บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้เทคนิคมอนติ คาร์โล ซิมูเลชั่น (Monte Carlo Simulation Technique) (Rubinstien , 1981) โดยศึกษาจากประชากรจริง มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในด้านความไม่เอนเอียง ความคงเส้นคงวา และความมีประสิทธิภาพ (ในที่นี้ค่าพารามิเตอร์ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และค่าความแปรปรวน) ที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่าง 18 วิธี ซึ่งแตกต่างกันตามการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอนในหน่วยใหญ่ 3 วิธี คือ วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น วิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และวิธีสุ่มแบบตามกลุ่ม โดยใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างในหน่วยย่อย 2 วิธี คือ วิธีสุ่มแบบมีระบบ และวิธีสุ่มแบบง่าย ด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 3 ขนาด

ในบทนี้จะกล่าวถึง ลักษณะของข้อมูล ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีดำเนินการ การวิเคราะห์ข้อมูล เกณฑ์ในการเสนอผลเปรียบเทียบ แผนผังการดำเนินการสุ่มตัวอย่างและรายละเอียดการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจำลองและวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

ลักษณะของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ภาคการศึกษาปลาย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2536 ซึ่งได้มาจากแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นโดยสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ร่วมมือกับสถาบันราชภัฏนครปฐม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา สถาบันราชภัฏจันทรเกษม สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ และสถาบันราชภัฏพระนคร

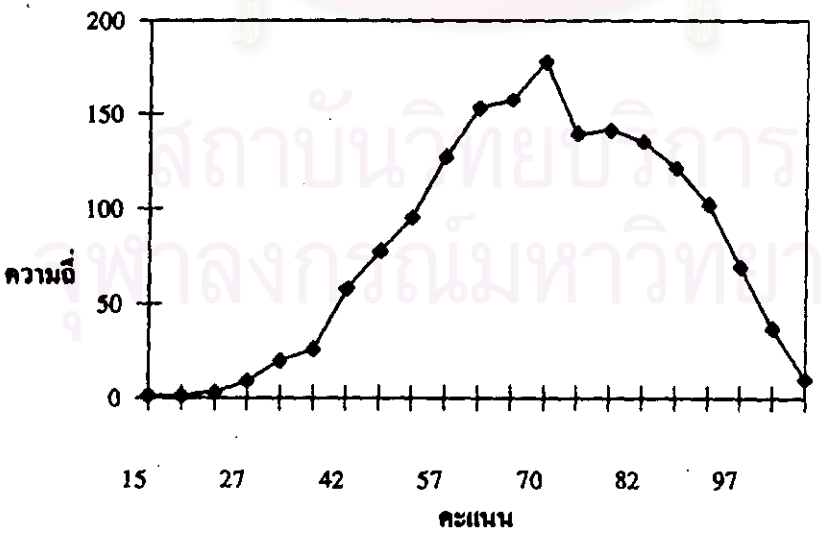
ลักษณะของแบบสอบวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2536 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 100 ข้อ แต่ละข้อมี 4 ตัวเลือก โดยวัดทักษะการคิดคำนวณ ความรู้ความเข้าใจเรื่องคณิตศาสตร์และการแก้โจทย์ปัญหา คะแนนเต็ม 100 คะแนน

คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของประชากรมีค่าต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และแผนภาพที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของประชากร

พารามิเตอร์	ค่า
จำนวนสมาชิกของประชากร	7298
ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean)	68.6177
มัธยฐาน (Median)	65.9892
ฐานนิยม (Mode)	70
ความแปรปรวน (Variance)	266.7056
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard diviation)	16.3311
คะแนนสูงสุด (Maximum)	100
คะแนนต่ำสุด (Minimum)	15
พิสัย (Range)	85
ความเบ้ (Kurtosis)	-.2418
ความโด่ง (Skewness)	-.5896

แผนภาพที่ 4 การแจกแจงของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของประชากร (นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6)



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการดำเนินการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2536 จำนวน 7,298 คน ซึ่งใช้ข้อสอบมาตรฐานวิชาคณิตศาตร์ที่สร้างขึ้นโดยสำนักงานการประถมศึกษา ทุกจังหวัดในเขตการศึกษา 1 และสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ร่วมกับสถาบันราชภัฏนครปฐม สถาบันราชภัฏจันทรเกษม สถาบันราชภัฏสมเด็จเจ้าพระยา สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ และสถาบันราชภัฏพระนคร และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในการสอบภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2536 ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2536 ด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 3 ขนาด ที่มีระดับความเชื่อมั่น 90% 95% และ 99% ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น แบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และแบบตามกลุ่ม โดยแต่ละวิธีมีวิธีสุ่มในหน่วยย่อยแบบมีระบบและแบบง่าย ซึ่งใช้ข้อมูลจากประชากรจริง และใช้เทคนิคการซิมูเลชั่น (Simulation Technique)

รายละเอียดของประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ปรากฏดังตารางที่ 2 - 3

ตารางที่ 2 จำนวนประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	จำนวนโรงเรียน(โรง)	จำนวนนักเรียน(คน)
เล็ก	2	95
กลาง	10	1,024
ใหญ่	7	1,375
ใหญ่มาก	16	4,804
รวม	35	7,298

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำแนกตามเขตการปกครอง

เขต	จำนวนโรงเรียน(โรง)	จำนวนนักเรียน(คน)
1. ดุสิต	3	1079
2. ราชเทวี	1	333
3. บางกอกน้อย	2	505
4. ป้อมปราบ	2	436
5. พระนคร	3	418
6. บางเขน	1	362
7. ห้วยขวาง	2	233
8. บางกะปิ	2	539
9. พระโขนง	1	276
10. พญาไท	1	211
11. บางกอกใหญ่	4	471
12. สัมพันธวงศ์	2	172
13. ธนบุรี	1	209
14. จอมทอง	2	513
15. ภาษีเจริญ	2	343
16. ตลิ่งชัน	1	47
17. สาธร	1	234
18. ประเวศ	2	335
19. ยานนาวา	1	237
20. คลองเตย	1	345
รวม	35	7,298

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดตัวอย่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการวิจัยครั้งนี้ มี 3 แบบ คือ ภายใต้ระดับความเชื่อมั่น 90% 95% และ 99% คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 แบบ โดยใช้สูตร (Yamane, 1967)

$$n = \frac{Nk^2\sigma_x^{\ 2}}{NE^2 + k^2\sigma_x^{\ 2}}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

N คือ ขนาดของประชากร ในที่นี้ คือ 7,298 คน

k คือ ค่าคงที่ตามระดับความเชื่อมั่น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ คือ 90% 95% และ 99% ซึ่งตรงกับค่า k เท่ากับ 1.64, 1.96 และ 2.57 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นระดับความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ

E คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าสถิติที่ใช้เป็นตัวประมาณค่า ($\hat{\theta}$) กับค่าที่แท้จริง (θ) หรือ $E = |\hat{\theta} - \theta|$ ในการวิจัยนี้กำหนดให้เท่ากับ 5 % ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (E = .8165)

σ_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ในการวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ 16.33

สูตรดังกล่าวข้างต้นใช้ในการคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) กรณีค่าพารามิเตอร์ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิต แต่เนื่องจากในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบต่าง ๆนั้น ต้องการควบคุมขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละวิธีการสุ่มให้เท่ากัน ฉะนั้นจึงเลือกใช้สูตรดังกล่าวในการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตรและค่าที่กำหนดข้างต้น จึงประมาณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามระดับความเชื่อมั่นได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. ที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 785 คน
2. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1,070 คน
3. ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 1,664 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือ จากเลขาธิการคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ ผู้อำนวยการการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ผู้อำนวยการหรืออาจารย์ใหญ่ทุกโรงเรียนที่สังกัดสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพ และโรงเรียนดังกล่าวมีการใช้แบบทดสอบมาตรฐานที่สำนักงานการประถมศึกษาทุกจังหวัดในเขตการศึกษา 1 และสำนักงานการประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ร่วมมือกับสถาบันราชภัฏนครปฐม สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา สถาบันราชภัฏจันทรเกษม สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ และสถาบันราชภัฏพระนคร ซึ่งมีจำนวน 35 โรงเรียน เพื่อขอคัดลอกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ติดต่อโรงเรียนแต่ละโรงเรียน เพื่อขอนัดวันเวลาในการเก็บข้อมูล

3. คัดลอกคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2536 จากสมุดประจำชั้น (ป. 02) ของแต่ละโรงเรียนและห้องเรียน

4. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูล นำข้อมูล จำนวน 7,298 คน บันทึกลงในแถบรหัสเพื่อเตรียมวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

วิธีดำเนินการ

การสุ่มตัวอย่างประชากรโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง 18 วิธี อันเกิดจากความแตกต่างของวิธีการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอน 3 วิธี โดยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 วิธี ด้วยขนาดตัวอย่างที่แตกต่างกัน 3 ขนาด และในแต่ละขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรได้ทำการสุ่มจำนวน 1,000 ครั้ง

ในการสุ่มตัวอย่างจะใช้เทคนิคการซิมูเลชั่น (Simulation Technique) จากประชากรจริง ด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 (FORTRAN 77) ซึ่งใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

การสร้างเลขสุ่ม (Random number) ใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM (Scietific subroutine) (Shannon, 1975) ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มโดยวิธี Congruential Generation Method ได้ถึง 2^{29} หรือ 536,870,912 จำนวน ก่อนที่จะเกิดการซ้ำของตัวเลขสุ่ม และได้เลือกค่า 65539 เป็นค่าเริ่มต้น โดย Maclaren และ Marsaglia ได้ให้คำแนะนำว่า ค่าเริ่มต้น 65539 เป็นค่าที่จะให้ชุดของตัวเลขสุ่มยาวมากและ มีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (0,1) คอมพิวเตอร์จะสุ่มตัวอย่างตามคำสั่ง CALL RANDOM (IX, RND) ซึ่ง IX คือค่าเริ่มต้นที่กำหนดขึ้นก่อน

การใช้คำสั่งนี้ ในที่นี้ใช้ 65539 เป็นค่าเริ่มต้น และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RND และค่า IX ก็จะเปลี่ยนเพื่อเป็นค่าเริ่มต้นของการสุ่มครั้งต่อไป ทั้งนี้ นอกจากเลขสุ่มจะเปลี่ยนไปในทุกครั้งของการสุ่มแล้ว เมื่อโปรแกรมสำหรับสุ่มตัวอย่างในแต่ละวิธีการสุ่มสิ้นสุดลง จะให้ค่าของเลขสุ่มในการสุ่มครั้งสุดท้ายของโปรแกรมการสุ่มวิธีนั้น จากนั้นจะนำเลขสุ่มดังกล่าว ไปเป็นค่าเริ่มต้นของการสุ่มในโปรแกรมสำหรับสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบอื่นต่อไป และทำเช่นนี้ไปจนสิ้นสุดการสุ่มตัวอย่างในทุกโปรแกรมการสุ่ม (โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM อยู่ในภาคผนวก)

วิธีการสุ่มตัวอย่างจากประชากรแบบต่าง ๆ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นและสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย

1.1. ให้ประชากรทั้งหมดเป็นหน่วยการสุ่ม (Sample Unit) สุ่มตัวอย่างประชากรโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมภาษาฟอร์แทรน ใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากร 3 ขนาด คือ จำนวน 785 คน 1,070 คน และ 1,664 คน และในแต่ละขนาดกลุ่มตัวอย่าง จะสุ่มจำนวน 1,000 ครั้ง

ในการวิจัยนี้ศึกษาตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในการแบ่งชั้น ตัวแปรที่ใช้จำแนกชั้นภูมิ คือ ขนาดโรงเรียน ซึ่งเหตุผลในการเลือกตัวแปรดังกล่าว เนื่องจาก การศึกษาของ ดวงใจ ปวีณอภิชาติ (2535) พบว่า วิธีการสุ่มที่ใช้ขนาดโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการประมาณมัชฌิมเลขคณิตและความแปรปรวน

1.2 จัดแบ่งประชากรนักเรียน โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้น ซึ่งจัดแบ่งได้ดังนี้

ชั้นภูมิที่ 1	ขนาดเล็ก	ตั้งแต่	1 - 300 คน
ชั้นภูมิที่ 2	ขนาดกลาง	ตั้งแต่	301 - 900 คน
ชั้นภูมิที่ 3	ขนาดใหญ่	ตั้งแต่	901 - 1,500 คน
ชั้นภูมิที่ 4	ขนาดใหญ่มาก	ตั้งแต่	1,500 คนขึ้นไป

1.3 คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละชั้นภูมิ ด้วยวิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน (Neyman Allocation) มีสูตรในการคำนวณดังนี้ (Yamane, 1967 : 136)

$$n_h = \left(\frac{N_h - \sigma_h}{\sum_{i=1}^{L} \sigma_h N_h} \right) n$$

เมื่อ n_h คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยในชั้นภูมิที่ h

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

N_h คือ ขนาดของประชากรย่อยในแต่ละชั้นภูมิ

σ_h คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรย่อยในชั้นภูมิที่ h

ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างย่อย ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามขนาดของโรงเรียน

ขนาดของโรงเรียน	จำนวนประชากร		กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่		
	โรงเรียน	นักเรียน	1 (90%)	2 (95%)	3 (99%)
เล็ก	2	95	13	17	27
กลาง	10	1,024	107	146	228
ใหญ่	7	1,375	143	195	303
ใหญ่มาก	16	4,804	522	712	1,107
รวม	35	7,298	785	1,070	1,664

1.4 สุ่มตัวอย่างนักเรียนในแต่ละชั้นภูมิ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย โดยการให้หมายเลขกับนักเรียนทั้งหมดของแต่ละชั้นภูมิ แล้วสุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามข้อ 1.3

1.5 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากรจากการสุ่มตัวอย่าง 1,000 ครั้ง จะได้ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน 1,000 ค่า

1.6 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

1.7 คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

1.8 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

2. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ

2.1 จัดแบ่งประชากรนักเรียนทั้งหมดเป็น 4 ชั้นภูมิ โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ

2.2 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละชั้นภูมิ แบบนีย์แมน

2.3 สุ่มนักเรียนในแต่ละชั้นภูมิ โดยใช้วิธีสุ่มแบบมีระบบ ดังนี้

- กำหนดหมายเลขสมาชิกทั้งหมดของประชากรตั้งแต่ 1 ถึง N
- คำนวณหาช่วงของการสุ่ม โดยการนำจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการไปหารจำนวนประชากร จากสูตร $k = N / n$
- สุ่มค่าเริ่มต้น แล้วระบุตัวอย่างลำดับต่อไป ตามช่วงการสุ่มให้ครบจำนวนดังที่ต้องการ

2.4 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

2.5 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

2.6 คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

2.7 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

3. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย

3.1 จัดแบ่งประชากรนักเรียนเป็น 4 ชั้นภูมิ โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรแบ่งชั้นภูมิ

3.2 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละชั้นภูมิ แบบนีย์แมน

3.3 สุ่มโรงเรียนในแต่ละชั้นภูมิมาจำนวน ครึ่งหนึ่งของโรงเรียนทั้งหมดที่มีในแต่ละชั้นภูมิ ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย

3.4 สุ่มนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย ให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ

3.5 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน

3.6 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

3.7 คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

3.8 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

4. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ

4.1 จัดแบ่งประชากรนักเรียน เป็น 4 ชั้นภูมิ โดยใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ

4.2 คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละชั้นภูมิ แบบนีย์แมน

4.3 สุ่มโรงเรียนในแต่ละชั้นภูมิ มาจำนวนครึ่งหนึ่งของโรงเรียนทั้งหมดที่มีในแต่ละชั้นภูมิด้วยวิธีการสุ่มแบบมีระบบ

4.4 สุ่มนักเรียนในแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ ด้วยวิธีการสุ่มแบบมีระบบ ให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ

4.5 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

4.6 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

4.7 คำนวณค่าความแปรปรวน ของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

4.8 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

5. วิธีการสุ่มแบบตามกลุ่ม และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย

5.1 จัดแบ่งประชากรนักเรียนทั้งหมด 35 โรงเรียน เป็นกลุ่มโดยใช้เขตการปกครอง (เขตที่โรงเรียนตั้งอยู่) เป็นตัวแปรจำแนกกลุ่ม

5.2 สุ่มเลือกเขตการปกครองมาจำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมด คือจำนวน 10 เขต จากทั้งหมด 20 เขต ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย

5.3 คำนวณขนาดตัวอย่างย่อยของนักเรียนที่จะสุ่มในแต่ละเขต แบบนีย์แมน

5.4 สุ่มนักเรียนจากแต่ละเขต ด้วยวิธีสุ่มแบบง่าย ให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ

5.5 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

5.6 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน

5.7 คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน

5.8 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน

6. วิธีการสุ่มแบบตามกลุ่ม และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ

6.1 สุ่มเลือกเขตการปกครองมาจำนวนครึ่งหนึ่งของทั้งหมด คือจำนวน 10 เขต จากทั้งหมด 20 เขต ด้วยวิธีสุ่มแบบมีระบบ

6.2 คำนวณขนาดตัวอย่างย่อยของนักเรียนที่จะสุ่มในแต่ละเขตแบบนีย์แมน

6.3 สุ่มนักเรียนแต่ละเขต ด้วยวิธีสุ่มแบบมีระบบ ให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการ

6.4 คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

6.5 คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

6.6 คำนวณค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน

6.7 คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน

เมื่อได้ค่าสถิติดังต้องการแล้ว นำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทั้ง สามด้านของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ซึ่งได้จากวิธีการสุ่มแบบต่าง ๆ ดังเกณฑ์เปรียบเทียบซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. คำนวณค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน โดยในแต่ละวิธีการสุ่ม ใช้สูตรดังนี้

1.1. วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น และสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย / แบบมีระบบ ใช้สูตร (Cochran, 1977 ; Yamane, 1967 : 109-113)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{h=1}^{L} N_h \bar{x}_h}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต

L คือ จำนวนชั้นภูมิ

N คือ จำนวนประชากร

N_h คือ จำนวนของประชากรในชั้นภูมิที่ h

$\bar{x}_h$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{L} N_h(s_h^2 + (\bar{x}_h - \bar{x})^2)}{N_h}$$

เมื่อ s^2 คือ ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

$s_h{}^2$ คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h

$\bar{x}_h$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h

$\bar{x}$ คือ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต

L คือ จำนวนชั้นภูมิ

N_h คือ จำนวนของประชากรในชั้นภูมิที่ h

1.2 วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ และสุ่มกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบง่าย / มีระบบ ใช้สูตร (อภิชาติ พงษ์ศรีหดุลชัย , 2530 : 256-257)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{h=1}^{L}\sum_{i=1}^{n_h}\sum_{j=1}^{m_{hi}} \frac{N_h M_{hi}}{n_h m_{hi}} x_{hij}}{M}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต

L คือ จำนวนชั้นภูมิ

N_h คือ จำนวนโรงเรียนทั้งหมดในชั้นภูมิที่ h

n_h คือ จำนวนโรงเรียนที่สุ่มมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในระยะที่ i ของชั้นภูมิที่ h

M_{hi} คือ จำนวนนักเรียนที่เป็นประชากรในโรงเรียนที่ i ชั้นภูมิที่ h

m_{hi} คือ จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนที่ i ชั้นภูมิที่ h

M คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดของประชากรในการสุ่มระยะที่ 2

x_{hij} คือ คะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างคนที่ j โรงเรียนที่i ชั้นภูมิที่ h

$$s^2 = \frac{1}{N}\frac{1}{M}\sum_{h=1}^{L}\sum_{i=1}^{n_h} N_h M_{hi} s_{hi}^2 + \frac{1}{N}\frac{1}{M}\sum_{h=1}^{L}\sum_{i=1}^{n_h} N_h M_{hi}(\bar{x}_{hi} - \bar{x})^2$$

เมื่อ s^2 คือ ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

$\bar{x}$ คือ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต

L คือ จำนวนชั้นภูมิ

N_h คือ จำนวนโรงเรียนทั้งหมดในชั้นภูมิที่ h

N คือ จำนวนประชากร

M คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดของประชากรในการสุ่มระยะที่ 2

s_{hi}^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h โรงเรียนที่ i

M_{hi} คือ จำนวนนักเรียนที่เป็นประชากรในโรงเรียนที่ i ชั้นภูมิที่ h

$\bar{x}_{hi}$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h โรงเรียนที่ i

1.3 วิธีการสุ่มแบบตามกลุ่มและสุ่มกลุ่มย่อยแบบง่าย / แบบมีระบบ ใช้สูตร (สุชาดา กีระนันทน์, 2525)

$$\bar{X} = \frac{1}{M_o}\frac{N}{n}\sum_{i=1}^{n} M_i \bar{x}_i$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร

N คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมดของประชากร

n คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

M_i คือ จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ i

M_0 คือ จำนวนหน่วยย่อยทั้งหมดในประชากร

$\bar{x}_i$ คือ คะแนนเฉลี่ยต่อหน่วยของกลุ่มตัวอย่าง

$$s^2 = \frac{1}{M_o^2}\frac{N^2}{n}\left(\frac{N-n}{N}\right)S_b^2 + \frac{1}{M_o^2}\frac{N^2}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{M_i^2\left(\frac{M_i - m_i}{M_i}\right)S_{si}^2}{m_i}$$

โดยที่ $S_b^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{T}_i - \hat{\bar{T}})^2}{n-1}$, $\hat{T}_i = M_i\bar{x}_i$, $\hat{\bar{T}} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{T}_i}{n}$ และ

$$S_{si}^2 = \sum_{j=1}^{m}(x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

เมื่อ s^2 คือ ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร

s_b^2 คือ ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

s_{si}^2 คือ ความแปรปรวนระหว่างหน่วยย่อยหรือหน่วยในระดับที่ 2

N คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมดของประชากร

n คือ จำนวนกลุ่มทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

M_i คือ จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในกลุ่มที่ i

M_0 คือ จำนวนหน่วยย่อยทั้งหมดในประชากร

m_{hi} คือ จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ i

2. คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน ($\bar{\bar{x}}$, $\overline{s^2}$) โดยใช้สูตร

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} \bar{x}_i}{1000}$$

$$\overline{s^2} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} s_i^2}{1000}$$

3. คำนวณค่าประมาณความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน ($s^2_{(\bar{x})}$, $s^2_{(\overline{s^2})}$) โดยใช้สูตร

$$s^2_{(\bar{x})} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})}{1000}$$

$$s^2_{(\overline{s^2})} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} (s_i^2 - \overline{s^2})}{1000}$$

4. คำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน (MSE($\bar{x}$), MSE($\overline{s^2}$)) โดยใช้สูตร

$$MSE(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^{1000}(\bar{x}_i - \mu)^2}{1000}$$

$$MSE(\bar{s^2}) = \frac{\sum_{i=1}^{1000}(s_i^2 - \sigma^2)^2}{1000}$$

เกณฑ์ในการเสนอผลเปรียบเทียบ

เกณฑ์ในการเสนอผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในด้านความไม่เอนเอียง ความคงเส้นคงวา และความมีประสิทธิภาพ ของกลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบหลายขั้นตอนต่างแบบ ระหว่างวิธีสุ่มแบบง่ายกับแบบมีระบบ มีดังนี้

1. ความไม่เอนเอียง (Unbiasedness) คือ

1.1 ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วงค่าใกล้เคียงค่าพารามิเตอร์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

1.2 ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตมีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มากที่สุด

ทั้งนี้ ในการสรุปการจัดลำดับวิธีการสุ่มแบบต่าง ๆ ตามคุณสมบัติด้านความไม่เอนเอียง จะจัดลำดับเฉพาะวิธีการสุ่มที่มีคุณสมบัติด้านความไม่เอนเอียงตามข้อ 1.1 เท่านั้น แล้วจัดเรียงลำดับจากวิธีการที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณใกล้เคียงพารามิเตอร์มากที่สุดไปหาค่าน้อยที่สุด

2. ความคงเส้นคงวา (Consistency) คือ

ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน ซึ่งลดลงเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น

ทั้งนี้ ในการสรุปการจัดลำดับวิธีการสุ่มแบบต่าง ๆ ตามคุณสมบัติด้านความคงเส้นคงวา จะจัดเรียงลำดับจากวิธีการที่มีร้อยละของการลดลงของค่าประมาณมากที่สุด(เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น) ไปหาน้อยที่สุด และ จัดเรียงลำดับจากวิธีการที่มีเส้นกราฟของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณต่ำที่สุด ไปหาสูงที่สุด

3. ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ

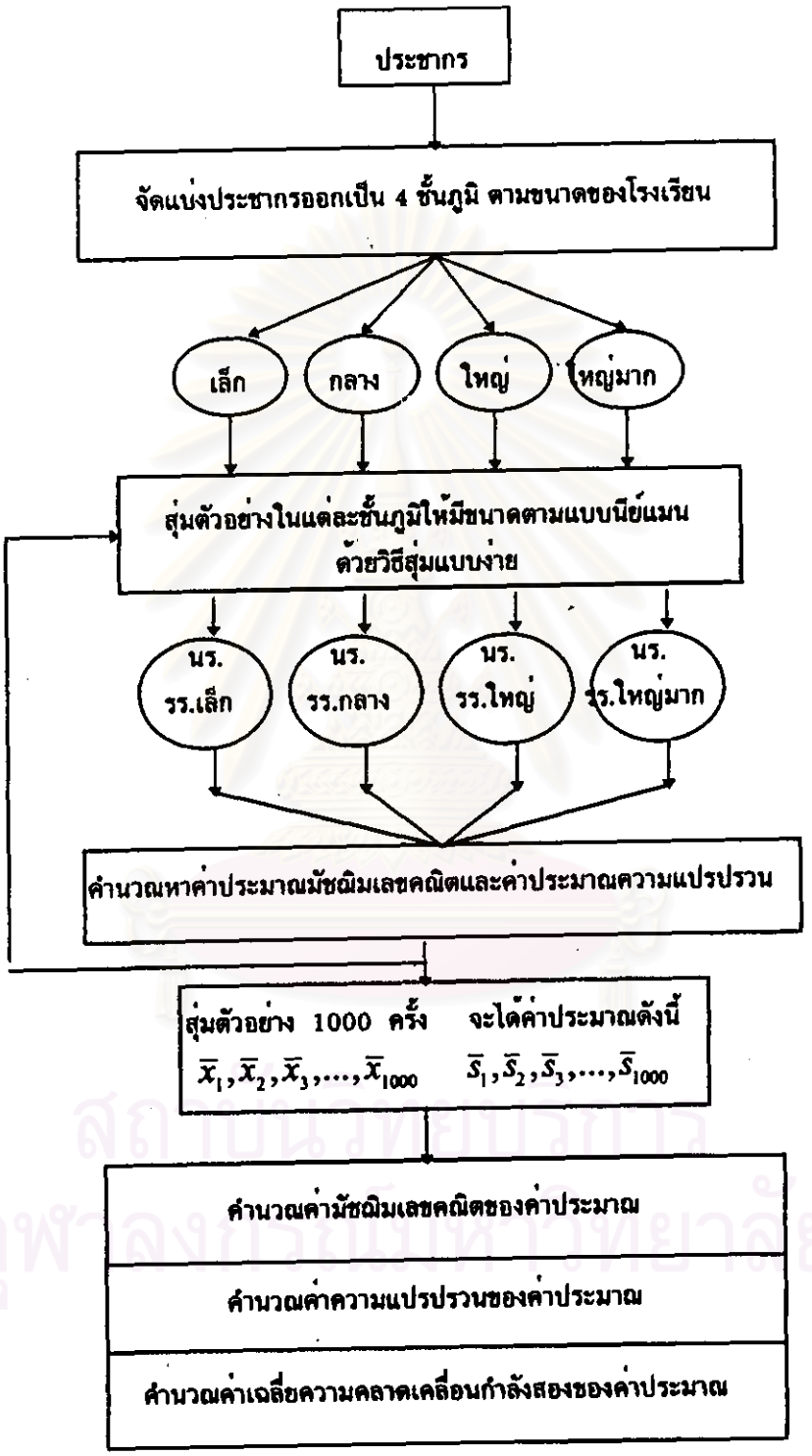
ความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตและค่าประมาณความแปรปรวน ที่ได้จากการสุ่มระหว่างวิธีสุ่มแบบง่ายกับแบบมีระบบที่ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน โดยศึกษาจาก ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative Efficiency) วิธีสุ่มที่มีประสิทธิภาพมากกว่าจะมีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 1 หรือมีค่าเข้าใกล้ 1 มากกว่าวิธีการสุ่มแบบอื่น

ทั้งนี้ ในการสรุปการจัดลำดับวิธีการสุ่มแบบต่าง ๆ ตามคุณสมบัติด้านความมีประสิทธิภาพ จะเรียงลำดับจากวิธีการที่มีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์เท่ากับ 1 มีค่าใกล้เคียง 1 มากที่สุด ไปจนถึงค่าที่ไกลจาก 1 มากที่สุด และวิธีการสุ่มที่ถือว่ามีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป

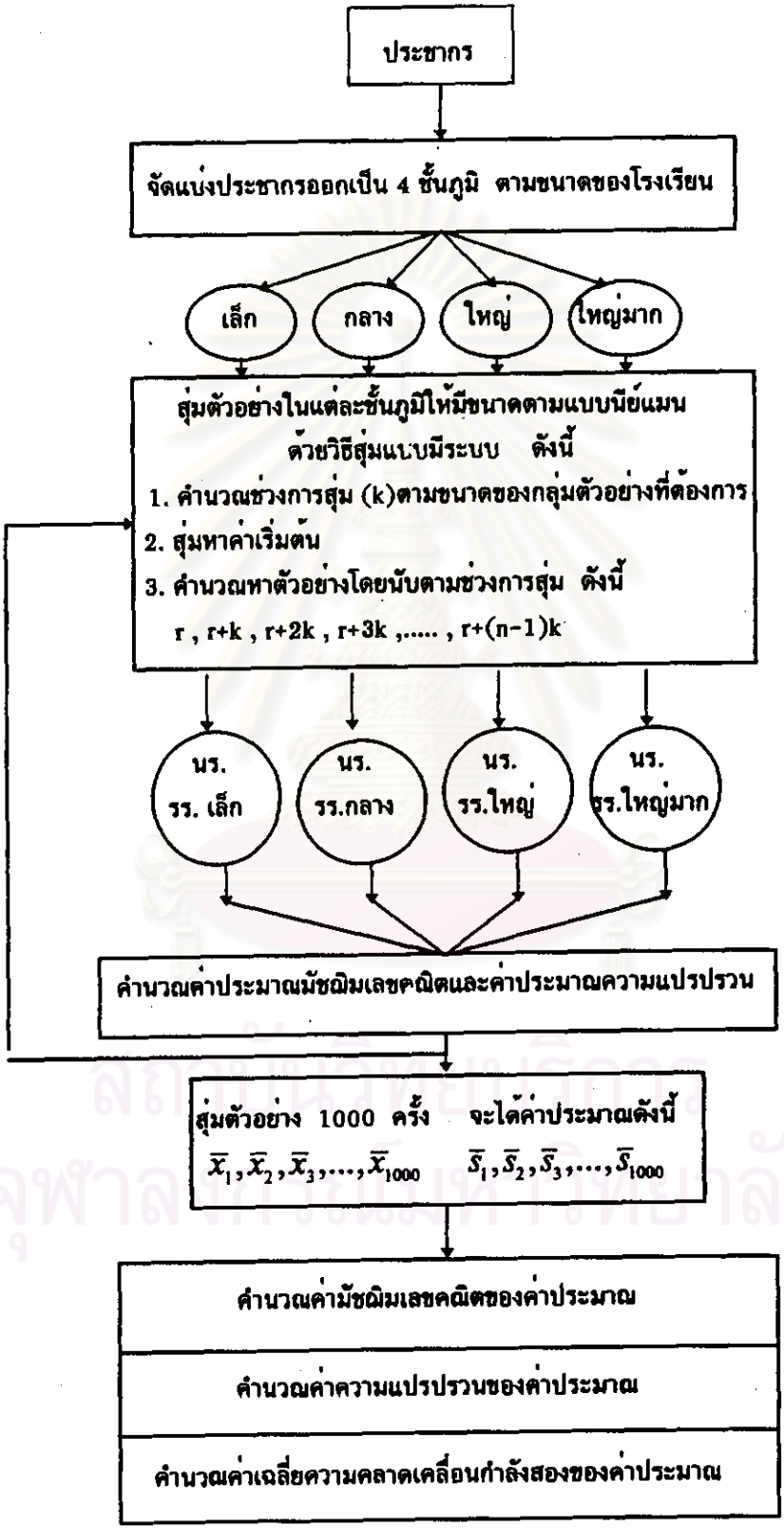
ทั้งนี้ สรุปขั้นตอนการดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแผนภาพ ต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

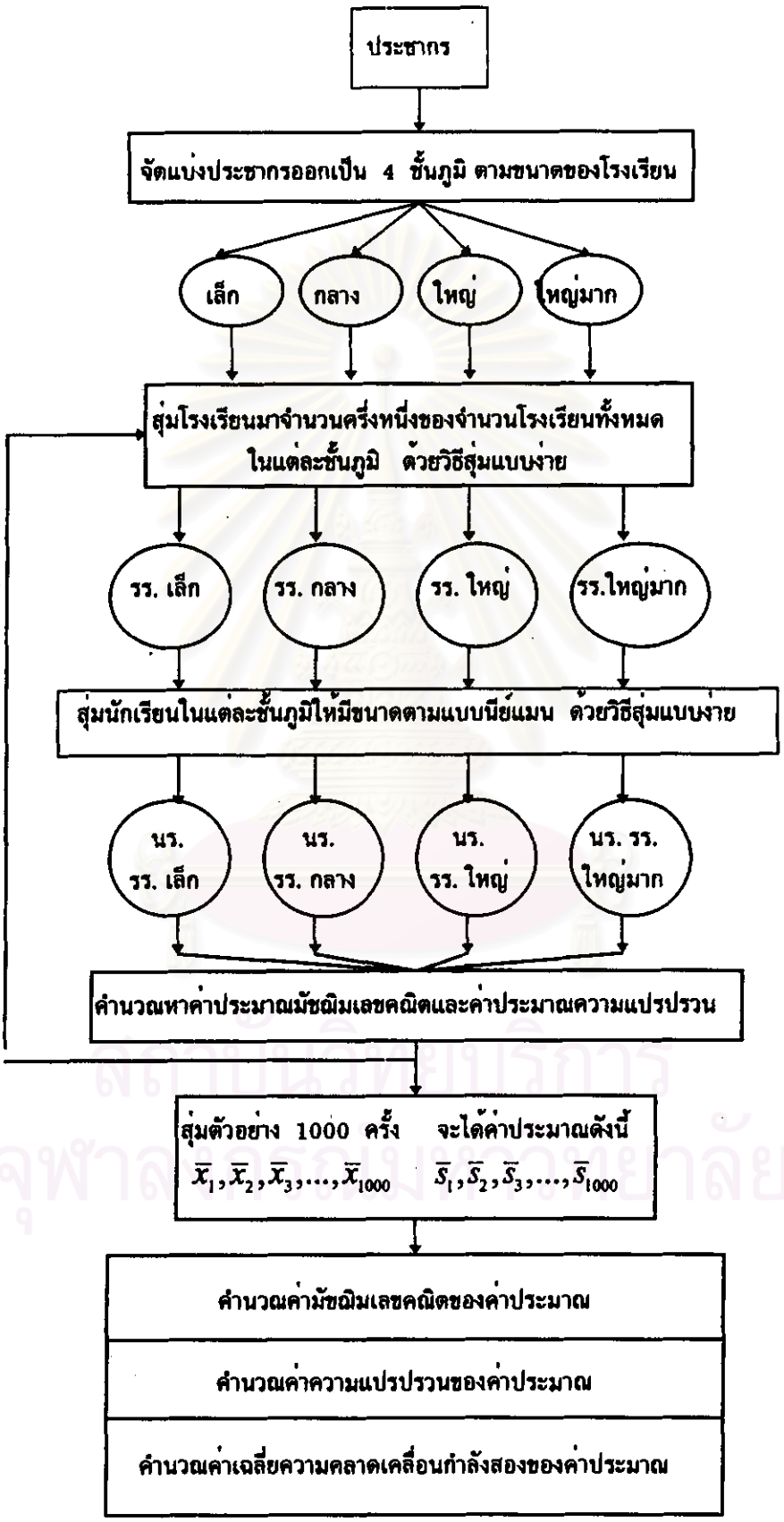
แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบง่าย



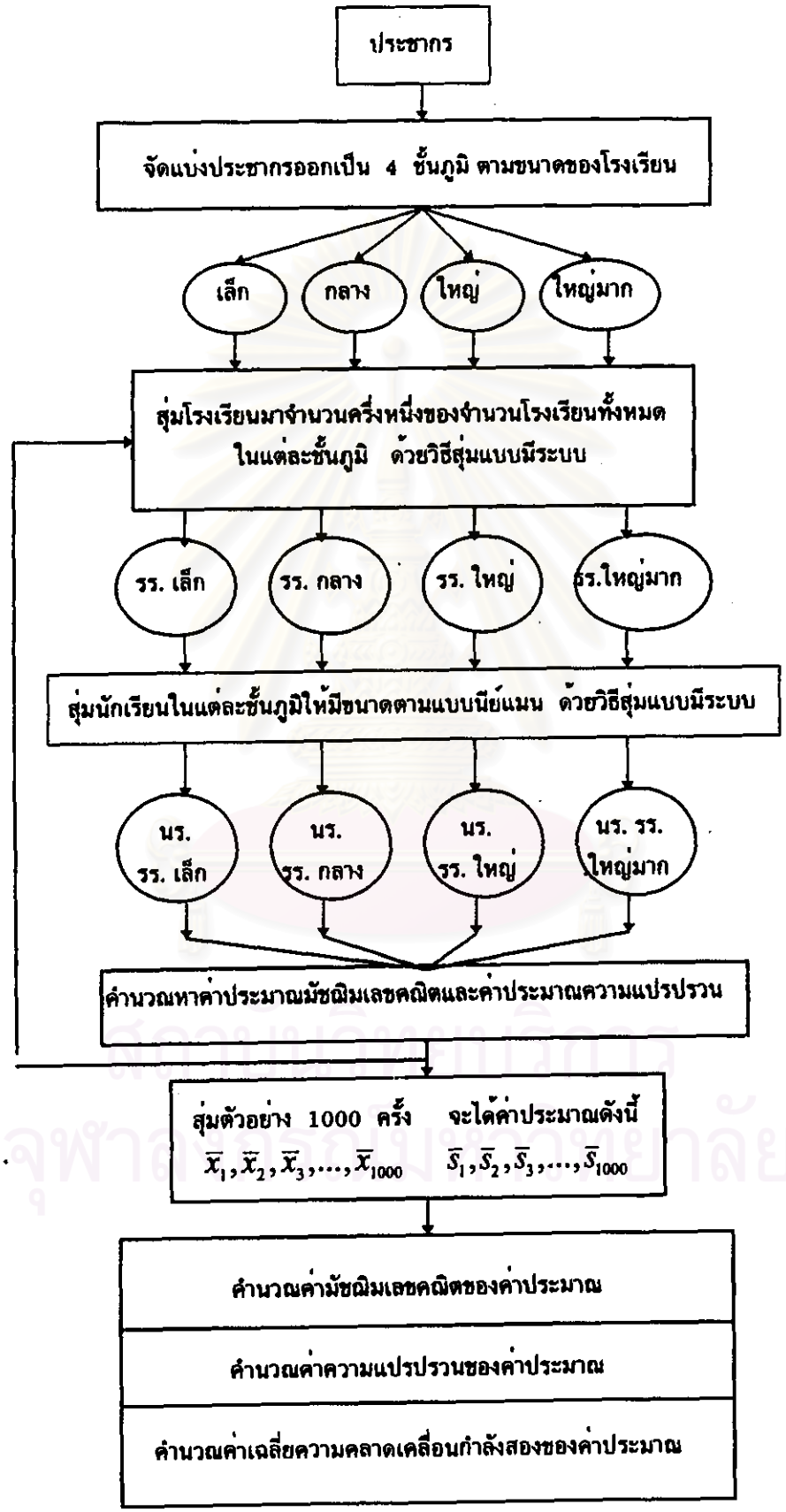
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบมีระบบ



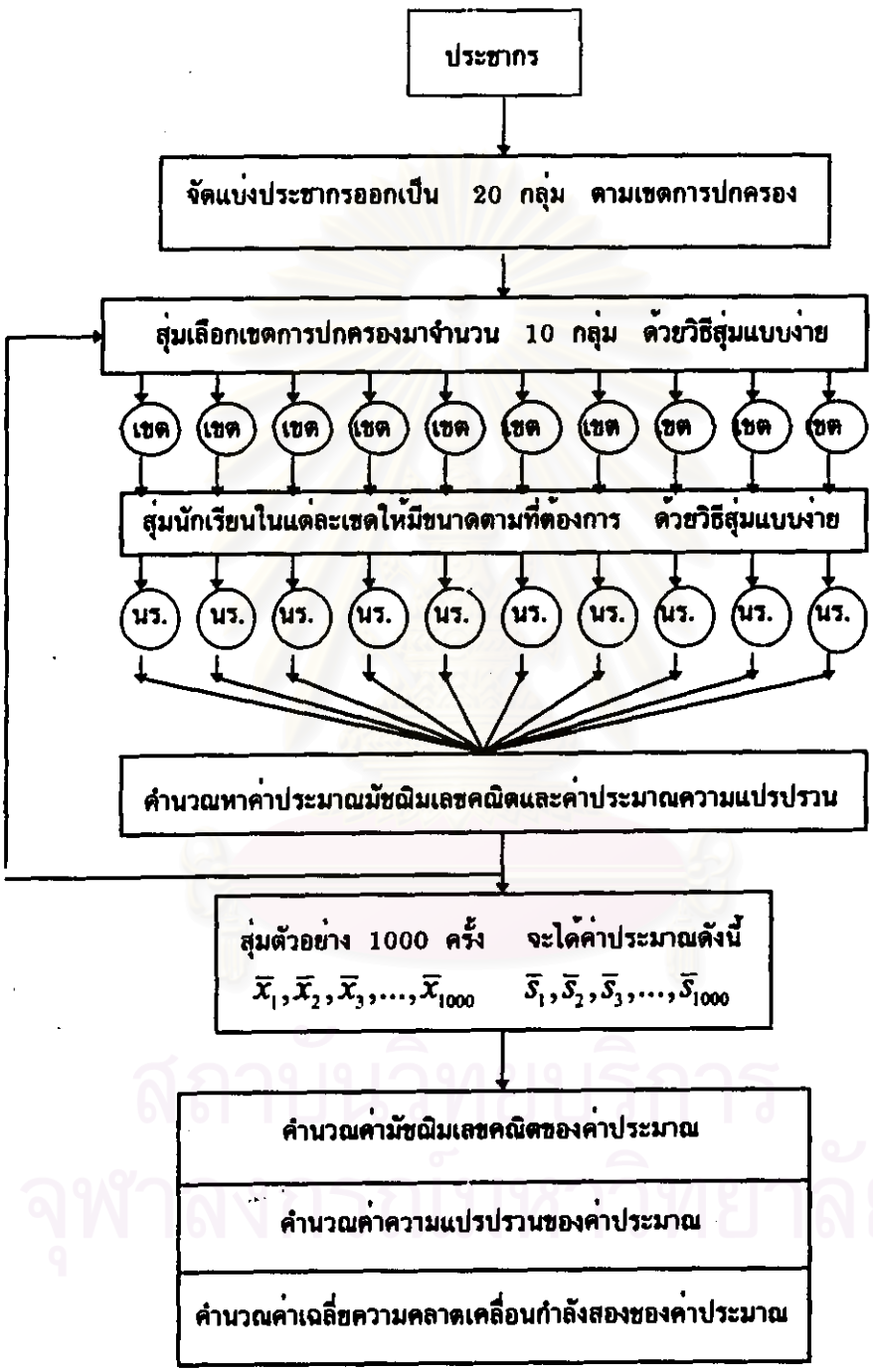
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบง่าย



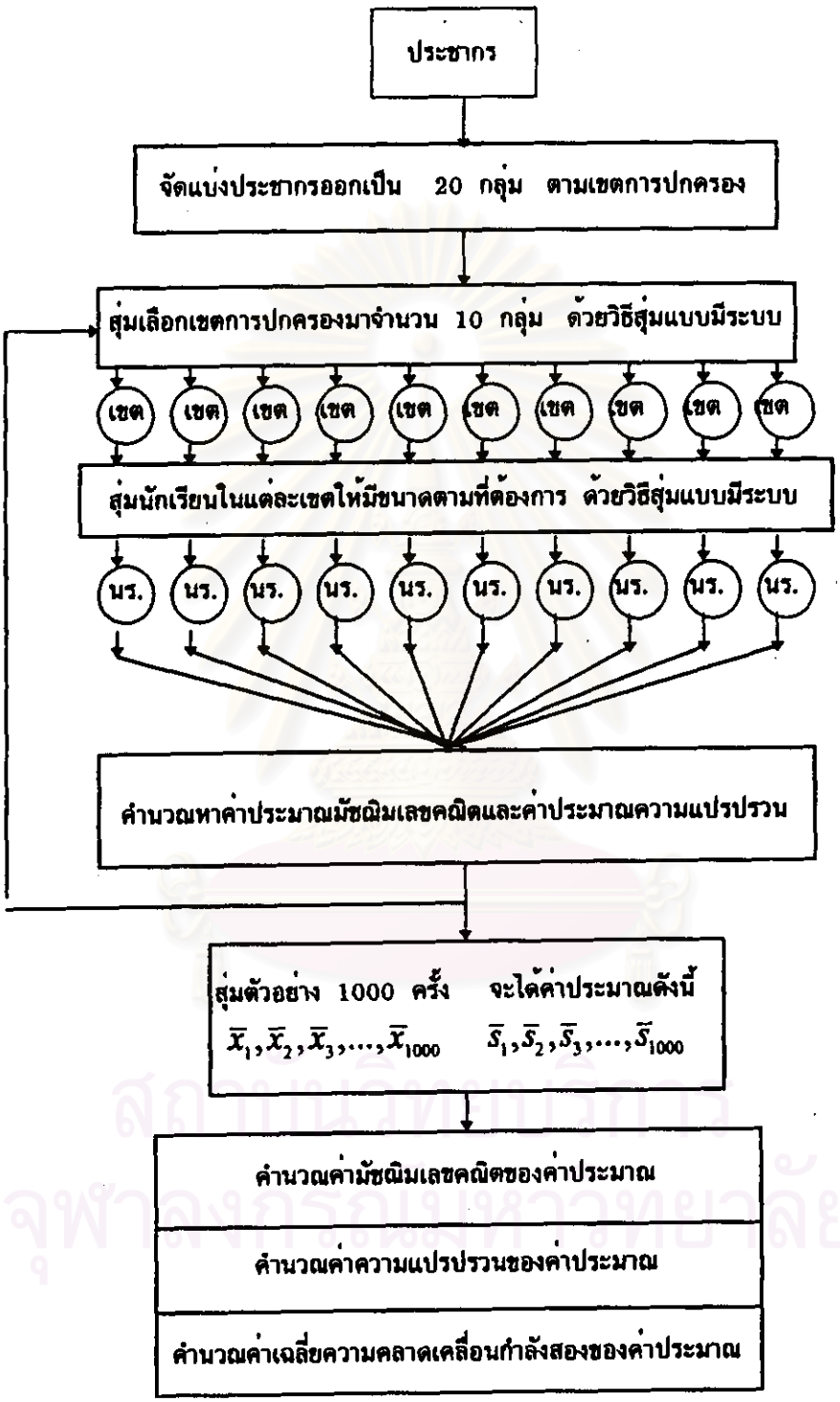
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้น 2 ระยะและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบมีระบบ



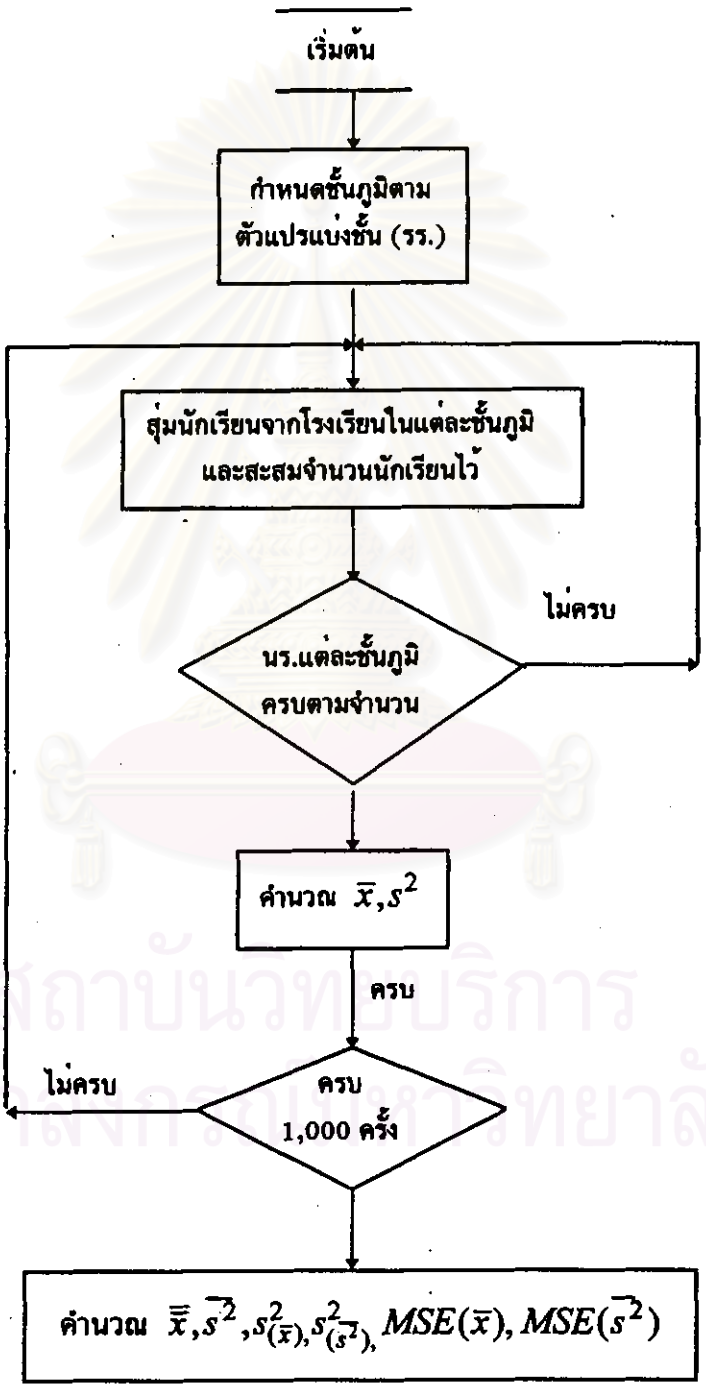
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสุ่มแบบตามกลุ่มและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบง่าย



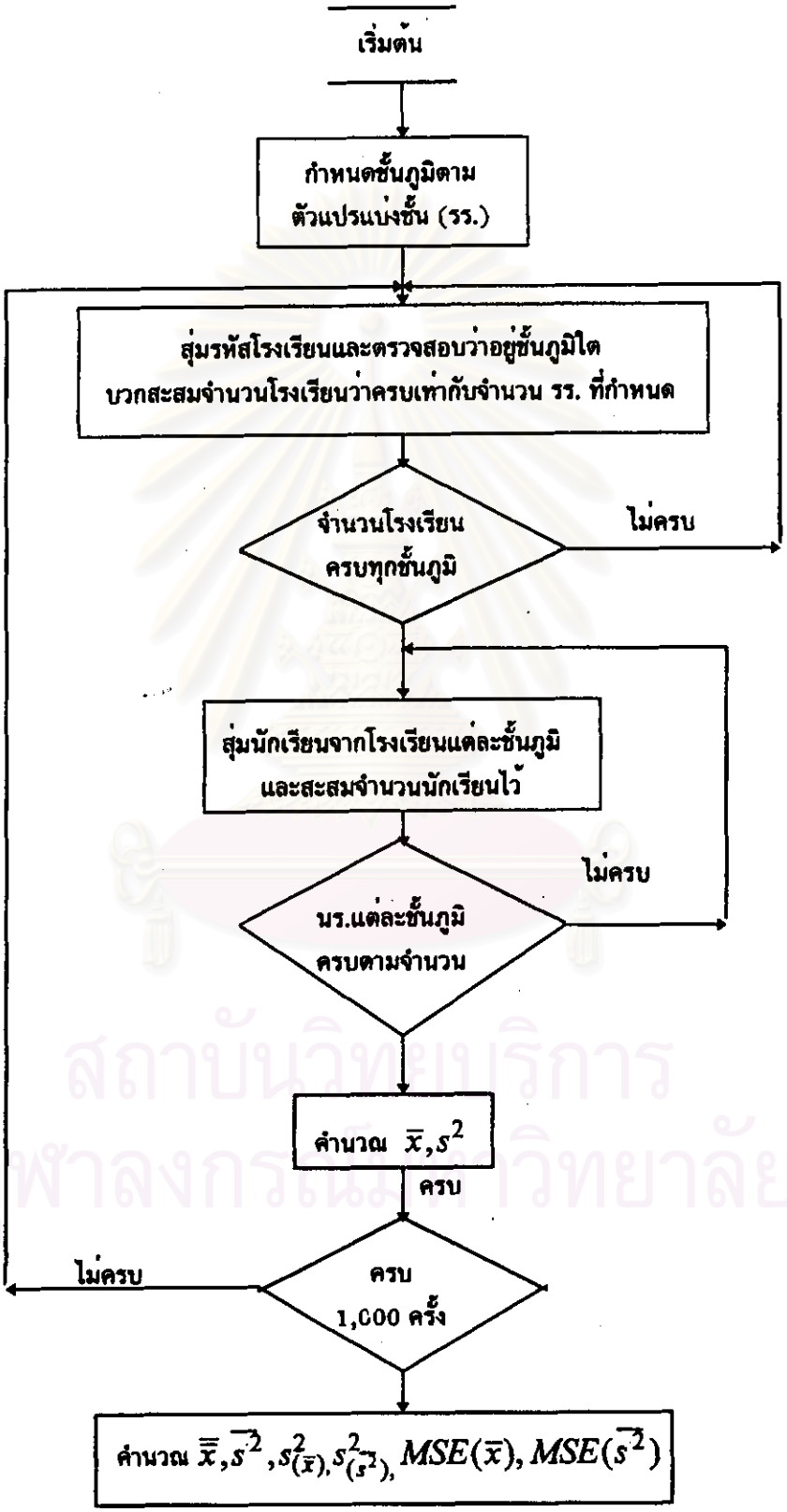
แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการสุ่มแบบตามกลุ่มและสุ่มตัวอย่างจากหน่วยย่อยแบบมีระบบ



แผนภูมิที่ 7 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ของวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น ด้วยคอมพิวเตอร์



แผนภูมิที่ 8 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น 2 ระยะ ด้วยคอมพิวเตอร์



แผนภูมิที่ 9 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามกลุ่ม ด้วยคอมพิวเตอร์