บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิต และค่าความแปรปรวน ที่ได้จากแผนการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น 6 วิธี ซึ่งแตกต่างกันตามตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ 3 ลักษณะ ได้แก่ ขนาดโรงเรียน ประเภทโรงเรียน และเขตอำเภอ และตามวิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อย 2 วิธี ได้แก่ วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน (Neyman Allocation) และวิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบสัดส่วน (Proportion Allocation) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 5 ของกรุงเทพมหานคร จำนวนทั้งสิ้น 9,227 คน ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ในการสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 คะแนนเต็ม 100 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 5 กรุงเทพมหานคร สำหรับการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ใช้สูตร (นิยม ปุราคำ, 2517)

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

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

N คือ ขนาดของประชากร

k คือ ค่าคงที่ตามระดับความเชื่อมั่น ในการวิจัยนี้ใช้ระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ คือ 90% , 95% และ 99% ซึ่งตรงกับค่า k เท่ากับ 1.64 , 1.96 และ 2.57 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นระดับความความเชื่อมั่นที่นิยมใช้กันในทางปฏิบัติ และนิยมสร้างเป็นตารางสำเร็จรูปในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

E คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าสถิติที่ใช้เป็นตัวประมาณค่า($\hat{\theta}$) กับค่าที่แท้จริง (θ) หรือ $E = \left|\hat{\theta} - \theta\right|$ ในการวิจัยนี้กำหนดให้เท่ากับ 1% ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร (E = 0.582257) เนื่องจากเป็นค่าที่น้อย ซึ่งทำให้ค่าประมาณที่ได้จากการคำนวณมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มากขึ้น

σ_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ในการวิจัยนี้มีค่าเท่ากับ 13.9606

จากสูตรและค่าที่กำหนดให้ในข้างต้นนี้ จึงประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามระดับความเชื่อมั่นได้ 3 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 1 ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมตามระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ

ระดับความเชื่อมั่น	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
90 %	1,324
95 %	1,782
99 %	2,690

<u>การเก็บรวบรวมข้อมูล</u> ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

1.ทำหนังสือขอความร่วมมือจากอธิบดีกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2.นำหนังสือขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตท้องที่การศึกษาที่ 5 (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก) กรุงเทพมหานคร เพื่อขอคัดลอกคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2534

3.ผู้วิจัยคัดลอกคะแนนผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 2 โดยคัดลอกจากคะแนนรวมปลายภาค (คะแนนรวม 100 คะแนน)ของนักเรียนที่มีคะแนนผลการเรียนในภาคต้นที่สมบูรณ์เท่านั้นลงในแบบฟอร์มที่เตรียมไว้ และทำการตรวจทานคะแนนที่คัดลอกอีกครั้ง

4.ตรวจสอบความถูกต้องและสมบูรณ์ของข้อมูล แล้วนำข้อมูลดังกล่าวบันทึกลงในแบบลงรหัส

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากประชากรมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติ คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร(μ) ความแปรปรวนของประชากร(σ^2) และขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากร (n) 3 ขนาด คือ จำนวน 1,324 คน , 1782 คน และ 2,690 คน

ในการสุ่มตัวอย่างของการวิจัยนี้ใช้เทคนิคการซิมมูเลชัน โดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาฟอร์แทรน 4 (FORTRAN 4) ซึ่งใช้กับคอมพิวเตอร์ IBM 370/3031 ในระบบ OS/VS1 ของสถาบันบริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างเลขสุ่ม (Random number) ใช้โปรแกรมย่อยสับรูทีน (Subroutine Subprogram) RANDOM (White and Schmidt, 1975; Payne, 1988) ที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มโดยวิธี Congruential Generation Method ได้ถึง 2^{20} หรือ 536,870,912 จำนวนก่อนที่จะเกิดการซ้ำของตัวเลขสุ่ม และโปรแกรมย่อย RANDOM นี้จะให้เลขสุ่มที่มีลักษณะการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (0,1) คอมพิวเตอร์จะทำการสุ่มตัวอย่างตามคำสั่ง CALL RANDOM (IX,RNN) ซึ่ง IX คือ ค่าเริ่มต้น

ที่กำหนดขึ้นก่อนการใช้คำสั่งนี้ ในที่นี้ใช้ 65539 เป็นค่าเริ่มต้น และจากการใช้คำสั่งนี้ 1 ครั้ง จะได้เลขสุ่ม 1 จำนวน คือ RNN และค่า IX ก็จะเปลี่ยนเพื่อเป็นค่าเริ่มต้นของการสุ่มครั้งต่อไป โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM อยู่ในภาคผนวก

ในการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าความแปรปรวน รวมทั้งสถิติเชิงบรรยายของประชากร

2. จัดแบ่งชั้นภูมิของประชากรโดยใช้ตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ คือ ขนาดของโรงเรียน ประเภทของโรงเรียน และเขตอำเภอที่ตั้งของโรงเรียน คำนวณหาสถิติเชิงบรรยายของประชากรย่อยในแต่ละชั้นภูมิตามตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ

3. คำนวนหาขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยในแต่ละชั้นภูมิด้วยวิธีดังนี้ (Cochran, 1977)

3.1 วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบสัดส่วน (Proportional Allocation) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$n_h = \left[\frac{N_h}{N}\right] \cdot n$$

เมื่อ n_h คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยในชั้นภูมิที่ h

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

N_h คือ ขนาดของประชากรย่อยในแต่ละชั้นภูมิ

N คือ ขนาดของประชากรทั้งหมด

3.2 วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน (Neyman Allocation) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$n_h = \left[\frac{N_h \cdot \sigma_h}{\sum_{h=1} \sigma_h N_h}\right] \cdot n$$

σ_h คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรย่อยในชั้นภูมิที่ h

ตารางที่ 2 แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่จำแนกชั้นภูมิตาม ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และเขตอำเภอ โดยวิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน และแบบสัดส่วน เมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 90%

ตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ	วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อย	
	นีย์แมน	สัดส่วน
1. ประเภทโรงเรียน		
ชาย	71	89
หญิง	76	81
สหศึกษา	1,177	1,154
2. ขนาดโรงเรียน		
เล็ก	66	71
กลาง	500	567
ใหญ่	310	302
ใหญ่พิเศษ	448	384
3. เขตอำเภอ		
บางกะปิ	397	350
มีนบุรี	155	170
ลาดกระบัง	215	268
หนองจอก	60	77
ลาดพร้าว	209	190
บึงกุ่ม	288	269

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่จำแนกชั้นภูมิตาม ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และเขตอำเภอ โดยวิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน และแบบสัดส่วน เมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ	วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อย	
	นีย์แมน	สัดส่วน
1. ประเภทโรงเรียน		
ชาย	95	119
หญิง	102	110
สหศึกษา	1,585	1,153
2. ขนาดโรงเรียน		
เล็ก	88	96
กลาง	673	764
ใหญ่	417	406
ใหญ่พิเศษ	604	516
3. เขตอำเภอ		
บางกะปิ	535	471
มีนบุรี	208	230
ลาดกระบัง	289	360
หนองจอก	81	104
ลาดพร้าว	281	255
บึงกุ่ม	388	362

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 แสดงขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่จำแนกชั้นภูมิตาม ประเภทโรงเรียน ขนาดโรงเรียน และเขตอำเภอ โดยวิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน และแบบสัดส่วน เมื่อใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ	วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อย	
	นีย์แมน	สัดส่วน
1. ประเภทโรงเรียน		
ชาย	144	180
หญิง	154	166
สหศึกษา	2,392	2,344
2. ขนาดโรงเรียน		
เล็ก	133	145
กลาง	1,016	1,153
ใหญ่	630	613
ใหญ่พิเศษ	911	779
3. เขตอำเภอ		
บางกะปิ	807	712
มีนบุรี	314	346
ลาดกระบัง	436	544
หนองจอก	123	157
ลาดพร้าว	425	385
บึงกุ่ม	585	546

4. ดำเนินการสุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น ตามประเภทของตัวแปรที่ใช้จำแนกชั้นภูมิและวิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยที่กล่าวมาแล้ว โดยในแต่ละแบบของการสุ่มนั้นจะทำการสุ่มโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ภาษาฟอร์แทรน 4 โปรแกรมย่อยสับรูทีน RANDOM ในการสุ่มจำนวน 1,000 ครั้ง

5. นำกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มได้ในแต่ละครั้ง ของแต่ละแบบการสุ่ม มาคำนวณหาค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต และค่าประมาณความแปรปรวน ของประชากร ดังนี้ (Cochran, 1977; Yamane, 1967)

$$\bar{X}_{st} = \frac{\sum_{h=1}^{L} N_h \bar{X}_h}{N}$$

$$S^2_{st} = \frac{\sum_{h=1}^{L} N_h (S^2_h + (\bar{X}_h - \bar{X}_{st})^2)}{N_h}$$

เมื่อ N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

N_h คือ จำนวนประชากรย่อยในชั้นภูมิที่ h

n_h คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างย่อยในชั้นภูมิที่ h

$\bar{X}_h$ คือ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h

S^2_h คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างในชั้นภูมิที่ h

จากการสุ่มตัวอย่าง 1,000 ครั้ง จะได้ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร 1,000 ค่า ดังนี้ $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \ldots\ldots, \bar{X}_{1000}$ และ ค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร 1,000 ค่า ดังนี้ $S^2_1, S^2_2, \ldots\ldots, S^2_{1000}$

6. คำนวนหาค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร และค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณความแปรปรวน ดังนี้

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

$$\bar{S}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{1000} S_i^2}{1000}$$

7. คำนวณหาค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร และค่าความแปรปรวนของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ดังนี้

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

$$\sigma^2_{S^2} = \frac{\sum_{i=1}^{1000} (S_i^2 - \bar{S}^2)^2}{1000}$$

8. คำนวนหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ดังนี้

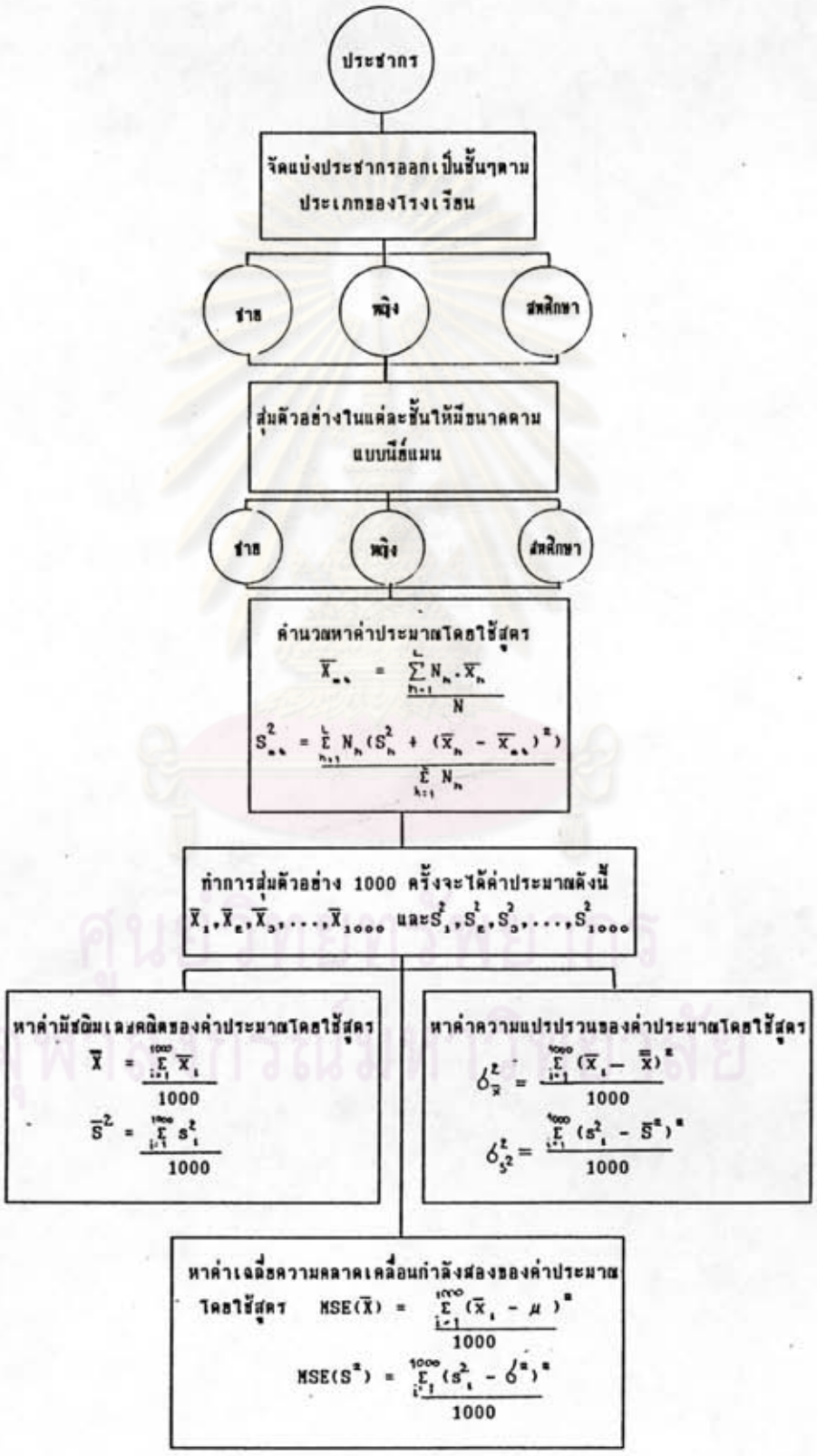
$$MSE(\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^{1000} (\bar{X}_i - \mu)^2}{1000}$$

$$MSE(S^2) = \frac{\sum_{i=1}^{1000} (S_i^2 - \sigma^2)^2}{1000}$$

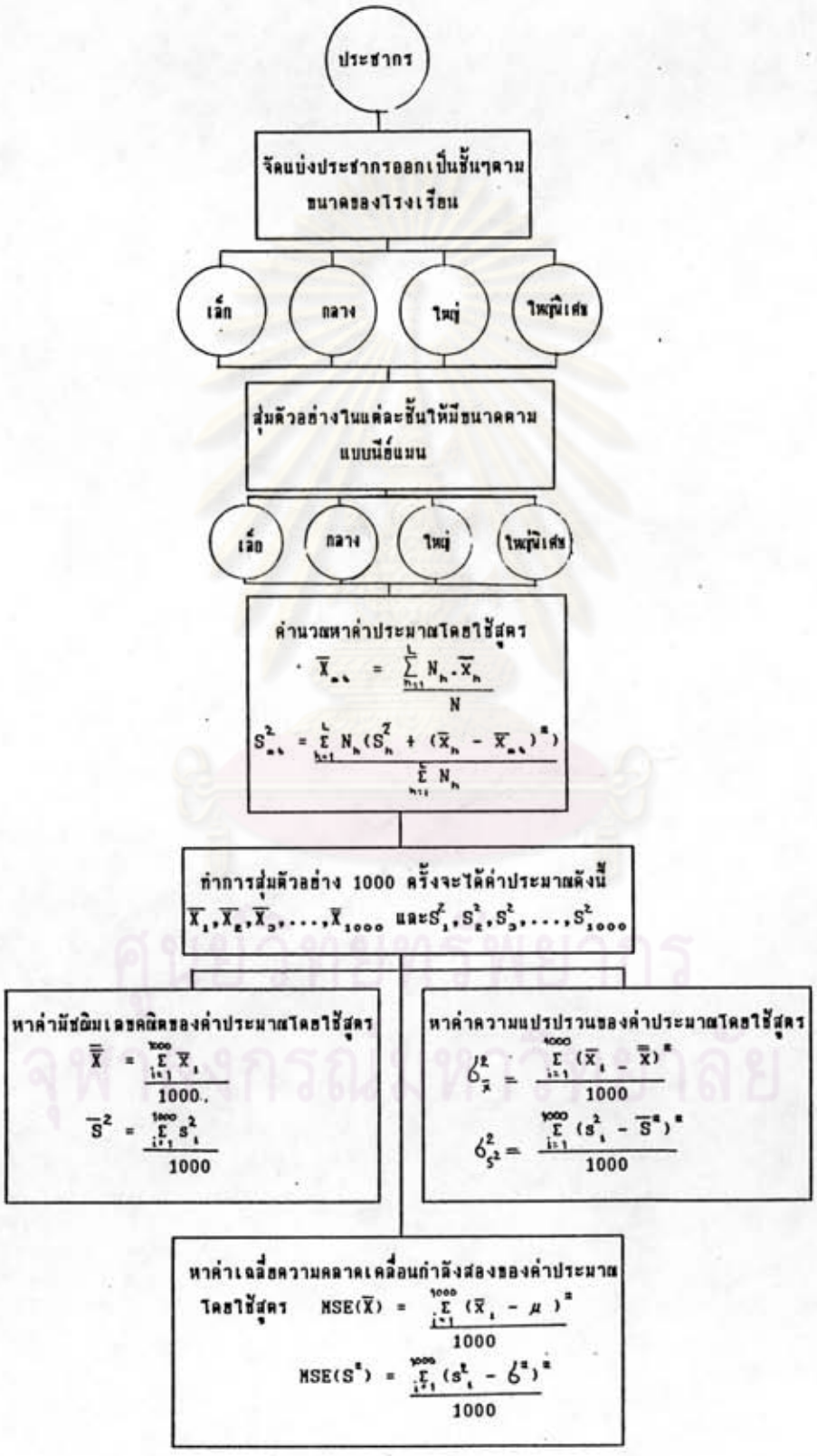
สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดได้ดังแผนภาพต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

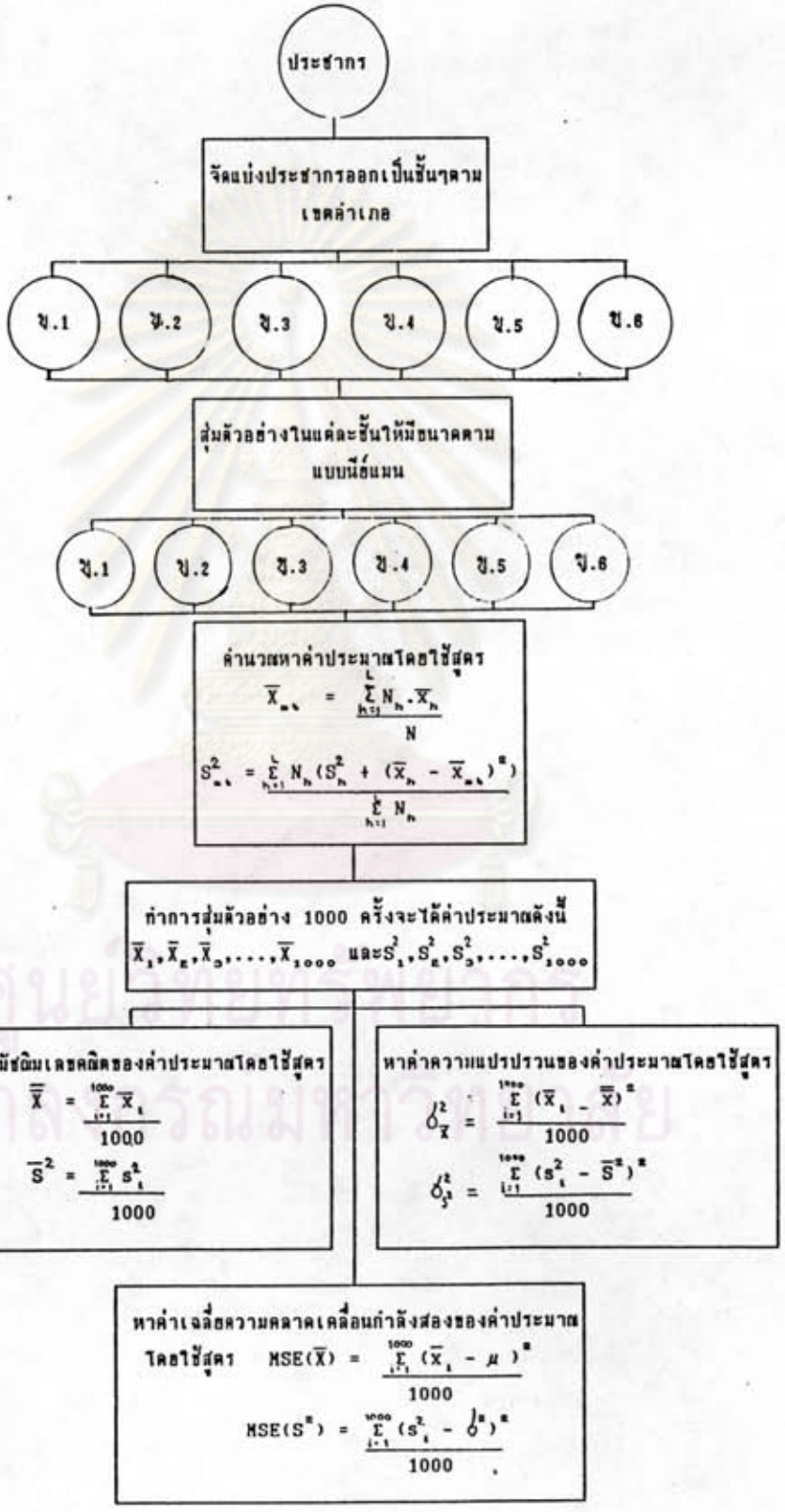
แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้ประเภทของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน



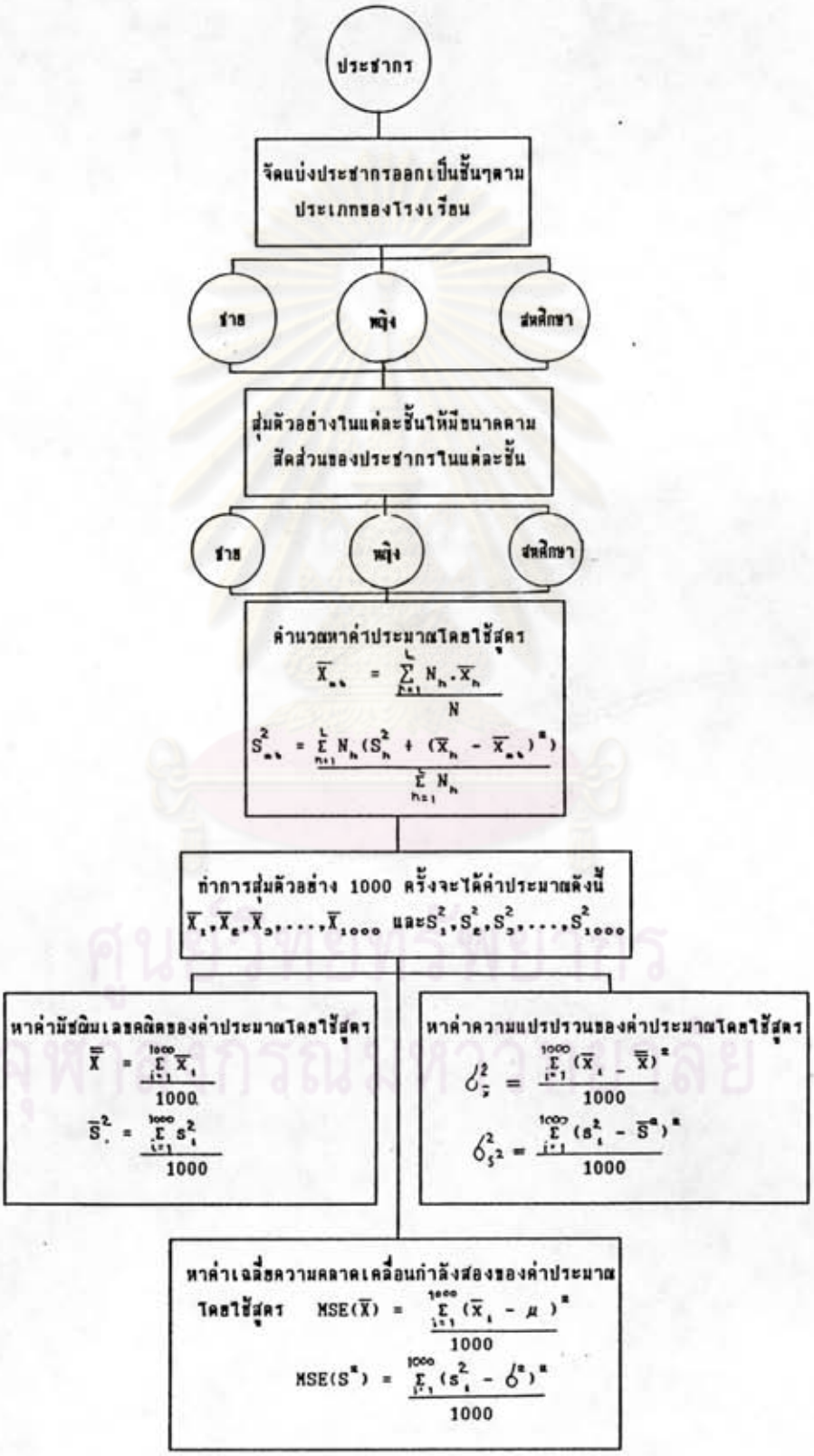
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน



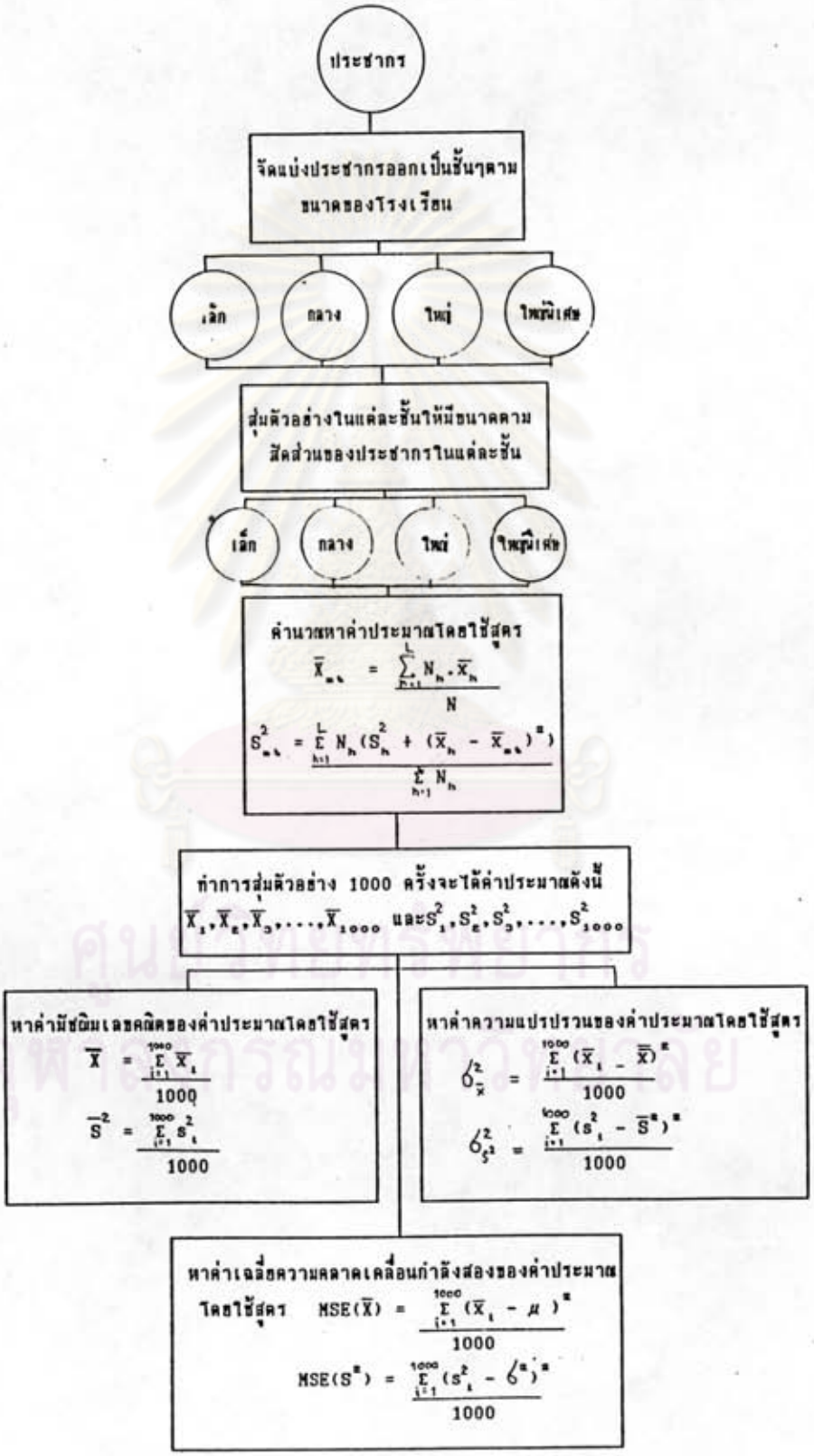
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้เขตอำเภอเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบนีย์แมน



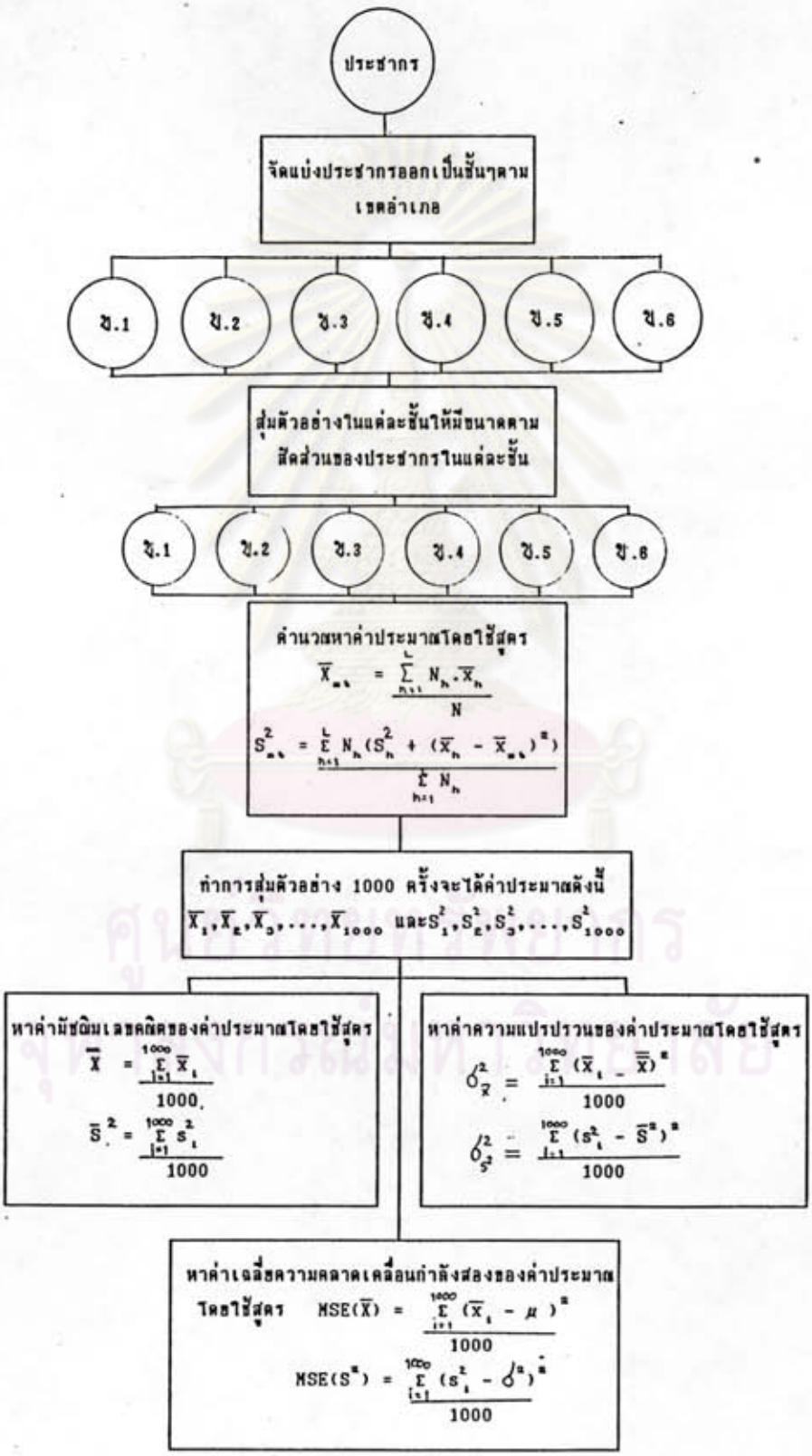
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้ประเภทของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบสัดส่วน



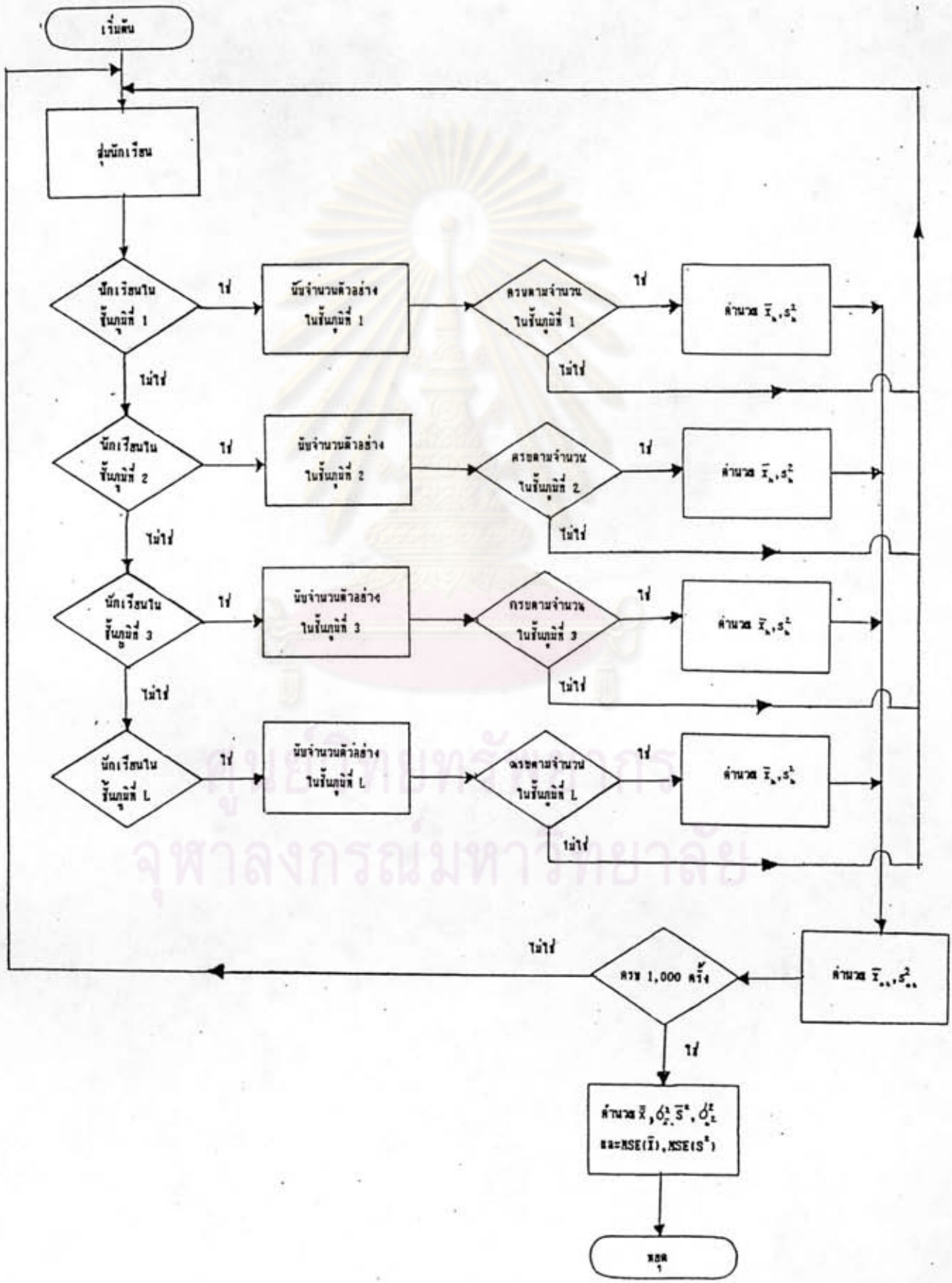
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้ขนาดของโรงเรียนเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบสัดส่วน



แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการสุ่มแบบแบ่งชั้นเมื่อใช้เขตอำเภอเป็นตัวแปรจำแนกชั้นภูมิ และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างย่อยแบบสัดส่วน



แผนภูมิที่ 7 โปรแกรมแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์ของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นด้วยคอมพิวเตอร์



เกณฑ์ในการเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้นทั้ง 6 วิธี มีเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ดังนี้

1. ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ คือ มัชฌิมเลขคณิตของประชากร ใช้เกณฑ์การพิจารณาวิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้ต่อไปนี้

1.1 ความใกล้เคียงของค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต ($\bar{\bar{X}}$) ของวิธีการสุ่มวิธีนั้น กับ ค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร (μ) เนื่องจากในการคำนวณหาค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (E) ระหว่างค่าประมาณกับค่าพารามิเตอร์ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ไม่เกิน 1% ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาความใกล้เคียงระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร โดยที่ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร จะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1% ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร นั่นคือ จากการสุ่ม 1,000 ครั้ง วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร มีค่าอยู่ในช่วง $57.6434 < \bar{\bar{X}} < 58.8080$

1.2 ค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ($\sigma^2_{\bar{X}}$) วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

1.3 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ($MSE(\bar{\bar{X}})$) วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

นั่นคือ วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่ามัชฌิมเลขคณิตมากที่สุด จะต้องมีค่าค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต ที่สามารถประมาณค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรได้ผิดพลาดไม่เกิน 1% ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร มีค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น และ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

2. ในกรณีที่ค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าความแปรปรวนของประชากร ใช้เกณฑ์การพิจารณาวิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพโดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้ต่อไปนี้

2.1 ความใกล้เคียงของค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ($\bar{S}^2$) ของวิธีการสุ่มวิธีนั้น กับ ค่าความแปรปรวนของประชากร (σ^2) เนื่องจากในการคำนวณหาค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (E) ระหว่างค่าประมาณกับค่าพารามิเตอร์ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ไม่เกิน 1% ของค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากร ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาความใกล้เคียงระหว่างค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณความแปรปรวน กับค่าความแปรปรวนของประชากร โดยที่ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณความแปรปรวนที่ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าความแปรปรวนของประชากร จะต้องมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1% ของค่าความแปรปรวนของประชากร นั่นคือ จากการสุ่ม 1,000 ครั้ง วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร มีค่าอยู่ในช่วง $192.9487 < \bar{S}^2 < 196.8467$

2.2 ค่าความแปรปรวนของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ($\sigma^2_{S^2}$) วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่าความแปรปรวนของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากรต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

2.3 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากร ($MSE(S^2)$) วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพจะต้องให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณความแปรปรวนของประชากรต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

นั่นคือ วิธีการสุ่มที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าความแปรปรวนมากที่สุด จะต้องมีค่าค่าประมาณความแปรปรวน ที่สามารถประมาณค่าความแปรปรวนของประชากรได้ผิดพลาดไม่เกิน 1% ของค่าความแปรปรวนของประชากร มีค่าความแปรปรวนของค่าประมาณความแปรปรวนต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น และ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณความแปรปรวนต่ำกว่าวิธีการสุ่มวิธีอื่น

3. ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (Relative efficiency) โดยแยกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากร 3 ขนาด ซึ่งจะใช้เกณฑ์การพิจารณาจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณของวิธีการสุ่มต่างๆในแต่ละคู่ โดยใช้วิธีการสุ่มที่มีค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่มีค่าน้อยที่สุดในการสุ่มแต่ละขนาดเป็นตัวเทียบ ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในรูปของอัตราส่วนได้ดังนี้

$$MSE_{rel} = \frac{MSE\ (X_{min})}{MSE\ (X_i)}$$

วิธีการสุ่ม j จะมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสุ่ม k เมื่อประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการสุ่ม j มีค่าใกล้ 1 มากกว่าวิธีการสุ่ม k

เมื่อ MSE_{rel} คือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของวิธีการสุ่ม

$MSE(X_{min})$ คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่มีค่าน้อยที่สุดของวิธีการสุ่มทั้งหมดที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน

$MSE(X_i)$ คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการสุ่มใด ๆ ที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เท่ากัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย