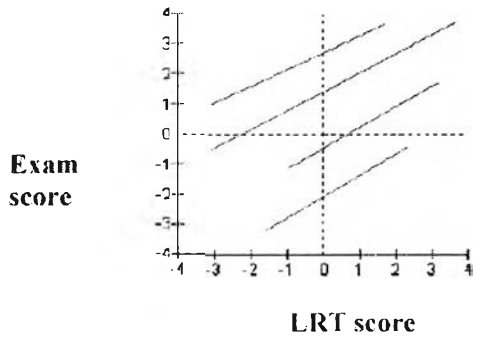
เพื่อให้เข้าใจหลักการพื้นฐานของการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างข้อมูลที่มีอยู่แล้วในโปรแกรม MLwiN ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมุ่งความสนใจไปที่ข้อมูลในโรงเรียนหนึ่ง และสนใจวิเคราะห์เพียงแค่ตัวแปรตาม 1 ตัวแปรและตัวแปรทำนาย 1 ตัวแปร ในแผนภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบ (Exam score) ของนักเรียนจำนวน 73 คน ในโรงเรียนหนึ่ง และคะแนนการอ่าน (LRT score) ของนักเรียนคนเดียวกัน ความสัมพันธ์สรุปโดยเส้นถดถอย (Regression line)



แผนภาพที่ 2 ความผันแปรในระดับที่หนึ่ง (Level 1 variation)

ในแต่ละจุด (Graph point) แสดงค่าคู่ (A pair of value) สำหรับนักเรียนแต่ละคน ส่วนระดับของ scatter เกี่ยวกับเส้นถดถอยแสดงความผันแปรเชิงสุ่ม (Random variation) ที่ระดับนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างคะแนนการสอบและคะแนนการอ่านในโรงเรียนนี้ เรียกว่า เป็นความผันแปรระดับที่หนึ่งนั่นเอง เนื่องจากกล่าวถึงหน่วย (Units) ในระดับที่หนึ่ง ซึ่งก็คือนักเรียน

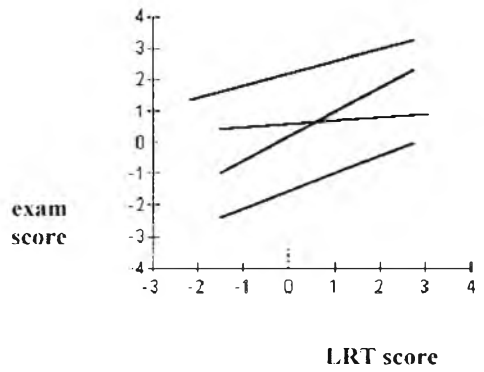
นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่าเส้นถดถอยเป็นบทสรุป (Summary) ของความสัมพันธ์นี้ในระดับโรงเรียน ซึ่งอาจจะผันแปรจากโรงเรียนหนึ่งไปสู่โรงเรียนหนึ่ง ในแผนภาพที่ 3 แสดงเส้นถดถอย 4 เส้น สำหรับโรงเรียน 4 โรงเรียนในท้องถิ่นเดียวกัน และแต่ละเส้นมีความเป็น parallel กัน



แผนภาพที่ 3 ความผันแปรในระดับที่สอง (Level 2 variation in school summary lines)

เส้นถดถอยในแผนภาพที่ 3 มี Intercept ที่แตกต่างกัน ความผันแปรระหว่าง intercept เหล่านี้เรียกว่า ความผันแปรในระดับที่สอง (Level 2 variation) เนื่องจากในตัวอย่างนี้ โรงเรียนเป็นหน่วย (Units) ในระดับที่สอง และโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างเชิงสุ่ม (Random sample) จากประชากรโรงเรียนทั้งหมด เรามุ่งความสนใจไปที่ความผันแปรที่เกิดขึ้นระหว่างโรงเรียนทั้งหมดในประชากรโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจากโรงเรียนที่สุ่มได้ เส้นถดถอยในแผนภาพที่ 3 แสดงการทำนายคะแนนการสอบ (Exam score) ด้วยคะแนนการอ่าน (LRT score) ซึ่งชัดเจนว่าความแตกต่างระหว่างโรงเรียนมีค่าคงที่ (Constant) ลักษณะของความผันแปรนี้ เรียกว่าเป็นความผันแปรในระดับที่สองอย่างง่าย (Simple level 2 variation)

อย่างไรก็ตาม หากยอมให้ Slope ของเส้นถดถอย vary ได้ดังเช่นในแผนภาพที่ 4 ความแตกต่างระหว่างโรงเรียนจึงขึ้นอยู่กับคะแนนการอ่าน (LRT score) ลักษณะของความผันแปรนี้ เรียกว่าเป็นความผันแปรในระดับที่สองอย่างซับซ้อน (Complex level 2 variation)



แผนภาพที่ 4 ความผันแปรในระดับที่สองอย่างซับซ้อน (Complex level 2 variation)

ประเด็นสำคัญของการวิเคราะห์พหุระดับมุ่งความสนใจไปที่การประมาณค่ารูปแบบของความผันแปรในประชากรโรงเรียน การอธิบายลักษณะที่ผันแปรระหว่างโรงเรียนนี้อาจทำได้โดยเพิ่มตัวแปรอื่นเข้าไปในโมเดล ซึ่งจะทำให้เราได้ค่าประมาณของ Intercept และ Slope สำหรับแต่ละโรงเรียน

4.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดล 3 ระดับ

ก่อนที่จะกล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดล 3 ระดับ ผู้วิจัยควรเข้าใจสัญลักษณ์ที่แสดงค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ (Statistical parameters) ซึ่งจะปรากฏให้เห็นในโมเดลการวิเคราะห์ สัญลักษณ์ต่างๆที่แสดงค่าพารามิเตอร์มักแสดงด้วยตัวอักษรกรีก (Greek letters) ดังที่ Snijders & Bosker (1999) ได้สรุปไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปสัญลักษณ์ที่แสดงค่าพารามิเตอร์ทางสถิติในโมเดล 3 ระดับ

สัญลักษณ์	ความหมาย
α	Alpha
β	Beta
γ	Gamma
δ	Delta
η	Eta
θ	Theta
λ	Lambda
μ	Mu
π	Pi
ρ	Rho
σ	Sigma
τ	Tau
φ	Phi
χ	Chi
ω	Omega
Σ	Capital sigma
T	Capital tau

Snijders & Bosker (1999) กล่าวไว้ว่า โมเดล 3 ระดับ เป็นโมเดลที่มีการวิเคราะห์และแปลผลซับซ้อนมากกว่าโมเดล 2 ระดับ ตัวอย่างข้อมูลที่สอดแทรกกัน 3 ระดับ เช่น นักเรียน (level 1) สอดแทรกอยู่ในห้องเรียน (level 2) และสอดแทรกอยู่ในโรงเรียน (level 3) เป็นต้น ตัวแปรตาม (Dependent variable) ในโมเดล 3 ระดับ มักแสดงด้วยสัญลักษณ์ Y_{ijk} โดยที่สัญลักษณ์ i หมายถึง นักเรียน (pupil หรือ level-one unit *i*), j หมายถึง ห้องเรียน (class หรือ level-two unit *j*) และ k หมายถึง โรงเรียน (School หรือ level-three unit *k*) อย่างเช่นข้อมูลที่มีตัวแปรทำนาย (Explanatory variable) 1 ตัว สามารถเขียนเป็นโมเดลถดถอย (Regression model) ได้ดังนี้

$$Y_{ijk} = \beta_{0jk} + \beta_1 X_{ijk} + R_{ijk}$$

โดยที่ β_{0jk} เป็น intercept ของ level-two unit *j* ใน level-three unit *k*

สำหรับ Intercept นี้ เรามี level-two model ดังนี้

$$\beta_{0jk} = \delta_{00k} + U_{ojk}$$

โดยที่ δ_{00k} เป็นค่าเฉลี่ย intercept ใน level-three unit *k*

สำหรับค่าเฉลี่ย Intercept นี้ เรามี level-three model ดังนี้

$$\delta_{00k} = \gamma_{000} + \nu_{00k}$$

จากสมการข้างต้นแสดงว่ามี Residuals 3 ค่า เนื่องจากมีความผันแปร (Variability) 3 ระดับ ซึ่งความผันแปรหรือความแปรปรวน (Variance) นี้แสดงได้ดังนี้

$$\text{Var}(R_{ijk}) = \sigma^2, \quad \text{Var}(U_{ojk}) = \tau^2, \quad \text{Var}(\nu_{00k}) = \varphi^2$$

ดังนั้น ความแปรปรวนรวม (Total variance) ระหว่าง level-1 units ทั้งหมดจึงมีค่าเท่ากับ $\sigma^2 + \tau^2 + \varphi^2$ และความแปรปรวนของประชากร (Population variance) ระหว่าง level-2 units มีค่าเท่ากับ $\tau^2 + \varphi^2$ สำหรับสัมประสิทธิ์ถดถอย β_1 แทนด้วย γ_{100} จึงทำให้เขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$$Y_{ijk} = \gamma_{000} + \gamma_{100} X_{ijk} + \nu_{00k} + U_{ojk} + R_{ijk}$$

ในหนังสือของ Goldstein (1995) ได้กล่าวถึงตัวอย่างในการวิเคราะห์โมเดล 3 ระดับด้วยเช่นกัน โดยระดับที่ 1 (Level 1) คือ จำนวนครั้งในการวัด (Occasion) ระดับที่ 2 (Level 2) คือ บุคคล (Individual) และระดับที่ 3 (Level 3) คือ ตำบล (District) สำหรับตัวแปรตาม (Response variable) ได้จากมาตรวัด 7 ระดับ ที่วัดทัศนคติต่อการทำแท้ง (Attitudes to abortion) ส่วนตัวแปรทำนาย (Explanatory variable) ประกอบด้วย ความจงรักภักดีต่อพรรคการเมือง (Political party allegiance) ช่วงชั้นทางสังคมที่ได้จากการประเมินตนเอง (Self-assessed social class) เพศ (Gender) อายุ (Age) ศาสนา (Religion) และปี (Year) สำหรับโมเดล 3 ระดับ สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Y_{ijk} = \beta_0 + (\beta_1 X_{1ijk} + \beta_2 X_{2ijk} + \beta_3 X_{3ijk}) + (\beta_4 X_{4ijk} + \beta_5 X_{5ijk} + \beta_6 X_{6ijk}) + (\nu_k + U_{jk} + e_{ijk})$$

จากสมการข้างต้น ความแปรปรวน 3 ค่า (1 ค่าในแต่ละระดับ) อยู่ใน Random part ของโมเดล สำหรับผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์โมเดล 3 ระดับในการวัดซ้ำทัศนคติต่อการทำแท้ง

Parameter	Estimate (S.E.) A	Estimate (S.E.) B	Estimate (S.E.) C
Fixed:			
Constant	0.32	0.33	0.33
Religion: R. Catholic	-0.80 (0.18)	-0.80 (0.18)	-0.69 (0.18)
Protestant	-0.27 (0.10)	-0.26 (0.10)	-0.25 (0.10)
Other	-0.63 (0.13)	-0.63 (0.13)	-0.54 (0.14)
Year: 1984	-0.29 (0.05)	-0.29 (0.48)	-0.29 (0.05)
1985	-0.06 (0.05)	-0.07 (0.05)	-0.07 (0.05)
1986	0.06 (0.05)	0.05 (0.04)	0.05 (0.04)
Age			0.013 (0.005)
Age x R. Catholic			-0.036 (0.010)
Age x Protestant			-0.014 (0.007)
Age x Other			-0.023 (0.008)
Random:			
Level 3			
σ^2_v	0.03 (0.02)	0.03 (0.02)	0.03 (0.02)
Level 2			
σ^2_u	0.37 (0.04)		0.34 (0.04)
Level 1			
σ^2_{eo}	0.31 (0.02)	0.21 (0.08)	0.21 (0.03)
σ_{eo1}		0.11 (0.05)	0.10 (0.04)
σ_{eo2}		0.03 (0.16)	0.03 (0.02)
σ_{eo3}		0.04 (0.02)	0.04 (0.02)
σ_{eo4}		0.05 (0.02)	0.05 (0.02)
σ_{eo5}		0.05 (0.02)	0.05 (0.02)
σ_{eo6}		0.00 (0.02)	0.00 (0.02)
-2 (log-likelihood)	2233.5	2214.2	2198.7

จากตารางที่ 10 พบว่า ความแปรปรวนระหว่างครั้งในการวัด (Between-occasion) และความแปรปรวนระหว่างบุคคล (Between-individual) เหมือนกัน ส่วนความแปรปรวนระดับ 3 (Level 3 variance) มีค่าต่ำ สำหรับค่า Likelihood ratio chi-squared มีค่าเท่ากับ 2.05 (เปรียบเทียบกับค่า 1.64 ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่าประมาณกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 10%

ความแตกต่างในศาสนา มีค่า χ^2_3 = 33.7 ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเชื่อทางศาสนา พบว่า Protestant ให้การสนับสนุนการทำแท้งมากกว่า Roman Catholic และศาสนาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบด้วย df = 3 ได้ค่า chi-squared statistics เท่ากับ 9.7 และ 9.0 ตามลำดับ (p = 0.03) สำหรับความแตกต่างของปี มีค่า χ^2_3 = 59.7 ผลการวิเคราะห์พบว่า ในปี 1984 มีทัศนคติต่อการทำแท้งน้อย และพบว่าไม่มี Interaction ระหว่างศาสนาและปี ส่วนผลการวิเคราะห์ในโมเดล B ในตารางที่ 14 พบว่า ปีได้ค่า χ^2_3 = 8.3 (p = 0.04) และศาสนาได้ค่า χ^2_3 = 11.0 (p = 0.01) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามี Heterogeneity ที่สูงขึ้นใน Roman Catholics จากปีต่อปีและในศาสนาอื่นๆ มากกว่า Protestant และผู้ที่ไม่มีศาสนา

สำหรับการตรวจสอบ หรือ Fit ความผันแปรที่ซับซ้อนในระดับที่ 2 (Between individuals) และระดับที่ 3 (Between districts) พบว่า ไม่มี Effect ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แม้จะพบว่ามีความผันแปรมากขึ้นระหว่างชาว Roman Catholics ส่วนการวิเคราะห์ในส่วนของ Fixed part และ Interactions ต่างๆ พบว่า ไม่มี Interaction ใดที่มี Effect ที่สำคัญ นอกเหนือไปจาก อายุกับศาสนา สำหรับการวิเคราะห์ในโมเดล C พบว่า ไม่มีศาสนาใดที่ยอมรับการทำแท้ง ซึ่งค่า chi-squared สำหรับการทดสอบ Interaction มีค่าเท่ากับ 16.1 กับ df = 3

ตัวอย่างงานวิจัยอื่นที่วิเคราะห์โมเดล 3 ระดับที่จะกล่าวถึงนี้ นำมาจากงานวิจัยของ Opdenakker & Van Damme (1997) โดยที่ข้อมูลสอดแทรกกัน 3 ระดับ คือ นักเรียน (level 1) สอดแทรกอยู่ในห้องเรียน (level 2) และสอดแทรกอยู่ในโรงเรียน (level 3) งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ (Complete data) จากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรด 2 (อายุประมาณ 14 ปี) จำนวน 3,792 คน ห้องเรียนจำนวน 280 ห้องและโรงเรียนมัธยมศึกษาจำนวน 57 โรงเรียน โดยข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ คะแนนการทดสอบ IQ, สามารถทางคณิตศาสตร์ (Mathematics ability), แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ (Achievement motivation) นอกจากนี้ ยังเก็บข้อมูลระดับการศึกษาของพ่อแม่และเพศของนักเรียนด้วย สำหรับตัวแปรตาม (Response variable) ในงานวิจัยเรื่องนี้ คือ คะแนนการสอบคณิตศาสตร์ ตัวอย่างผลการวิเคราะห์โมเดล 3 ระดับแบบว่าง (Empty three-level model) แสดงอยู่ในตารางที่ 11 โมเดลที่ 1 (Model 1)

ตารางที่ 11 แสดงค่าประมาณ (Estimates) สำหรับโมเดล 3 ระดับ

	Model 1		Model 2	
Fixed Effects	Coefficient	S.E.	Coefficient	S.E.
γ_{000} = *Intercept*	7.96	0.23	-4.55	0.50
γ_{100} = *Coefficient of IQ*			0.121	0.005
Random Effects	Var. Comp.	S.E.	Var. Comp.	S.E.
Level-three variance:				
φ^2_0 = Var (v_{00k})	2.124	0.546	1.109	0.287
Level-two variance:				
τ^2_0 = Var (U_{ojk})	1.746	0.226	0.701	0.116
Level-one variance:				
σ^2_0 = Var (R_{ijk})	7.816	0.186	6.910	0.165
Deviance	19009.7		18402.7	

จากตารางที่ 11 ความแปรปรวนรวม (Total variance) มีค่าเท่ากับ 11.686 ซึ่งก็คือผลรวมของส่วนประกอบความแปรปรวนทั้ง 3 ส่วน เนื่องจากโมเดลนี้เป็นโมเดล 3 ระดับ ดังนั้น จึงทำให้มีสัมประสิทธิ์ Intraclass correlation หลายค่า จากความแปรปรวนรวม 18 เปอร์เซ็นต์ (2.124/11.686 =18 %) อยู่ที่ระดับโรงเรียน ขณะที่ 33 เปอร์เซ็นต์ (2.214+1.746/11.686 = 33 %) อยู่ที่ระดับห้องเรียนและโรงเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า Level-three intraclass correlation นี้เป็นค่าที่แสดงความเหมือนกัน (likeness) ของนักเรียนในโรงเรียนเดียวกัน ซึ่งถูกประมาณค่าเท่ากับ 18 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ค่า intraclass correlation ที่แสดงความเหมือนกัน (likeness) ของนักเรียนในห้องเดียวกันและในโรงเรียนเดียวกันถูกประมาณค่าเท่ากับ 33 เปอร์เซ็นต์ ส่วน level-two intraclass correlation มีค่าประมาณเท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์ (2.124/2.124+1.746 = 55 %หรือ 0.55 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5) แสดงให้เห็นว่า contribution ระดับโรงเรียนมีความผันแปรมากกว่าระดับห้องเรียน ซึ่งทำให้สามารถประมาณค่า two-level model ได้โดยปฏิเสธระดับห้องเรียน แต่อาจเกิดปัญหา Redistribution ของความแปรปรวนระดับห้องเรียนไปสู่ระดับอื่นๆ อีก 2 ระดับ และอาจส่งผลกระทบต่อการทดสอบสมมติฐานสำหรับค่า Fixed effects ที่เพิ่มเข้ามาในโมเดล

สำหรับโมเดลที่ 2 (Model 2) ในตารางที่ 11 แสดงว่าค่า Fixed effect ของ IQ มีความแข็งมาก (Strong) เนื่องจากมีค่า *t*-ratio เท่ากับ 24.2 (0.121/0.005) จะเห็นได้ว่าค่า Intercept เปลี่ยนไปเนื่องจากคะแนน IQ มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากับ 0 การเพิ่ม effect ของ IQ นำไปสู่การลดความแปรปรวนในระดับห้องเรียนและระดับโรงเรียนมากกว่าที่จะลดความแปรปรวนในระดับนักเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงเรียน

และชั้นเรียนมีความเหมือนกัน (Homogeneous) ในการทดสอบ IQ และ/หรือสติปัญญาอาจแสดงบทบาทแยกส่วนกันที่ระดับห้องเรียนและระดับโรงเรียน

ในตัวอย่างนี้ ตัวแปรทำนายที่ระดับที่ 1 อาจมี Regression ได้ 3 ชนิด คือ 1) within-class regression 2) within-school/between-class regression และ 3) between-school regression ซึ่งสัมประสิทธิ์เหล่านี้สามารถคำนวณได้โดยใช้ค่าเฉลี่ยของห้องเรียน (Class means) และค่าเฉลี่ยของโรงเรียน (School means) เป็นตัวแปรทำนายกับ Fixed effects

ตารางที่ 12 แสดงค่าประมาณ (Estimates) สำหรับโมเดล 3 ระดับที่มี Within-class, Between-school และ Between-school regression

	Model 3		Model 4	
Fixed Effects	Coefficient	S.E.	Coefficient	S.E.
Intercept	-18.16	2.66	-18.14	2.66
Coefficient of IQ_{ijk}	0.107	0.005		
Coefficient of $IQ_{ijk} - \overline{IQ}_{.jk}$			0.107	0.005
Coefficient of $\overline{IQ}_{.jk}$	0.106	0.013		
Coefficient of $\overline{IQ}_{.jk} - \overline{\overline{IQ}}_{..k}$			0.212	0.012
Coefficient of $\overline{\overline{IQ}}_{..k}$	0.039	0.028	0.252	0.025
Random Effects	Var. Comp.	S.E.	Var. Comp.	S.E.
Level-three variance:				
$\varphi^2_0 = \text{Var}(v_{00k})$	0.798	0.211	0.798	0.211
Level-two variance:				
$\tau^2_0 = \text{Var}(U_{0jk})$	0.433	0.089	0.433	0.089
Level-one variance:				
$\sigma^2_0 = \text{Var}(R_{ijk})$	6.893	0.164	6.893	0.164
Deviance	18324.3		18324.3	

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 12 เป็นตัวอย่างที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย Within-class, Between-school และ Between-school ที่แตกต่างกันซึ่งเป็นค่า Fixed parameters อย่างไรก็ตาม การแทนที่ตัวแปรด้วยคะแนนเบี่ยงเบน (Deviation scores) นำไปสู่การสร้างโมเดลที่เท่าเทียมกัน (Equivalent model) จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า ในโมเดล 3 ระดับจำเป็นต้องเพิ่มตัวแปรต่อไปนี้ในโมเดลด้วย นั่นคือ (ผลการวิเคราะห์แสดงในโมเดลที่ 4)

Coefficient of $IQ_{ijk} - IQ_{jk}$	เป็นคะแนนเบี่ยงเบนภายในห้องเรียน (within-class deviation score) ของนัก เรียนจากค่าเฉลี่ยของห้องเรียน (Class mean)
Coefficient of $IQ_{jk} - IQ_{k}$	เป็นคะแนนเบี่ยงเบนภายในโรงเรียน (within-class deviation score) ของนักเรียนจากค่าเฉลี่ยของโรงเรียน (School mean)
Coefficient of IQ_{k}	เป็นค่าเฉลี่ยของโรงเรียน (School mean)

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 12 สรุปได้ว่า สัมประสิทธิ์ถดถอยภายในห้องเรียน (Within-class regression coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.107 ซึ่งเท่ากับสัมประสิทธิ์ของ IQ ระดับนักเรียนในโมเดลที่ 3 ส่วนสัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างห้องเรียน/ภายในโรงเรียน (Between-class/ Within-school regression coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.212 ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของสัมประสิทธิ์ระดับนักเรียนและสัมประสิทธิ์ระดับห้องเรียนรวมกันในโมเดลที่ 3 ขณะที่ สัมประสิทธิ์ถดถอยระหว่างโรงเรียน (Between-school regression coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.252 ซึ่งเท่ากับผลรวมของสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 ค่าในโมเดลที่ 3 นอกจากนี้ ในโมเดลที่ 3 ยังพบว่า ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ 2 ค่าสุดท้ายไม่มีนัยสำคัญ

โดยสรุป เมื่อข้อมูลมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่นกันถึง 3 ระดับ Slope ของตัวแปรระดับที่ 1 จึงเป็นไปอย่างสุ่ม (Random) ทั้งในระดับที่ 2 และ 3 ดังนั้น จึงทำให้ในระดับที่ 2 และ 3 มีสมการอย่างน้อย 2 สมการขึ้นไป กล่าวคือ สมการที่ 1 เป็น Random intercept และสมการที่ 2 เป็น Random slope สำหรับกรณีที่มีตัวแปรทำนาย 1 ตัว อาจจะเขียนสมการได้ดังนี้ (Snijders & Bosker, 1999)

Y_{ijk}	=	$\beta_{0jk} + \beta_{1jk}X_{ijk} + R_{ijk}$	เป็นโมเดลระดับที่ 1
β_{0jk}	=	$\delta_{00k} + U_{ojk}$	เป็นโมเดลระดับที่ 2 สำหรับ Intercept
β_{1jk}	=	$\delta_{10\,k} + U_{1jk}$	เป็นโมเดลระดับที่ 2 สำหรับ Slope
δ_{0jk}	=	$\gamma_{000} + \nu_{00k}$	เป็นโมเดลระดับที่ 3 สำหรับ Intercept
δ_{1jk}	=	$\gamma_{100} + \nu_{10k}$	เป็นโมเดลระดับที่ 3 สำหรับ Slope

ในการระบุโมเดล (Model specification) สำหรับแต่ละตัวแปรในระดับที่ 1 กับ Random slope ต้องตัดสินให้ได้ว่า slope เป็นไปอย่างสุ่มหรือผันแปรที่ระดับ 2 หรือ 3 หรือทั้งคู่ โดยทั่วไปการระบุโมเดลควรอาศัยทฤษฎีที่เชื่อถือได้หรือมีการศึกษามาก่อน นอกจากนี้ สำหรับแต่ละตัวแปรในระดับที่ 2 ต้องตัดสินให้ได้ว่า slope ใดเป็นไปอย่างสุ่มหรือผันแปรที่ระดับ 3

ตารางที่ 13 แสดงค่าประมาณ (Estimates) สำหรับโมเดล 3 ระดับกับ Random slopes

Fixed Effects	Coefficient	S.E.
γ_{000} = *Intercept*	8.41	0.16
γ_{100} = *Coefficient of IQ*	0.050	0.005
γ_{200} = *Coefficient of pretest*	0.146	0.011
γ_{300} = *Coefficient of motivation*	0.032	0.008
γ_{400} = *Coefficient of father's educaiton*	0.039	0.015
γ_{500} = *Coefficient of gender*	0.221	0.106
Random Effects	Var. Comp.	S.E.
Level-three random effects:		
φ^2_0 = Var (v_{00k})	0.971	0.254
φ^2_2 = Var (v_{20k})	0.0024	0.0010
φ_{02} = Cov (v_{00k}, v_{20k})	0.0381	0.0068
Level-two variance:		
τ^2_0 = Var (U_{0jk})	0.439	0.254
τ^2_2 = Var (U_{2jk})	0.0019	0.0010
τ_{02} = Cov (U_{0jk}, U_{2jk})	0.0398	0.0135
Level-one variance:		
σ^2_0 = Var (R_{ijk})	5.978	0.145
Deviance	17808.0	

ในตารางที่ 13 เป็นโมเดล 3 ระดับที่รวม Covariates เข้าไปในโมเดลด้วย (ซึ่งถูก Center รอบๆ Grand means) นอกจากนี้ สัมประสิทธิ์ถดถอยสำหรับคะแนนการสอบ pretest วิชาคณิตศาสตร์ เป็นไปอย่างสุ่มหรือมีความผันแปรในระดับที่ 2 และระดับที่ 3

โดยสรุป การแปลความหมาย Fixed part มีลักษณะเหมือนกับการแปลความหมายในโมเดลถดถอยระดับเดียว (Single-level regression models) ส่วน Random part จะมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากตัวแปรทำนายทั้งหมดจะเป็น Grand mean centered ความแปรปรวนของ Intercept φ^2_0 (ระดับ 3) และ τ^2_0 (ระดับ 2) จึงมีความหมายที่ชัดเจน ซึ่งแสดงจำนวนความผันแปร (Variation) ในผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียน และระหว่างห้องเรียนในโรงเรียนตามลำดับ

สำหรับความแปรปรวนของ Slope สัมประสิทธิ์ของ Fixed slope สำหรับการสอบ Pretest วิชาคณิตศาสตร์มีค่าประมาณ 0.146 ส่วนความแปรปรวนที่ระดับ 3 สำหรับ Slope นี้มีค่าเท่ากับ 0.0024 ที่

ระดับ 2 เท่ากับ 0.0019 ดังนั้น ความผันแปรระหว่างโรงเรียนใน Effect ของการสอบ Pretest จึงมีมากกว่าความผันแปรของ Effect นี้ระหว่างห้องเรียน

4.1.5 การประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter estimation)

ใน Random intercept model และ Random slope model จะถูกบรรยายด้วยค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางสถิติที่สำคัญ มี 2 วิธี คือ 1) Maximum likelihood (ML) และ 2) Residual (หรือ Restricted) Maximum likelihood (REML) ภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นว่า R_{ijk} , U_{ojk} , v_{00k} มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ วิธีการ 2 วิธีนี้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ วิธี REML ประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนโดยคำนึงถึงองศาอิสระ (Degrees of freedom) ซึ่งเป็นผลมาจากการประมาณค่าพารามิเตอร์การถดถอย (Regression parameters) ด้วย ขณะที่วิธี ML ไม่ได้คำนึงถึง ดังนั้น วิธี ML จึงประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวนได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตาม ในการทำ Deviance test อาจต้องการใช้วิธี ML มากกว่าวิธี REML (Snijders & Bosker, 1999)

นอกจากวิธี ML และ REML แล้ว ยังมีการนำ Algorithums มาใช้คำนวณด้วย ซึ่งให้ค่าประมาณที่เหมือนกัน วิธีการเหล่านี้มีชื่อเรียกที่แตกต่างออกไป เช่น วิธี EM (Expectation-Maximization), วิธี Fisher scoring (Longford, 1987), วิธี IGLS (Iterative Generalized Least Squares) (Golestein, 1995), วิธี RIGLS (Residual หรือ Restricted IGLS) และวิธี MCMC (Markov Chain Monte Carlo) (Zeger & Karim, 1991) เป็นต้น

4.2 โปรแกรม MLwiN

โปรแกรม MlwiN (version 2) ถูกพัฒนาโดยทีมนักวิจัยจากศูนย์การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Centre for Multilevel Modeling) ของ Institute of Education แห่งมหาวิทยาลัยลอนดอน ศูนย์นี้ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1986 โดยได้รับทุนสนับสนุนจาก Economic and social Research Council (UK) สำหรับนักวิจัยชาวไทย ที่คุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมวิเคราะห์พหุระดับชื่อว่า HLM (Bryk & Raudenbush, 1986) ที่โด่งดังมากในอเมริกา อาจลองหันมาพิจารณาอีกโปรแกรมหนึ่งที่โด่งดังมากในอังกฤษ นั่นก็คือ โปรแกรม MLwiN ซึ่งเป็นโปรแกรมที่แก้ข้อจำกัดของ HLM ในหลายด้าน ดังนั้น MLwiN จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของนักโมเดลพหุระดับในยุคปัจจุบัน

4.2.1 การติดตั้งโปรแกรม MLwiN (Version 2)

MLwiN จะติดตั้งภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 95/ 98/ 2000/ NT/ XP การติดตั้งเริ่มด้วยการเปิดไฟล์ Setup.exe จาก CD-ROM หลังจากนั้นให้ทำตามขั้นตอน เมื่อติดตั้งเสร็จ ท่านสามารถเปิดโปรแกรมได้จากไฟล์ MlwiN.exe หรือสร้าง shortcut ไว้บน desktop เพื่อความสะดวกในการเปิดโปรแกรมมากขึ้น โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีความเร็วตั้งแต่ Pentium 166 ขึ้นไป Ram ขั้นต่ำ 32 MB และ Hard disk 10 MB ขึ้นไป

4.2.2 แนะนำโปรแกรม MLwiN

MLwiN เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนามาจากโปรแกรม MLn โดย module การคำนวณของ MLwiN เป็น version ที่ดัดแปลงมาจากโปรแกรม MLn ที่ run บน DOS โปรแกรม MLwiN จะมีลักษณะที่พิเศษแตกต่างจากโปรแกรมอื่น กล่าวคือ มี Graphical User Interface (GUI) ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถระบุลักษณะจำเพาะของโมเดล (Specification) และ fit โมเดลพหุระดับได้ง่ายขึ้น

ผู้ใช้ควรมีความรู้เกี่ยวกับการทำงานของระบบปฏิบัติการ Windows 95/ 98 หรือ NT พอสมควร เนื่องจาก MLwiN สามารถ share ลักษณะต่างๆ กับโปรแกรมประยุกต์อื่น เช่น Word processor และ package ทางสถิติอื่นๆ เป็นต้น ดังนั้น file ที่เปิด (open) และบันทึก (save) จึงเป็นมาตรฐาน (Standard)

โครงสร้างของข้อมูลอยู่ในลักษณะของ Spreadsheet หรือ Worksheet ประกอบด้วยคอลัมน์ (Column) ซึ่งแสดงชื่อตัวแปร (Variable) และแถว (Row) ที่แสดงหน่วยระดับต่ำสุดของโครงสร้างระดับลดหลั่น (Hierarchy) สำหรับข้อมูลในตัวอย่างที่มากับโปรแกรมจะมีทั้งหมด 4,059 แถว แต่ละแถวหมายถึงนักเรียนแต่ละคน และมีคอลัมน์ที่ระบุตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยเบื้องต้นโปรแกรมจะตั้งค่า Default ให้มี 400 คอลัมน์ จำนวนค่า Fixed parameter และค่า Random parameter อย่างละ 150 ค่า และจำนวนระดับที่สอดแทรกลดหลั่นกันจำนวน 5 ระดับ อย่างไรก็ตาม ใน worksheet ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนจำนวนค่า parameter และจำนวนระดับได้ตามต้องการ สำหรับ Data input และ output ดูได้จาก File menu ส่วนชื่อตัวแปรในแต่ละคอลัมน์ที่แสดงเป็น C1, C17, C43,... อาจแทนด้วยชื่อที่แทนลักษณะของตัวแปรนั้นๆ โดยผู้ใช้สามารถเข้าไปแก้ไขได้ที่ Names window

ลักษณะเด่นของ MLwiN จะเป็น Equations window ที่ผู้ใช้สามารถระบุลักษณะจำเพาะและจัดกระทำโมเดลได้โดยใช้ standard statistical notation ผู้ใช้ควรมีความรู้เบื้องต้นทางสถิติพอสมควร โดยเฉพาะการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ Multilevel modeling สามารถดูได้จากเว็บไซต์ http://multilevel.ioe.ac.uk

4.2.3 เปรียบเทียบโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับระหว่าง HLM และ MLwiN

โปรแกรม HLM และ โปรแกรม MLwiN ต่างก็เป็นโปรแกรมที่นำมาใช้เพื่อวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ สำหรับโปรแกรม HLM เป็นที่โด่งดังมากในอเมริกา ในขณะที่โปรแกรม MLwiN เป็นที่โด่งดังมากในอังกฤษ อย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 โปรแกรมนี้ก็มีทั้งจุดที่เหมือนและแตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับระหว่าง HLM และ MLwiN

ประเด็น	HLM	MLwiN
1.ผู้พัฒนา	Scientific Software International (SSI) Lincolnwood, USA ผู้พัฒนาคือ Bryk & Raudenbush, University of Chicago (1987 สำหรับ Run บน Dos และ 1997 สำหรับ Run บน Windows) สำหรับ Background ในเชิงทฤษฎีและเทคนิคหาอ่านได้ในหนังสือของ Bryk & Raudenbush (1992, 2002)	Centre for Multilevel Modeling Institute of Education University of London, UK ผู้พัฒนาคือ Jon Rasbash และคณะ (2001) ซึ่งพัฒนามาจากโปรแกรม MLn ที่ Run บน Dos
2. Version ล่าสุด	HLM 5.04 for Windows (2001)	MLwiN 2 for Windows (2004)
3. Website	http://www.ssicentral.com/hlm	http://www.multilevel.ioe.ac.uk
4.จำนวนระดับ (Level) ที่วิเคราะห์ได้	3 ระดับ (ตัวแปรตามชนิด Univariate) 2 ระดับ (ตัวแปรตามชนิด Multivariate)	ไม่จำกัด (โปรแกรมตั้งค่า Default ไว้ที่ 5 ระดับ)
5.จำนวนค่า Parameter ที่วิเคราะห์ได้	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด (โปรแกรมจะตั้งค่า Random และ Fixed parameter ไว้อย่างละ 150 ค่า)
6.จำนวนตัวแปรที่วิเคราะห์ได้	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด (โปรแกรมตั้งค่า Default สำหรับคอลัมน์ตัวแปรไว้ที่ 400 คอลัมน์)
7.การนำเสนอโมเดลการวิเคราะห์	สมการเชิงเส้นตรง	ทำได้ 3 วิธี คือ 1.สมการเชิงเส้นตรง จะมี Equation window ที่สามารถจัดการกับส่วนต่างๆ ของสมการได้โดยตรง

ประเด็น	HLM	MLwiN
		2.กราฟ (Graph) เช่น ใน Residuals window สามารถแสดงค่าประมาณของ Residual ที่แสดง School effect จากโมเดลส่วน ประกอบความแปรปรวนได้ด้วยกราฟ 3.การตรวจสอบ MCMC estimation
8.วิธีประมาณค่า	Maximum Likelihood และ Quasilikelihood estimation	Maximum Likelihood และ Quasilikelihood estimation; MCMC estimation (Markov Chain Monte Carlo)
9.ประเภทของตัวแปรตาม/ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้	วิเคราะห์ตัวแปรตามได้ทั้ง Univariate และ Multivariate; ตัวแปร Continuous และ Discrete; ตัวแปร Binary และ Binomial	วิเคราะห์ตัวแปรตามได้ทั้ง Univariate และ Multivariate; ตัวแปร Continuous และ Discrete; ตัวแปร Binary และ Binomial
10.ลักษณะโครงสร้างของข้อมูล	ข้อมูลมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) หรือข้อมูลในระดับย่อยซ้อนหรือสอดแทรก (Nested) อยู่ในระดับที่ซับซ้อนขึ้นไป นอกจากนี้ยังเคราะห์ข้อมูล Repeated measure data ได้ด้วย	ข้อมูลมีโครงสร้างเป็นระดับลดหลั่น (Hierarchical) หรือข้อมูลในระดับย่อยซ้อนหรือสอดแทรก (Nested) อยู่ในระดับที่ซับซ้อนขึ้นไป นอกจากนี้ยังเคราะห์ข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็น Cross-classified และ Multiple membership ได้ด้วย รวมทั้ง ข้อมูล Repeated measure data, Count data และ Multilevel time series data
11.โมเดลพื้นฐานสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ	กรณีวิเคราะห์ 2 ระดับ (Bryk & Raudenbush, 2002) *Level 1* $Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} X_{ij} + r_{ij}$ *Level 2* $\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} W_j + U_{0j}$ $\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} W_j + U_{1j}$ ซึ่งเขียนสมการใหม่ได้เป็น $Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10} X_{ij} + \gamma_{01} W_j + \gamma_{11} X_{ij} W_j + U_{0j} + U_{1j} X_{ij} + r_{ij}$	กรณีวิเคราะห์ 2 ระดับ (Goldstein, 1995) *Level 1* $Y_{ij} = \alpha_j + \beta_j X_{ij} + e_{ij}$ แทน α_j ด้วย β_{0j} และแทน β_j ด้วย β_{1j} ดังนั้น *Level 2* $\beta_{0j} = \beta_0 + U_{0j}$ $\beta_{1j} = \beta_1 + U_{1j}$ ซึ่งเขียนสมการใหม่ได้เป็น $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + (U_{0j} + U_{1j} X_{ij} + e_{0ij})$

ประเด็น	HLM	MLwiN
	กรณีวิเคราะห์ 3 ระดับ (Bryk & Raudenbush, 2002) Unconditional model *Level 1* $Y_{ijk} = \pi_{0jk} + e_{ijk}$ *Level 2* $\pi_{0jk} = \beta_{00k} + r_{0jk}$ *Level 3* $\beta_{00k} = \gamma_{000} + U_{00k}$ Conditional model *Level 1* $Y_{ijk} = \pi_{0jk} + \pi_{1jk} a_{1ijk} + \pi_{2jk} a_{2ijk}$ $+\ldots+ \pi_{Pjk} a_{Pijk} + e_{ijk}$ *Level 2* $\pi_{Pjk} = \beta_{P0k} + \sum \beta_{Pqk} X_{qjk} + r_{pjk}$ *Level 3* $\beta_{Pq0} = \gamma_{pq0} + \sum \gamma_{pqs} W_{sk} + U_{p0k}$	กรณีวิเคราะห์ 3 ระดับ Snijders & Bosker (1999) *Level 1* $Y_{ijk} = \beta_{0jk} + \beta_1 X_{ijk} + R_{ijk}$ *Level 2* $\beta_{0jk} = \delta_{00k} + U_{0jk}$ $\beta_{1jk} = \delta_{10k} + U_{1jk}$ *Level 3* $\delta_{00k} = \gamma_{000} + \nu_{00k}$ $\delta_{1jk} = \gamma_{100} + \nu_{10k}$ ซึ่งเขียนสมการใหม่ได้เป็น $Y_{ijk} = \gamma_{000} + \gamma_{100} X_{ijk} + \nu_{00k} + U_{0jk} + R_{ijk}$ Goldstein (1995) $Y_{ij} = \beta_0 + (\beta_1 X_{1ijk} + \beta_2 X_{2ijk} + \ldots$ $+\beta_p X_{pijk} + (\nu_k + U_{jk} + e_{ijk})$
12.การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล	เป็นการทดสอบนัยสำคัญของค่าประมาณ Parameter (เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบภาพรวมของโมเดลน้อย) ประสิทธิภาพของโมเดลพิจารณาจากสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination: R^2); t-ratio (ทดสอบ Fixed effect); χ^2 (ทดสอบ Variance-Covarinace component); Likelihood ratio test (ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบโมเดล)	เป็นการทดสอบนัยสำคัญของค่าประมาณ Parameter (เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบภาพรวมของโมเดลน้อย) ประสิทธิภาพของโมเดลพิจารณาจากสัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination: R^2)ว t-ratio (ทดสอบ Fixed effect); χ^2 (ทดสอบ Variance-Covarinace component); Likelihood ratio test (ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบโมเดล)
13.การใช้งานโปรแกรม	สามารถใช้ได้ทั้ง Interactive interface และ Batch mode ที่ Run บน MS-Dos	มี Graphical User Interface (GUI) ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถระบุลักษณะจำเพาะ (Specification) และ Fit โมเดลพหุระดับได้ง่ายขึ้น ผู้ใช้ควรมีความรู้เกี่ยวกับระบบ OS 95/98/NT/XP และโปรแกรมประยุกต์หรือ Package ทางสถิติอื่นๆ เช่น MS word, MS Excel เป็นต้น เนื่องจาก MLwiN สามารถ Share ลักษณะการใช้บางอย่างกับโปรแกรมเหล่านี้ได้

ประเด็น	HLM	MLwiN
14.โมเดลอื่นที่วิเคราะห์ได้	Multinomial และ Ordinal model Multivariate model (Incomplete data) Latent variable analysis Log-linear model Poisson model Growth curve model Normal response Binary/Binomial response Meta-analysis สำหรับ Normal response Repeated measure model	Multinomial orderd model Unordered logistic model Multivariate response model Growth curve model Repeated measure model Multilevel generalised linear model Probit model (Binary response data) Binary/Binomial response Multilevel survival model Event history model
15.Specification ของคอมพิวเตอร์ที่สามารถ Run โปรแกรมได้	Windows 95/ 98/ NT/ 2000/ Me/ XP 2 Mb RAM 2 Mb Disk space	Windows 95/ 98/ NT/ 2000/ XP Pentium 166 32 Mb RAM 10 Mb Harddisk
16.Format ของข้อมูลที่สามารถ import ได้	ASCII, SPSS, SAS, SYSTAT, STATA, MINITAB, EGRET, S-PLUS, BMDP, ACCESS, EXCEL, FOXPRO, GAUSS	ASCII (Free format)
17.ศัพท์เฉพาะ (Terminology)	Level 1 (or 2 or 3) coefficient Fixed effect Random effect Standard error (SE) Reliability Empirical Bayes residuals	Fixed coefficient/ parameter/ Estimate Random coefficient/ parameter/ Estimate Standard error (SE) Shinkage factor Posterior residuals
18. ตัวอย่างงานวิจัยที่นำโปรแกรมไปใช้วิเคราะห์	งานวิจัยทุกเรื่องในประเทศไทย (ดูในตอนที่ 6 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์พหุระดับ) งานวิจัยที่ยึดแนวคิดการวิเคราะห์พหุระดับของ Bryk & Raudenbush (1992, 2002) ซึ่งโด่งดังในอเมริกา เช่น Shieh & Fouladi (2003), Van den Noortgate & Onghena (2003), Marsh & Hau (2002), Thum & Bhattacharya (2001), Kamata (2001), Maier (2001), Duncan et al. (1997), MacCallum, Kim,Malarkey & Kiecolt-Glaser (1997) ฯลฯ	งานวิจัยที่ยึดแนวคิดการวิเคราะห์พหุระดับของ Goldstein (1995), Snijders & Bosker (1999) ซึ่งโด่งดังมากใน UK เช่น Livert, Rindskopf, Sax & Stirratt (2001), Hoeksma & Knol (2001), Hill & Goldstein (1998), Rasch & Goldstein (1994) ฯลฯ

4.2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่นำมาใช้วิเคราะห์โมเดลพหุระดับ

ในปัจจุบัน มีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software package) มากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์โมเดลพหุระดับ โปรแกรมส่วนใหญ่มีคุณลักษณะที่สามารถวิเคราะห์โมเดลพหุระดับเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ก็มีส่วนที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 19 ซึ่งเป็นสรุปรายชื่อโปรแกรมที่ผู้วิจัยนำมาจากหนังสือของ Goldstein (2003) ชื่อว่า Multilevel Statistical Models (3rd edtion) นอกจากนี้ ยังสามารถดูสรุปรายชื่อโปรแกรมได้ใน http://multilevel.ioe.ac.uk

ตารางที่ 15 สรุปรายชื่อโปรแกรมที่นำมาใช้วิเคราะห์โมเดลพหุระดับ (Goldstein, 2003)

ชื่อโปรแกรม	Website	Note
1) aML	http://www.applied-ml.com	วิเคราะห์ Event history model และ Multiprocess model; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
2) ASREML BAYESX	http://www.vsn-intl.com/asreml/ http://www.stat.uni-meunchen.kd/~lang/bayesx/bayesx.html	ลักษณะการใช้เหมือนกับโปรแกรม GENSTAT; ประมาณค่าโดยวิธี MCMC; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested) หรือ Cross-classified; วิเคราะห์ Semiparametric regression
3) BMDP	http://www.statsol.ie/bmdp/bmdp.htm	วิเคราะห์ Varinace component model และการหา Serial correlation ที่มีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood และ GEE
4) EGRET	http://www.cytel.com/products/egret	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); วิเคราะห์ได้ 2 ระดับ; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
5) GENSTAT	http://www.nag.co.uk/stats/tt_soft.asp	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested) หรือ Cross-classified; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
6) HLM	http://www.ssicentral.com/hlm	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete; วิเคราะห์ได้ 3 ระดับ; การหา Serial correlation; Measurement error; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum และ Quasilikelihood

ชื่อโปรแกรม	Website	Note
7) LIMDEP	http://www.limdep.com	เป็น Software ในเชิง Econometric; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
8) LISREL	http://www.ssicentral.com/lisrel.htm	วิเคราะห์สมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel structural equation); ข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
9) MIXOR, MIXREG	http://tigger.uic.edu/~hedeker/mix.html	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete; วิเคราะห์ Multicategory model; วิเคราะห์ได้ 3 ระดับ; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
10) MLwiN	http://www.multilevel.ioe.ac.uk	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested), Cross-classified หรือ Multiple membership; วิเคราะห์ได้ไม่จำกัดระดับ; วิเคราะห์ Serial correlation; วิเคราะห์ Event history model; Factor analysis; Measurement error; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum และ Quasilikelihood; ประมาณค่าโดยวิธี MCMC
11) MPLUS	http://www.statmodel.com/mplus	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); วิเคราะห์สมการโครงสร้างพหุระดับ (Multilevel structural equation); ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
12)OSWALD	http://www.maths.lances.ac.uk/Software/Oswald/	ทำงานกับโปรแกรม S-PLUS สำหรับวิเคราะห์ Serial correlation และข้อมูล Event history; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood

ชื่อโปรแกรม	Website	Note
13) SAS	http://www.sas.com/products/sassystem/	ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested), Cross-classified; วิเคราะห์ได้ 2 ระดับ; วิเคราะห์ Serial correlation; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum และ Quasilikelihood
14) S-PLUS	http://www.insightful.com	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก
15) SPSS	http://www.spss.com	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); วิเคราะห์ได้ 2 ระดับ; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
16) STATA	http://www.stata.com	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested), Cross-classified; วิเคราะห์ได้ 2 ระดับ; วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model); วิเคราะห์ Serial correlation; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
17) SYSTAT	http://www.spssscience.com/systat	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete และข้อมูลมีโครงสร้างสอดแทรก (Nested); วิเคราะห์ได้ 2 ระดับ; วิเคราะห์ Serial correlation; ประมาณค่าโดยวิธี Maximum likelihood
18)WINBUGS	http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk	เป็น Package ที่มีจุดมุ่งหมายทั่วไป; ใช้วิธี MCMC เพื่อ Fit โมเดลได้อย่างกว้างขวาง; ตัวแปรตามเป็นตัวแปร Continuous และ Discrete; Factor analysis; Measurement error; วิเคราะห์ Serial correlation และอื่นๆ

ตอนที่ 5 งานวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

คุณภาพนักเรียนประถมศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คลอบคลุมเนื้อหาในมาตรฐานด้านผู้เรียน 7 มาตรฐาน ประกอบด้วยคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่พึงประสงค์ ทักษะในการแสวงหาความรู้ ทักษะในการทำงาน ความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร สุขนิสัย สุขภาพกายและสุขภาพจิต สุนทรียภาพและลักษณะนิสัยด้านศิลปะ ดนตรี และกีฬา และความสามารถในการคิด จะเห็นได้ว่า คุณภาพนักเรียนในความหมายนี้มีความหมายใกล้เคียงกับคำว่า "ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม" ซึ่งหมายถึง ผลสัมฤทธิ์รวมในทุกกลุ่มวิชา/กลุ่มประสบการณ์ที่เรียน และคุณลักษณะของนักเรียนในด้านอื่นๆ เช่น คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา กลุ่มสร้างเสริมและประสบการณ์ชีวิต กลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย กลุ่มการงานและพื้นฐานอาชีพ รวมทั้งคะแนนจากการประเมินคุณลักษณะของนักเรียนในด้านอื่น ๆ เช่น ค่านิยม จริยธรรม ความมีน้ำใจ เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น ในรายงานการวิจัย และประเมินผลประสิทธิภาพของการประถมศึกษาที่ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติทำร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2527) ก็ได้ให้นิยามสัมฤทธิผลของนักเรียนไว้ว่า หมายถึง คะแนนรวมระหว่างคะแนนสัมฤทธิผลทางวิชาการ และคะแนนสัมฤทธิผลที่ไม่ใช่วิชาการ นอกจากนี้ งานวิจัยอื่นๆ ก็มีการใช้คำว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมแทนคำว่าคุณภาพนักเรียน เช่น บังอร พุ่มสะอาด (2537) วศิน แก้วป้องปก (2539) เป็นต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม ในความหมายนี้ จึงสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับคำว่า "คุณภาพนักเรียน" ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งเน้นทั้งทางด้านพุทธิพิสัย (cognitive) และด้านที่ไม่ใช่พุทธิพิสัย (non-cognitive)

การระบุตัวแปรที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา ส่วนหนึ่งมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning theory) และอีกส่วนหนึ่งมาจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่สืบค้นได้จากฐานข้อมูล 4 แหล่ง คือ (1) ฐานข้อมูลของศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (http://lib.edu.chula.ac.th) (2) ฐานข้อมูลการวิจัยการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (http://www.thaiedresearch.org) (3) ฐานข้อมูล Wilson (http://www.hwwilson.com) และ (4) ฐานข้อมูล Eric (http://www.eric.ed.gov)

การระบุตัวแปรที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษาจากงานวิจัยที่สืบค้นได้ในช่วงปี 2526-2546 (20 ปี) มีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปร คือ (1) เป็นงานวิจัยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาเท่านั้น (2) มีงานวิจัยรองรับตั้งแต่ 2 เรื่องขึ้นไป และ (3) ในกรณีที่มีงานวิจัยรองรับเพียง 1 เรื่อง กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นนักเรียนในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร สำหรับงานวิจัยที่สังเคราะห์ได้ แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการสังเคราะห์งานวิจัยในช่วงปี 2526-2546 เกี่ยวกับตัวแปรที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

1. ตัวแปรระดับนักเรียน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
1. เพศของนักเรียน	Childs & McKay (2001)	นักเรียนอายุ 5 และ 7 ปี	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เพศหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเพศชาย
	Ong, Haladyna & Allison (2000)	นักเรียนเกรด 3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม (การอ่าน การเขียนและคณิตศาสตร์)	นักเรียนเพศหญิงและเพศชายมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันทั้งด้านการอ่าน การเขียนและคณิตศาสตร์โดยนักเรียนเพศหญิงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย
	Gottfredson,Birdseye & Marciniak (1995)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เพศส่งผลให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันนอกเหนือไปจากความคาดหวังของครูและสีผิว
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.2 และ ป.4	การเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ	เพศมีอิทธิพลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญ
2. อายุของนักเรียน	Childs & McKay (2001)	นักเรียนอายุ 5 และ 7 ปี	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	นักเรียนที่อายุ 7 ปี มีผลสัมฤทธิ์ทางสูงกว่านักเรียนอายุ 5 ปี
	Phillip (1988)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อายุของนักเรียนสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2519)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	นักเรียนที่อายุอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยและต่ำกว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
3. เกรดเฉลี่ยสะสม	Goddard & Tschannen-Moran (2001)	นักเรียนเกรด 4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คณิตศาสตร์และการอ่าน)	มีความผันแปร (variation) ระหว่างโรงเรียนในด้านลักษณะทางกายภาพของนักเรียน (student demographic characteristics) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม (prior achievement) สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคม (socioeconomic status) และความไว้ใจของครู (teacher trust) ในตัวนักเรียนและพ่อแม่ และพบว่า ความไว้ใจของครูในตัวนักเรียนและพ่อแม่เป็นตัวทำนายเชิงบวกที่มีนัยสำคัญ ที่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างโรงเรียนในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	สมยา อินทรสมพันธ์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยมีความก้าวหน้าเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้ กลุ่มปานกลาง กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง และนำนักเรียนมาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยวิธีการนำผลสัมฤทธิ์ปลายภาคของภาคเรียนที่ 1 ในวิชาคณิตศาสตร์มาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม โดยนำคะแนนทั้งหมดของนักเรียนมาจัดเรียงใหม่จากลำดับคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด แล้วแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่มตามคะแนนที่นักเรียนสอบได้

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.2 และ ป.4	การเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ	ผลการเรียนในรูปของเกรดเฉลี่ย (GPA) มีอิทธิพลต่อการเพิ่มพูนในคะแนนผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญ
	จรรยา ยะบุญธง (2543)	นักเรียนชั้น ป.4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูง ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลาง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นลงไม่สม่ำเสมอ การแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ทำได้จากการวัดผลการเรียนคณิตศาสตร์เดิม คือผลการเรียนปลายปีการศึกษา 2541 คะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังนี้ กลุ่มเก่ง คือ นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 80-คะแนนสูงสุด กลุ่มปานกลาง คือ นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 65-79 คะแนน และกลุ่มอ่อน คือ นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ 50-64 คะแนน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	ศรีทอง ชัยชนะ (2543)	นักเรียนชั้น ป.3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระหว่างกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (X = 33.63, 27.08 และ S.D. = 4.49, 3.81 ตามลำดับ) กลุ่มปานกลางกับกลุ่มอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (X = 30.35, 27.08 และ S.D. = 4.70, 3.81 ตามลำดับ) โดยมีวิธีการแบ่งกลุ่ม ดังนี้ นักเรียนกลุ่มเก่ง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากการสอบปลายปีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป นักเรียนกลุ่มปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากการสอบปลายปีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 60-74 นักเรียนกลุ่มอ่อน หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนจากการสอบปลายปีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 60

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	นริศรา อุปกูล (2539)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวแปรที่มีผลทั้งทางตรง และทางอ้อม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบการคิด และความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรที่มีผลทางตรงอย่างเดียว ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ความมั่นใจในการตอบแบบสอบแบบเลือกตอบ
	นันทิยา ยิ่งเจริญ (2527)	นักเรียนประถมศึกษา	การใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม	นักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนสูง จะให้เหตุผลเชิงจริยธรรมสูงกว่านักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนต่ำ
	สิริพร แก้วนุ่ม (2526)	นักเรียนประถมศึกษา	การใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม	นักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนสูง จะมีระดับการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมากกว่านักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนระดับกลางจะมีระดับของการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมมากกว่านักเรียนที่มีความสำเร็จทางการเรียนในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ
4. ความคาดหวังในการศึกษาต่อของนักเรียน	นวลศรี มากมี (2539)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย	ความคาดหวังในการศึกษาต่อของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .7041

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านนักเรียนที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคาดหวังในการศึกษาต่อและความพร้อมของตำราและอุปกรณ์การเรียน
5. ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียน	Singh, Dika & Granville (2002)	นักเรียนเกรด 8	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์)	ตัวแปรทางจิตพิสัย (affective variables) ได้แก่ แรงจูงใจและทัศนคติ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	วณิชา เทียมสุวรรณ (2545)	นักเรียนชั้น ป.5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 56.2
	จรรยา ยะบุญธง (2543)	นักเรียนชั้น ป.4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	นักเรียนกลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงมาโดยตลอด โดยมีความรู้สึกที่ดีมากต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อน นักเรียนมีความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	กานดา พงศ์ทิพย์พนัส (2541)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	เจตคติต่อการเรียนและคุณภาพการสอนของครู เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยพบว่า เจตคติต่อการเรียน และคุณภาพการสอนของครูเป็นตัวพยากรณ์ที่ดี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .2524 ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวพยากรณ์เท่ากับ 5.8505 มีค่าอำนาจในการพยากรณ์ได้ร้อยละ 6.372
	ชัชชัย ศรัยทอง (2541)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	เจตคติต่อกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .6001 และในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบตัวแปรที่สำคัญได้แก่ คุณภาพการสอนของครู (X1) เจตคติต่อกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียน (X2) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง (X3) ได้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน ดังนี้ คะแนนดิบ = -.9299 + .1711X1 + .4969X2 + .3409X3 คะแนนมาตรฐาน = .2429X1 + .3451Z2 + .2625Z3

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	จิราพร ขุนนะ (2540)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ	ความสามารถทางการเรียน คุณภาพการสอนของครู การส่งเสริมของครอบครัว กิจนิสัยในการเรียน และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสงขลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .576 .275 .278 .316 และ .390 ตามลำดับ
	นวลศรี มากมี (2539)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทย	เจตคติต่อวิชาภาษาไทยของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .2359 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันระดับต่ำ
	วาสุกรี นิแว (2538)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เจตคติต่อวิชาที่เรียน พฤติกรรมการสอนของครู มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านนักเรียนที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคาดหวังในการศึกษาต่อ และความพร้อมของตำราและอุปกรณ์การเรียน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 ประกอบด้วยตัวแปร 6 ตัว เรียงตามลำดับดังนี้ ลำดับที่ 1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ลำดับที่ 2 การได้รับบริการด้านสื่อการเรียนการสอนของ ครูผู้สอนภาษาไทย ลำดับที่ 3 ความคาดหวังในการศึกษาต่อของนักเรียน ลำดับที่ 4 สุขภาพหรือความสมบูรณ์ของร่างกายของนักเรียน ลำดับที่ 5 ผู้ปกครองของนักเรียน มีอาชีพเกษตรกรรม ลำดับที่ 6 เจตคติในการเรียน ตัวแปรทั้ง 6 ตัวร่วมกัน พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยได้ร้อยละ 38.95
	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและสำนักงานการประถมศึกษาแห่งชาติ (2527)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม	ทัศนคติต่อการเรียนเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
6. พฤติกรรมการเรียน	Schaefer & McDermott (1999)	นักเรียนอายุ 6-17 ปี	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	พฤติกรรมการเรียนในห้องเรียนเป็นตัวแปรที่สามารถอธิบายความแปรปรวนในคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	จิราพร ขุนนะ (2540)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ	ความสามารถทางการเรียน คุณภาพการสอนของครู การส่งเสริมของครอบครัว กิจนิสัยในการเรียน และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสงขลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .576 .275 .278 .316 และ .390 ตามลำดับ
7. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	Caldwell & Ginther (1996)	นักเรียนเกรด 3 และ 4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม (คณิตศาสตร์และการอ่าน)	ปัจจัย 3 ประการ คือ สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคม แรงจูงใจ และสภาพแวดล้อม ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม (คณิตศาสตร์และการอ่าน)
	วณิชา เทียมสุวรรณ (2545)	นักเรียนชั้น ป.5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ความถนัดทางการเรียนด้านเหตุผล ความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข ความถนัดทางการเรียนด้านมิติสัมพันธ์ เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ร้อยละ 56.2
	มลฤดี สุวรรณมาลย์ (2538)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลการเรียนรู้	นักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	นุชนารถ สมาธิ (2532)	นักเรียนชั้น ป.5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	นักเรียนกลุ่มที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ แตกต่างกับนักเรียนที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ
	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบด้วยตัวแปร 6 ตัว เรียงตามลำดับดังนี้ ลำดับที่ 1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ลำดับที่ 2 การได้รับบริการด้านสื่อการเรียนการสอนของ ครูผู้สอนภาษาไทย ลำดับที่ 3 ความคาดหวังในการศึกษาต่อของนักเรียน ลำดับที่ 4 สุขภาพหรือความสมบูรณ์ของร่างกายของนักเรียน ลำดับที่ 5 ผู้ปกครองของนักเรียน มีอาชีพเกษตรกรรม ลำดับที่ 6 เจตคติในการเรียนภาษาไทย ตัวแปรทั้ง 6 ตัวร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียได้ร้อยล 38.95 และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งสามารถ พยากรณ์ได้ร้อยละ 15.09 คิดเป็นร้อยละ 44.77 ของค่าพยากรณ์รวม
8. ระดับการศึกษาของบิดาและมารดา	จรรยา ยะบุญธง (2543)	นักเรียนชั้น ป.4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	นักเรียนกลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง สาเหตุหนึ่งมาจากผู้ปกครองมีการศึกษาที่ดี ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นลงไม่สม่ำเสมอ สาเหตุหนึ่งมาจากผู้ปกครองมีการศึกษาระดับประถมศึกษา

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	นิวัต กลิ่นงามและคณะ (2539)	นักเรียนประถมศึกษา	ค่านิยม 4 ด้าน (ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ การเคารพอาวุโส และการประหยัด)	ปัจจัยที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อค่านิยม 4 ด้าน (ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ การเคารพอาวุโส การประหยัด) ของเยาวชน ประกอบด้วย ระดับการศึกษา อาชีพของบิดา อาชีพของมารดา รายได้ของครอบครัว การอบรมเลี้ยงดูแบบให้เหตุผล ความสุขกายในครอบครัว และพฤติกรรมเบี่ยงเบนของเพื่อนสนิท
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ รายได้ของครอบครัว การศึกษาของผู้ปกครอง และการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง
	วิศิษฐ์ อ่อนมิตร (2526)	นักเรียนชั้น ป.2	สัมฤทธิผลทางการเรียนคณิตศาสตร์	สภาพแวดล้อมทางครอบครัว (เชื้อชาติ รายได้ของบิดามารดา ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของบิดามารดามารดา และการใช้สื่อมวลชนในครอบครัว) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
9. อาชีพของบิดาและมารดา	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ตัวแปรเดียวที่สัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผู้ปกครองมีอาชีพเกษตรกรรม โดยนักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพดังกล่าว จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพอื่นๆ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	วิศิษฐ์ อ่อนมิตร (2526)	นักเรียน ชั้น ป.2	สัมฤทธิผลทางการเรียนคณิตศาสตร์	สภาพแวดล้อมทางครอบครัว (เชื้อชาติ รายได้ของบิดามารดา ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของบิดา อาชีพของมารดา และการใช้สื่อมวลชนในครอบครัว) มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
10.การอาศัยอยู่ด้วยกันของบิดามารดาและบุตร	Shumow, Kang & Vandell (1996)	นักเรียน เกรด 5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การอยู่ด้วยกันของบิดามารดาและนักเรียน (family togetherness) เป็นตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 5 ในโรงเรียนประถมศึกษา นอกเหนือไปจากการอบรมเลี้ยงดูของบิดามารดา การสนับสนุนของบิดามารดา และทางเลือกหรือโอกาสในการเรียนต่อ
	Westerman & La Luz (1995)	นักเรียนอายุ 7-14 ปี	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความปรองดองกันของบิดามารดา (marital adjustment) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
11. รายได้ของครอบครัวต่อเดือน	Childs & Mckay (2001)	นักเรียน ประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	รายได้ของครอบครัวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา
	Pungello, Kupersmidt & Burchinal (1996)	นักเรียน เกรด 2-7	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	รายได้ของครอบครัวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยพบว่า รายได้ของครอบครัวที่ต่ำ (low income) เป็นปัจจัยเสี่ยง (risk factor) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ นอกเหนือไปจากสถานภาพในเรื่องชาติพันธุ์ (minority ethnic status)

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	Shumow, Kang & vandell (1996)	นักเรียน เกรด 5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	รายได้ของครอบครัว (Family income) เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	Wright (1991)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	รายได้ของครอบครัว (family income) ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยผ่านตัวแปรคั่นกลางคือ การย้ายถิ่นของนักเรียน (student mobility)
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.2 และ ป.4	การเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ	เศรษฐานะของนักเรียน มีอิทธิพลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงในคะแนนผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญ
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ รายได้ของครอบครัว การศึกษาของผู้ปกครอง และการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง
	ประทีป แสงเปี่ยมสุข และคณะ (2532)	นักเรียนประถมศึกษา	คุณภาพนักเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	โรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง พบว่า ผู้ปกครองนักเรียนมีฐานะดี
	วิศิษฐ์ อ่อนมิตร (2526)	นักเรียนชั้น ป.2	สัมฤทธิผลทางการเรียนคณิตศาสตร์	สภาพแวดล้อมทางครอบครัว (เชื้อชาติ รายได้ของบิดามารดา ระดับการศึกษาของบิดามารดา อาชีพของบิดา อาชีพของมารดา และการใช้สื่อมวลชนในครอบครัว) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสัมฤทธิผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
12.พฤติ-กรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร	Lee & Smith (1999)	นักเรียนเกรด 6 และ 8	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การสนับสนุนทางสังคม (social support) ได้แก่ การสนับสนุนจากครู พ่อแม่ เพื่อน และเพื่อนบ้าน มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับปานกลางกับผลการเรียนรู้ของนักเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	Zetlin (1998)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	นักเรียนที่ประสบความสำเร็จโดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เนื่องมาจากความตั้งใจส่วนตัว (personal well) และการสนับสนุนจากครอบครัว (family support)
	Zellman & Waterman (1998)	นักเรียนเกรด 2 และ 5	ผลลัพธ์ทางการศึกษา (educational outcome)	การเข้าไปเกี่ยวข้องของพ่อแม่ (parent school involvement) มีความสัมพันธ์และส่งผลทางบวกต่อผลลัพธ์ทางการศึกษา (educational outcome)
	Wentzel (1998)	นักเรียนเกรด 6	การเรียนรู้ของบุตร	บทบาทของบิดามารดามีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของบุตร
	Williams, Radin & coggins (1996)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนเวลา (amount of time) ที่พ่อดูแลลูกมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพบว่าถ้าพ่อใช้เวลาในการดูแลลูกมาก ลูกก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีพัฒนาการทางสังคมที่ดีขึ้น
	shumow, Kang & Vandell (1996)	นักเรียนเกรด 5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การสนับสนุนของครอบครัว (family supportiveness) ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกเหนือไปจากรายได้ของครอบครัว (income) การอาศัยอยู่ด้วยกันของคนในครอบครัว (family togetherness) และการเลือกโรงเรียน (school choice)

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	Griffith (1996)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การเข้าไปเกี่ยวข้องของพ่อแม่ (parent involvement) และการเสริมพลังอำนาจ (empowerment) มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (student academic performance) โดยอธิบายความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้จากแบบสอบมาตรฐานได้ร้อยละ 25 และ 5 ตามลำดับ
	อุไร บัวทอง (2543)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	การสนับสนุนการเรียนของบิดามารดา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .473
	จรรยา ยะบุญธง (2543)	นักเรียนชั้น ป.4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	นักเรียนกลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูงมาโดยตลอด เนื่องจากผู้ปกครองให้การดูแลเอาใจใส่ดี ส่วนนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นลงไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากผู้ปกครองมีเวลาให้กับนักเรียนน้อย
	จิราพร ขุนนะ (2540)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ	ความสามารถทางการเรียน คุณภาพการสอนของครู การส่งเสริมของครอบครัว กิจนิสัยในการเรียน และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .576 .275 .278 .316 และ .390 ตามลำดับ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	ชัชชัย ศรัยทอง (2541)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .6943 และในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตัวแปรที่สำคัญได้แก่ คุณภาพการสอนของครู (X1) เจตคติต่อกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียน (X2) การส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้ปกครอง (X3) ได้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน ดังนี้ คะแนนดิบ = -.9299 + .1711X1 + .4969X2 + .3409X3 คะแนนมาตรฐาน = .2429X1 + .3451Z2 + .2625Z3
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางบ้านที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ รายได้ของครอบครัว การศึกษาของผู้ปกครอง และการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครอง

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
13. ความคาดหวังของบิดามารดาต่อการศึกษาของบุตร	Okagaki & Frensch (1998)	นักเรียนเกรด 4 และ 5 (อายุเฉลี่ย 10 ปี 2 เดือน)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความคาดหวังในเรื่องความรู้ที่นักเรียนได้และเกรดของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	Halle, Mahoney & Kurtz-Costes (1997)	นักเรียนประถมศึกษา	คะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความคาดหวังของบิดามารดาเกี่ยวกับความสำเร็จทางด้านการเรียนในอนาคตของนักเรียน (future academic success) มีความสัมพันธ์กับคะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นอกเหนือไป จากตัวแปรความคาดหวังของพ่อแม่เกี่ยวกับทักษะในการเรียนของบุตร และจำนวนหนังสือที่บ้านที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 ประกอบด้วยตัวแปร 6 ตัว เรียงตามลำดับดังนี้ ลำดับที่ 1 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ลำดับที่ 2 การได้รับบริการด้านสื่อการเรียนการสอนของ ครูผู้สอนภาษาไทย ลำดับที่ 3 ความคาดหวังในการศึกษาต่อของนักเรียน ลำดับที่ 4 สุขภาพหรือความสมบูรณ์ของร่างกายของนักเรียน ลำดับที่ 5 ผู้ปกครองของนักเรียนมีอาชีพเกษตรกรรม ลำดับที่ 6 เจตคติในการเรียนภาษาไทย ตัวแปรทั้ง 6 ตัวร่วมกัน พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยได้ร้อยละ 38.95

2. ตัวแปรระดับห้องเรียน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
1. ระดับการศึกษาของครู	Shim (1964)	นักเรียนเกรด 6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	นักเรียนที่เรียนกับครูที่ไม่มีวุฒิปริญญามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนกับครูที่มีวุฒิปริญญา
	ชินภัทร ภูมิรัตนและคณะ (2533)	นักเรียนชั้น ป.6	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	สัดส่วนครูที่มีวุฒิปริญญาตรีเป็นตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลทางบวกต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่เป็นการส่งผลในทางอ้อม
	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถม ศึกษาปีที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประกอบด้วยตัวแปร 5 ตัว เรียงตามลำ ดับดังนี้ ลำดับที่ 1 ครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีวุฒิ ป.กศ. สูง หรือเทียบเท่า ลำดับที่ 2 การทำ บันทึกการสอนก่อนสอน ลำดับที่ 3 ประสบการณ์ในการสอน ลำดับที่ 4 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน ลำดับที่ 5 เจตคติในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตัวแปรทั้ง 5 ตัวร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษา ไทยได้ร้อยละ 22.11 และตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงสุด คือ ครูผู้สอนมีวุฒิ ป.กศ. สูง หรือเทียบเท่า ซึ่งสามารถพยากรณ์ได้ถึง 12.70 คิดเป็นร้อยละ 57.44

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
2. ประสบการณ์สอนของครู	Newman (1980)	นักเรียนเกรด 3	ผลสัมฤทธิ์ด้านการอ่านและคณิตศาสตร์	ครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมากจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากกว่าครูที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อยกว่า
	Shim (1964)	นักเรียนเกรด 6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	นักเรียนที่เรียนกับครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 10 ปีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนกับครูที่มีประสบการณ์ในการสอนต่ำกว่า 10 ปี
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านตัวครูที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ประสบการณ์ในการสอน คุณภาพการสอน และเพศ
	สุจินดา จันทวรรณ์ (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทักษะภาษาไทยและคณิตศาสตร์	ปัจจัยคัดสรรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญประกอบด้วยตัวแปร 5 ตัว เรียงตามลำดับ ได้แก่ 1. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีวุฒิ ป.กศ. สูง หรือเทียบเท่า 2. การทำ บันทึกการสอนก่อนสอน 3. ประสบการณ์ในการสอน 4. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน 5. เจตคติในการเรียนของนักเรียน ตัวแปรทั้ง 5 ตัว ร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 22.11 มีเพียงตัวแปรเดียวที่สัมพันธ์ทางลบ คือ ประสบการณ์ในการสอนซึ่งหมายถึงนักเรียนที่เรียนกับครู ที่มีประสบการณ์ในการสอนนาน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
3. จำนวนชั่วโมงที่ครูสอนต่อสัปดาห์	Gerber, Finn & Achilles (2001)	นักเรียนเกรด K-3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เวลาที่ครูช่วยเหลือนักเรียนในห้องเรียนส่งผลทางบวกในระดับต่ำต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	Homran (1989)	นักเรียนเกรด 12	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนคาบครูที่สอนใน 1 สัปดาห์มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
	สมชาย เอี่ยวสกุล (2540)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์	จำนวนชั่วโมงสอนของครูต่อสัปดาห์มีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับต่ำกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสอนซ่อมเสริมของครู ได้แก่ เจตคติของครูที่มีต่อการสอนซ่อมเสริม ปริมาณงานอื่นๆ ที่ครูได้รับมอบหมายนอกเหนือจากการสอน จำนวนเวลาที่ครูใช้สอนซ่อมเสริมต่อสัปดาห์ การสอนซ่อมเสริมในช่วงระหว่างเรียน ตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .6617 ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เท่ากับ 3.8699 และมีอำนาจในการพยากรณ์ร้อยละ 43.79
	ประทีป แสงเปี่ยมสุข และคณะ (2532)	นักเรียนประถมศึกษา	คุณภาพนักเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	โรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเพราะครูมีคุณลักษณะส่วนตนที่ดี ครูปฏิบัติงานสอนได้ครบถ้วนเต็มเวลา ไม่ทิ้งเด็ก หากมีธุระหรือมีราชการ โรงเรียนจะจัดครูสอนแทน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
4.พฤติกรรมการสอนของครู	Cheng (1996)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลลัพธ์ทางการศึกษา (educational outcome)	ความเป็นมืออาชีพของครู (teacher's professionalism) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลลัพธ์ทางการศึกษาของนักเรียน
	Good (1983)	นักเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	คุณลักษณะของครู ได้แก่ การสอนอย่างตั้งใจจริงและมีความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของสิ่งที่สอน สามารถอธิบายความหมายได้ชัดเจน จัดกิจกรรมการสอนได้อย่างเหมาะสม ได้เตรียมการสอน และเอาใจใส่ในการสอนเป็นอย่างดี ส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง
	Dolan (1980)	นักเรียนเกรด 6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คุณภาพการสอน การเข้าร่วมโครงการและการให้การสนับสนุนจากผู้ปกครองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	อุไร บัวทอง (2543)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	คุณภาพการสอนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .210
	กานดา พงศ์ทิพย์พนัส (2541)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	เจตคติต่อการเรียนและคุณภาพการสอนของครู เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า เจตคติต่อการเรียน และคุณภาพการสอนของครูเป็นตัวพยากรณ์ที่ดี และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .2524 ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวพยากรณ์เท่ากับ 5.8505 มีค่าอำนาจในการพยากรณ์ได้ร้อยละ 6.372

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	ชัชชัย ศรัยทอง (2541)	นักเรียน ชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต	คุณภาพการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .5332
	จิราพร ขุนนะ (2540)	นักเรียน ชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ	ความสามารถทางการเรียน คุณภาพการสอนของครู การส่งเสริมของครอบครัว กิจนิสัยในการเรียน และเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสงขลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .576 .275 .278 .316 และ .390 ตามลำดับ
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียน ชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านตัวครูที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ ประสบการณ์ในการสอน คุณภาพการสอน และเพศ
	ประทีป แสงเปี่ยมสุข และคณะ (2532)	นักเรียน ประถมศึกษา	คุณภาพนักเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	โรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เพราะครูมีคุณลักษณะส่วนตนที่ดี กล่าวคือ ใจดี สอนเก่ง และสอนตลก นอกจากนี้ครูยังมีเทคนิคการสอน โดยครูส่วนใหญ่จัดทำบันทึกการสอน เตรียมการสอน เตรียมสื่อและใช้สื่อประกอบการสอน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
5. บรรยากาศในชั้นเรียน	Dunn & Harris (1998)	นักเรียนเกรด 4	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	บรรยากาศในชั้นเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
	Paige (1978)	นักเรียนเกรด 6	การเรียนรู้ของนักเรียน	ตัวแปรด้านบรรยากาศในชั้นเรียนเป็นตัวแปรหนึ่งที่ส่งผลต่อความแปรปรวนในการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.2 และ ป.4	การเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ	บรรยากาศภายในโรงเรียน/ชั้นเรียน มีอิทธิพลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงในคะแนนผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญ
	กานดา พงศ์ทิพย์พนัส (2541)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	บรรยากาศในห้องเรียน และสภาพแวดล้อมทางบ้านมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญ
	ประนอม ทวีกาญจน์ (2526)	นักเรียนชั้น ป.5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	บรรยากาศในชั้นเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
6. จำนวนนักเรียนในห้องเรียน	American Teacher (2001)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ขนาดห้องเรียนที่เล็กลงหรือนักเรียนในห้องมีจำนวนน้อยลงจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น
	Batchford, Kutnick & Baines (2001)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ขนาดของห้องเรียน (class size) หรือจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นอกเหนือไปจากจำนวนกลุ่มในห้องเรียน (class grouping)

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	Achilles, Bain & Finn (1998)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ขนาดของห้องเรียน (class size) หรือจำนวนนักเรียนในห้องเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นอกเหนือไปจากอัตราส่วนนักเรียนต่อครู (student-teacher ratio)

3. ตัวแปรระดับโรงเรียน

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
1. อัตราส่วนนักเรียนต่อครู	Achilles, Bain & Finn (1998)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อัตราส่วนนักเรียนต่อครู (student-teacher ratio) มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนอกเหนือไปจากขนาดของห้องเรียน (class size) หรือจำนวนนักเรียนในห้องเรียน
2. ระดับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียน	สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ระดับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียนที่สูงกว่าปริญญาตรีมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ
3. ประสบการณ์ทำงานของผู้บริหารโรงเรียน	สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อายุราชการของผู้บริหารโรงเรียนมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยส่วนรวมอย่างมีนัยสำคัญ
4. ประสบการณ์บริหารของผู้บริหารโรงเรียน	สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร (2529)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ประสบการณ์ในการเป็นหัวหน้าสถานศึกษามีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยส่วนรวมอย่างมีนัยสำคัญ
5. ความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน	Archbold (1982)	นักเรียนเกรด 2 ถึง เกรด 6	ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการอ่าน	อาจารย์ใหญ่ที่มีพฤติกรรมความเป็นผู้นำด้านการริเริ่มสูงนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ด้านการอ่านสูง ส่วนโรงเรียนที่อาจารย์ใหญ่มีพฤติกรรมด้านการริเริ่มต่ำนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางด้านการอ่านต่ำ

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	นักเรียนชั้น ป.2 และ ป.4	การเปลี่ยนแปลงในผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ	ภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในคะแนนผลการเรียนรู้ทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นอย่างมีนัยสำคัญ
	วีระศักดิ์ บุญประกอบ (2541)	เด็กก่อนเกณฑ์ในวัด	คะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กระบวนการบริหารเป็นปัจจัยที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในศูนย์อบรมเด็กก่อนเกณฑ์ในวัดได้อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวัดขนาดใหญ่กับวัดขนาดเล็ก พบว่า นักเรียนในวัดขนาดใหญ่มีพัฒนาการด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจและสังคมดีกว่านักเรียนในวัดขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ตัวพยากรณ์ในองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนที่ความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของผู้บริหาร และขนาดของโรงเรียน
	ประทีป แสงเปี่ยมสุข และคณะ (2532)	นักเรียนประถมศึกษา	คุณภาพนักเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	โรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ผู้บริหารมีเทคนิคการบริหาร ใจกว้างมีเหตุผล ยอมรับความคิดเห็นของครู เปิดโอกาสให้ครูทุกคนมีส่วนร่วมในการวางแผนของโรงเรียน
	ปาจารีย์ วัชชวัลคุ (2527)	นักเรียนประถมศึกษา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	ความเป็นผู้นำทางวิชาการของครูใหญ่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม

ชื่อตัวแปร	ผู้วิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	ตัวแปรตาม	ผลการวิจัย
6. จำนวนครั้งในการนิเทศภายในโรงเรียนต่อปี	พิน ชูทอง (2540)	นักเรียนชั้น ป.6	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การปฏิบัติงานนิเทศภายในโรงเรียนของผู้บริหารโรงเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
	ชินภัทร ภูมิรัตนและคณะ (2533)	นักเรียนชั้น ป.6	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและดัชนีคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนครั้งต่อปีที่ผู้บริหารได้ดำเนินการนิเทศภายในโรงเรียน ส่งผลโดยตรงในทางลบ ต่อการกระจายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลโดยตรงในทางบวกต่อ ดัชนีคุณภาพผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	ประทีป แสงเปี่ยมสุขและคณะ (2532)	นักเรียนประถมศึกษา	คุณภาพนักเรียน (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	โรงเรียนที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เกิดมาจากการที่ผู้บริหารโรงเรียนมีการติดตาม ควบคุม กำกับ กล่าวคือ ผู้บริหารมีการนิเทศติดตามผลการปฏิบัติงานของครูอย่างสม่ำเสมอ

จากผลการสังเคราะห์ พบว่า ตัวแปรอิสระที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษามีทั้งหมด 27 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นตัวแปรระดับนักเรียน 15 ตัวแปร ตัวแปรระดับห้องเรียน 6 ตัวแปร และตัวแปรระดับโรงเรียนอีก 6 ตัวแปร อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากตัวแปรที่สังเคราะห์ได้นี้ ยังมีตัวแปรอื่นอีกที่สัมพันธ์หรือส่งผล แต่ถูกตัดออกเนื่องจากไม่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเลือกตัวแปรที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ตัวแปรเหล่านี้ เช่น สุขภาพหรือความสมบูรณ์ของร่างกาย (สุจินดา จันทวรรณ์ , 2529) ความมุ่งมั่นในการทำงาน (พิสมัย เครือชารี, 2544) แบบการเรียน (วีรสิทธิ์ วงศ์วรรณ, 2542) มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Self- concept) (Hay, Ashman & Van Kraayenoord, 1998) ประสิทธิภาพแห่งตน (Self-efficacy) (Moriarty Douglas & Punch, 1995) สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคม (Goddard & Tschannen-Moran, 2001) เป็นต้น

สำหรับผลการสังเคราะห์งานวิจัยในช่วงปี 2526-2546 เกี่ยวกับตัวแปรที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา แสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ตัวแปรทำนายสามระดับที่คาดว่าน่าจะส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนประถมศึกษา

ชื่อตัวแปร / งานวิจัย (1983-2002)	วณิชา เที่ยมสุวรรณ (2545)	Childs & Mckey (2001)	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	Goddard, Hoy & Tschannen-Moran (2001)	American Teacher (2001)	Blatchford, Kutnick & Baines (2001)	Ong, Haladyna & Allison (2000)	จรรยา ยะบุญธง (2543)	ศรีทอง ชัยชนะ (2543)	อุไร บัวทอง (2543)	Schaefer & McDermott (1999)	Lee & Smith (1999)	กานดา พงศ์ทิพย์พันธ์ (2541)	ชัชชัย ศรัทธา (2541)	Zellin (1998)	Zellman & Waterman (1998)	Wentzel (1998)	Okagaki & Frensch (1998)	Dunn & Harris (1998)	Achilles, Bain & Finn (1998)	จิราพร ขุนนะ (2540)	Halle, Mahoney & Kurtz-Costes (1997)	สมชาย เชียรกฤต (2540)	พิน ชูทอง (2540)	นิศรา ฉุปกุล (2539)	นวลศรี มากมี (2539)	Caldwell & Ginther (1996)	นิวัติ กลิ่นงามและคณะ (2539)	Shumow, Kang & Vandell (1996)	Pungello, Burchinal & Kupersmidt (1996)	Williams, Radin & Coggins (1996)	Griffith (1996)	Cheng (1996)	Gottfredson, Birdseye & Marciniak (1995)	วาสุกรี นิแว (2538)	มลฤดี สุวรรณมาลย์ (2538)	Westerman & La Luz (1995)	อุบลวรรณ บัวอ่อน (2537)	Wright (1991)	จินภัทร ภูมิรัตน์และคณะ (2533)	พูนวาร สมาธิ (2532)	ประทีป แสงปัญญสุขและคณะ (2532)	Phillip (1988)	สุจินดา จันทรวรณ์ (2529)	สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร (2528)	สกศ. และ สปช. (2527)	ปาจรีย์ วัชรวัลคุ (2527)	วิศิษฏ์ อ่อนมิตร (2526)	Good (1983)	ประเดิม ทริกาญจน์ (2526)
ตัวแปรทำนายระดับนักเรียน																																												
1. เพศของนักเรียน			✓	✓				✓																																					
2. อายุของนักเรียน			✓																																									
3. เกรดเฉลี่ยสะสม				✓	✓				✓	✓																																			
4. ความคาดหวังของนักเรียนในการศึกษาต่อ																																												
5. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียน	✓								✓					✓	✓							✓																							
6. พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน											✓											✓																							
7. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียน	✓																										✓																	
8. ระดับการศึกษาของบิดา									✓																			✓																
9. ระดับการศึกษาของมารดา									✓																			✓																
10.อาชีพของบิดา																																												
11.อาชีพของมารดา																																												
12.การอาศัยอยู่ด้วยกันของบิดามารดาและบุตร																																✓												
13.รายได้ของครอบครัวต่อเดือน		✓	✓																	✓								✓															
14.พฤติกรรมของบิดามารดาในการส่งเสริมการเรียนของบุตร									✓		✓		✓		✓		✓		✓			✓						✓	✓		✓	✓											
15.ความคาดหวังของบิดามารดาต่อการศึกษาของบุตร																				✓			✓																				
ตัวแปรทำนายระดับห้องเรียน																																												
1. ระดับการศึกษาของครู																																												
2. ประสบการณ์สอนของครู																																												
3. จำนวนชั่วโมงที่ครูสอนต่อสัปดาห์						✓																	✓										✓											
4. พฤติกรรมการสอนของครู										✓			✓	✓							✓																							
5. บรรยากาศในห้องเรียน			✓										✓							✓																							
6. จำนวนนักเรียนในห้องเรียน						✓	✓														✓																							
ตัวแปรทำนายระดับโรงเรียน																					✓																							
1. อัตราส่วนนักเรียนต่อครู																																												
2. ระดับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียน																																												
3. ประสบการณ์ทางานของผู้บริหารโรงเรียน																																												
4. ประสบการณ์บริหารของผู้บริหารโรงเรียน																																												
5. ความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน			✓																																								
6. จำนวนครั้งในการนิเทศภายในต่อปี																										✓																	

ตอนที่ 6 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ

ประเด็นเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ ได้รับความสนใจมากขึ้นในกลุ่มนักวิจัยชาวไทยและชาวต่างประเทศ เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับเกิดขึ้นหลายโปรแกรม ทำให้การวิเคราะห์มีความง่ายและสะดวกมากขึ้น งานวิจัยที่พบแยกตามกลุ่มงานวิจัยที่นำไปประยุกต์ใช้ ดังนี้

ตารางที่ 18 งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์โมเดลพหุระดับ

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
1.การวัดการเปลี่ยนแปลง/พัฒนาการ	Marsh & Hau (2002)	Multilevel Modeling of Longitudinal Growth and Change: Substantive Effect or Regression Toward the Mean Artifacts?	งานวิจัยเรื่องนี้เป็นการประเมินโมเดลพหุระดับของพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงใน Regression ที่มีต่อ Mean Artifacts (RMTA) โดยการจำลองข้อมูลให้นักเรียนสอดแทรก (Nested) อยู่ในโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า มีความแตกต่างในค่า initial school แต่ไม่มีความแตกต่างในระดับโรงเรียนในประเด็นของ Achievement growth ในระยะ 4 ปี
	Thum & Bhattacharya (2001)	Detecting a Change in School Performance: A Bayesian Analysis for a Multilevel Join Point Problem	งานวิจัยนี้เป็นการใช้ Bayesian analysis ในการแก้ปัญหา Single series problem ผลการวิจัยพบว่า โรงเรียนไม่แตกต่างกันกันแค่โปรแกรม (Program) แต่รวมไปถึงระบบที่ดำเนินการ (Implemented system) ด้วย การปรับปรุงคะแนนการสอบ (Test score) ของนักเรียนขึ้นอยู่กับทรัพยากรที่มีอยู่แล้ว โรงเรียนจะแตกต่างกันเมื่อเริ่มแสดง Effect ของโปรแกรม หากปฏิเสธจะทำให้เกิด Heterogeneity ระหว่างโรงเรียน งานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างคะแนนการสอบระยะยาว (Longitudinal test score) และใช้วิธีการประมาณค่าแบบ Hierarchical Bayes estimation โดยพบว่า แต่ละ Regression slope ระดับบุคคลจะเปลี่ยนแปลงที่จุดหนึ่งของเวลาที่ไม่ทราบ (Unknown point in time) นั่นคือ k_j

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
	Singer (1998)	Using SAS PROC MIXED to Fit Multilevel Models, Hierarchical Models, and Individual Growth Models	SAS PROC MIXED เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นเหมาะสมสำหรับการ fit โมเดลพหุระดับ (Multilevel models) โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical linear models) และโมเดลพัฒนาการส่วนบุคคล (Individual growth models) โปรแกรมนี้สร้างมาจากแนวคิดของ Mixed statistical model กับ Random และ Fixed effects งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยกับการ fit โมเดลพหุระดับโดยใช้ Package ทางสถิติอื่นๆ เช่น HLM, MLwiN, MIXREG เป็นต้น งานวิจัยนี้มีลักษณะเหมือนเป็น Step by step tutorial ซึ่งแสดงวิธีการ fit โมเดลพหุระดับที่ common มากที่สุด 2 โมเดล คือ 1) School effects model ซึ่งถูกออกแบบสำหรับข้อมูลสอดแทรกเป็นระดับลดหลั่น (เช่น นักเรียนสอดแทรกอยู่ในชั้นเรียน)และ 2) Individual growth model ซึ่งถูกออกแบบสำหรับข้อมูลระยะยาว (Longitudinal data) ข้ามเวลา
	Duncan et al. (1997)	Latent Variable Modeling of Longitudinal and Multilevel Substance Use Data	งานวิจัยนี้ใช้ General model สำหรับการวิเคราะห์พัฒนาการสำหรับตัวแปรแฝงซึ่งคำนึงถึง Cluster sampling โดยใช้ Multilevel Latent Growth Modeling (MLGM) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวและข้อมูลพหุระดับ ซึ่งเก็บกับเยาวชนและพ่อแม่ (Time point เท่ากับ 4 จุด) LGM model ถูกทดสอบสำหรับการใช้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอลล์ กัญชาและบุหรี่กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 435 ครอบครัว สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวข้องกับ shape ของโค้งพัฒนาการ และความแตกต่างระหว่างบุคคลใน Trajectory ข้ามเวลา ผลการวิจัย พบว่า Effect ของสถานภาพทางครอบครัวและการแต่งงานและสถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมมีอิทธิพลต่อระดับของการใช้สารเสพย์ติด

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
	MacCallum, Kim,Malarkey & Kiecolt-Glaser (1997)	Studying Multivariate Change Using Multilevel Models and Latent Curve Models	งานวิจัยพบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเปลี่ยนแปลง (Pattern of change) ในตัวแปรที่แตกต่างกัน โดยอาศัยกรอบแนวคิด Multilevel modeling ที่นำมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดตัวแปรตามเดี่ยว (Univariate) และขยายไปถึงการประมาณค่าความแปรปรวนร่วมของพารามิเตอร์ในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรพหุ (Multivariate) นอกจากนี้ ยังศึกษา Latent curve model ชนิดตัวแปรตามพหุด้วยเพื่อตรวจสอบดูว่าโมเดลนี้สัมพันธ์กับ Multivariate multilevel model อย่างไร
	สมถวิล วิจตรวรรณา (2543)	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ	การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลพหุระดับใช้โปรแกรม HLM ส่วนโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงและโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม EQS ผลการวิจัยพบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ รองลงมา คือ โมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลพหุระดับ
	อัญชลี สิทธิกุลธร (2543)	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร: การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับ	1) อัตราพัฒนาการของนักเรียนในระดับภายในกลุ่มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 0, 1, 1.372, 1.467 ตามลำดับ และอัตราพัฒนาการของนักเรียนในระดับระหว่างกลุ่มมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อตัวแปรแฝงพิเศษผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 0,1, 0.533, 1.454 ตามลำดับ 2) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 3) ตัวแปรคณะที่ครูจบการศึกษาและตัวแปรการศึกษาขั้นสูงสุดของครูมีอิทธิพลทางตรงกับตัวแปรวิธีการสอนของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีอิทธิพลเท่ากับ 0.169 และ –0.456 ต

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
			มาลำดับ ตัวแปรคณะที่ครูจบการศึกษามีอิทธิพลเท่ากับ 0.489 ต่อตัวแปรแฝงความชันหรือพัฒนาการของผู้เรียนในระดับระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ตัวแปรวิธีการสอนของครูมีอิทธิพลต่อคะแนนในระดับตั้งต้น ระดับระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ 4) ตัวแปรเชาว์ปัญญาของนักเรียนมีอิทธิพลทางตรงต่อคะแนนในระดับตั้งต้นระดับภายในกลุ่มเท่ากับ 0.562 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2.การวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผล/มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม	ปิยธิดา ทองอร่าม (2545)	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา	1) ปัจจัยระดับโรงเรียนที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สัดส่วนของนักเรียนต่อครู สัดส่วนของนักเรียนต่อห้องเรียน ขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานและความเป็นผู้นำของผู้บริหารโรงเรียน 2) ปัจจัยระดับจังหวัดที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของสถานศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยปริมาณการให้คำแนะนำทางวิชาการจากหน่วยศึกษานิเทศก์ของจังหวัด ค่าเฉลี่ยงบประมาณที่ได้รับการสนับสนุนจากจังหวัด
	องอาจ นัยพัฒน์ (2544)	การประเมินประสิทธิผลของโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2542	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดล HLM/2L รูปแบบภายในโรงเรียน (Within-school model) บ่งชี้ว่าตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ ผลการเรียน (GPA) และความเอาใจใส่ต่อการศึกษาเล่าเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมามีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มพูนในคะแนนผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านวิชาการและไม่ใช่ด้านวิชาการของนักเรียนทั้งในระดับชั้น ป.2 และ ป.4 ในขณะที่เพศและเศรษฐานะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางบวกเมื่อนำชุดของโมเดล HLM/2L รูปแบบระหว่างโรงเรียนต่างๆ (Between-school model) มาวิเคราะห์ข้อมูลแบบพหุระดับ พบว่า ตัวแปรระดับชั้นเรียน/โรงเรียน ได้แก่ ภาวะผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียน การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการเรียนรู้ของบุตร/หลานและบรรยากาศภายในโรงเรียน/ชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในคะแนนผลการเรียนรู้ทั้งสองด้าน

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
	อมรรัตน์ โพธิตาปะนะ (2543)	อิทธิพลของวัฒนธรรมโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร: การวิเคราะห์พหุระดับ	ผลการวิจัยพบว่า 1) วัฒนธรรมโรงเรียนด้านความคาดหวัง ได้แก่ ตัวแปรความคาดหวังต่อการศึกษาของตนเองมีอิทธิพลทางบวก และตัวแปรความคาดหวังต่อวิชาการของโรงเรียนมีอิทธิพลทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 2) วัฒนธรรมโรงเรียนด้านจิตพิสัย ได้แก่ ตัวแปรมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง มีอิทธิพลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 3) วัฒนธรรมโรงเรียนด้านประสิทธิภาพการศึกษา ได้แก่ ตัวแปรการรับรู้ความมีระเบียบวินัยของโรงเรียนมีอิทธิพลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 4) ผลการเปรียบเทียบอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม พบว่า วัฒนธรรมโรงเรียนด้านจิตพิสัยและด้านประสิทธิภาพการศึกษามีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนวัฒนธรรมโรงเรียนด้านประสิทธิภาพการศึกษา ความคาดหวังและแรงจูงใจมีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยวัฒนธรรมโรงเรียนด้านจิตพิสัยมีค่าอิทธิพลรวมสูงสุด
	มณเฑียร ชมดอกไม้ (2541)	การวิเคราะห์พหุระดับตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนประถมศึกษาโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตการศึกษา 1	ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ พื้นความรู้เดิมทางภาษาอังกฤษ เชาว์ปัญญาด้านการคิด เชาว์ปัญญาด้านประสบการณ์และความถนัดทางภาษามีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียน ได้แก่ จำนวนคาบที่ครูสอนต่อสัปดาห์มีอิทธิพลทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญ

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
	มาณี ไชยธีรานุวัฒศิริ (2536)	การวิเคราะห์ปัจจัยพหุระดับที่สัมพันธ์กับความมุ่งมั่นต่องานวิชาการของอาจารย์มหาวิทยาลัยมหิดล	1) ความมุ่งมั่นต่อการสอนสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัยระดับบุคคล ได้แก่ ทัศนคติต่อการสอน การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเกี่ยวกับการสอน ค่านิยมต่อการสอน แรงจูงใจจากลักษณะงาน พฤติกรรมการสอนในปีที่ผ่านมา ความพึงพอใจต่องาน และคุณภาพชีวิต แต่มีความสัมพันธ์ทางลบต่อความสำเร็จของการสอนในปีที่ผ่านมา ตำแหน่งทางวิชาการและเพศ ความมุ่งมั่นต่อการสอนสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัยระดับภาควิชา ได้แก่ บรรยากาศของภาควิชาและความผูกพันต่อภาควิชา 2) ความมุ่งมั่นต่อการผลิตผลงานทางวิชาการสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัยระดับบุคคล ได้แก่ ทัศนคติต่อการผลิตผลงานทางวิชาการ การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงเกี่ยวกับการผลิตผลงานทางวิชาการ ค่านิยมต่อการผลิตผลงานทางวิชาการ แรงจูงใจจากลักษณะงาน พฤติกรรมการผลิตผลงานทางวิชาการในปีที่ผ่านมา ความสำเร็จของการผลิตผลงานทางวิชาการในปีที่ผ่านมาและความพึงพอใจต่องาน แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับคุณภาพชีวิต ตำแหน่งทางวิชาการและระดับการศึกษา นอกจากนี้ ความมุ่งมั่นต่อการผลิตผลงานทางวิชาการสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปัจจัยระดับภาควิชาได้แก่ บรรยากาศของภาควิชาและความผูกพันต่อภาควิชา
	วราภรณ์ วิหคโต (2536)	การวิเคราะห์ตัวแปรพหุระดับที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: การเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคโอแอลเอส เซพเพอร์เรท อิเควชั่นกับเทคนิคเอชแอลเอ็ม	การวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคโอแอลเอสฯ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ เชาว์ปัญญา เจตคติ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญในบางห้องเรียน แต่โดยเฉลี่ยทุกห้องไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งแตกต่างกับเทคนิคเอชแอลเอ็มที่พบว่า เชาว์ปัญญาและเจตคติมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าคงที่อย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 2 วิธีเหมือนกัน คือ ประสบการณ์ในการสอนและขนาดของโรงเรียน

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
	ปราณี จำนงเจริญ (2533)	การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในเขตการศึกษา 11 ที่ได้จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูรและการวิเคราะห์พหุระดับ	1) ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ พบว่า ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Intercept) ตัวแปรภูมิหลังเกี่ยวกับอายุ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมและความคาดหวังในการศึกษาต่อ ตัวแปรด้านการเรียนการสอนเกี่ยวกับระดับการศึกษาของผู้บริหารโรงเรียน ประสบการณ์ในการรับราชการของผู้บริหารโรงเรียน ประสบการณ์ในการเป็นผู้บริหารโรงเรียน ความเป็นผู้นำทางวิชาการของผู้บริหารโรงเรียนและขนาดโรงเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 2) ผลการวิเคราะห์พหุระดับแบบ 2 ระดับ พบว่า ตัวแปรระดับนักเรียน ได้แก่ อายุ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมและความคาดหวังในการศึกษาต่อมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียน พบว่า อายุของครูมีผลทางบวกต่อ Slope ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประสบการณ์ในการสอนของครูมีผลทางลบต่อ Slope ความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังในการศึกษาต่อกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3.การพัฒนาเทคนิควิธี	นิคม นาคอ้าย (2539)	การพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ: การประยุกต์ใช้โปรแกรมเอชแอลเอ็ม	เทคนิควิธีที่พัฒนาขึ้นเป็นการประยุกต์ใช้ Multilevel analysis กับ Path analysis เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ เมื่อนำไปทดลองใช้ พบว่า เทคนิควิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับสามารถวิเคราะห์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มหรือความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนได้โดยการพิจารณาความมีนัยสำคัญของการทดสอบ t และการทดสอบ χ^2 ตามรูปแบบของการวิเคราะห์ในโมเดล HLM นอกจากนี้เทคนิคที่พัฒนาขึ้นยังสามารถทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ทั้งโมเดลเชิงสาเหตุระดับนักเรียนและระดับชั้นเรียนด้วยวิธีของสเปค และยังสามารถวิเคราะห์แยกค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อศึกษาผลกระทบทางตรง ผลกระทบทางอ้อมและผลกระทบรวมได้

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
4.การวิเคราะห์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ	สวาสดิ์ ศรีเมืองแก้ว (2543)	การเปรียบทียบการวิเคราะห์เส้นทางพหุระดับด้วยวิธีดั้งเดิมและโมเดลลดหลั่นเชิงเส้น: ศึกษารูปแบบปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของข้าราชการสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด กระทรวงสาธารณสุข	1) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสถิติทดสอบทีของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลตามสมมติฐานระดับบุคคล ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมกับโมเดลลดหลั่นเชิงเส้นมีความสอดคล้องกันทางบวกในระดับสูงมากอย่างนัยสำคัญ 2) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่าสถิติทดสอบทีของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลตามสมมติฐานระดับบุคคลที่ปรับใหม่จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมกับโมเดลลดหลั่นเชิงเส้นมีความสอดคล้องกันทางบวกในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญ 3) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางและค่าสถิติทดสอบทีของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลตามสมมติฐานระดับหน่วยงาน จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมกับโมเดลลดหลั่นเชิงเส้นไม่มีความสอดคล้องกัน 4) ค่าสถิติทดสอบทีของรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระดับหน่วยงานที่ปรับใหม่จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมกับโมเดลลดหลั่นเชิงเส้นมีความสอดคล้องกันทางบวกในระดับสูงมาก ส่วนค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีดั้งเดิมกับโมเดลลดหลั่นเชิงเส้นไม่มีความสอดคล้องกัน
	ปกรณ์ ประจันบาน (2542)	รูปแบบของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: การวิเคราะห์เส้นทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบพหุระดับ	1) ตัวแปรระดับนักเรียนส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ยกเว้นตัวแปรความตั้งใจเรียน ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียนที่มีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำแนกตามโรงเรียนได้แก่ ประสบการณ์ในการสอนของครู และคุณภาพการสอนของครู ยกเว้น ขนาดของโรงเรียน และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระดับโรงเรียนกับค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางของตัวแปรระดับนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำแนกเป็นรายโรงเรียน 2) รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ตัวแปรระดับนักเรียนที่มี

กลุ่มงานวิจัย	ผู้วิจัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
			อิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมมี 4 ตัว ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และความตั้งใจเรียน ตัวแปรระดับนักเรียนที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มี 2 ตัว ได้แก่ การเรียนพิเศษและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรระดับโรงเรียนที่มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำแนกเป็นรายโรงเรียน คือ ประสบการณ์ในการสอนของครู แต่ตัวแปรระดับโรงเรียนไม่มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางระหว่างตัวแปรระดับนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำแนกเป็นรายโรงเรียน
5.ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อค่าประมาณพารามิเตอร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในโมเดลพหุระดับ	Shieh & Fouladi (2003)	The Effect of Multicolinearity on Multilevel Modeling Parameter Estimates and Standard Errors	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Parameter estimate) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ในโมเดลพหุระดับ ผลการวิจัยพบว่ามี Multicolinearity ที่ระดับ 1 ของโมเดลเชิงเส้นแบบ Mixed-effect 2 ระดับ ส่วนค่าประมาณสำหรับ Fixed effect มีค่าลำเอียงเชิงสัมพัทธ์ (Relatively unbiased value) นอกจากนี้ ค่าประมาณส่วนประกอบความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมให้ค่าที่ลำเอียงด้วยเช่นกัน ยกเว้นความแปรปรวนในระดับที่ 1 (< 5 %) ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่สัมพันธ์กับค่าประมาณพารามิเตอร์มีความลำเอียงด้วยเช่นกันภายใต้ขนาดที่ผันแปรไปของความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับที่ 1

กลุ่มงานวิจัย	ผู้จัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
6.การวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis)	Van den Noortgate & Onghena (2003)	Multilevel Meta-Analysis: A Comparison with Traditional Meta-Analytical Procedures	งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์อภิมานแบบพหุระดับกับวิธีการวิเคราะห์อภิมานแบบดั้งเดิม โดยใช้วิธีการจำลองข้อมูล (Simulation study) ผลการวิจัยพบว่า วิธี Maximum likelihood multilevel approach ดีกว่าวิธี Fixed-effects approach สำหรับโมเดลที่ไม่มีตัวแปร Moderator พบว่า ผลของวิธี Multilevel approach ไม่แตกต่างจากผลที่ได้จากวิธี Traditional random-effects approach
7.การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item-analysis)/ การประยุกต์กับโมเดล IRT	Kamata (2001)	Item Analysis by the Hierarchical Generalized Linear Model	โมเดล HGLM หรือ Hierarchical generalized linear model ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบ โดยการสร้างโมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบ 2 ระดับ (Two-level multilevel item response model) ผลการวิจัยพบว่า โมเดล HGLM เทียบเท่ากับ Rasch model ความสามารถของบุคคล (Person ability) สามารถถูกแสดงได้ด้วย Random effect มากกว่าที่จะเป็นค่าพารามิเตอร์ สำหรับโมเดลการวิเคราะห์ข้อสอบ 2 ระดับ (Two-level item analysis model) ถูกแสดงเป็น Latent regression model ด้วยตัวแปรลักษณะของบุคคล (Person-characteristic variable) โมเดล HGLM 2 ระดับยังสามารถขยายไปถึงโมเดล Latent regression model 3 ระดับได้ด้วยซึ่งอนุญาตให้มีการตรวจสอบความผันแปรของคะแนนการสอบของนักเรียน (Student's performance) ข้ามกลุ่ม
	Maier (2001)	A Rasch Hierarchical Measurement Model	โมเดลการวัดระดับลดหลั่น (HMM หรือ Hierarchical measurement model) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวัดตัวแปรแฝงภายใน (Latent trait variable) และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในโมเดล โมเดล HMM เป็นการผสมผสาน (Combine) ระหว่าง Rasch IRT model กับ one-way ANOVA กับค่า Random effect ผลการวิจัยพบว่า โมเดลนี้มีความเหมาะสมสำหรับตัวแปรตอบสนองแบบแบ่งสอง (Dichotomous response)

กลุ่มงานวิจัย	ผู้จัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
			ส่วนค่าประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล Rasch HMM ได้จากการคำนวณด้วยวิธี Bayesian data analysis method ด้วย Gibbs sampling และ Metropolis Hastings algorithm
	Janssen, Tuerlinckx, Meulders & De Boeck (2000)	A Hierarchical IRT Model for Criterion-Referenced Measurement	โมเดล IRT แบบลดหลั่นถูกเสนอเพื่อใช้สำหรับการวัดอิงเกณฑ์ ในโมเดลนี้ ข้อสอบที่วัดด้วยเกณฑ์เดียวกันจะถูกจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน ส่วนค่าพารามิเตอร์ความยาก (Difficulty parameter) และค่าพารามิเตอร์อำนาจจำแนก (Discrimination parameter) ของเกณฑ์ถูกประมาณค่าบน Scale เดียวกันเป็นพารามิเตอร์ระดับบุคคลและระดับข้อ (Person and item parameter) ส่วนคะแนนจุดตัด (Cutoff point) บน Probability scale ถูกนำมาใช้เพื่อแบ่งแยกผู้ตอบระหว่างผู้ที่รู้กับไม่รู้ ซึ่งโมเดล IRT แบบลดหลั่นนี้จะถูกประมาณค่าด้วย Gibbs sampler และถูกทดสอบด้วย Posterior predictive check
	Reise (2000)	Using Multilevel Logistic Regression to Evaluate Person-Fit in IRT models	ผลการวิจัยพบว่า Multilevel logistic regression สามารถนำมาใช้ในการประเมินความคงเส้นคงวา (Consistency) ของรูปแบบการตอบของบุคคล (Individual's response pattern) ใน IRT measurement model ได้ ในที่นี้การตอบรายข้อ (Item response) จะสอดแทรกอยู่ในบุคคล โดยที่โมเดลจะประมาณค่าโค้งการตอบของบุคคล (Person-response curve) ซึ่งโค้งนี้ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ระดับของความคงเส้นคงวาในการตอบหรือ Person-fit นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มตัวแปรทำนายในโมเดลได้ด้วยเพื่อตรวจสอบสาเหตุของความไม่คงเส้นคงวาในการตอบ

กลุ่มงานวิจัย	ผู้จัย	ชื่อเรื่อง	ผลการวิจัย
8.การทดสอบส่วนประกอบความแปรปรวน	Berkhof & Snijders (2001)	Variance Component Testing in Multilevel Models	การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ1) ศึกษาการทดสอบส่วนประกอบความแปรปรวนที่เป็นรู้จัก 3 วิธี คือ Likelihood ratio test, Wald test และ Fixed effects F test 2) เพื่อแสดงวิธีการทดสอบเพื่อให้คะแนน (Score test) แบบใหม่ 3 แบบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีทดสอบเหล่านี้ด้วยค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งใช้การจำลองข้อมูล การทดสอบให้โมเดลศูนย์ (Null model) เป็นโมเดล 2 ระดับที่มีค่า Random intercept ส่วนโมเดลทางเลือก (Alternative model) เป็นโมเดล 2 ระดับที่มีค่า Random intercept และ Random slope ผลการทดสอบพบว่า วิธี Likelihood ratio test เหมาะสมที่จะใช้กับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ส่วน Wald test มักจะทดสอบได้ไม่ดีจึงไม่ควรนำมาใช้ สำหรับ Fixed effects F test เป็นการทดสอบที่ให้ผลที่แม่นตรงซึ่งเหมาะที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์การทดสอบเฉพาะ
9.การวิเคราะห์เบเซียน (Bayesian analysis)	Seltzer, Wong & Bryk (1996)	Bayesian Analysis in Applications of Hierarchical Models: Issues and Methods	การประยุกต์ใช้โมเดลระดับลดหลั่น (Hierarchical model: HM) ด้วยวิธี Empirical Bayes estimation approach มีจุดอ่อนคือ การไม่คำนึงถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในการประมาณค่าส่วนประกอบความแปรปรวน การแก้ปัญหาที่ทำได้ คือ การทำ Bayesian approach แบบเต็มรูป ซึ่งจะต้องระบุ Prior probability distribution สำหรับส่วนประกอบความแปรปรวน
10.การวัดความก้าวหน้า (Measuring progress)/ การวัดคุณค่าเพิ่ม (Value-added analysis)	Thum (2003)	Measuring Progress Toward a Goal Estimating Teacher Productivity Using a Multivariate Multilevel Model for Value-Added Analysis)	ผลการวิจัยได้วิธีการสำหรับการวัดว่านักเรียนได้อะไรเพิ่มขึ้นจากการทดสอบ Pretest และ Posttest โดยงานวิจัยนี้ได้ระบุ Productivity index (M_j) สำหรับครูคนที่ j ซึ่งเป็นอัตราส่วนของค่าประมาณที่ได้จากค่าประมาณ Pretest และ Target score จากการสอบวิชาภาษา คณิตศาสตร์และการอ่าน นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ได้เสนอ Multivariate mixed model สำหรับคะแนนการทดสอบซ้ำด้วย