บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ต้องการศึกษาเปรียบเทียบการทดสอบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของทรีทเมนต์ สำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เมื่อค่าสังเกตุอยู่ใต้อิทธิพลของทรีทเมนต์และตัวแปรร่วม ด้วยสถิติทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ 2 ชนิด คือ Quade's Rank และ Rank Transformation โดยศึกษาอำนาจการทดสอบและความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของสถิติทดสอบทั้ง 2 ชนิด ซึ่งในขั้นแรกจะพิจารณาถึงความสามารถในการควบคุมความผิดพลาดประเภทที่ 1 ของแต่ละวิธีก่อน คือ ให้ความน่าจะเป็นที่ยอมให้เกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 ไม่เกิน α ที่กำหนดไว้ และเมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าวแล้ว จึงพิจารณาเลือกสถิติทดสอบที่มีโอกาสน้อยที่สุดที่จะยอมรับสมมติฐาน H_0 เมื่อสมมติฐาน H_0 นั้นผิด นั่นคือ ให้อำนาจการทดสอบสูงสุด ทั้งนี้เทคนิคที่ใช้ในการหาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจของการทดสอบ คือ วิธีมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ซึ่งเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบโดยทางทฤษฎีได้

3.1 แผนการทดลอง

ในการวิจัย จะจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น จากเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 370/3031 โดยสร้างประชากรที่มีการแจกแจงแบบเดียวกัน ซึ่งการแจกแจงที่สนใจศึกษา คือ การแจกแจงแบบโลจิสติก แบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล และแบบปกติปลอมปน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

กำหนดสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน 3 ขนาด คือ 10% 15% และ 20%

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จะกำหนดให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 มีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากันดังตารางที่ 3.1

กำหนดสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรร่วม 10 ขนาด คือ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0

ตารางที่ 3.1 แสดงขนาดตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มมีขนาดเท่ากันและไม่เท่ากัน

ขนาดตัวอย่าง	เท่ากัน	ไม่เท่ากัน
n = 12	(4, 4, 4)	(3, 4, 5)
n = 15	(5, 5, 5)	(4, 5, 6)
n = 18	(6, 6, 6)	(4, 6, 8)
n = 24	(8, 8, 8)	(6, 8,10)
n = 30	(10,10,10)	(8,10,12)

สำหรับการแจกแจงแบบปลอมปน จะกำหนดเปอร์เซนต์ของการปลอมปนเป็น 10% และ 25% และสเกลแฟคเตอร์ 2 ระดับ คือ 3 และ 10 ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าสเกลแฟคเตอร์ และเปอร์เซนต์ของการปลอมปนทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

(3,0.10)	(3,0.25)
(10,0.10)	(10,0.25)

3.2 ขั้นตอนในการวิจัย

1. สร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงตามที่กำหนด โดยเรียกใช้โปรแกรมย่อย LOGIST (หรือ DOUEXP, SCALE)

2. สร้างข้อมูล (X,Y) ให้เป็นไปตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

3. สร้างโปรแกรมย่อย สำหรับคำนวณตัวสถิติทดสอบแบบ Quade's Rank และสถิติทดสอบแบบ Rank Transformation

4. หาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจของการทดสอบสำหรับสถิติทดสอบดังกล่าว

ซึ่งรายละเอียดสำหรับแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.2.1 <u>การสร้างความคลาดเคลื่อนให้มีการแจกแจงตามที่กำหนด</u>

การสร้างลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนทุกรูปแบบตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองนั้นใช้ตัวเลขสุ่ม ซึ่งมีการแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (Uniform Distribution) ในช่วง (0,1) เป็นพื้นฐานในการสร้าง โดยใช้โปรแกรมย่อย RAND ดังนี้

```
      SUBROUTINE  RAND (IY,RD)
      COMMON  IX,KK
      IY  =  IX * 16807
      IF (IY)  =  70,80,80
70    IY  =  IY + 2147483647 + 1
80    RD  =  IY
      RD  =  RD * 0.4656613E - 9
      IX  =  IY
      RETRUN
      END
```

โดยที่ IX คือ เลขสุ่มตัวแรก ซึ่งจะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกที่เป็นเลขคี่ และน้อยกว่า 2147483648 ในที่นี้ค่าเริ่มต้นที่ใช้ คือ IX = 16807 ซึ่ง IX นี้เป็นค่าเริ่มต้นที่จะให้โปรแกรมย่อยคำนวณ IY ออกมา ดังนั้น IY จึงเป็นเลขสุ่มจำนวนเต็มของโปรแกรมย่อยนี้ และจะใช้เป็นตัวคำนวณ IY ตัวต่อ ๆ ไป

รายละเอียดในการสร้างการแจกแจงแบบต่าง ๆ เป็นดังนี้

3.2.1.1 <u>การแจกแจงแบบโลจิสติก</u>

จะมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}}{\beta\left[1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]^2} \quad ; \quad -\infty < x < +\infty, \; -\infty < \alpha < +\infty, \; \beta > 0$$

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบโลจิสติก ใช้วิธี Inverse Transformation ดังนี้

$$F(X) = \int_{-\infty}^{x} \frac{e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}}{\beta\left[1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]^2}\,dx$$

$$F(X) = \int_{-\infty}^{x} \frac{e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}}{\left[1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]^2}\,d\left(\frac{(x-\alpha)}{\beta}\right)$$

$$F(X) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\left[1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]^2}\,d\left(1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right)$$

$$= \frac{1}{\left[1+e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]}\Bigg|_{-\infty}^{x}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$F(x) = \frac{1}{\left[1 + e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right]}$$

ดังนั้น $$\left[1 + e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right] = \frac{1}{F(x)}$$

$$\left[e^{-\frac{(x-\alpha)}{\beta}}\right] = \frac{1}{F(x)} - 1$$

$$= \frac{1 - F(x)}{F(x)}$$

$$-\frac{(x-\alpha)}{\beta} = \ln\left[\frac{1 - F(x)}{F(x)}\right]$$

$$-x + \alpha = \beta \ln\left[\frac{1 - F(x)}{F(x)}\right]$$

$$-x + \alpha = \beta\left[\ln(1 - F(x)) - \ln(F(x))\right]$$

$$x = \alpha + \beta\left[\ln F(x) - \ln(1 - F(x))\right]$$

หรือ $$x = \alpha + \beta\left[\ln(Y) - \ln(1 - Y)\right]$$

เมื่อ Y มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง (0,1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบโลจิสติก ใช้วิธี Inverse Trasformation การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL LOGIST(ALPHA,BETA,ECC(I,J)) โดยค่า ALPHA และ BETA เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนด ค่า ALPHA และ BETA นี้จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลักส่วนผลลัพธ์ที่ได้ คือ ECC(I,J) จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบโลจิสติก ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น ALPHA และความแปรปรวนเป็น $(1/3)\ \pi^2\ (BETA)^2$ ซึ่งโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบโลจิสติก เป็นดังนี้

```
      SUBROUTINE LOGIST (ALPHA,BETA,ERR)
      COMMON  IX,KK
      CALL  RAND(IY,RD)
      S  =  ALOG(RD) - ALOG (1-RD)
      ERR  =  ALPHA + S * BETA
      RETURN
      END
```

3.2.1.2 <u>การแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล</u>

จะมีฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(X) = \frac{1}{2\beta} \cdot e^{-\left|\frac{x-\alpha}{\beta}\right|} \quad ; \ -\infty < x < +\infty,\ -\infty < \alpha < +\infty,\ \beta > 0$$

ถ้า $\alpha = 0$

$$f(x) = \frac{1}{2\beta} \cdot e^{-\left|x/\beta\right|} \quad ; \ -\infty < x < +\infty,\ \beta > 0$$

การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล เมื่อ $\alpha = 0$ ใช้วิธี Inverse Transformation ซึ่งแสดงได้ ดังนี้

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{2\beta} e^{-\left|x/\beta\right|} dx$$

$$= \frac{1}{2}\left[\int_{-\infty}^{0} e^{x/\beta} d((x/\beta) + \int_{0}^{x} e^{-x/\beta} d(x/\beta)\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[e^{x/\beta}\Big|_{-\infty}^{0} - e^{-x/\beta}\Big|_{0}^{x}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[e^{0} - e^{-\infty} - e^{-x/\beta} + e^{0}\right]$$

$$F(x) = \frac{1}{2}(2 - e^{-x/\beta})$$

ดังนั้น $e^{-x/\beta} = 2\left[1 - F(x)\right]$

$$-x/\beta = \ln 2 + \ln\left[1 - F(x)\right]$$

$$x = \beta\left[\ln 2 + \ln(1 - F(x))\right]$$

หรือ $x = \beta\left[\ln 2 + \ln(1 - Y)\right]$

เมื่อ Y มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มในช่วง $(0,1)$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลใช้วิธี Inverse Transformation การใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่ง CALL DOUEXP(ALPHA, BETA,ECC(I,J)) โดยค่า ALPHA,BETA เป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ตามที่กำหนด ค่า ALPHA และ BETA นี้ จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลัก ส่วนผลลัพธ์ที่ได้ คือ ECC(I,J) จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ยเป็น ALPHA และความแปรปรวนเป็น 2 $(BETA)^2$ ซึ่งโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบดับเบิ้ลเอ็กซ์โปเนนเชียล เป็นดังนี้

```
SUBROUTINE  DOUEXP(ALPHA,BETA,ERR)
COMMON  IX,KK
CALL  RAND  (IY,RD)
PRD  =  ALOG(2.) + ALOG(1.-RD)
ERR  =  -1 * BETA*PRD
RETURN
END
```

3.2.1.3 <u>การแจกแจงแบบปกติปลอมปน</u>

โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปน ใช้วิธีการแปลงข้อมูลจากการแจกแจงแบบปกติ โดยพิจารณาการแจกแจงแบบปกติปลอมปนของ ERR ซึ่งมาจาก $F = (1-PC)N(\mu,\sigma^2) + (PC)N(\mu,C^2\sigma^2)$ การเรียกใช้โปรแกรมย่อยนี้ใช้คำสั่งCALL SCALE(C,PC,ALPHA,SD,ECC(I,J)) ค่า C และ PC เป็นค่าที่กำหนดสเกลแฟคเตอร์และเปอร์เซนต์ของการปลอมปน ส่วนค่า ALPHA และ $(SD)^2$ เป็นค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนด โดยค่าเหล่านี้จะถูกส่งมาจากโปรแกรมหลักส่วนผลลัพธ์ที่ได้ คือ ECC(I,J) จะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติปลอมปนที่มีค่าเฉลี่ยเป็น ALPHA และความแปรปรวนเป็น $(SD)^2$ ซึ่งโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติปลอมปนเป็นดังนี้

```
      SUBROUTINE  SCALE(C,PC,ALPHA,SD,ERR)
      COMMON  IX,KK
      CSD  =  C*SD
      CALL  RAND(IY,RD)
      IF(RD-PC) 503,503,504
503   CALL  NORMAL(ALPHA,CSD,ERR)
      GO  TO 505
504   CALL  NORMAL(ALPHA,SD,ERR)
505   RETURN
      END
```

การสร้างตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติ ในที่นี้จะเลือกใช้วิธีการแจกแจงแบบเกาซ์(Gaussian Distribution) เพราะว่าเป็นวิธีที่ง่าย วิธีนี้อาศัยทฤษฎีลิมิตส่วนกลาง (Central Limit Theorem) โดยหาผลรวมของตัวเลขสุ่ม n ค่า จะได้ตัวเลขสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ^2 โดยทั่ว ๆ ไปจะถือขนาด n ที่เหมาะสม คือ ค่า 10 หรือ 12 แต่ในที่นี้เลือก n = 12 ซึ่งแสดงเป็นโปรแกรมย่อย ได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE  NORMAL(ALPHA,SD,ERR)
      A  =  0.0
      DO 333 L  =  1,12
      CALL  RAND(IY,RD)
333   A  =  A + RD
      ERR  =  A( - 6.0) * SD + ALPHA
      RETURN
      END
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 <u>การสร้างข้อมูล (x,y) ให้เป็นไปตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์</u>

3.2.2.1 สร้างความคลาดเคลื่อน (ϵ_{ij}) ให้มีรูปแบบการแจกแจงแบบต่าง ๆก่อน ดังได้กล่าวมาแล้วใน 3.2.1

3.2.2.2 สร้างค่า X_{ij} ซึ่งเป็นค่าคงที่

3.2.2.3 สร้างค่า Y_{ij} ตามตัวแบบดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - \overline{X}..) + \epsilon_{ij}$$

เมื่อค่าพารามิเตอร์ μ, β และ T_i ถูกกำหนดขึ้นมา ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1

3.2.3 <u>การหาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ</u>

เมื่อสร้างข้อมูล (X,Y) ตามรูปแบบที่ต้องการแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ การหาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจของการทดสอบ ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. กำหนดค่าอิทธิพลของทรีทเมนต์ (T_i) โดยกำหนดค่า T_i ให้มีค่าเป็น 0 ทุกค่า เมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และจะกำหนดให้ T_i มีค่าไม่เท่ากับ 0 ในบางค่า (แต่ผลรวมของ T_i ต้องเป็น 0 : $\Sigma T_i = 0$) เมื่อพิจารณาค่าอำนาจของการทดสอบ

2. กำหนดค่าคงที่ $\mu = 100$ และค่าคงที่ $\beta = 1.2$

3. กำหนดขนาดตัวอย่าง และสร้างค่าความคลาดเคลื่อน (ϵ_{ij}) จากการแจกแจงตามที่กำหนด โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และค่าความแปรปรวนเป็น σ^2 ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) 3 ขนาด คือ 10% 15% และ 20%

4. สร้างข้อมูลตามรูปแบบ $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - \overline{X}..) + \epsilon_{ij}$

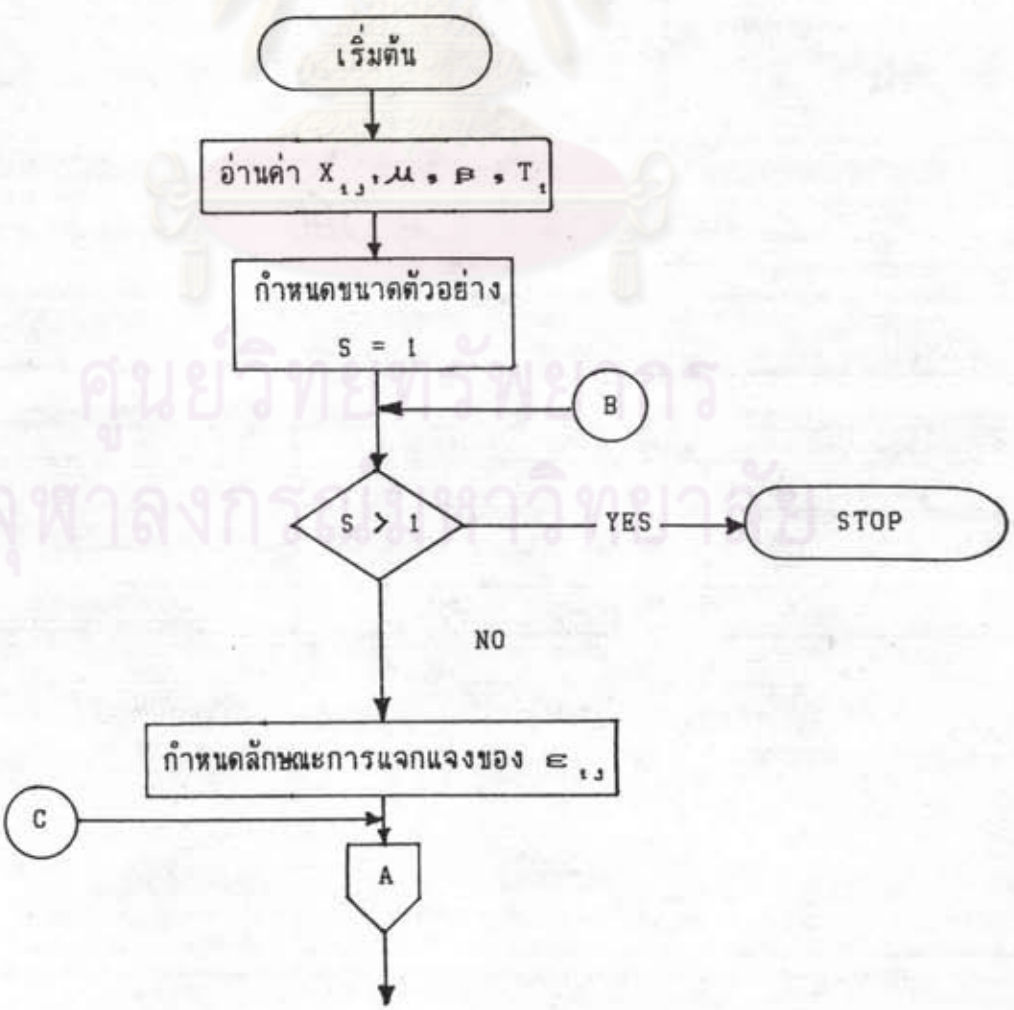
5. คำนวณค่าสถิติทดสอบของแต่ละวิธี แล้วนำค่าสถิติทดสอบไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต (Critical Value) ซึ่งได้จากจากตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญ 2 ระดับ คือ 0.01 และ 0.05 เพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐาน H_0 ถ้าปฏิเสธให้นับจำนวนครั้งที่ปฏิเสธเอาไว้ จากนั้นก็ย้อนกลับไปสร้างค่าข้อมูลชุดใหม่ จนครบ 1,000 ครั้ง

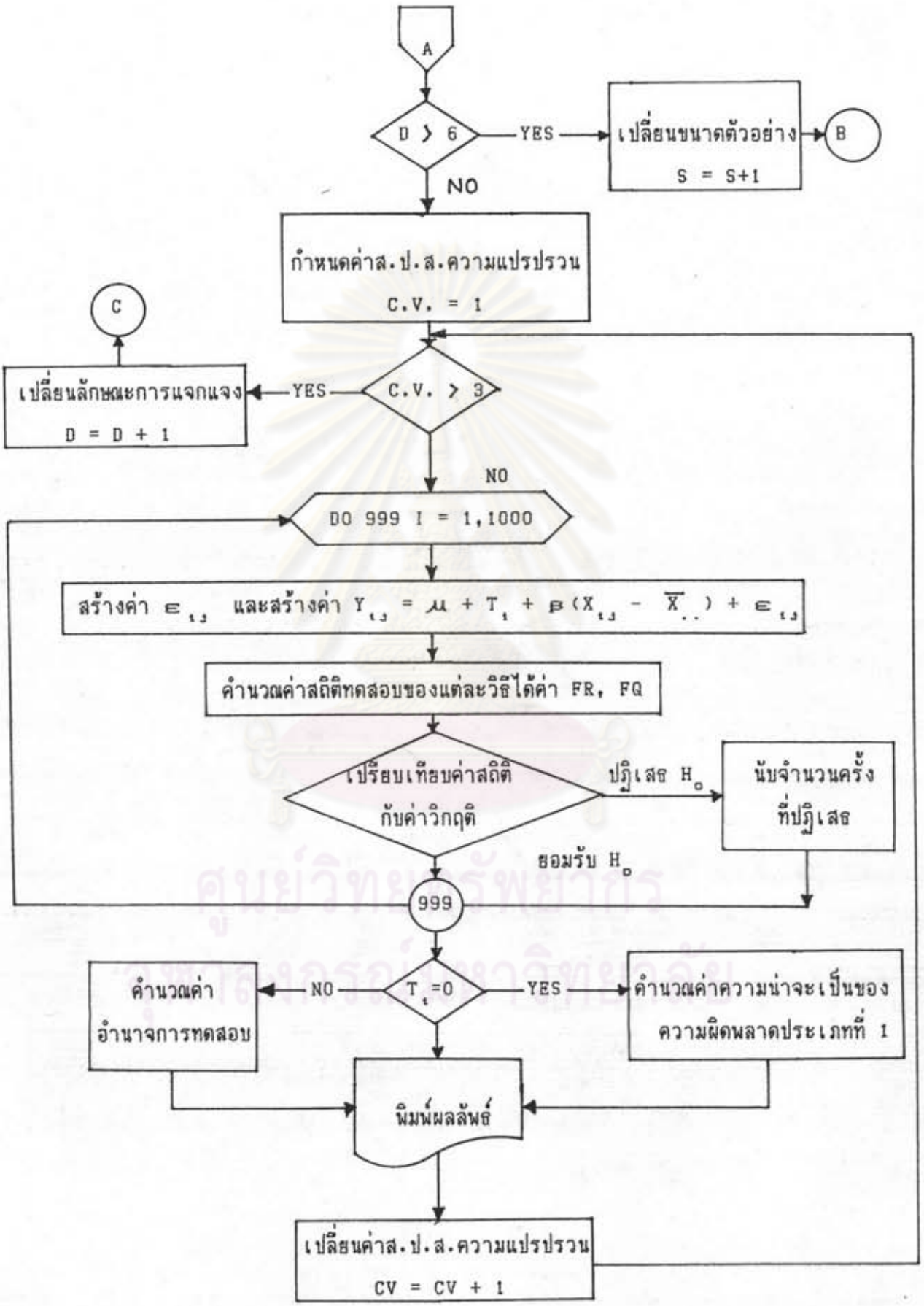
6. คำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 เมื่อ $T_i = 0$ ทุกค่า และคำนวณค่าอำนาจของการทดสอบ เมื่อ T_i ไม่เท่ากับ 0 ในบางค่า

7. เปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) จนกระทั่งครบทุกค่าตามที่ต้องการ โดยในแต่ละค่าจะสร้างข้อมูลซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนครบทุกค่าแล้ว ก็จะเปลี่ยนลักษณะการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนจนครบทุกการแจกแจง จากนั้น จะเปลี่ยนขนาดตัวอย่างจนครบทุกขนาด โดยในแต่ละขนาดตัวอย่างจะคำนวณค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และค่าอำนาจของการทดสอบจนครบทุกค่าของการแจกแจงและครบทุกค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต้องการศึกษา

จากขั้นตอนเหล่านี้สามารถสรุปเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ผังงานสำหรับการหาค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ




A
D > 6
YES
เปลี่ยนขนาดตัวอย่าง
S = S+1
B
NO
กำหนดค่าส.ป.ส.ความแปรปรวน
C.V. = 1
C
เปลี่ยนลักษณะการแจกแจง
D = D + 1
YES
C.V. > 3
NO
DO 999 I = 1,1000
สร้างค่า ε และสร้างค่า Y = μ + T + β(X - X̄..) + ε
คำนวณค่าสถิติทดสอบของแต่ละวิธีได้ค่า FR, FQ
เปรียบเทียบค่าสถิติ
กับค่าวิกฤติ
ปฏิเสธ H0
นับจำนวนครั้ง
ที่ปฏิเสธ
ยอมรับ H0
999
คำนวณค่า
อำนาจการทดสอบ
NO
T=0
YES
คำนวณค่าความน่าจะเป็นของ
ความผิดพลาดประเภทที่ 1
พิมพ์ผลลัพธ์
เปลี่ยนค่าส.ป.ส.ความแปรปรวน
CV = CV + 1