หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิทั้งในขั้นตอนการวางแผนและขั้นตอนการประมาณค่ากับสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิในขั้นตอนการวางแผนแต่ทราบในขั้นตอนการประมาณค่า โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว และกรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน ในการศึกษาได้กำหนดรูปแบบการแจกแจงของประชากรทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบปกติปลอมปน การแจกแจงแบบแกมมา และการแจกแจงแบบเบ้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมในรูปแบบต่าง ๆ ของการแจกแจงที่พบกันมากในทางปฏิบัติ สำหรับขนาดของประชากรได้กำหนดเท่ากับ 10,000 ส่วนขนาดตัวอย่างได้กำหนดเป็น 5 ขนาด คือ 200 300 500 1000 2000 โดยใช้วิธีของเนย์แมน ในการกำหนดขนาดตัวอย่างของแต่ละชั้นภูมิ วิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิได้กำหนดเป็น 2 วิธี คือ วิธีการแบ่ง โดยให้มีช่วงของชั้นภูมิเท่ากันทุกชั้นภูมิ และวิธี Cumulative $\sqrt{f}$ ซึ่งจะเห็นว่าวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิ วิธีแรกแม้จะไม่มีจุดประสงค์ในการลดความแปรปรวนเพื่อเพิ่มคุณภาพของตัวประมาณดังเช่นวิธีที่ 2 แต่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในขอบเขตของการวิจัยด้วยเนื่องจากในปัจจุบันหลาย ๆ หน่วยงานยังคงใช้วิธีการนี้อยู่ สำหรับขอบเขตสุดท้ายที่ต้องกำหนดคือ จำนวนชั้นภูมิ ทั้งนี้ในการวิจัยได้กำหนดจำนวนชั้นภูมิเท่ากับ 6 ชั้นภูมิ ทุกรูปแบบที่ศึกษา

สำหรับวิธีการวิจัยเพื่อหาคำตอบตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้ใช้เทคนิคการจำลองแบบของมอนติคาร์โลในการแก้ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละวิธีที่ศึกษาให้ค่าความแปรปรวนซึ่งนอกจากจะอยู่ในรูปฟังก์ชันของ n (กรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว) หรือ n'' (กรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน) แล้ว ยังอยู่ในรูปฟังก์ชันของ n' ซึ่งเป็นขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจเพื่อหาค่าของ w_h , s_h ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการกำหนดขนาดของ n_h (กรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว) หรือ n''_h (กรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของ

สัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน) ซึ่งจากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงไม่สามารถที่จะทำการเปรียบเทียบความแปรปรวนของตัวประมาณจากแต่ละวิธีการ โดยการพิจารณาในรูปของเทอมต่าง ๆ ดังเช่น การเปรียบเทียบ V_{ran} , V_{prop} และ V_{opt} (Cochran 1977:99-101) ได้ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากสูตรของความแปรปรวนของตัวประมาณในแต่ละวิธีการไม่สามารถที่จะบ่งบอกได้ว่าระหว่างตัวแปร n หรือ n'' กับตัวแปร n' ตัวแปรใดมีบทบาทต่อค่าความแปรปรวนที่ได้รับมากน้อยอย่างไร และในสัดส่วนเท่าใด

3.1 วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method)

เทคนิคที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีอยู่หลายวิธี วิธีมอนติคาร์โล เป็นวิธีหนึ่งที่จะใช้แก้ปัญหาได้ และเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน แฮมเมอร์สเลย์ และแฮนสโคมบ์ (Hammersley and Handscomb 1964:2) กล่าวว่า วิธีมอนติคาร์โลเป็นสาขาหนึ่งของคณิตศาสตร์เชิงทดลอง ซึ่งหลักการของวิธีมอนติคาร์โลนั้นจะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เทคนิคมอนติคาร์โลดังกล่าว โดยการสร้างข้อมูลที่มีสภาพการแจกแจงตามที่ต้องการศึกษา ซึ่งขั้นตอนของวิธีมอนติคาร์โลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ตลอดจนรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 <u>การสร้างตัวเลขสุ่ม</u> (Random Number) การใช้ตัวเลขสุ่มเป็นสิ่งที่สำคัญมากในวิธีมอนติคาร์โล ทั้งนี้เพราะว่า หลักการของวิธีนี้จะใช้ตัวเลขสุ่มมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ลักษณะของตัวเลขสุ่มจะมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (uniform) ในช่วง (0,1) สำหรับวิธีการสร้างตัวเลขสุ่ม มีผู้เสนอไว้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ดีนั้นลักษณะของตัวเลขสุ่มที่เกิดขึ้นจะต้องมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) และเป็นอิสระต่อกัน

3.1.2 <u>การประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขสุ่ม</u> ซึ่งขั้นตอนนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่ต้องการศึกษา บางปัญหาอาจจะไม่ใช้ตัวเลขสุ่มโดยตรง แต่อาจจะมีขั้นตอนอื่น ๆ อีกหลายขั้นตอนที่ต้องใช้ตัวเลขสุ่ม

3.1.3 <u>การทดลองกระทำ</u> เมื่อประยุกต์ปัญหาให้ใช้กับตัวเลขสุ่มได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การทดลองโดยใช้กระบวนการของการสุ่ม (Random Process) มากระทำในลักษณะที่ซ้ำ ๆ กัน (Replication) เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษา

3.2 แผนการทดลอง

ในการวิจัยเพื่อค้นหาคำตอบสำหรับสิ่งที่ต้องการศึกษาในครั้งนี้ ได้จำลองการแจกแจงของประชากรในรูปแบบซึ่งมีลักษณะและการกระจายที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบปกติปลอมปน การแจกแจงแบบแกมมา และการแจกแจงแบบเบ้ ซึ่งในแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดของแผนการทดลองที่จะทำการศึกษา ดังนี้

3.2.1 การแจกแจงแบบปกติ

การแจกแจงแบบปกติ ประกอบด้วยตัวพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน ซึ่งจะต้องกำหนดขึ้นเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองแบบของข้อมูลขึ้น รายละเอียดของแผนการทดลองที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการแจกแจงแบบปกติ

μ \ σ^2	65	205	315	625
25	25,65	25,205	25,315	25,625

3.2.2 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน

การแจกแจงแบบปกติปลอมปน ประกอบด้วยตัวพารามิเตอร์ 4 ตัว คือ ค่าสเกลแฟคเตอร์ ค่าสัดส่วนของการปลอมปน ค่าพารามิเตอร์กำหนดค่าเฉลี่ย และค่าพารามิเตอร์กำหนดความแปรปรวน ซึ่งจะต้องกำหนดขึ้น สำหรับรายละเอียดของแผนการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าสเกลแฟคเตอร์ ค่าสัดส่วนของการปลอมปน ค่าพารามิเตอร์กำหนดค่าเฉลี่ย และค่าพารามิเตอร์กำหนดความแปรปรวน ที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการแจกแจงแบบปกติปลอมปน

c,p \ μ,σ^2	25,65	25,205	25,315	25,625
3,0.01	3,0.01,25,65	3,0.01,25,205	3,0.01,25,315	3,0.01,25,625
3,0.05	3,0.05,25,65	3,0.05,25,205	3,0.05,25,315	3,0.05,25,625
3,0.10	3,0.10,25,65	3,0.10,25,205	3,0.10,25,315	3,0.10,25,625
3,0.25	3,0.25,25,65	3,0.25,25,205	3,0.25,25,315	3,0.25,25,625
10,0.01	10,0.01,25,65	10,0.01,25,205	10,0.01,25,315	10,0.01,25,625
10,0.05	10,0.05,25,65	10,0.05,25,205	10,0.05,25,315	10,0.05,25,625
10,0.10	10,0.10,25,65	10,0.10,25,205	10,0.10,25,315	10,0.10,25,625
10,0.25	10,0.25,25,65	10,0.25,25,205	10,0.25,25,315	10,0.25,25,625

3.2.3 การแจกแจงแบบแกมมา

การแจกแจงแบบแกมมา ประกอบด้วยตัวพารามิเตอร์ที่จะต้องกำหนดเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองแบบของข้อมูลขึ้น 2 ตัว คือ ค่าแอลฟา และค่าเบตา สำหรับรายละเอียดของแผนการทดลองที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าแอลฟา และค่าเบตา ที่ใช้ในการวิจัยสำหรับการแจกแจงแบบแกมมา

α \ β	30	50
1	1,30	-
2	2,30	-
3	-	3,50
10	-	10,50

3.2.4 การแจกแจงแบบเบ้

การแจกแจงแบบเบ้ ประกอบด้วยตัวพารามิเตอร์ที่จะต้องกำหนด 4 ตัว คือ ค่ากำหนดค่าเฉลี่ย ค่ากำหนดความแปรปรวน ค่ากำหนดความเบ้ และค่ากำหนดความโด่ง ซึ่งถูกแปลงมาจากค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง ตามที่ต้องการ รายละเอียดของแผนการทดลองได้กำหนดในรูปของ S,K,μ และ σ^2 ซึ่งแสดงไว้ในตาราง ที่ 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าความเบ้ ค่าความโด่ง ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวน ที่ใช้ในการวิจัย สำหรับการแจกแจงแบบเบ้

S,K \ μ,σ^2	25,65	25,205	25,315	25,625
0.25,3	0.25,3,25,65	0.25,3,25,205	0.25,3,25,315	0.25,3,25,625
0.50,3	0.50,3,25,65	0.50,3,25,205	0.50,3,25,315	0.50,3,25,625
0.75,3	0.75,3,25,65	0.75,3,25,205	0.75,3,25,315	0.75,3,25,625
0.85,3	0.85,3,25,65	0.85,3,25,205	0.85,3,25,315	0.85,3,25,625

3.3 ขั้นตอนในการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัย แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างโปรแกรมย่อย สำหรับสร้างการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

2. การแบ่งประชากรออกเป็น 6 ชั้นภูมิ ตามวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิที่กำหนด

3. การหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณในแต่ละกรณี

4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ โดยใช้ความแปรปรวนในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิในขั้นตอนการวางแผนแต่ทราบในขั้นตอนการประมาณค่าเป็นฐานในการเปรียบเทียบ

5. การกระทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 - ขั้นตอนที่ 4 จนครบทุกสถานการณ์ตามขอบเขตของการวิจัยที่กำหนด

ซึ่งรายละเอียดสำหรับแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.3.1 การสร้างโปรแกรมย่อยสำหรับสร้างการแจกแจงของประชากรตามที่กำหนด

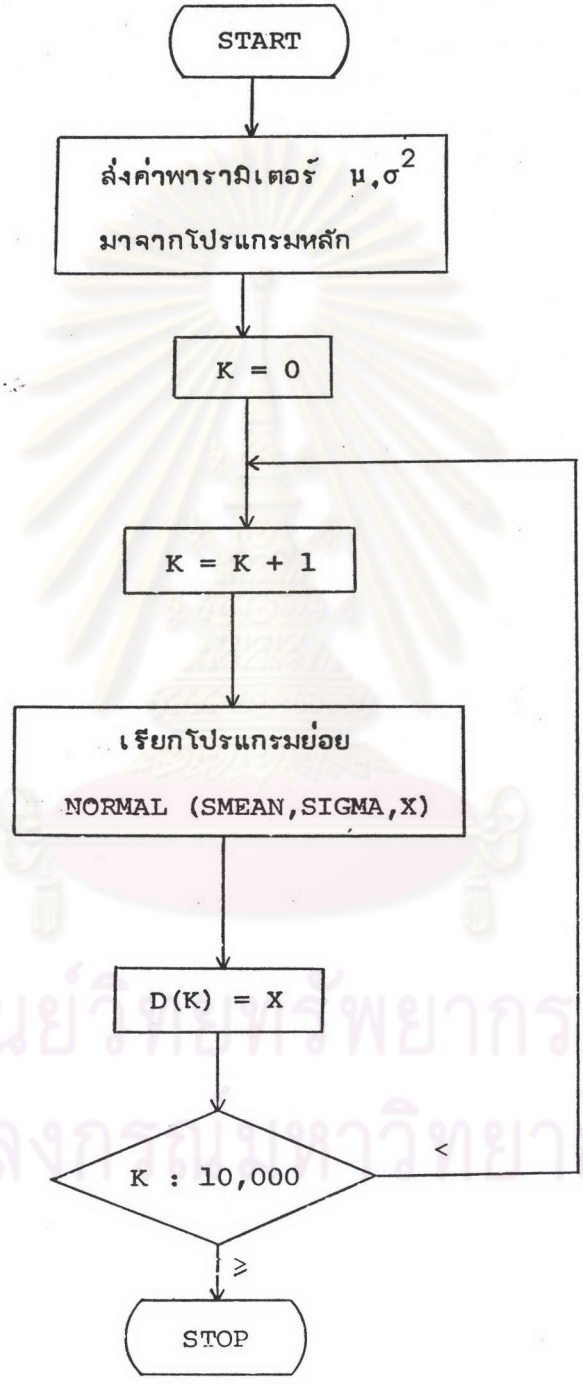
การสร้างลักษณะการแจกแจงของข้อมูลทุกรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองนั้นใช้โปรแกรมภาษาฟอร์แทรนโฟร์ โดยใช้กับเครื่อง IBM 370/3031 ซึ่งการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้น จะต้องใช้ตัวเลขสุ่ม ซึ่งมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับโปรแกรมที่ใช้สร้างตัวเลขสุ่มในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีที่ไวท์และชมิตท์ (White and Schmidt 1975:421) เสนอไว้ ซึ่งรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก ส่วนรายละเอียดในการสร้างการแจกแจงแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

3.3.1.1 การแจกแจงแบบปกติ

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีของ Gauss ซึ่งเป็นวิธีที่สร้างการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น 1 ส่วนค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนค่าอื่น จะใช้วิธีการแปลงข้อมูลในรูป $X = SMEAN + (SIGMA)X$ โดย SMEAN และ $(SIGMA)^2$ คือ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่ต้องการ (สำหรับรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก) การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL NORMAL (SMEAN,SIGMA,X) ค่า SMEAN และ $(SIGMA)^2$ เป็นค่าพารามิเตอร์ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ซึ่งจะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก ส่วนผลลัพธ์คือ X ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น SMEAN และความแปรปรวนเป็น $(SIGMA)^2$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1.1 แสดงผังงานของการสร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดเท่ากับ 10,000



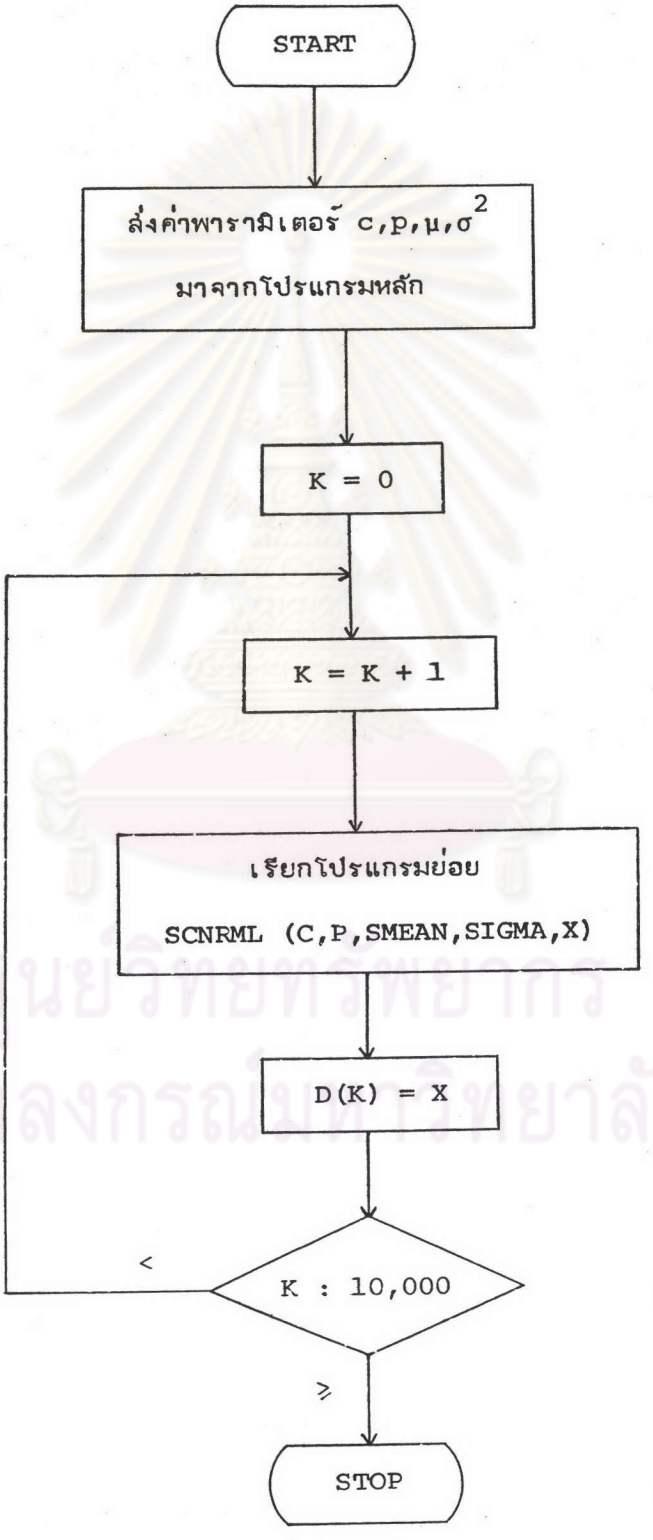
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.2 การแจกแจงแบบปกติปลอมปน

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปนนั้นใช้วิธีการแปลงข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติ โดยพิจารณาการแจกแจงแบบปกติปลอมปนของตัวแปร X ซึ่งมาจาก $F = (1-p)N(\mu, \sigma^2) + pN(\mu, c^2\sigma^2)$ เมื่อ p เป็นสัดส่วนของการปลอมปน และ c เป็นสเกลแฟคเตอร์ที่จะทำให้เกิดค่าผิดปกติ ($c > 0$) ซึ่งหมายความว่าตัวแปร X จะมาจากการแจกแจงแบบ $N(\mu, \sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น $(1-p)$ และมาจากการแจกแจง $N(\mu, c^2\sigma^2)$ ด้วยความน่าจะเป็น p (สำหรับรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก) การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL SCNRML (C,P,SMEAN,SIGMA,X) โดยที่ค่า c,p เป็นค่ากำหนดสเกลแฟคเตอร์และสัดส่วนของการปลอมปน ส่วน SMEAN และ $(SIGMA)^2$ เป็นค่ากำหนดค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน ซึ่งค่า c,p, SMEAN และSIGMA นี้จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก ส่วนผลลัพธ์ที่ได้คือ X ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยเป็น SMEAN และความแปรปรวนเป็น $(SIGMA)^2$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1.2 แสดงผังงานของการสร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนขนาดเท่ากับ 10,000



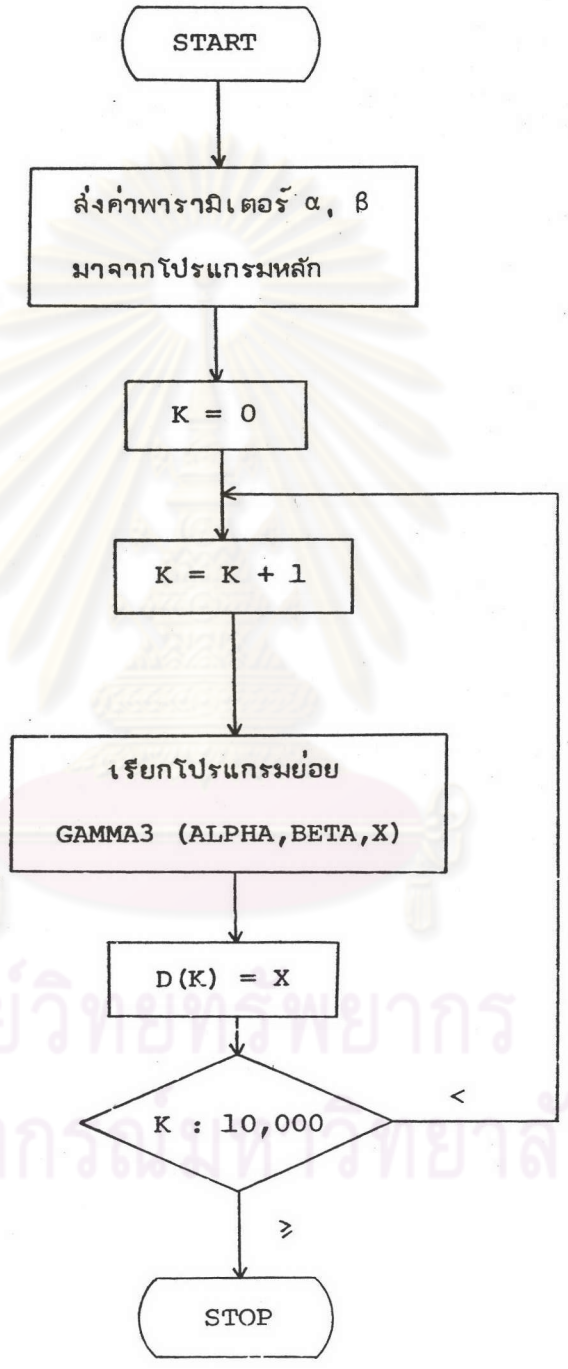
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.3 การแจกแจงแบบแกมมา

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบแกมมา ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการแปลงข้อมูลที่เรียกว่า Inverse Transformation ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบแกมมาที่มีค่าเฉลี่ยเป็น $\alpha\beta$ และค่าความแปรปรวนเป็น $\alpha\beta^2$ (สำหรับรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก) การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL GAMMA3 (ALPHA,BETA,X) ค่า ALPHA และ BETA เป็นค่า Shape Parameter และ Scale Parameter ตามลำดับ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก ส่วนผลลัพธ์ที่ได้คือ X ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมมา มีค่าเฉลี่ยเป็น $\alpha\beta$ และความแปรปรวนเป็น $\alpha\beta^2$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1.3 แสดงผังงานของการสร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบแกมมาขนาดเท่ากับ 10,000



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.4 การแจกแจงแบบเบ้

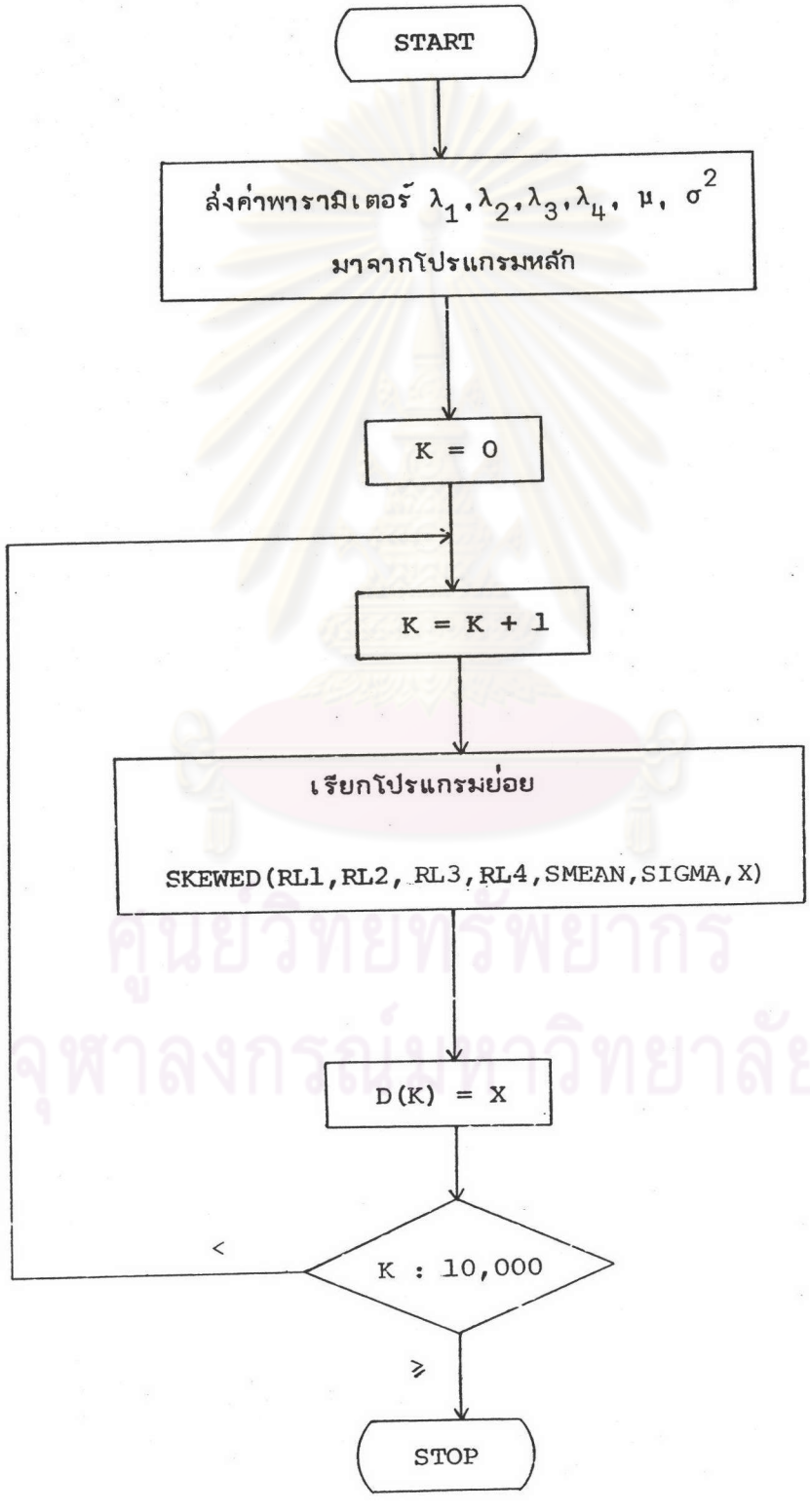
โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบเบ้ จะใช้วิธีการแปลงข้อมูลของ Ramberg และ Schmeiser(1974) ซึ่งเรียกว่า Generalized Lamda Distribution (GLD) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะกับการสร้างการแจกแจงที่ไม่สมมาตรและมีฐานนิยม (Mode) เพียงแห่งเดียว (Unimodal Asymmetric Distribution) สำหรับการสร้างการแจกแจงแบบ GLD นั้น ใช้การแปลงข้อมูลในลักษณะดังนี้

$$X = R(p) = \lambda_1 + [p^{\lambda_3} - (1-p)^{\lambda_4}] / \lambda_2 \quad ; \ 0 < p < 1$$

p เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ในช่วง (0,1) ส่วน λ_1, λ_2, λ_3 และ λ_4 เป็นค่ากำหนดค่าเฉลี่ย ค่ากำหนดความแปรปรวน ค่ากำหนดความเบ้ และค่ากำหนดความโด่ง ตามลำดับ (สำหรับรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก) การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL SKEWED (RL1,RL2,RL3, RL4, SMEAN, SIGMA, X) โดยที่ค่า RL1,RL2,RL3 และ RL4 เป็นค่าของ λ_1, λ_2, λ_3 และ λ_4 จากการใช้วิธีการแบบ GLD ในการแปลงข้อมูล ส่วน SMEAN และ $(SIGMA)^2$ เป็นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่ต้องการ ซึ่งค่าของ RL1, RL2, RL3, RL4, SMEAN และ SIGMA จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก ผลลัพธ์ที่ได้คือ X ซึ่งเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้ มีค่าเฉลี่ยเป็น SMEAN ความแปรปรวนเป็น $(SIGMA)^2$ ความเบ้เป็น S และความโด่งเป็น K

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.1.4 แสดงผังงานของการสร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบเบ้ ขนาดเท่ากับ 10,000



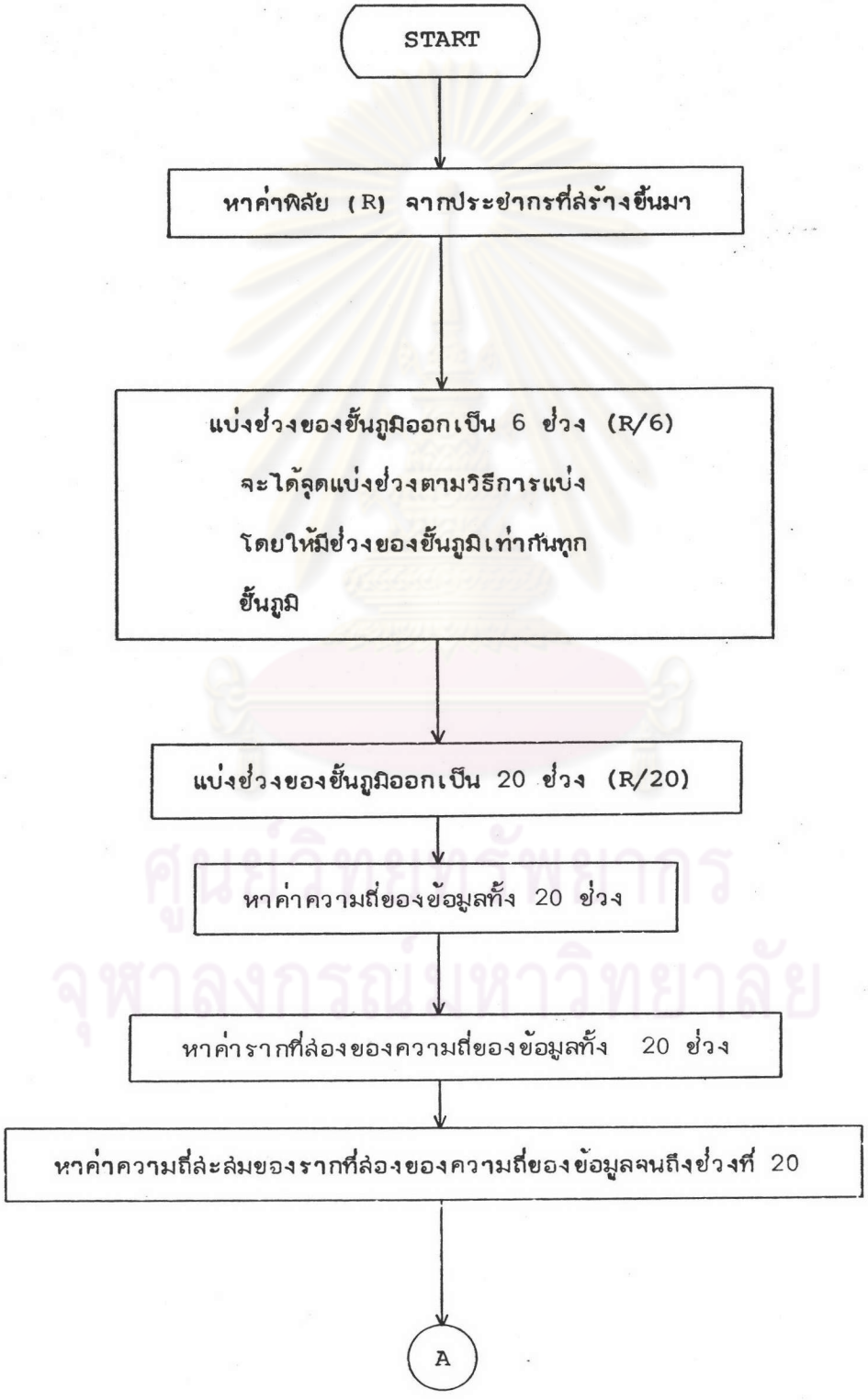
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 การแบ่งประชากรออกเป็น 6 ชั้นภูมิ ตามวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิที่กำหนด

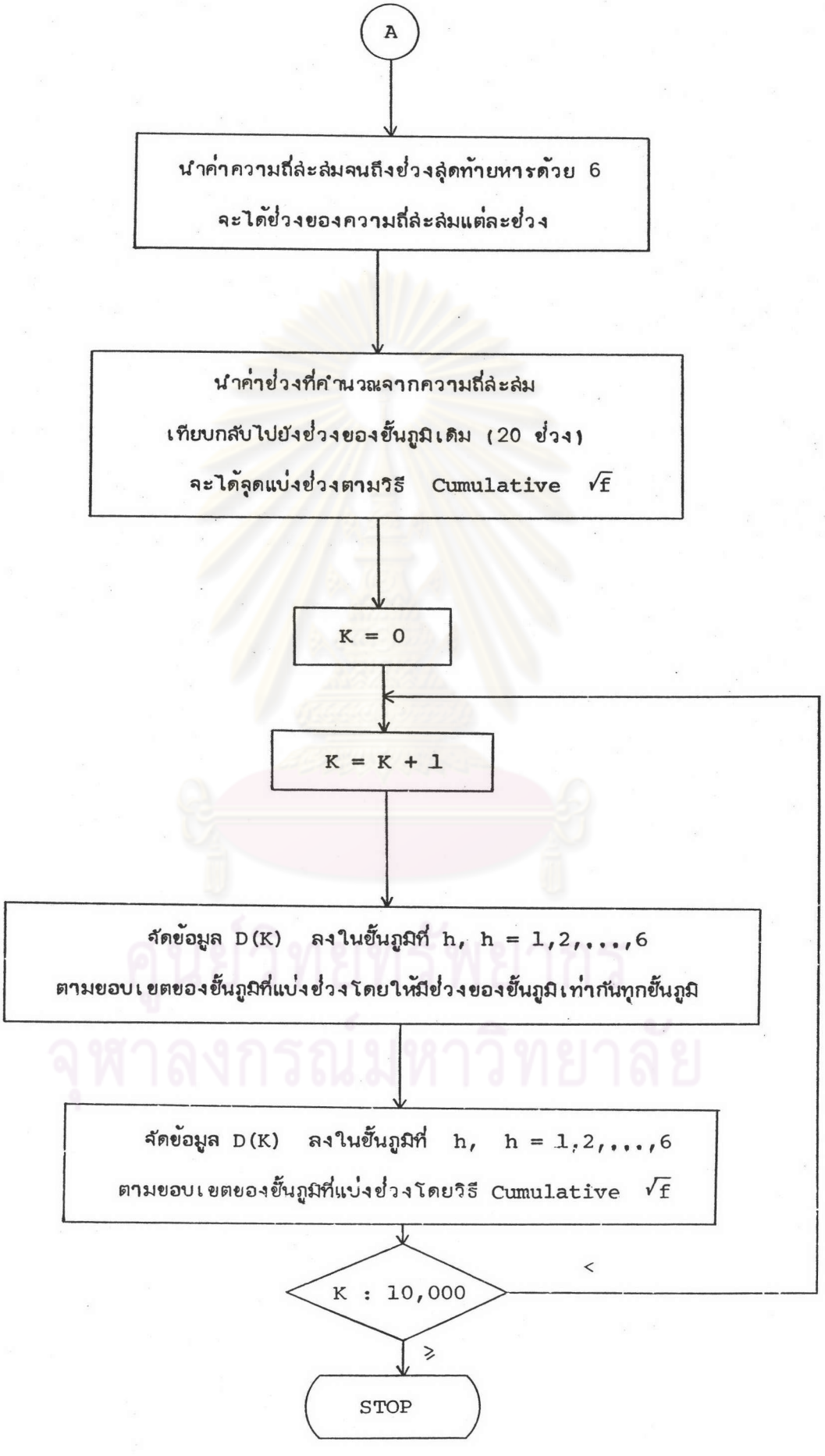
ในการแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิต่าง ๆ จำนวน 6 ชั้นภูมิเพื่อทำการศึกษาต่อไปนั้น ได้กำหนดวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิเป็น 2 วิธี คือ วิธีแบ่งโดยให้มีช่วงของชั้นภูมิเท่ากันทุกชั้นภูมิ และวิธี Cumulative $\sqrt{f}$ สำหรับวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิวิธีแรกสามารถกระทำได้โดยพิจารณาจากค่าของข้อมูลโดยตรง นั่นคือ นำค่าพิสัยหารด้วย 6 ซึ่งเป็นจำนวนชั้นภูมิที่ต้องการ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นช่วงห่างของชั้นภูมิที่ทำให้ช่วงของชั้นภูมิเท่ากัน ส่วนวิธีที่ 2 เป็นวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิที่นอกจากจะพิจารณาค่าของข้อมูลโดยตรงดังเช่นวิธีแรกแล้ว ยังต้องนำค่าความถี่ของข้อมูลเข้ามาเกี่ยวข้องในการแบ่งช่วงด้วย วิธีการก็คือ ขั้นแรกจะทำการแบ่งช่วงของข้อมูลออกเป็นช่วงละ 5% นั่นคือ นำค่าพิสัยหารด้วย 20 จากนั้นจะหาค่าความถี่ตลอดจนรากที่สอง (Square Root) ของความถี่ของแต่ละช่วงจนครบทั้ง 20 ช่วง ขั้นต่อไปก็คือ หาค่าความถี่สะสมจนถึงช่วงที่ 20 และความถี่สะสมจนถึงช่วงสุดท้ายที่ได้นี้จะนำมาหารด้วย 6 ซึ่งเป็นจำนวนชั้นภูมิที่กำหนด หลังจากนั้นก็จะได้ค่าช่วงของชั้นภูมิตลอดจนสุดแบ่งช่วงตามวิธี Cumulative $\sqrt{f}$ ตามต้องการ สำหรับขั้นตอนการแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิต่าง ๆ ตามวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิทั้ง 2 วิธี ดังกล่าวนี้ เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมย่อย STAT (โปรแกรมย่อย STAT แสดงไว้ในภาคผนวก ข) โดยมีผังงานซึ่งแสดงได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 แสดงผังงานในขั้นตอนของการแบ่งประชากรออกเป็น 6 ชั้นภูมิ ตามวิธีการแบ่งช่วงของชั้นภูมิ โดยให้มีช่วงของชั้นภูมิเท่ากันทุกชั้นภูมิ และวิธี Cumulative $\sqrt{f}$



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

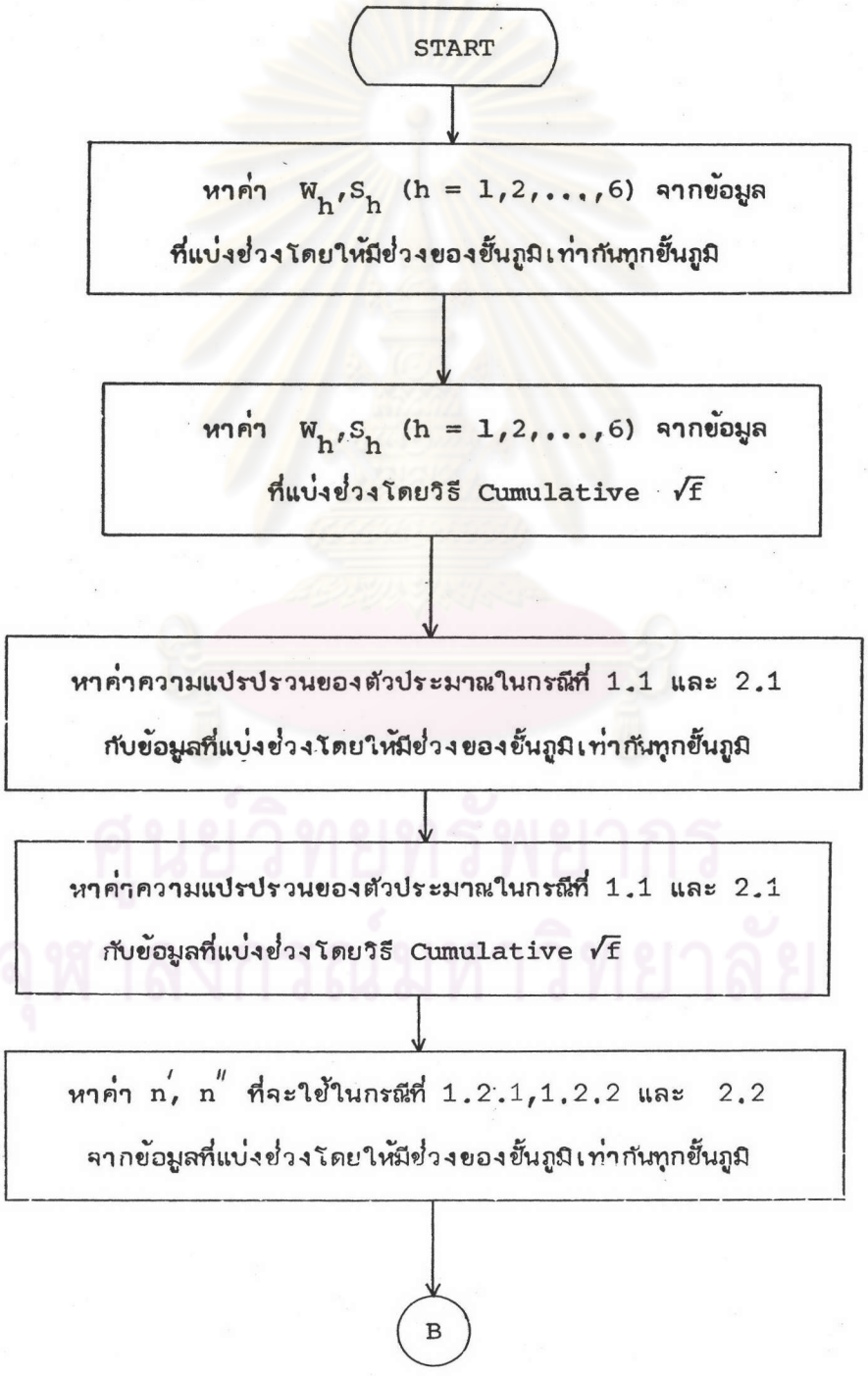

A
นำค่าความถี่สะสมจนถึงช่วงสุดท้ายหารด้วย 6
จะได้ช่วงของความถี่สะสมแต่ละช่วง
นำค่าช่วงที่คำนวณจากความถี่สะสม
เทียบกลับไปยังช่วงของชั้นภูมิเดิม (20 ช่วง)
จะได้จุดแบ่งช่วงตามวิธี Cumulative √f
K = 0
K = K + 1
จัดข้อมูล D(K) ลงในชั้นภูมิที่ h, h = 1,2,...,6
ตามขอบเขตของชั้นภูมิที่แบ่งช่วงโดยให้มีช่วงของชั้นภูมิเท่ากันทุกชั้นภูมิ
จัดข้อมูล D(K) ลงในชั้นภูมิที่ h, h = 1,2,...,6
ตามขอบเขตของชั้นภูมิที่แบ่งช่วงโดยวิธี Cumulative √f
K : 10,000
<
≥
STOP

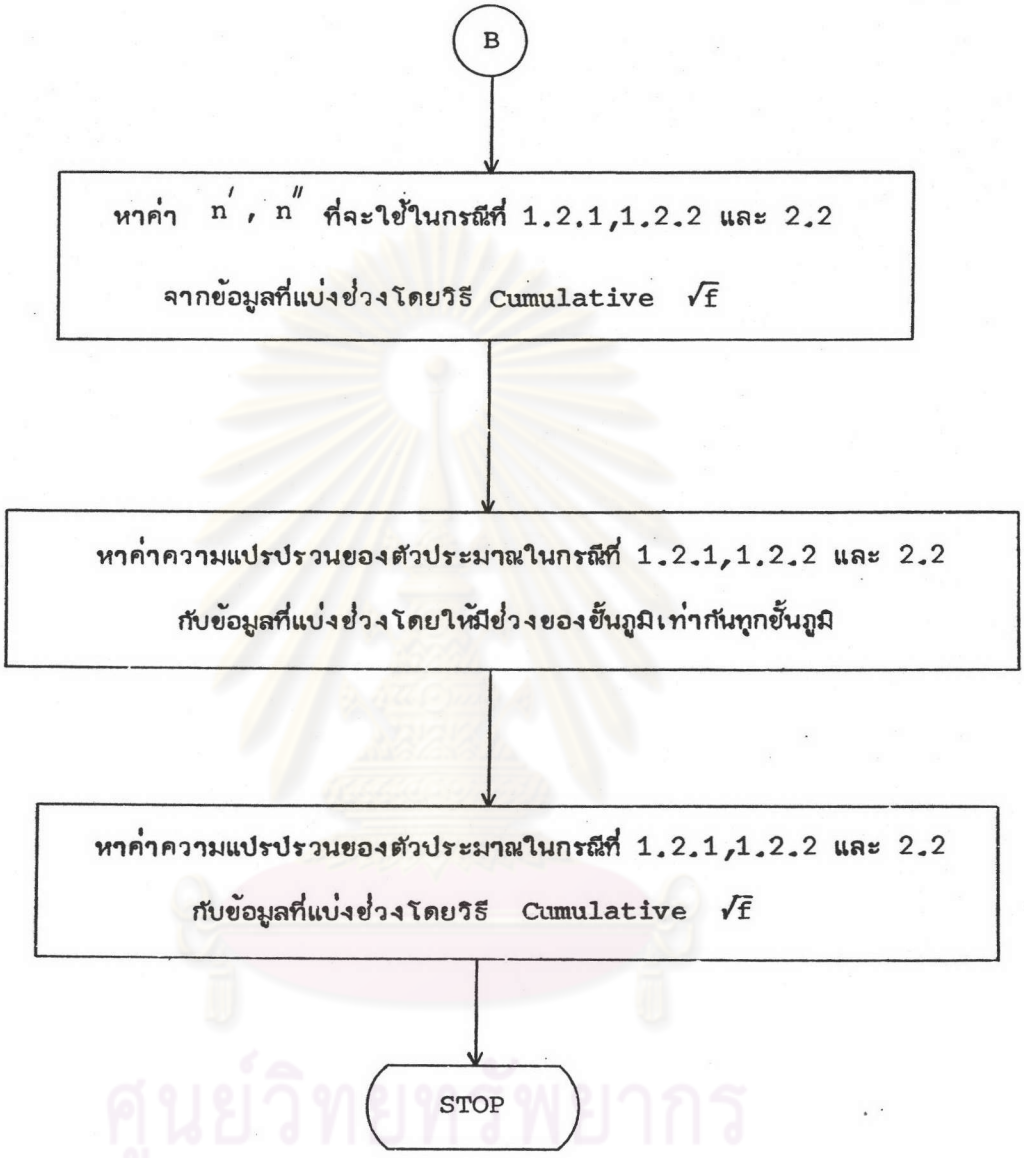
3.3.3 การหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณในแต่ละกรณี

การหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณสำหรับกรณีที่ 1.1 และ 2.1 ซึ่งเป็นกรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว ไม่ว่าจะทราบจากการใช้วิธีการของการเลือกตัวอย่างล่องครั้ง การทำการสำรวจเบื้องต้น หรือจากการสำรวจอื่น ๆ โดยใช้ขนาดตัวอย่าง n' ก็แล้วแต่ สามารถคำนวณได้จากสูตรในสมการที่ 1.1.4 และ 2.1.4 ตามลำดับ ในการวิจัยได้กำหนด n' ซึ่งเป็นขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการหาค่าของ w_h , s_h ดังกล่าว เท่ากับ 300 700 และ 1,200 และกำหนดขนาดตัวอย่าง n ที่ใช้ในการสำรวจเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร เท่ากับ 200 300 500 1,000 และ 2,000 ส่วนการหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณสำหรับกรณีที่ 1.2.1 1.2.2 และ 2.2 ซึ่งเป็นกรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน นั่นก็คือ ยังไม่เคยมีการสำรวจข้อมูลในเรื่องเดียวกัน หรือลักษณะคล้ายกันนี้มาก่อนเลย ไม่ว่าจะเป็นการเลือกตัวอย่างล่องครั้ง การทำการสำรวจเบื้องต้น หรือการสำรวจอื่นใดก็ตาม สามารถคำนวณได้จากสูตรในสมการที่ 1.2.1.8 1.2.2.8 และ 2.2.8 ตามลำดับ สำหรับในการจะหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณของทั้ง 3 สมการดังกล่าวนี้ จะต้องคำนวณหาค่าของ n' ซึ่งเป็นขนาดตัวอย่างในส่วนที่ 1 ของแต่ละกรณีก่อนโดยคำนวณได้จากสูตรในสมการที่ 1.2.1.26 1.2.2.25 และ 2.2.24 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังจะต้องคำนวณหาค่าของ n'' ซึ่งเป็นขนาดตัวอย่างในส่วนที่ 2 ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตรในสมการที่ 1.2.1.27 1.2.2.26 และ 2.2.25 ตามลำดับเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นจึงสามารถที่จะหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณของแต่ละกรณีได้จากสูตรดังกล่าว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 แสดงผังงานในขั้นตอนของการหาค่าความแปรปรวนของตัวประมาณในกรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว และกรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน





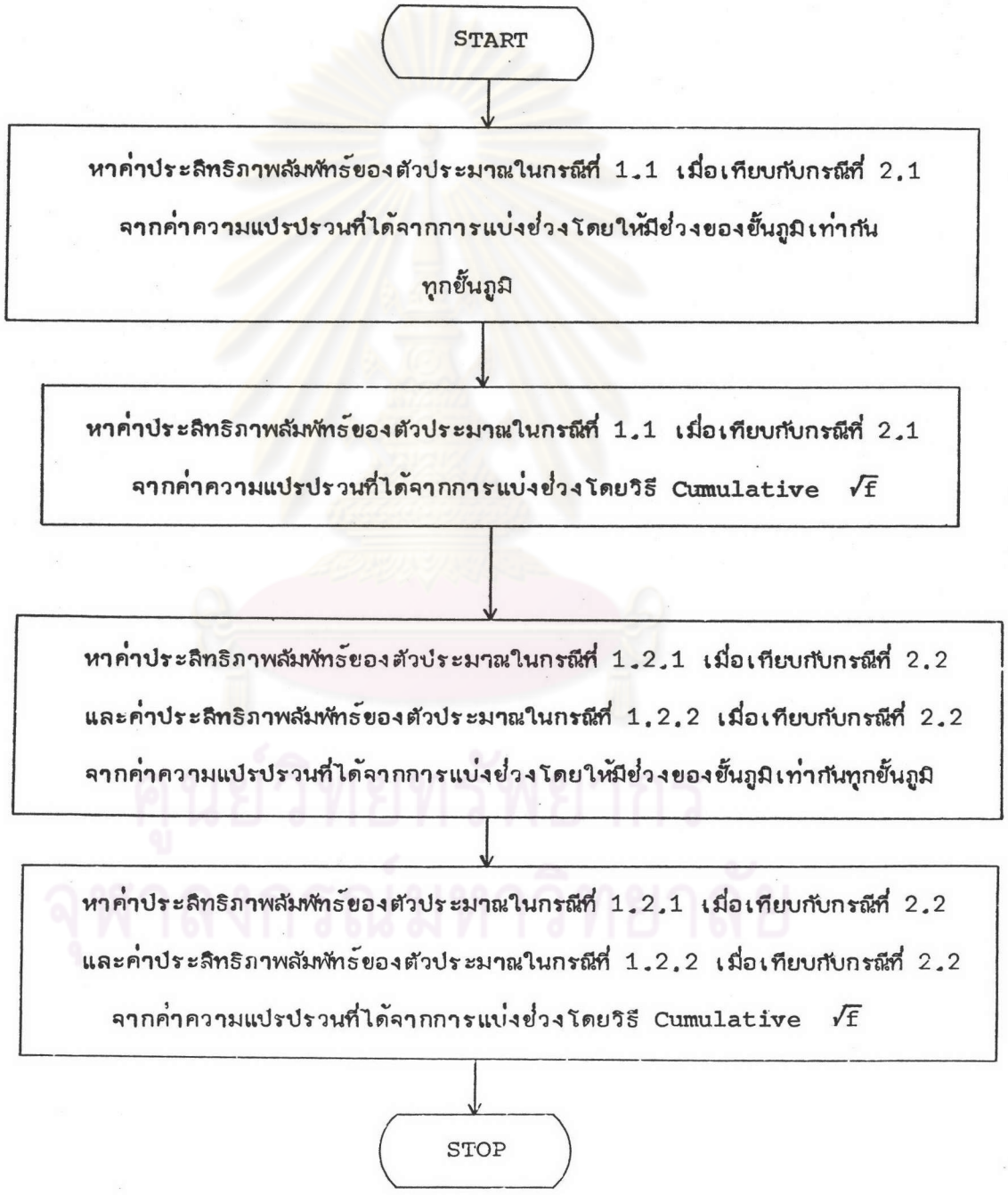
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ โดยใช้ความแปรปรวนในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิในขั้นตอนการวางแผนแต่ทราบในขั้นตอนการประมาณค่าเป็นฐานในการเปรียบเทียบ

หลังจากที่ได้คำนวณหาค่าของความแปรปรวนของตัวประมาณในแต่ละกรณีได้จากขั้นตอนที่ 3.3.3 แล้ว จะนำค่าความแปรปรวนเหล่านั้นมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์โดยใช้ความแปรปรวนในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิทั้งในขั้นตอนการวางแผนและขั้นตอนการประมาณค่าเปรียบเทียบกับความแปรปรวนในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิในขั้นตอนการวางแผนแต่ทราบในขั้นตอนการประมาณค่า ซึ่งในกรณีที่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิแล้ว จะทำการหาค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์โดยนำความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 1.1.4 เปรียบเทียบกับความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 2.1.4 ส่วนในกรณีที่ไม่ทราบค่าประมาณของสัดส่วนของชั้นภูมิและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละชั้นภูมิมาก่อน จะพบว่าให้ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ 2 ค่า นั่นคือ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากการนำความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 1.2.1.8 เปรียบเทียบกับความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 2.2.8 และค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากการนำความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 1.2.2.8 เปรียบเทียบกับความแปรปรวนของตัวประมาณตามสมการที่ 2.2.8 สำหรับขั้นตอนในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวสามารถแสดงในรูปผังงานได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.4 แสดงผังงานในขั้นตอนของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิทั้งในขั้นตอนการวางแผนและขั้นตอนการประมาณค่า เมื่อเทียบกับตัวประมาณในสถานการณ์ที่ไม่ทราบค่าสัดส่วนของชั้นภูมิในขั้นตอนการวางแผนแต่ทราบในขั้นตอนการประมาณค่า

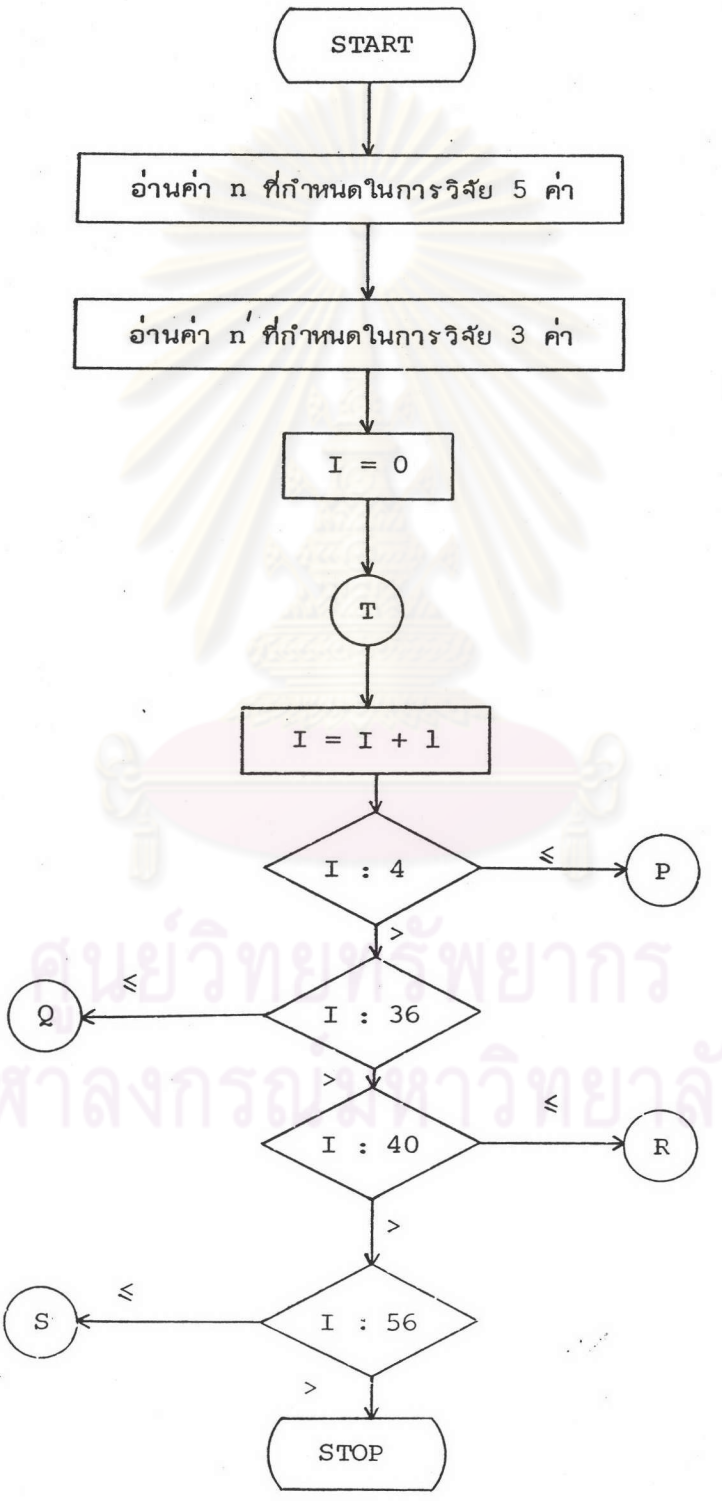


3.3.5 การกระทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 - ขั้นตอนที่ 4 จนครบทุกสถานการณ์ตามขอบเขตของการวิจัยที่กำหนด

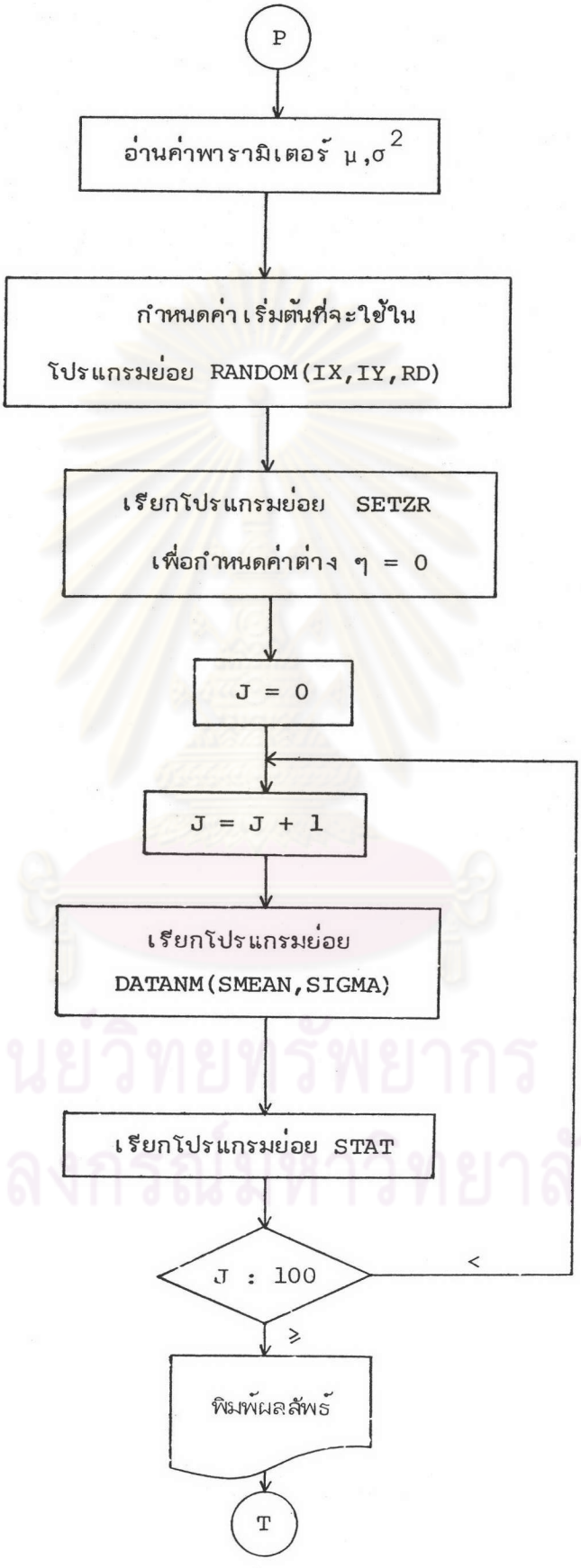
เมื่อได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยตั้งแต่ขั้นตอนที่ 2 จนถึงขั้นตอนที่ 4 กับการแจกแจงของประชากรลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนที่ 1 แล้ว จะให้ผลลัพธ์เป็นค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ ค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ ฯลฯ ในทุก ๆ กรณี และนับเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยในรอบนั้น ๆ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นี้จะนำมาบวกสะสมไว้ จากนั้นจะดำเนินการตามขั้นตอนเดิมจนครบ 100 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้สะสมจนถึงรอบสุดท้ายจะนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาคำตอบตามเทคนิคของมอนติคาร์โล และเมื่อได้คำตอบสำหรับประชากรที่มีการแจกแจงในรูปแบบนั้น ๆ แล้ว จะกระทำกับประชากรที่มีค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ตลอดจนประชากรที่มีการแจกแจงในรูปแบบอื่น ๆ ตามที่กำหนดจนครบทุกสถานการณ์ ซึ่งสามารถแสดงในรูปผังงานได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

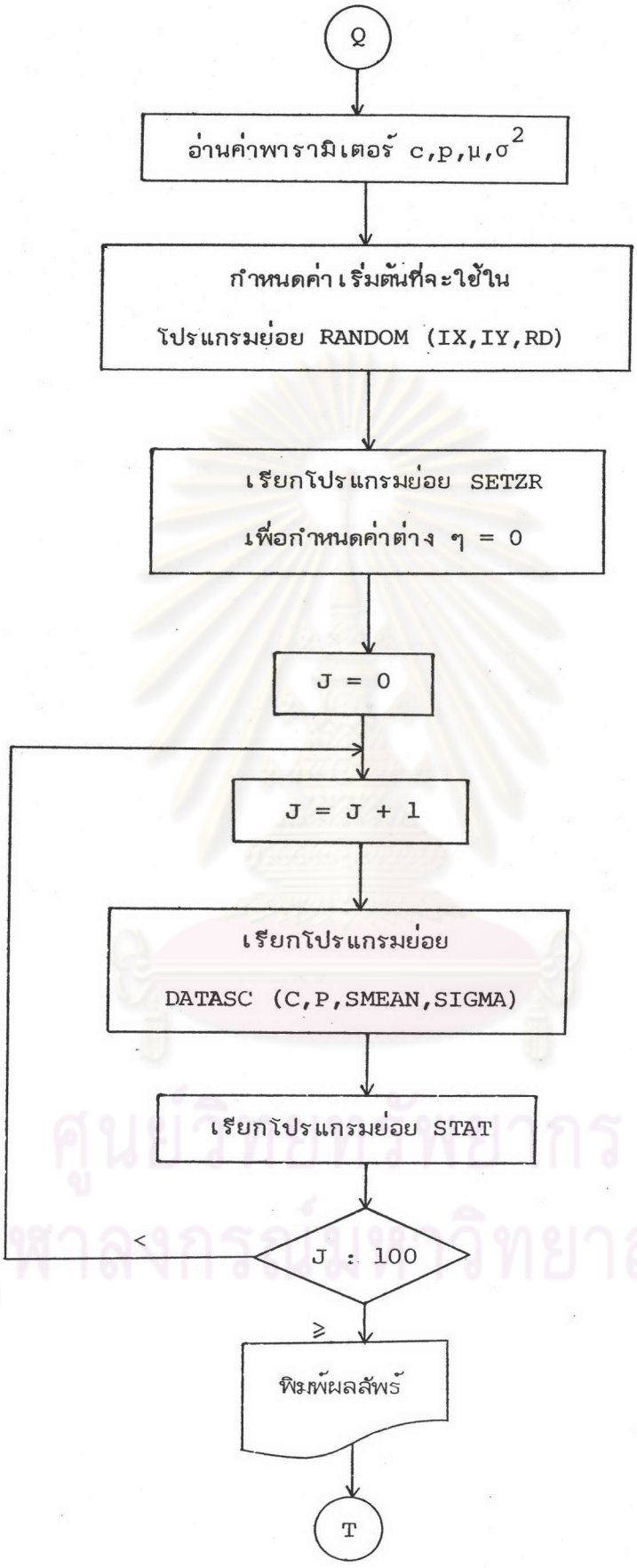
รูปที่ 3.5 แสดงผังงานของการกระทำซ้ำตามขั้นตอนของการสร้างการแจกแจงของประชากร - ขั้นตอนของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ จนครบทุกสถานการณ์ตามที่ต้องการศึกษา



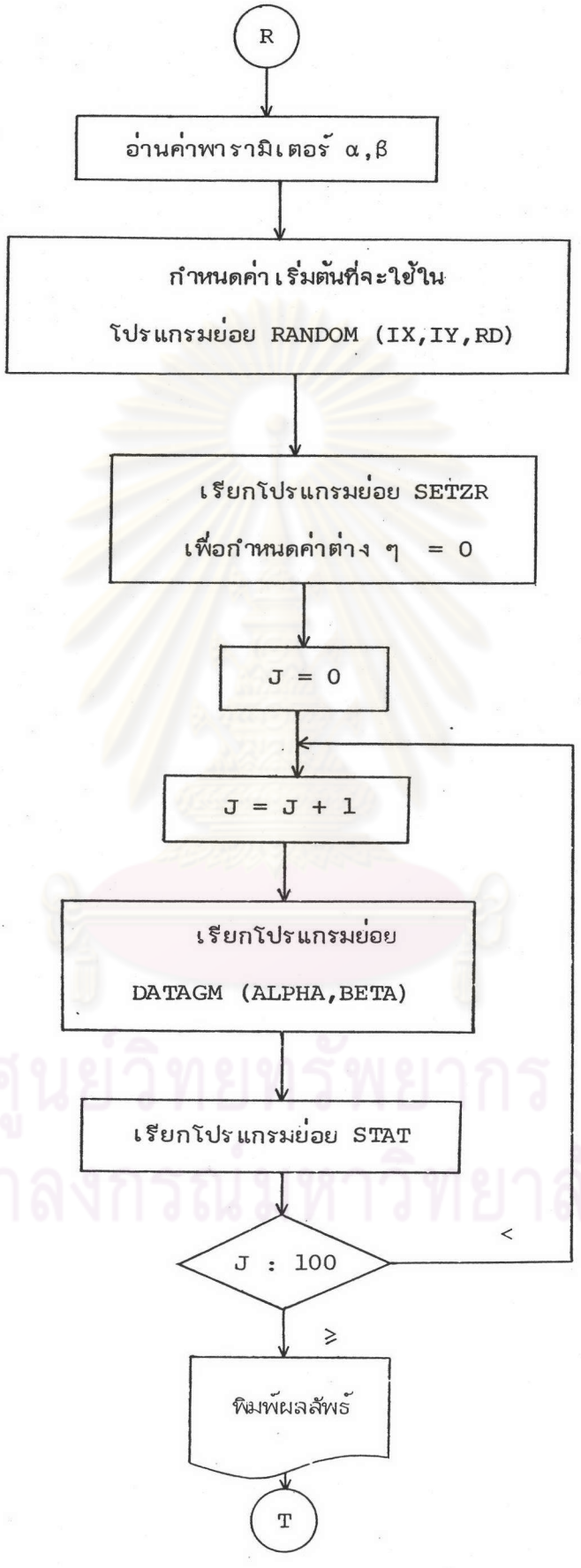
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



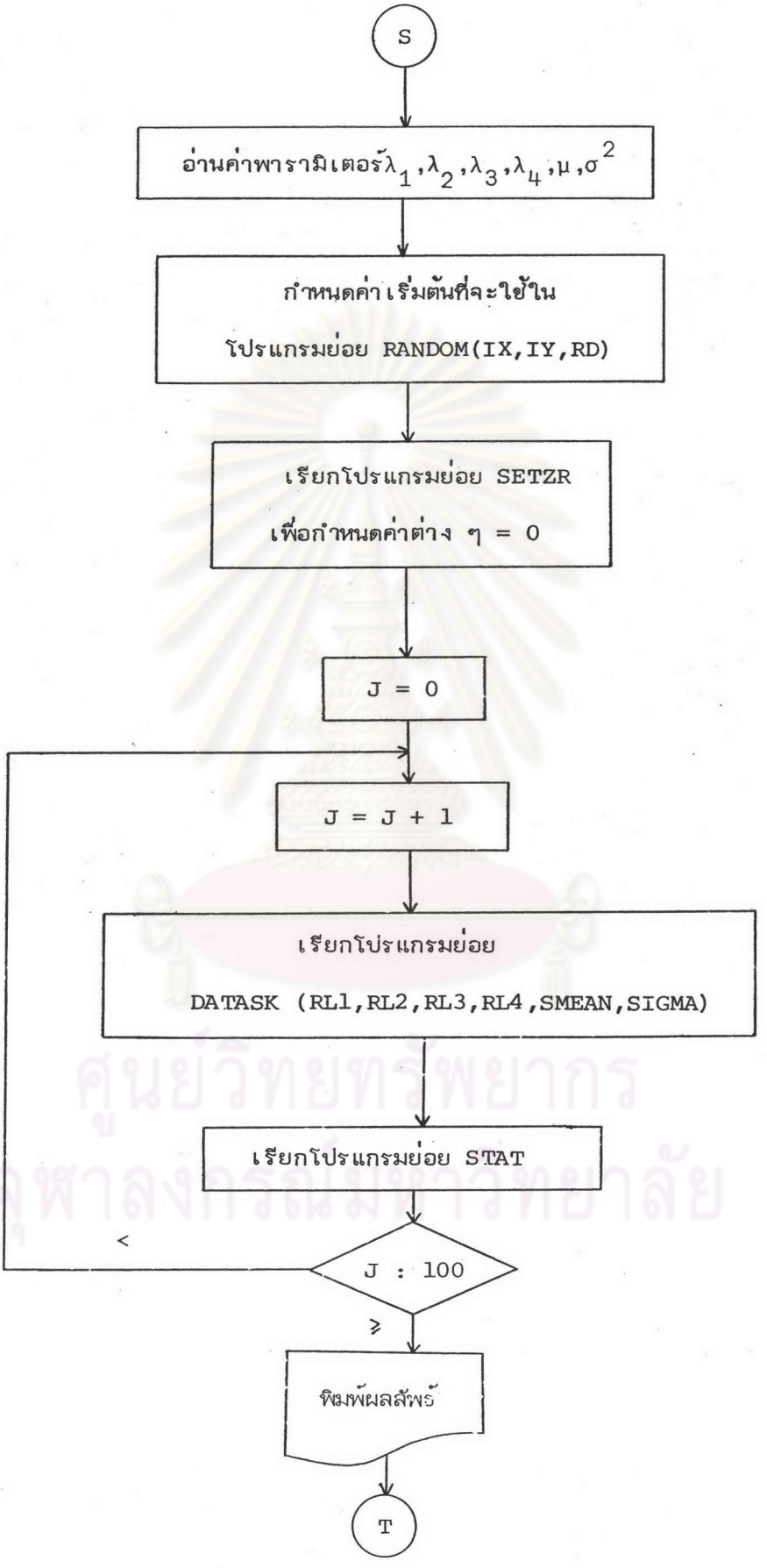
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรนโฟร์ โดยใช้กับเครื่อง IBM 370/3031 ซึ่งในแต่ละแผนการทดลอง หลังจากที่ผ่านขั้นตอนของการสร้างประชากรให้มีการแจกแจงและขนาดตามที่กำหนดแล้ว ลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะเหมือนกันทุกขั้นตอน นั่นคือ ตั้งแต่ขั้นตอนของการแบ่งช่วงของขั้นภูมิ ไปจนกระทั่งถึงขั้นตอนของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวประมาณ ซึ่งโปรแกรมทั้งหมดประกอบด้วยโปรแกรมหลัก 1 โปรแกรม และโปรแกรมย่อย อีก 11 โปรแกรม รวมทั้งสิ้น 12 โปรแกรม ทั้งนี้โดยมีชื่อของโปรแกรม ลักษณะการทำงาน ตลอดจนโปรแกรมย่อยที่แต่ละโปรแกรมต้องเรียกใช้ ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงรายชื่อโปรแกรม ลักษณะการทำงาน และโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อโปรแกรม	ลักษณะการทำงาน	โปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
1	MAIN	จัดระบบการทำงาน เพื่อให้โปรแกรมย่อยซึ่งใช้สร้างประชากรแบบต่าง ๆ ที่เรียกใช้สอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ที่อ่านเข้ามา	DATANM DATASC DATAGM DATASK SETZR STAT
2	DATANM	สร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดเท่ากับ 10,000	NORMAL
3	DATASC	สร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ขนาดเท่ากับ 10,000	SCNRML
4	DATAGM	สร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบแกมมา ขนาดเท่ากับ 10,000	GAMMA3
5	DATASK	สร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบเบ้ ขนาดเท่ากับ 10,000	SKEWED

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) แสดงรายชื่อโปรแกรม ลักษณะการทำงาน และโปรแกรมย่อยที่เรียกใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	ชื่อโปรแกรม	ลักษณะการทำงาน	โปรแกรมย่อยที่เรียกใช้
6	SETZR	กำหนดให้ตัวแปรต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้เป็นตัวแปรแสดงผลรวม มีค่าเท่ากับ 0	-
7	STAT	แบ่งช่วงของชั้นภูมิ คำนวณค่าความแปรปรวนของตัวประมาณ และคำนวณค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบตัวประมาณ	-
8	RANDOM	สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1)	-
9	NORMAL	สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าพารามิเตอร์ μ, σ^2 ตามที่กำหนด	RANDOM
10	SCNRML	สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปน โดยมีค่าพารามิเตอร์ c,p,μ,σ^2 ตามที่กำหนด	RANDOM NORMAL
11	GAMMA3	สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมมา โดยมีค่าพารามิเตอร์ α , β ตามที่กำหนด	RANDOM
12	SKEWED	สร้างตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเบ้ โดยมีค่าพารามิเตอร์ S,K,μ,σ^2 ตามที่กำหนด	RANDOM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย