บรรณานุกรม

ภาษาไทย

นิยม ปุราคำ. ทฤษฎีของการสำรวจสถิติจากตัวอย่างและการประยุกต์. กรุงเทพมหานคร : ศ.ส. การพิมพ์, 2517.

มนตรี พิริยะกุล. ทฤษฎีสถิติ 2. กรุงเทพมหานคร : วิคตอรี่การพิมพ์, 2524.

________. เทคนิคการวิเคราะห์ส่มการถดถอย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2525.

________. เทคนิคการสำรวจด้วยกลุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพมหานคร : บริษัทประชาชน, 2525

________. เทคนิคการวิเคราะห์ส่มการถดถอย (เล่ม 2). กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2526.

สมชัย ยืนนาน. "การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โล เปรียบเทียบการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากร 2 กลุ่ม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สรชัย พิศาลบุตร. สถิติเพื่อการวิเคราะห์และการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

สุชาดา กีระนันทน์. การสำรวจตัวอย่าง. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสถิติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

อวยพร จุฑานนท์. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการวัดซ้ำและการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสุ่มภายในบล็อคเมื่อใช้ตัวแปรร่วม". วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

อนันต์ ศรีโสภา. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.

ภาษาอังกฤษ

หนังสือ

Corchran, W.G. Sampling Techniques (Modern asia editions. Japan : John Wiley & Sons, 1967.

________. Sampling Techniques. 3d ed, New York : John-Wiley & Sons, 1968.

Deming, W.E. Sample Design in Business Research. New York : John Wiley & Sons, 1960.

Hansen, M.H., Hurwitz, W.N. and Madow, W.G. Sample Survey Methods and Theory. New York : John-Wiley & Sons, 1953. vols I and II.

Kendall, M.G., and A. Stuart. The Advanced theory of Statistics. Vol 2. London : Charles Griffin co., 1967.

Kish, L. Survey Sampling. New York : John-Wiley & Sons, 1965.

Lindgren, B.W. Statistical Theory. 3d ed, New York : McMillan Publishing, 1968.

Murthy, M.N. Sampling Theory and Methods. Calcutta : Statistical Publishing Society, 1969.

Raj D. Sampling theory. Mc. Graw Hill Book Co., 1968.

Yates, F. Sampling Methods for Censues and Surveys. 3d ed, New York: Hafner Publishing co., 1960.

Article

Holt, D., and Smith, T.M.F. "Post Stratification." Journal of the Royal Statistical Society Ser A., 142 (1979) : 33-46.

Jenkins, O.C., Ringer, L.J., and Hartley, H.O. "Root Estimators". Journal of the American Statistical Association 68 (1973) 414-419.

Johnson, N.L. "Systems of Frequeney curves generated by Method Transtation." Biometrika 36 (1949) : 149-176.

Michael, A.H. and Kadaba P.S. "Some Estimators of a population Total From Random Samples Containing large Units." Journal of the American Statistical Association 76 (September 1981) : 690-695.

Pandu. R. "On Simulating Non-Normal Distribution." Psychometrika 45 (1980) : 273-279.

Searls, D.T. "An Estimator Which reduces Large True Observations." Journal of the American Statistical Association 61 (1966): 1200-1204.

Other Materials

Narsingh, Deo. System Simulation with Digital Computer. New Delhi : Prentice-Hall of India Private Limited, 1980.

Norman I., Johnson and Samvel Kotz, Continuous Univariate Distribution-1. Boston : Houghton Mifflin co., 1970.

ภาคผนวก

รูปที่ 1

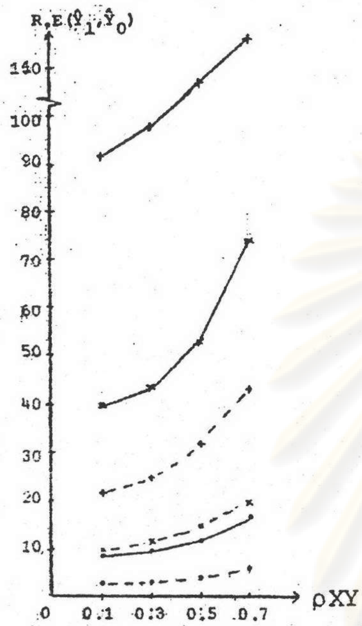
N=500 , —— L

N_1=1.8% , ---G

n = 50 , . n_1 = 6%

x n_1 = 12%

+ n_1 = 18%



รูปที่ 2

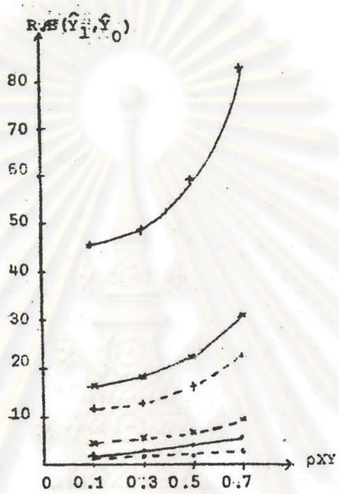
N=500 , —— L

N_1= 1.8% , ---G

n = 100, . n_1 = 3%

x n_1 = 6%

+ n_1 = 9%



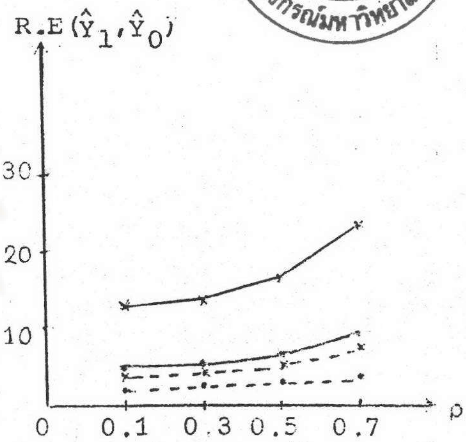
รูปที่ 3

N = 500 , —— L

N_1= 1.8% , ---G

n = 200 , . n_1 = 3%

+ n_1 = 4%



รูปที่ 4

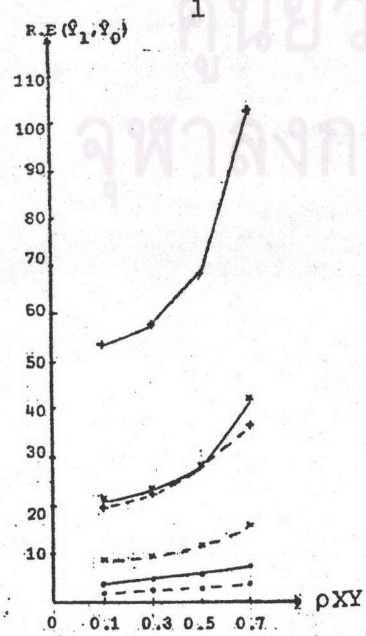
N=500 , —— L

N_1=2.8% , ---- G

n=50 , . n_1=6

* n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 5

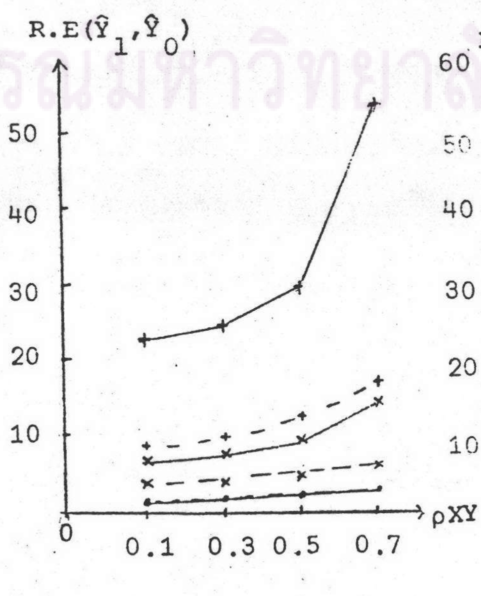
N=500 , —— L

N_1=2.8%, --- G

n=100 , . n_1=3%

x n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 6

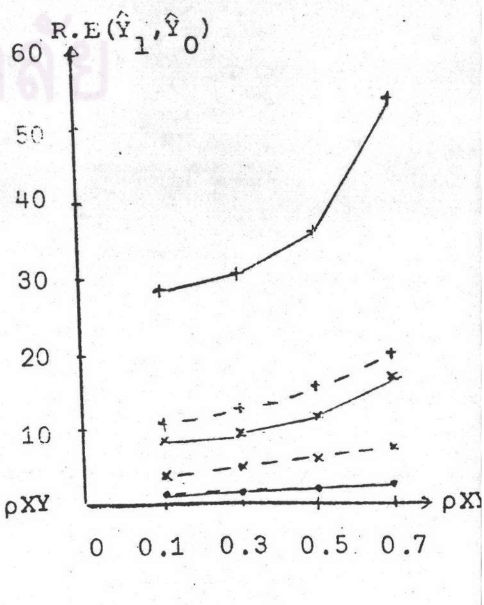
N=500 , —— L

N_1=2.8% , --- G

n=200 , . n_1=3%

x n_1=5%

+ n_1=7%



รูปที่ 7

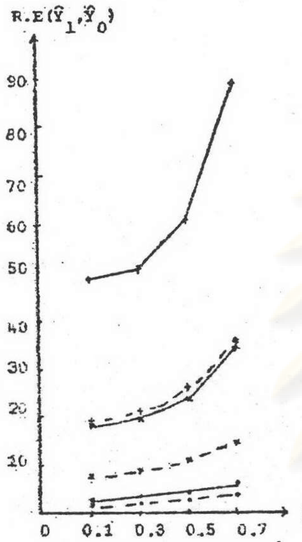
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=50$, . $n_1=6\%$

x $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 8

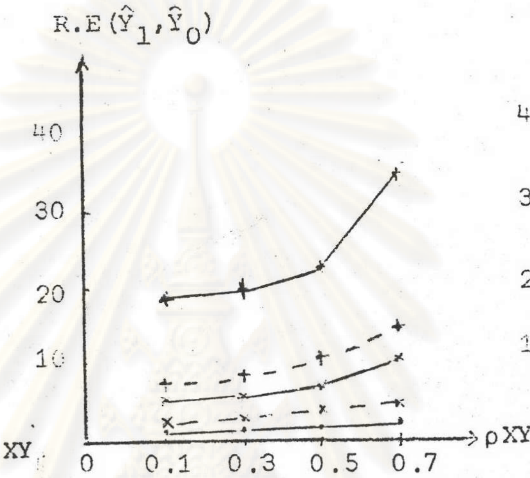
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=100$, . $n_1=3\%$

x $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



รูปที่ 9

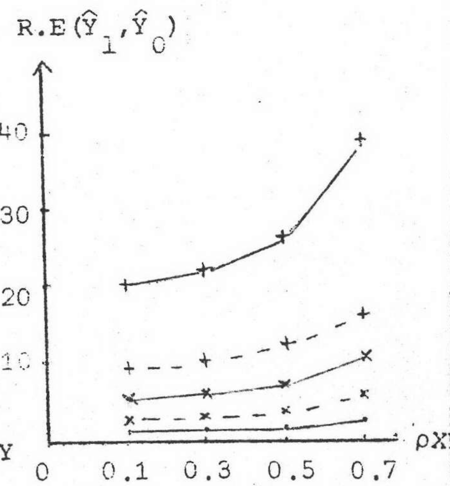
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=200$, . $n_1=3\%$

x $n_1=5\%$

+ $n_1=7\%$



รูปที่ 10

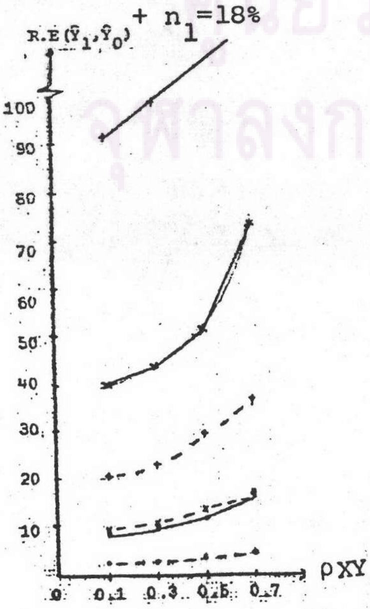
$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=50$, . $n_1=6\%$

x $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 11

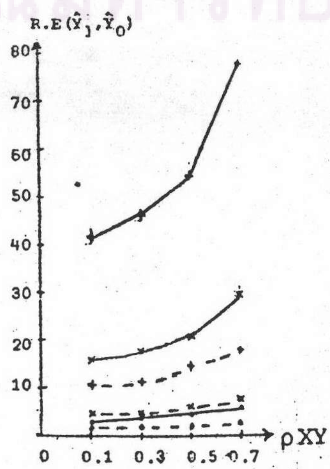
$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=100$, . $n_1=3\%$

x $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



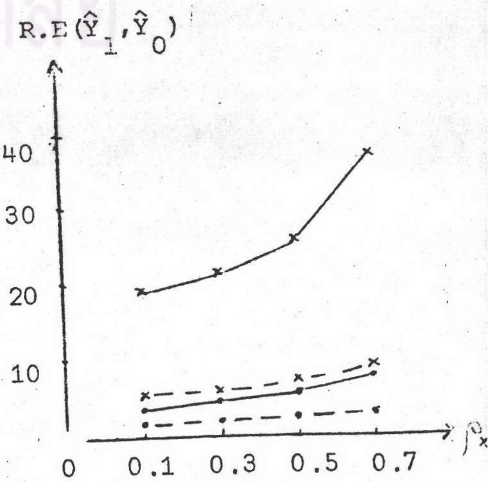
รูปที่ 12

$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=200$, . $n_1=3\%$

x $n_1=5\%$



รูปที่ 13

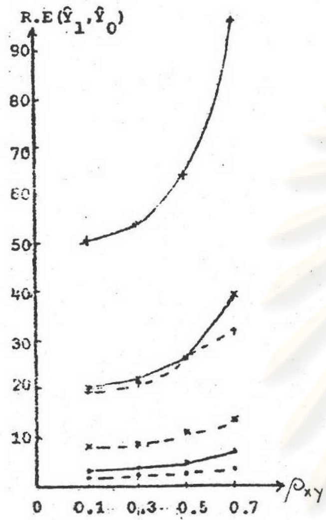
$N=1000$, ____ L

$N_1=2.8\%$, _ _ _ G

$n=50$, . $n_1=6\%$

x $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 14

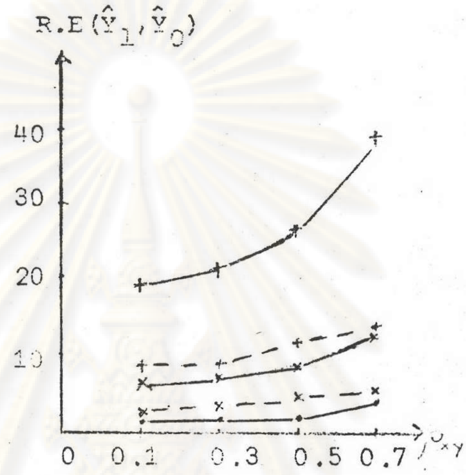
$N=1000$, ____ L

$N_1=2.8\%$, _ _ _ G

$n=100$, . $n_1=3\%$

x $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



รูปที่ 15

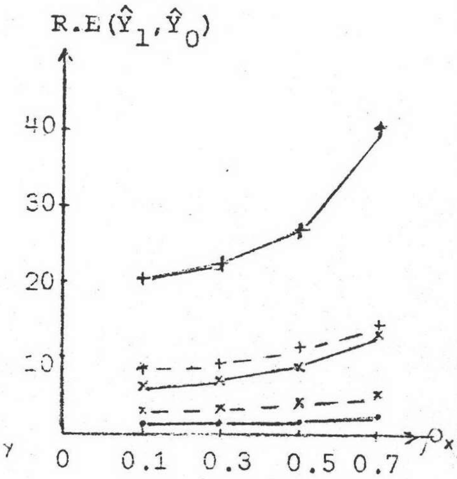
$N=1000$, ____ L

$N_1=2.8\%$, _ _ _ G

$n=200$, . $n_1=3\%$

x $n_1=5\%$

+ $n_1=7\%$



รูปที่ 16

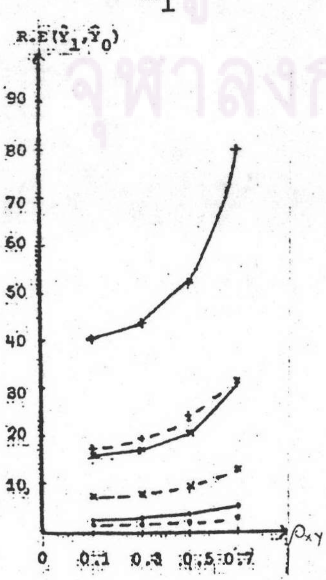
$N=1000$, ____ L

$N_1=3.3\%$, _ _ _ G

$n=50$, . $n_1=6\%$

x $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 17

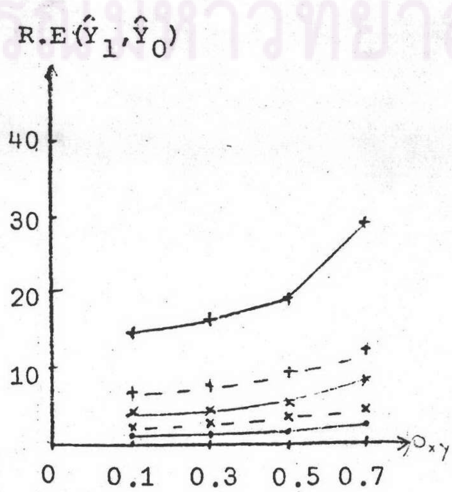
$N=1000$, ____ L

$N_1=3.3\%$, _ _ _ G

$n=100$, . $n_1=3\%$

x $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



รูปที่ 18

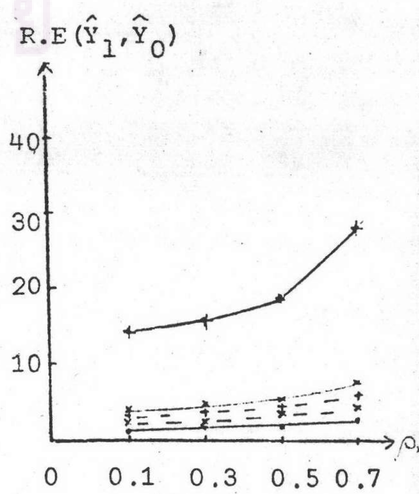
$N=1000$, ____ L

$N_1=3.3\%$, _ _ _ G

$n=200$, . $n_1=3\%$

x $n_1=5\%$

+ $n_1=7\%$



รูปที่ 19

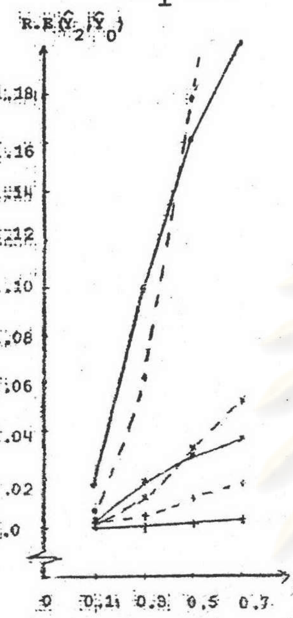
N=500 , ____ L

N_1=1.8%, _ _ _ G

n =50 , . n_1=6%

x n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 20

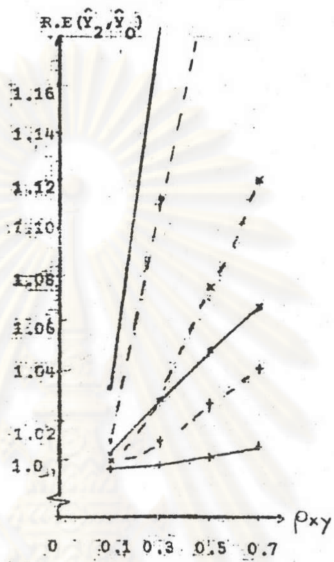
N=500 , ____ L

N_1=1.8% , _ _ _ G

n=100 , . n_1=3%

x n_1= 6%

+ n_1=9%



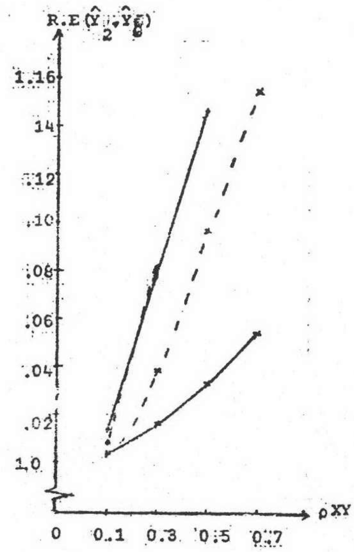
รูปที่ 21

N=500 , ____ L

N_1=1.8%, _ _ _ G

n=200 , . n_1=3%

x n_1= 5%



รูปที่ 22

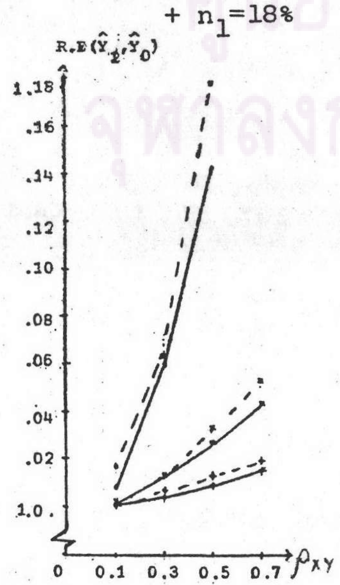
N=500 , ____ L

N_1=2.8%, _ _ _ G

n=50 , . n_1=6%

x n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 23

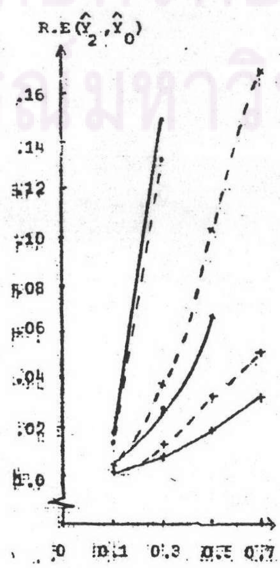
N=500 , ____ L

N_1=2.8 , _ _ _ G

n=100 , . n_1=3%

x n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 24

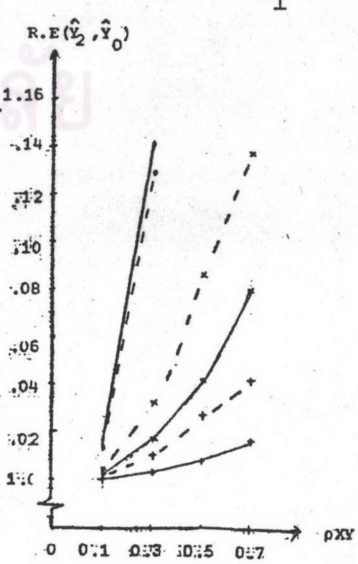
N=500 , ____ L

N_1=2.8 , - - - G

n=200 , . n_1=3%

x n_1=5%

+ n_1=7%



รูปที่ 25

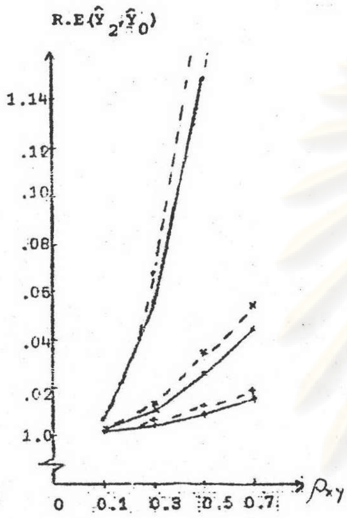
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=50$, . $n_1=6\%$

× $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 26

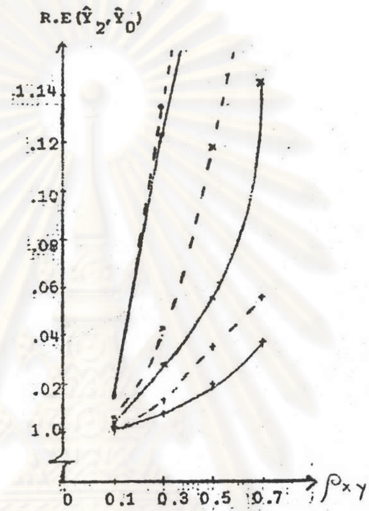
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=100$, . $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



รูปที่ 27

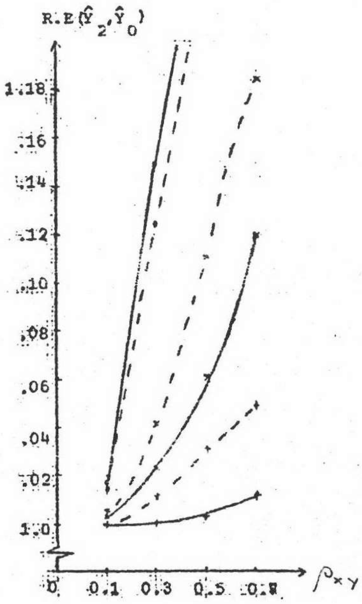
$N=500$, ——— L

$N_1=3.2\%$, - - - G

$n=200$, . $n_1=3\%$

× $n_1=5\%$

+ $n_1=7\%$



รูปที่ 28

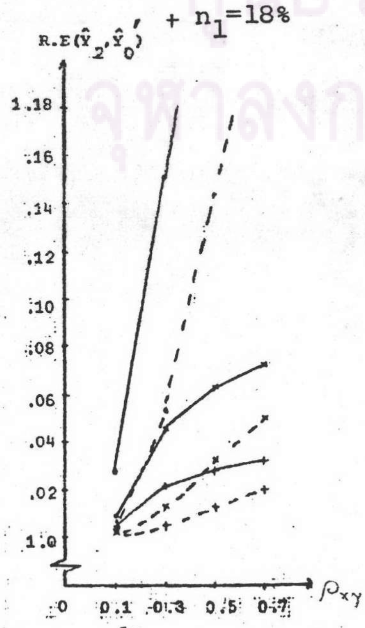
$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=50$, . $n_1=6\%$

× $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



รูปที่ 29

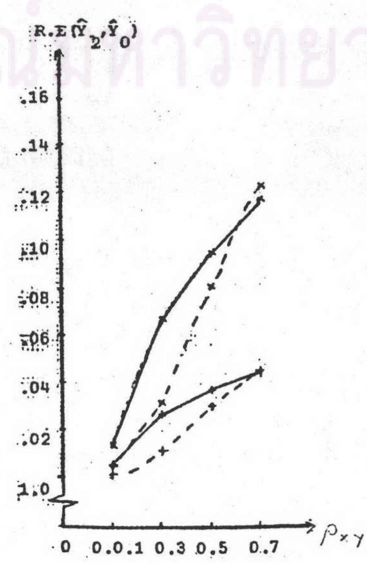
$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=100$, . $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



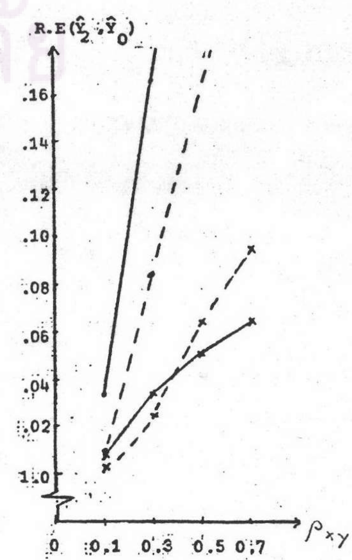
รูปที่ 30

$N=1000$, ——— L

$N_1=1.8\%$, - - - G

$n=200$, . $n_1=3\%$

× $n_1=5\%$



รูปที่ 31

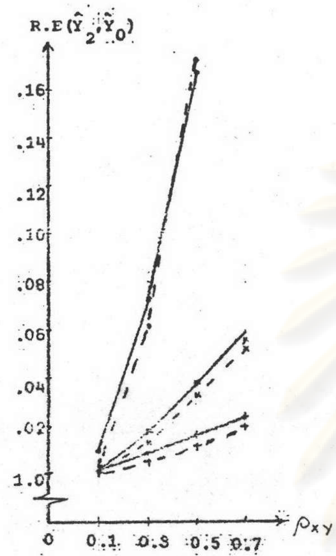
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=50 , · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 32

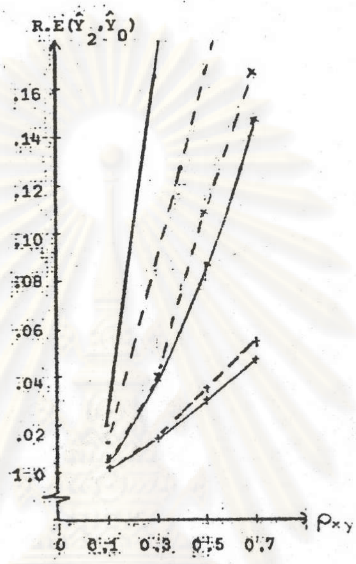
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=100 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 33

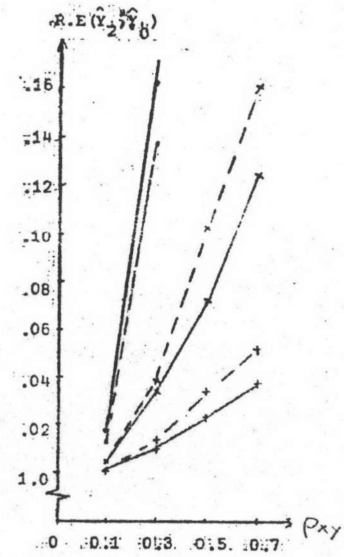
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=200 , · n_1=3%

× n_1=5%

+ n_1=7%



รูปที่ 34

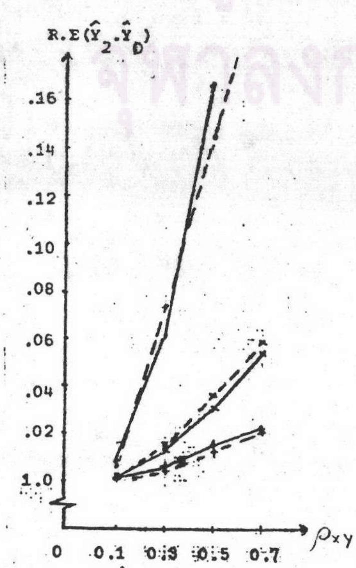
N=1000 , —— L

N_1=3.3% , - - - G

n=50 , · n_1= 6%

× n_1= 12%

+ n_1= 18%



รูปที่ 35

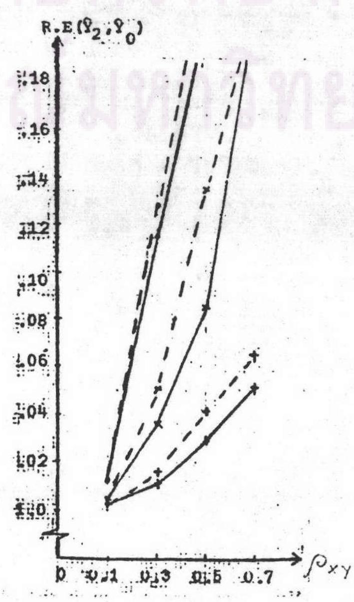
N=1000 , —— L

N_1=3.3%, - - - G

n=100 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 36

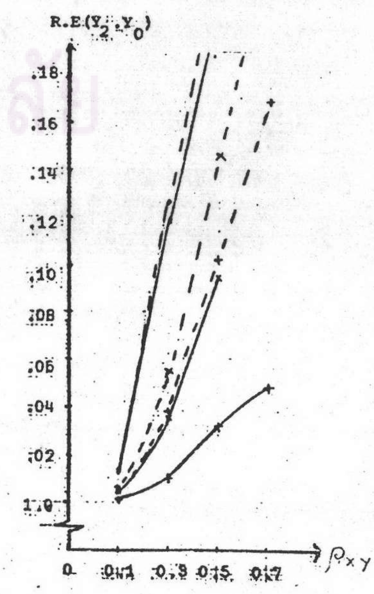
N=1000 , —— L

N_1=3.3%, - - - G

n=200 , · n_1=3%

× n_1=5%

+ n_1=7%



รูปที่ 37

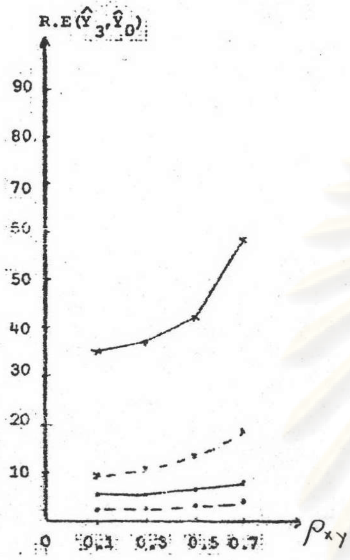
N=500 , ——— L

N_1=1.8%, - - - G

n=50 , · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 38

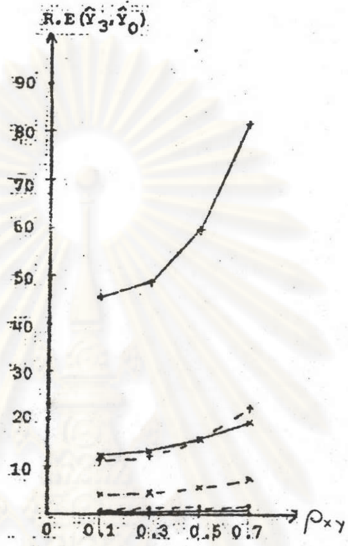
N=500 , ——— L

N_1=1.8%, - - - G

n=100 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



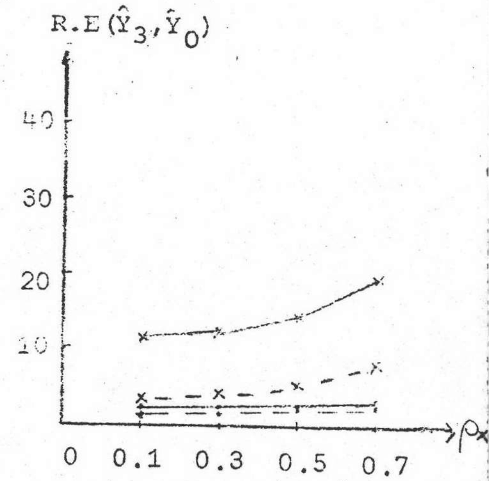
รูปที่ 39

N=500 , ——— L

N_1=1.8%, - - - G

N=200 , · n_1=3%

× n_1=4%



รูปที่ 40

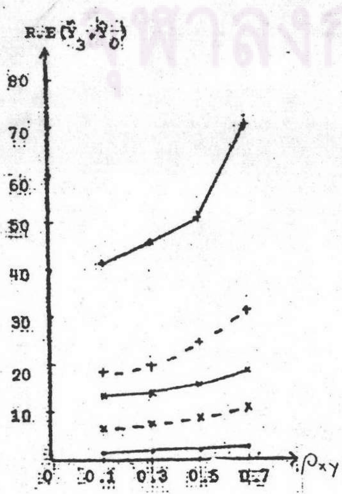
N=500 , ——— L

N_1=2.8% , - - - G

n=50 , · n_1= 6%

× n_1= 12%

+ n_1= 18%



รูปที่ 41

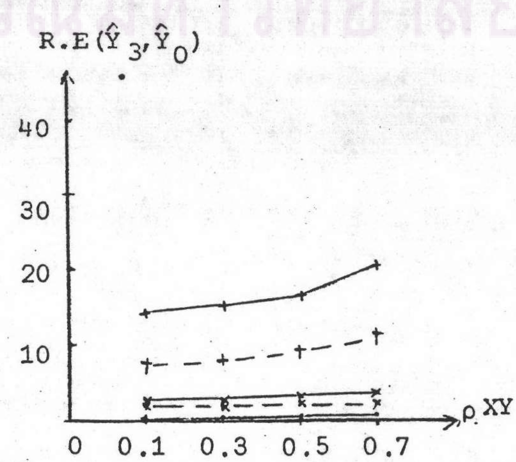
N=500 , ——— L

N_1=2.8% , - - - G

n=100 , · n_1=3%

× n_1=6 %

+ n_1=9 %



รูปที่ 42

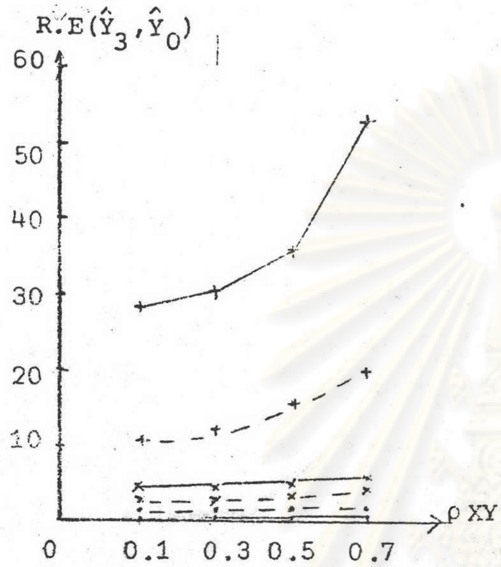
N=500 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=200 , . n_1=3%

× n_1=5%

\+ n_1=7%



รูปที่ 43

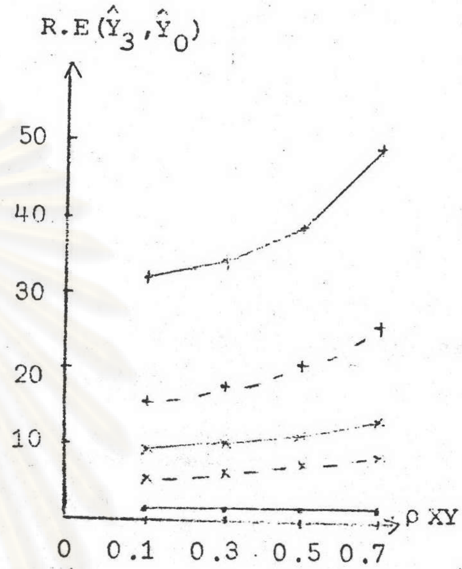
N=500 , —— L

N_1=3.2% , - - - G

n=50 , . n_1=6%

× n_1=12%

\+ n_1=18%



รูปที่ 44

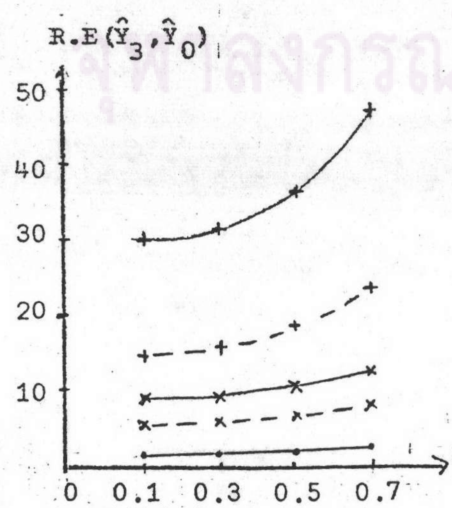
N=500 , —— L

N_1=3.2% , - - - G

n=100 , . n_1=3%

× n_1=6%

\+ n_1=9%



รูปที่ 45

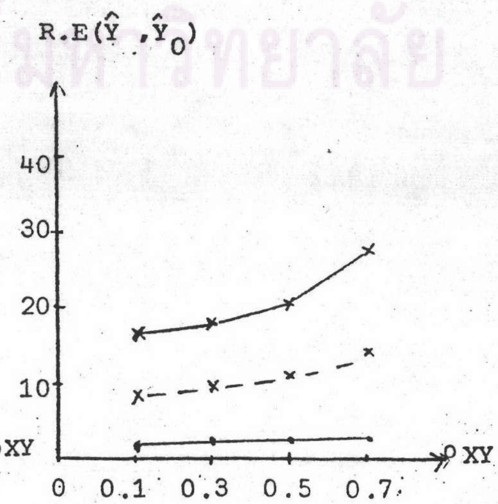
N=500 , —— L

N_1=3.2% , - - - G

n=200 , . n_1=3%

× n_1=5%

\+ n_1=7%



รูปที่ 46

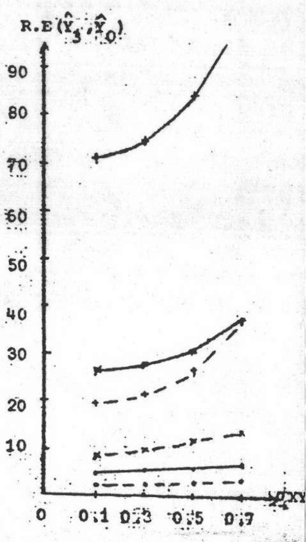
N=1000 , —— L

N_1=1.8% , - - - G

n= 50 , . n_1= 6%

× n_1= 12%

\+ n_1=18%



รูปที่ 47

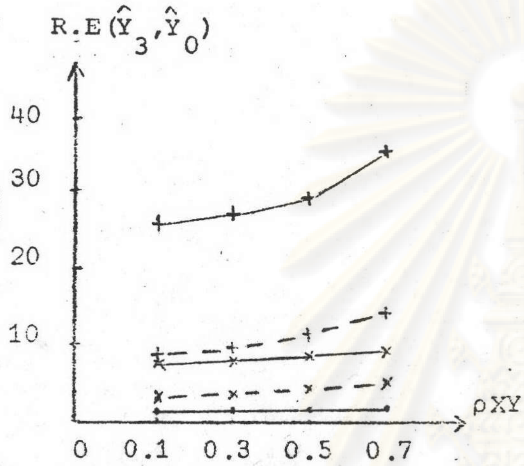
N=1000 , —— L

N_1=1.8% , - - - G

n=100 , . n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



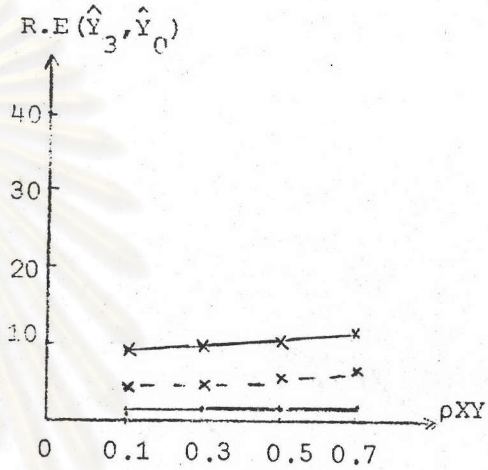
รูปที่ 48

N=1000 , —— L

N_1=1.8% , - - - G

n=200 , · n_1=3%

× n_1=5%



รูปที่ 49

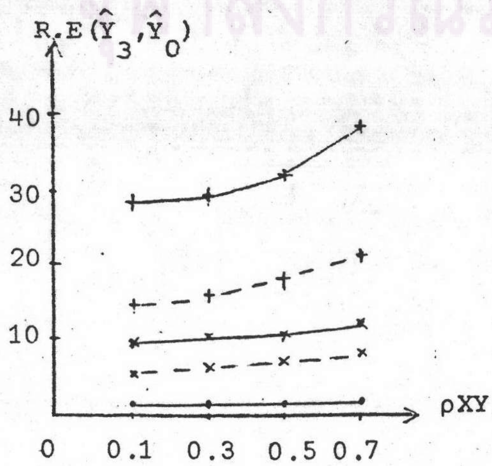
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=50 , · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 50

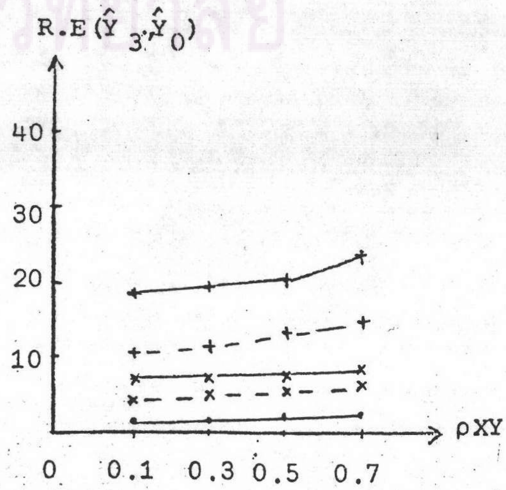
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

n=100 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 51

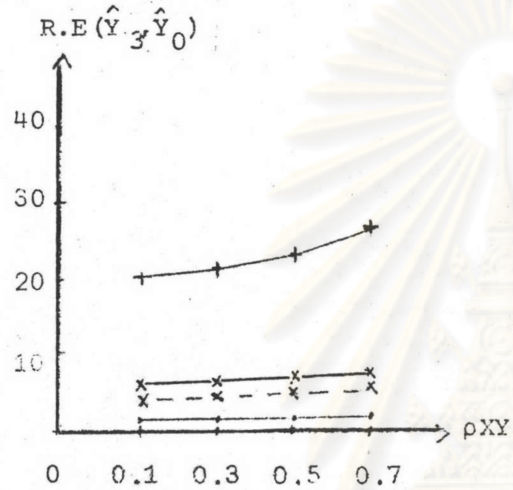
N=1000 , ——— L

N_1=2.8% , - - - G

n=200 , . n_1=3%

× n_1=5%

+ n_1=7%



รูปที่ 52

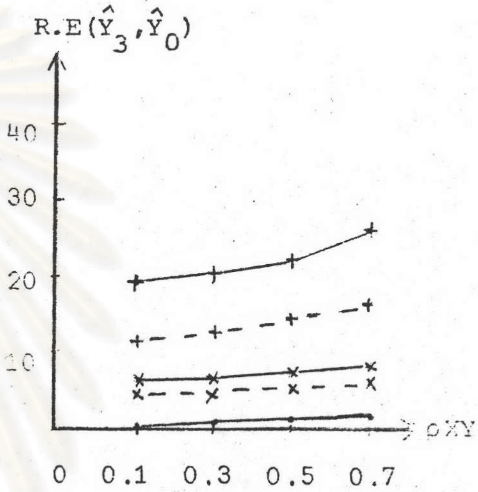
N=1000 ——— L

N_1=3.3% - - - G

n=50 , . n_1= 6%

× n_1= 12%

+ n_1= 18%



รูปที่ 53

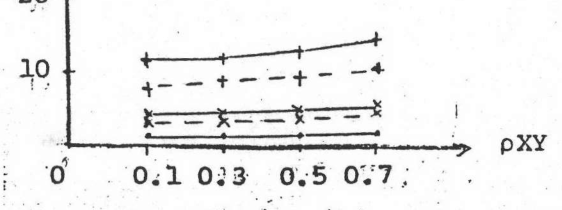
N=1000 , ——— L

N_1=3.3% , - - - G

n=100 , . n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 54

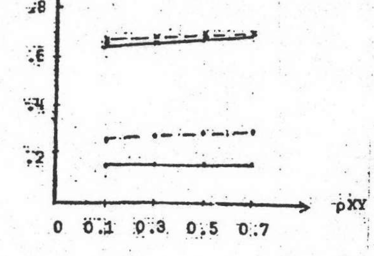
N=1000 , ——— L

N_1=3.3% , - - - G

n=200 , . n_1=3%

× n_1=5%

+ n_1= 7%



รูปที่ 55

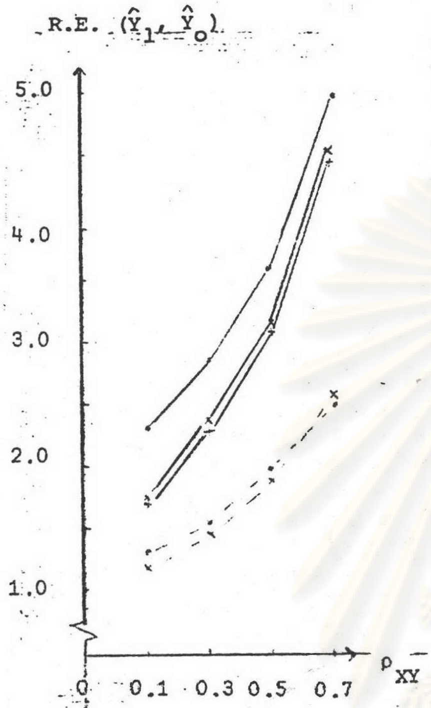
N=500 , —— L

N_1=1.8% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 56

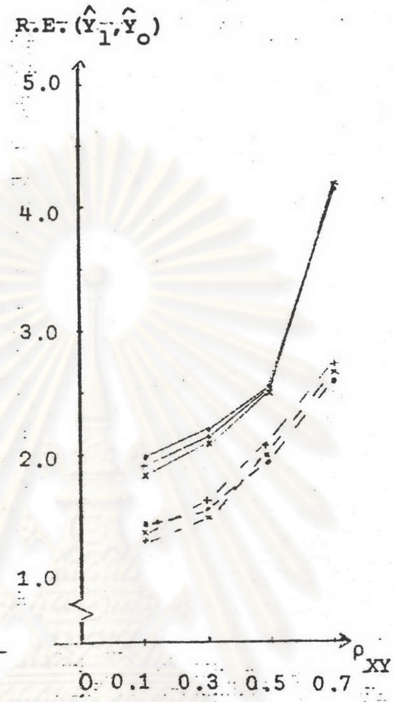
N=500 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 57

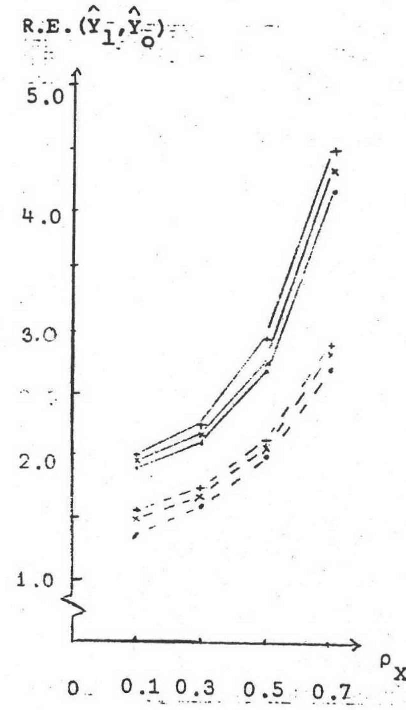
N=500 , —— L

N_1=3.2% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 58

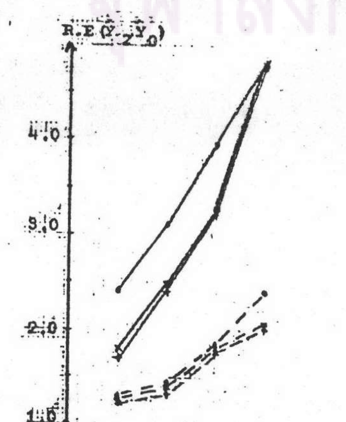
N=1000 , —— L

N_1=1.8% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 59

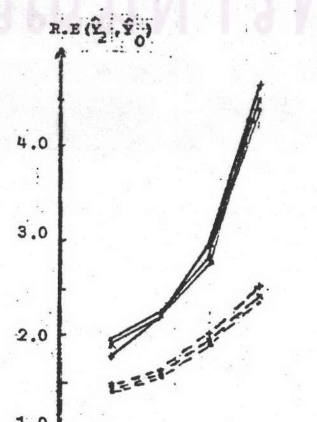
N=1000 , —— L

N_1=2.8% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 60

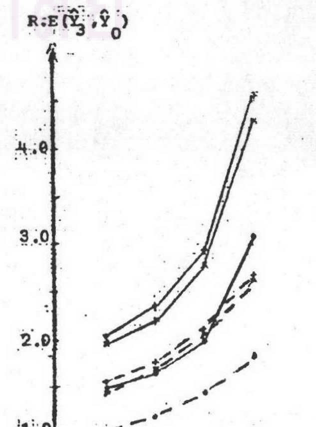
N=1000 , —— L

N_1=3.3% , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 61

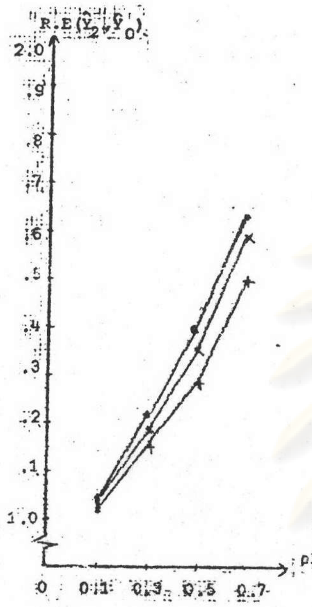
N=500 —— L

N_1=1.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 62

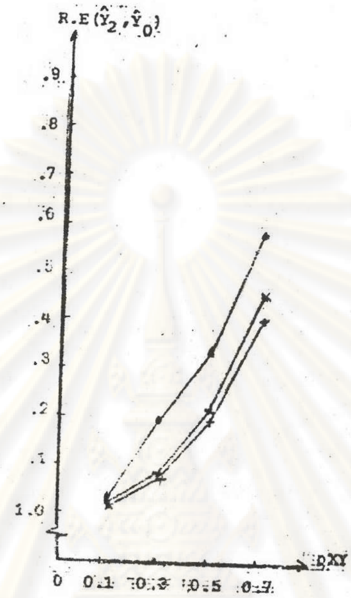
N=500 —— L

N_1=2.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 63

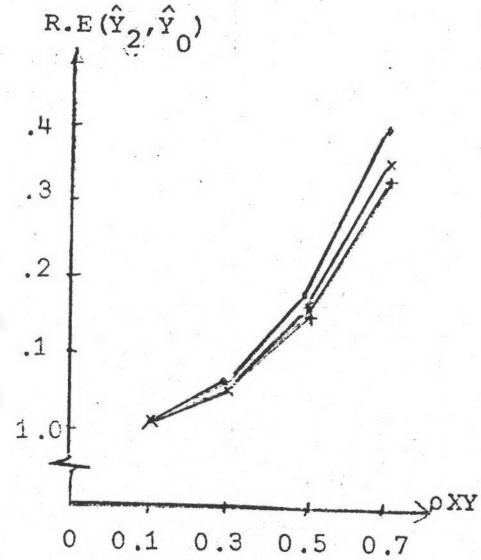
N=500 —— L

N_1=3.2%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 64

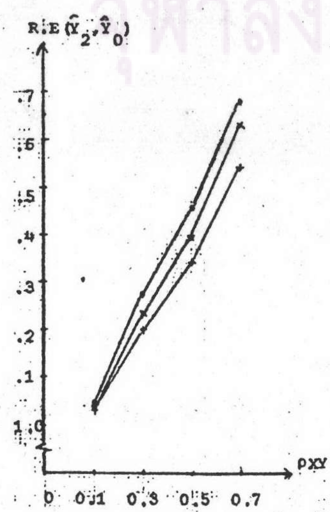
N=1000 , —— L

N_1=1.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 65

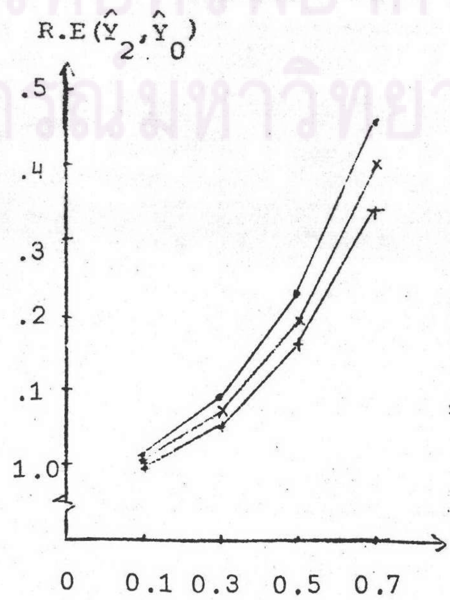
N=1000 , —— L

N_1=2.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 66

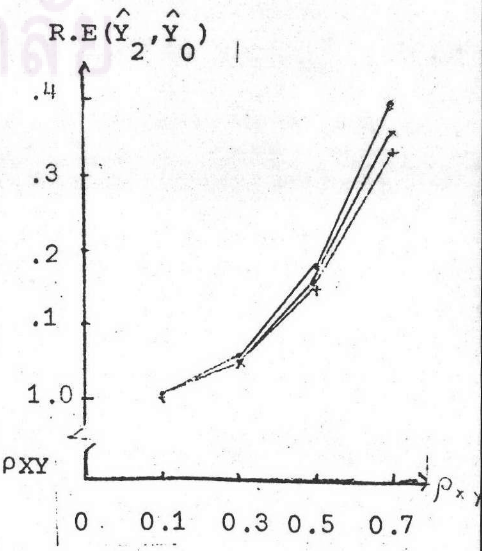
N=1000 , —— L

N_1=3.3%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 67

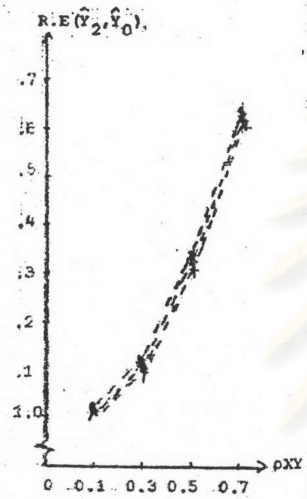
N=500

N_1=1.8% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 68

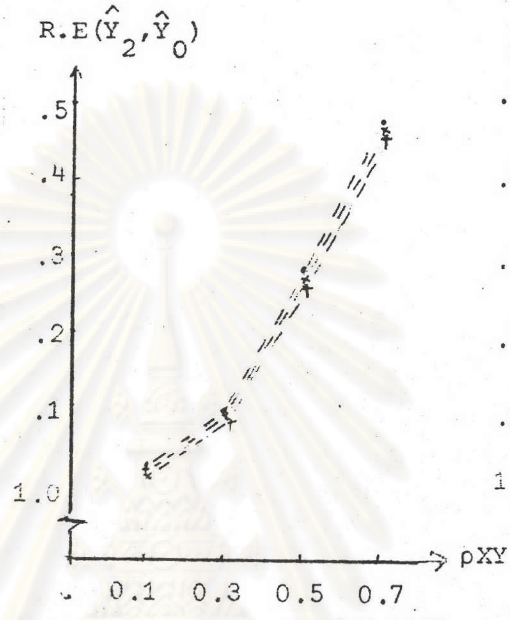
N=500

N_1=2.8% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 69

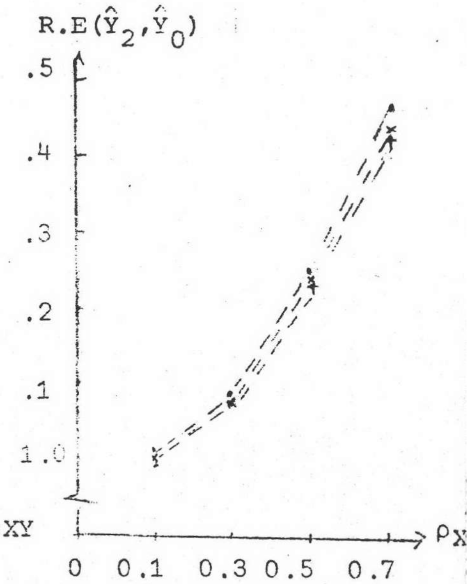
N=500

N_1=3.2% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 70

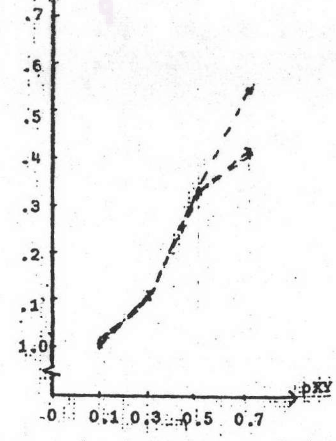
N=1000

N_1=1.8% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 71

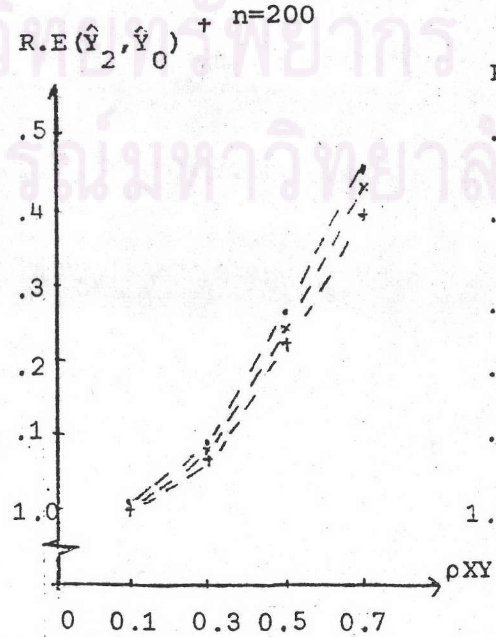
N=1000

$N_1$2.8% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 72

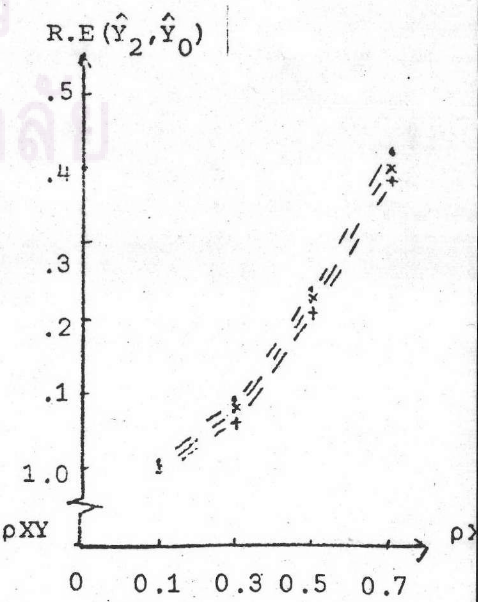
N=1000

N_1=3.3% , - - - G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 73

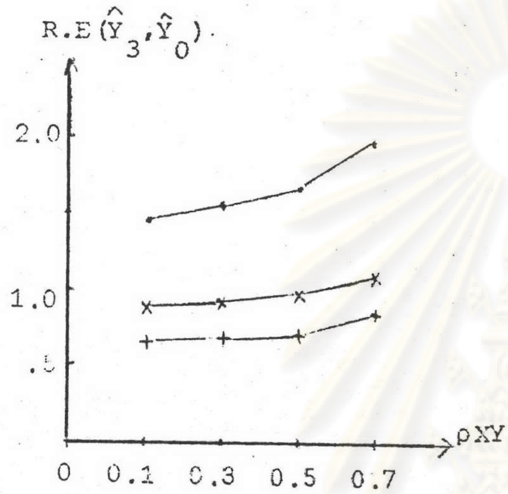
N=500 , —— L

N_1=1.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 74

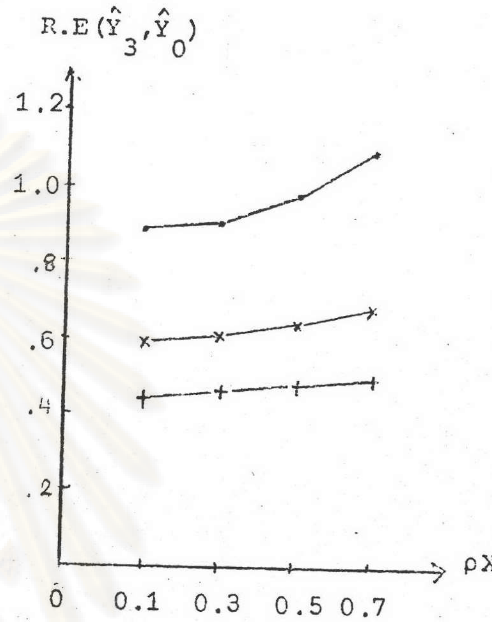
N=500 , —— L

N_1=2.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 75

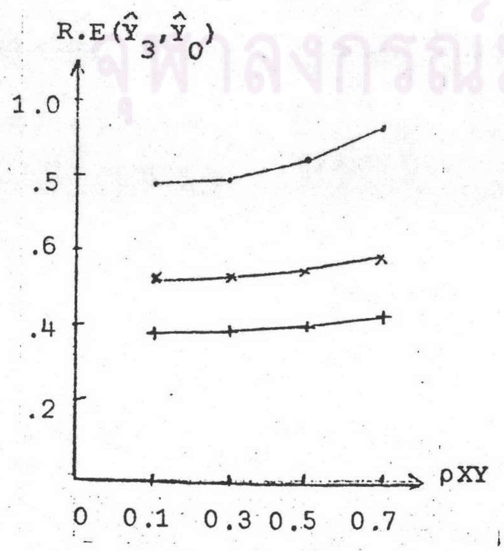
N=500 , —— L

N_1=3.2%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 76

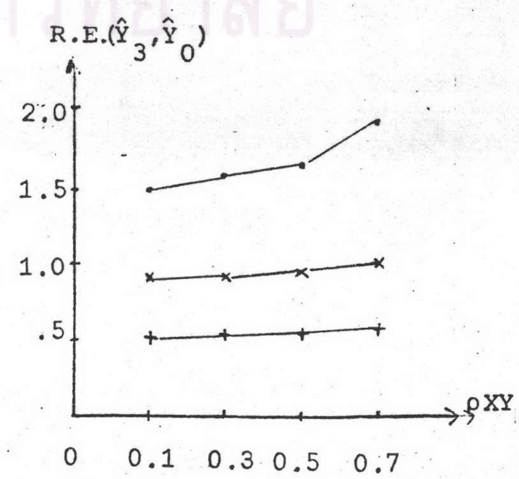
N=1000 , —— L

N_1=1.8%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 77

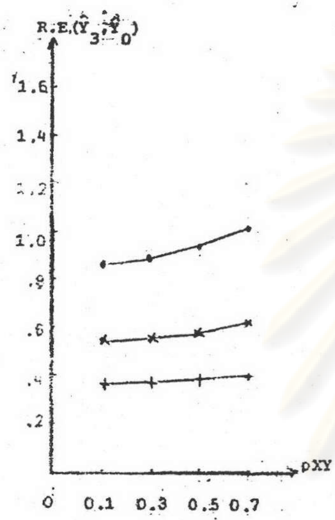
N=1000 , ―― L

N_1=2.8% ,

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 78

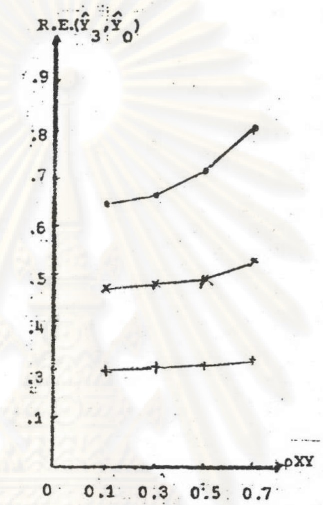
N=1000 , ―― L

N_1=3.3%

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 79

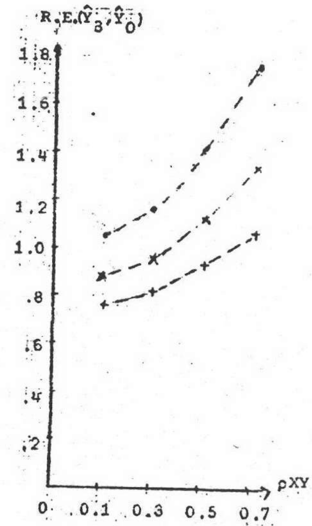
N=500

N_1=1.8%, – – – G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 80

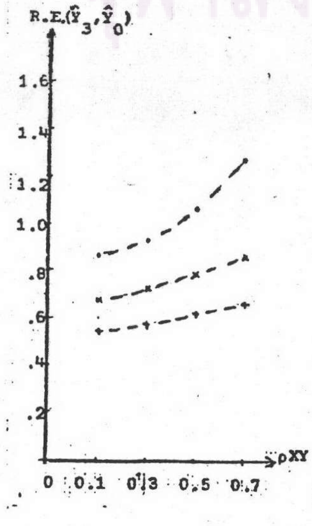
N=500

N_1=2.8%, – – – G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 81

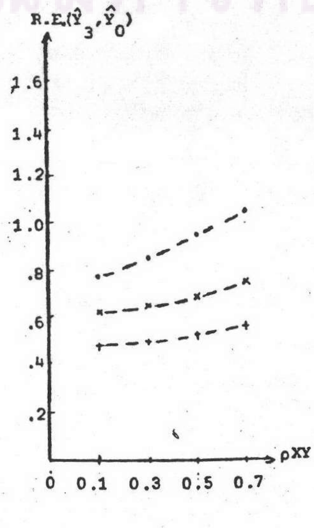
N=500

N_1=3.2% , – – – G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 82

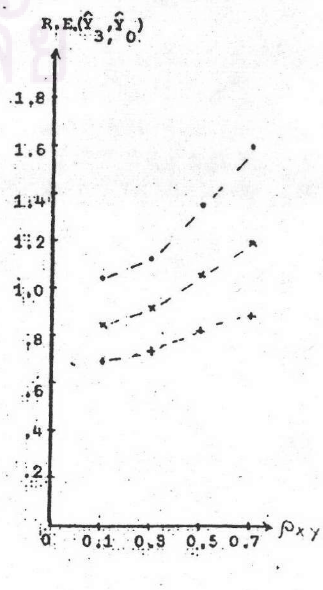
N=1000

N_1=1.8% , – – – G

· n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 83

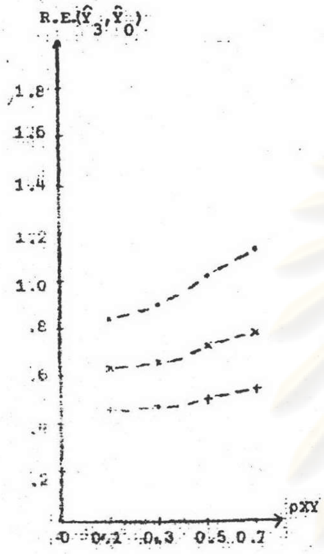
N=1000

N_1=2.8% , - - - G

. n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 84

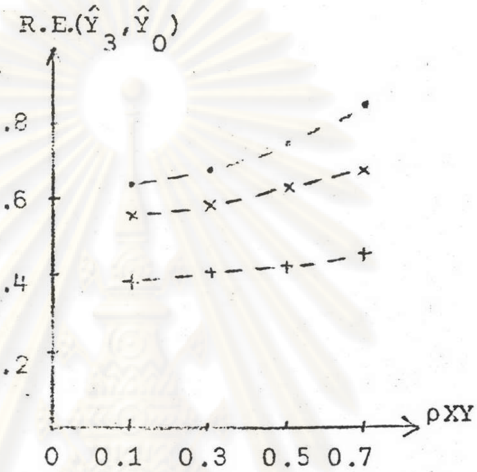
N=1000

N_1=3.3% , - - - G

. n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 85

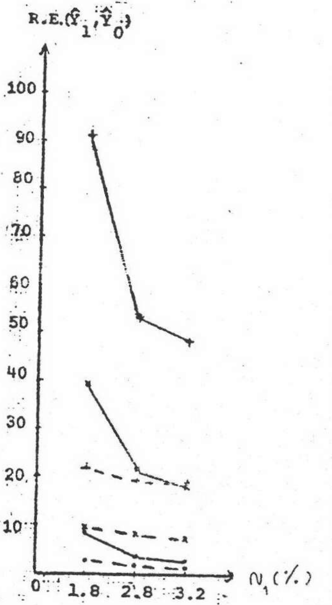
N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy} =0.1 . n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 86

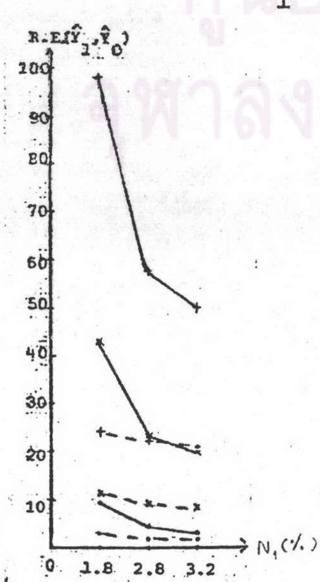
N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , . n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 87

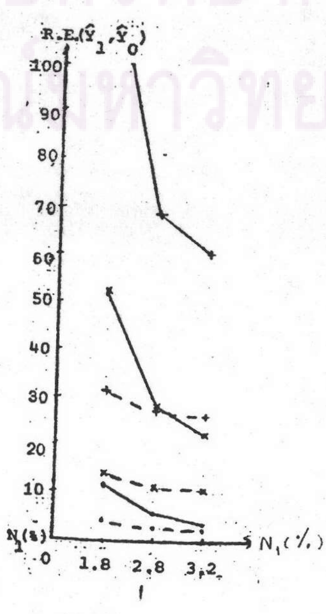
N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.5 , . n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 88

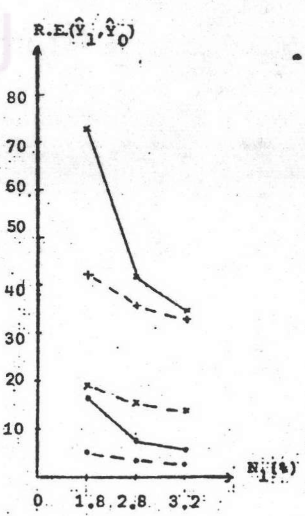
N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.7 , . n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 89

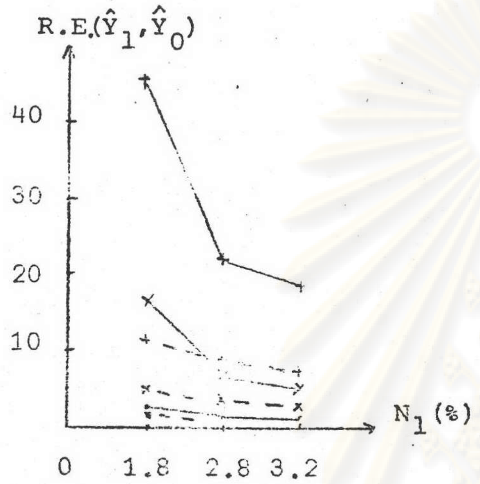
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 90

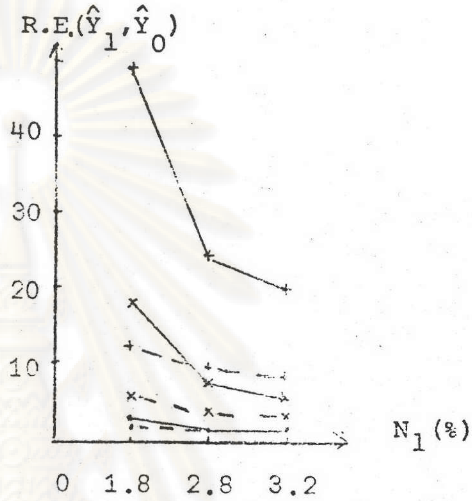
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× $n_1$6%

+ n_1=9%



รูปที่ 91

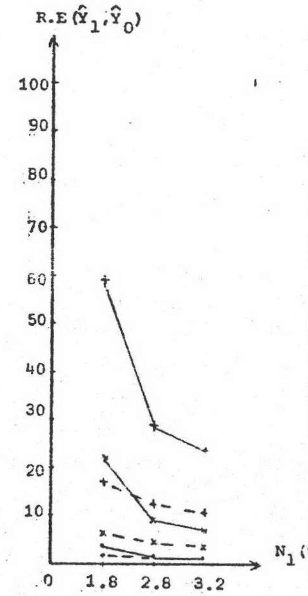
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.5, · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 92

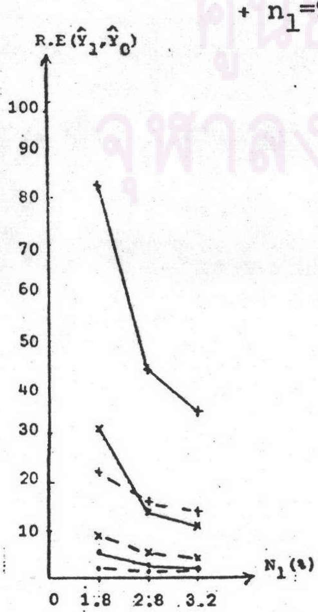
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.7, · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



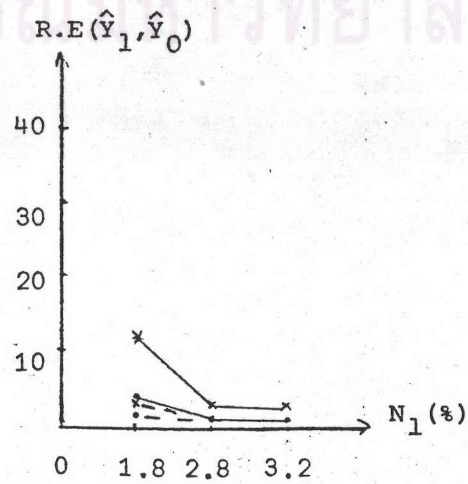
รูปที่ 93

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.1, · n_1= 3%

× n_1=4%



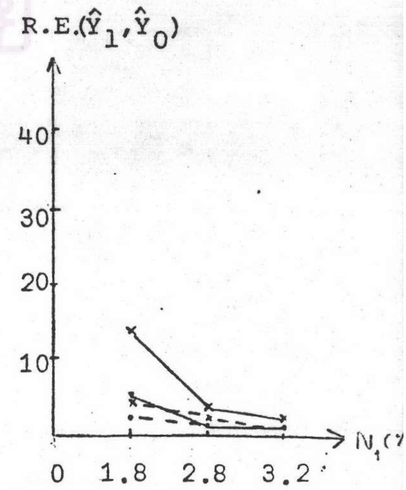
รูปที่ 94

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.3, · n_1= 3%

× n_1=4%



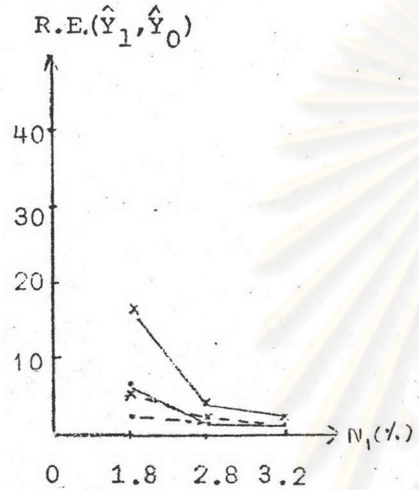
รูปที่ 95

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.5$, · $n_1 = 3\%$

× $n_1 = 4\%$



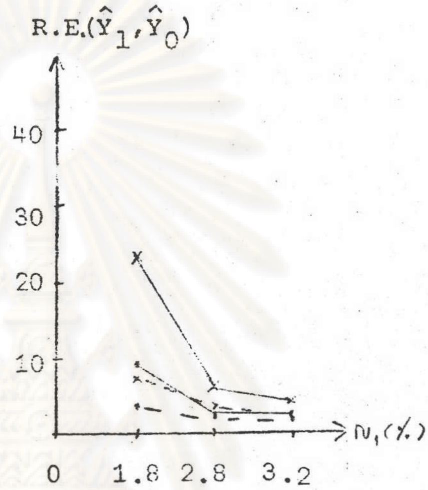
รูปที่ 96

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.7$, · $n_1 = 3\%$

× $n_1 = 4\%$



รูปที่ 97

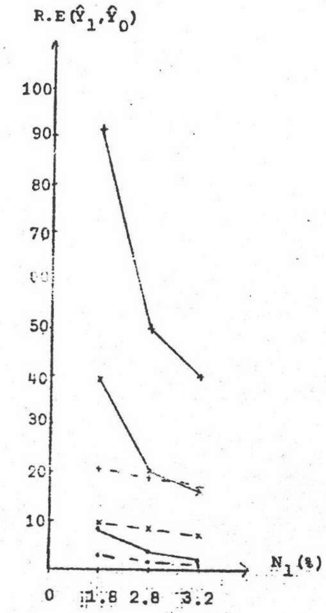
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.1$, · $n_1 = 6\%$

× $n_1 = 12\%$

+ $n_1 = 18\%$



รูปที่ 98

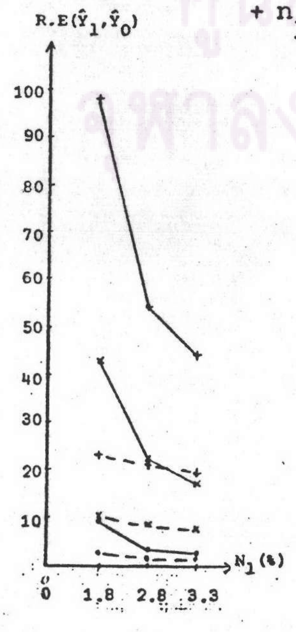
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.3$, · $n_1 = 6\%$

× $n_1 = 12\%$

+ $n_1 = 18\%$



รูปที่ 99

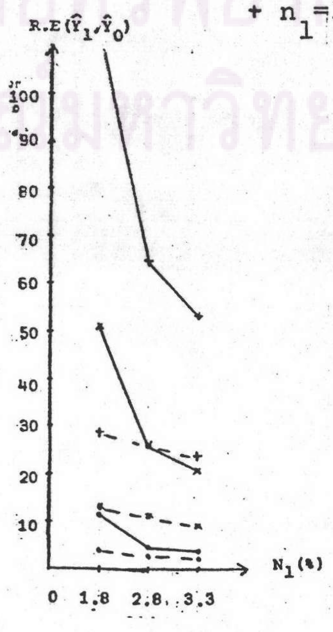
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.5$, · $n_1 = 6\%$

× $n_1 = 12\%$

+ $n_1 = 18\%$



รูปที่ 100

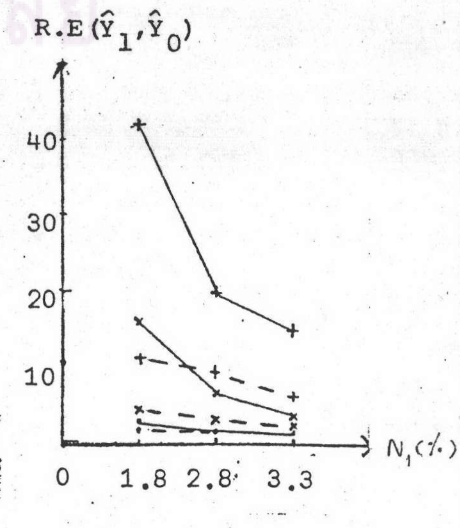
N=1000 , —— L

n=100 , - - - G

$\rho_{xy} = 0.1$, · $n_1 = 3\%$

× $n_1 = 6\%$

+ $n_1 = 9\%$



รูปที่ 101

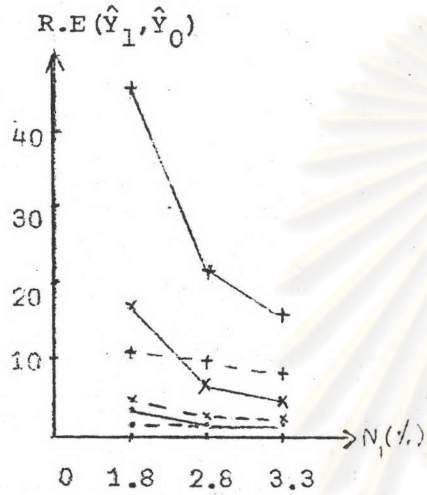
N=1000 , ——— L

n=100 / - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 102

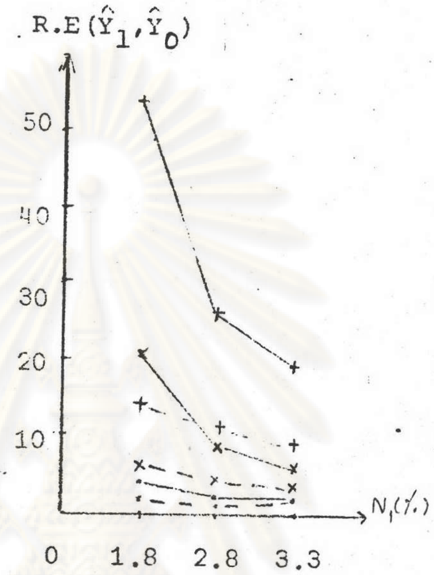
N=1000 , ——— L

n=100 / - - - G

ρ_{xy}=0.5 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



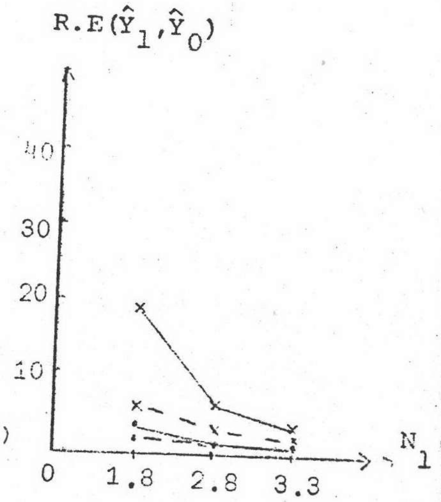
รูปที่ 103

N=1000 / ——— L

n=200 / - - - G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1 =3%

× n_1= 5%



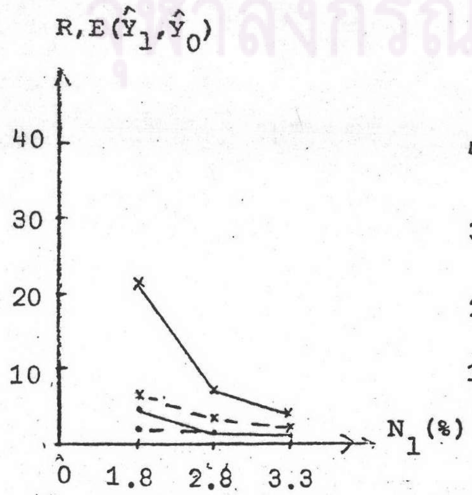
รูปที่ 104

N=1000 , ——— L

n=200 / - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1= 5%



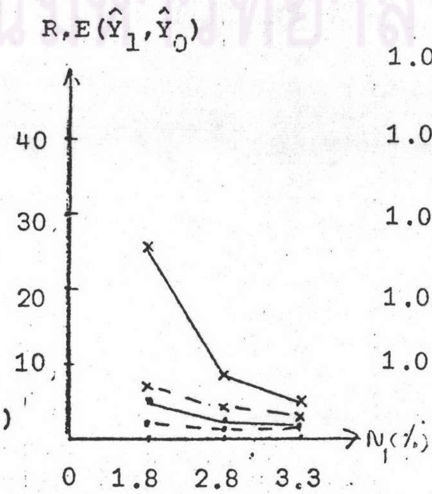
รูปที่ 105

N=1000 , ——— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}= 0.5 , · n_1=3%

× n_1= 5%



รูปที่ 106

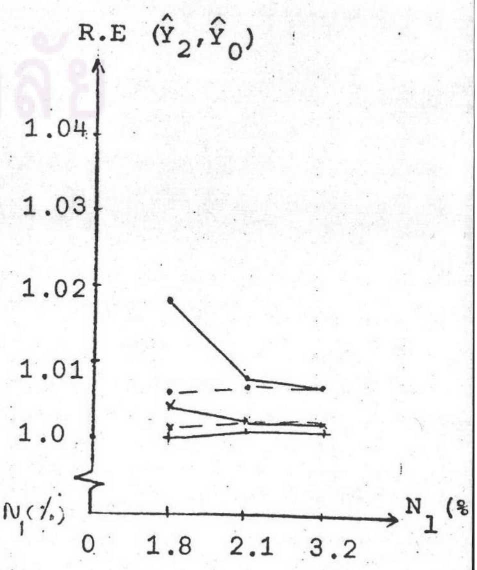
N=500 / ——— L

n=50 / - - - G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 107

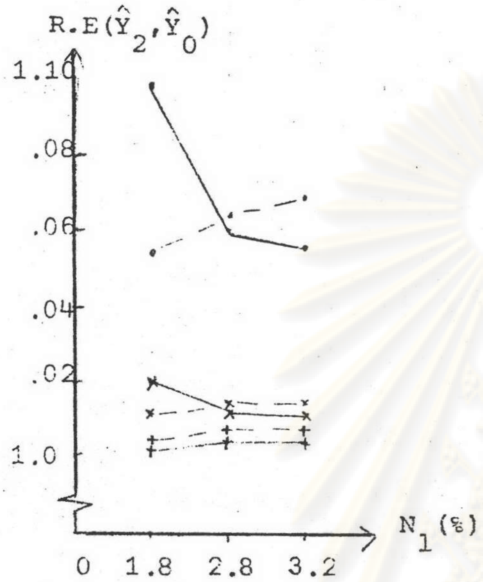
N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

$\rho_{xy}=0.3$, • $n_1=6\%$

× $n_1=12\%$

+ $n_1=18\%$



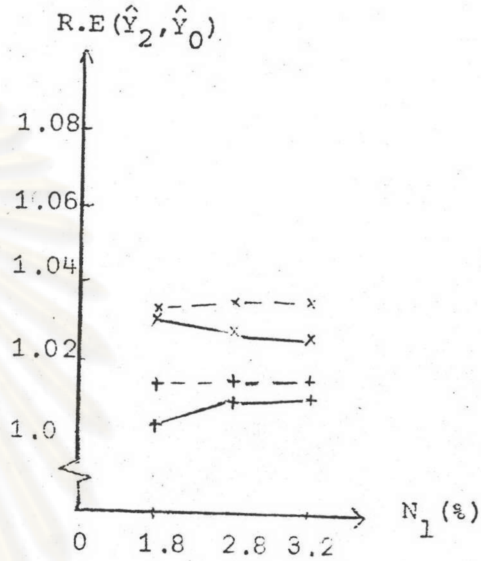
รูปที่ 108

N=500 / ——— L

n=50 / - - - G

$\rho_{xy}=0.5$, × $n_1=$ 12%

+ $n_1=$ 18%



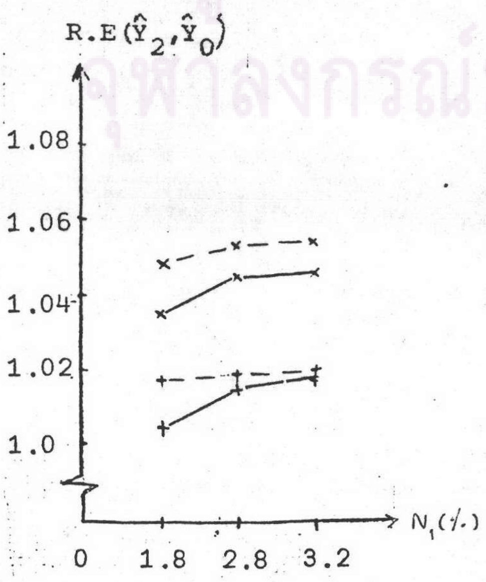
รูปที่ 109

N=500 , ——— L

n=50 , - - - G

$\rho_{xy}=0.7$, × $n_1=$ 12%

+ $n_1=$ 18%



รูปที่ 110

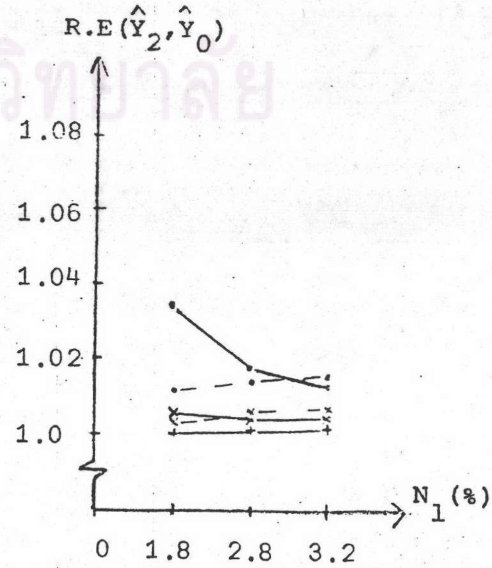
N=500 , ——— L

n=100 , - - - G

$\rho_{xy}=0.1$, • $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$



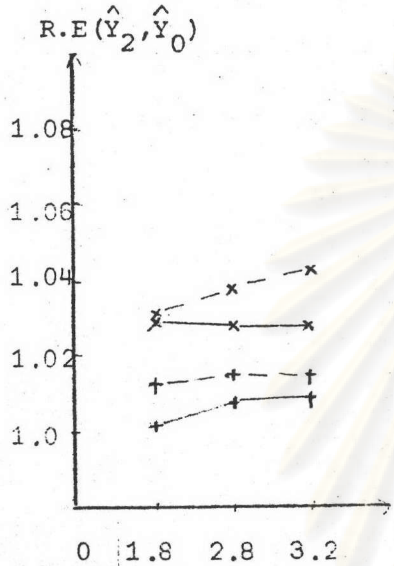
รูปที่ 111

N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , × n_1=6%

+ n_1=9%



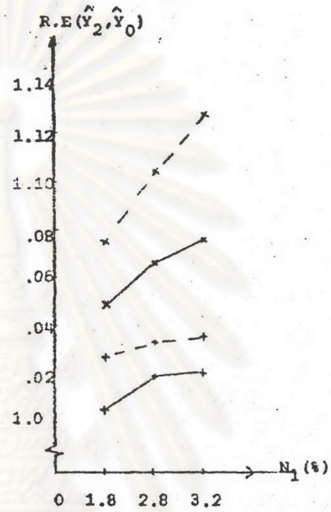
รูปที่ 112

N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.5 , × n_1=6%

+ n_1=9%



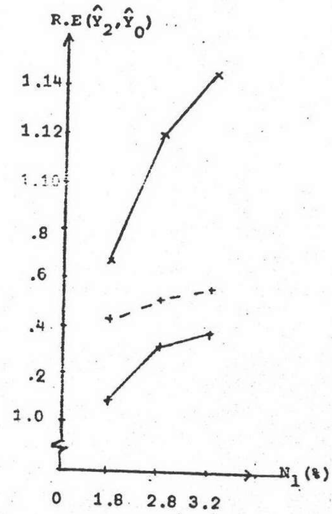
รูปที่ 113

N=500 , - - - L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.7 , × n_1=6%

+ n_1=9%



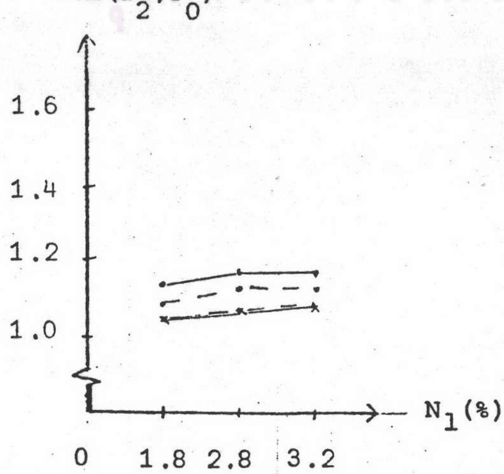
รูปที่ 114

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.1 , . n_1=3%

× n_1=4%



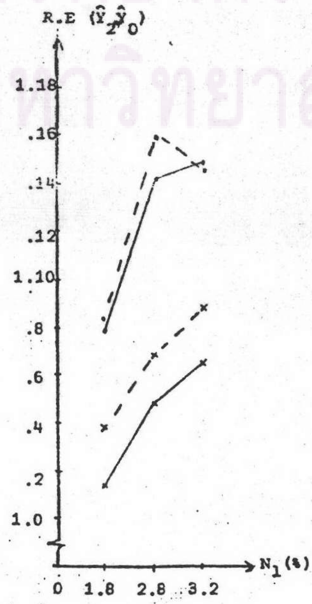
รูปที่ 115

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , . n_1=3%

× n_1=4%



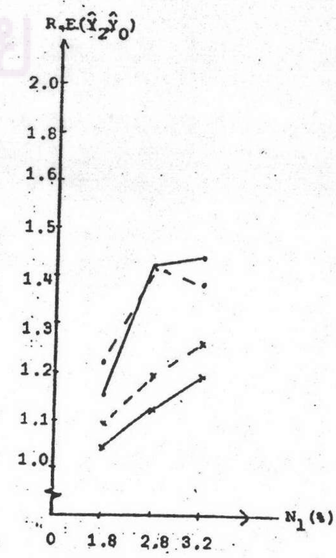
รูปที่ 116

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.5 , . n_1=3%

× n_1=4%



รูปที่ 117

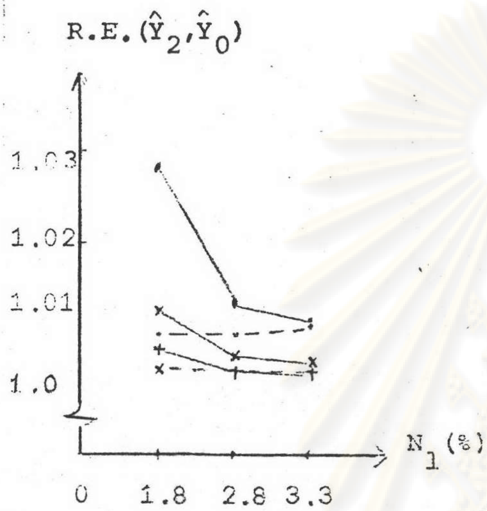
N=1000 / —— L

n=50 / - - - G

xy=0.1 / · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 118

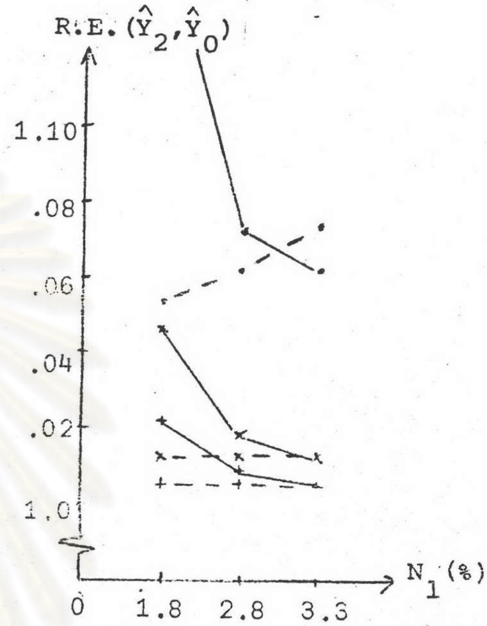
N=1000 / —— L

n=50 / - - - G

xy= 0.1 / · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



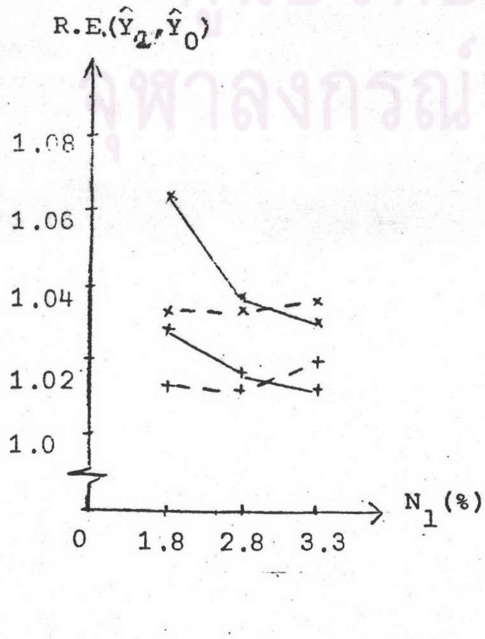
รูปที่ 119

N=1000 / —— L

n=50 / - - - G

xy=0.5 / × n_1= 12%

+ n_1= 18%



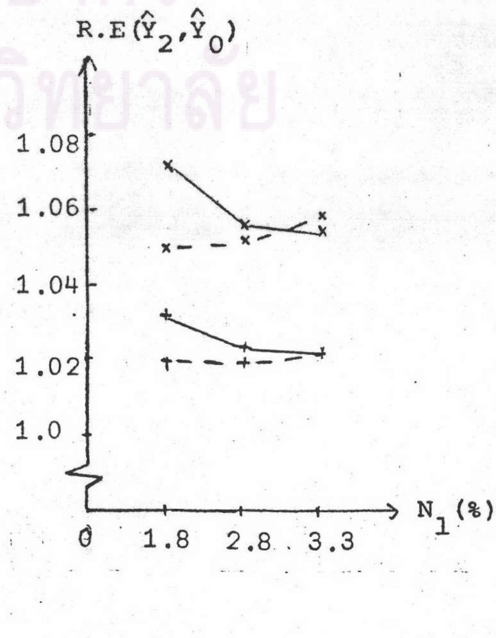
รูปที่ 120

N=1000 / —— L

n= 50 / - - - G

xy=0.7 / × n_1= 12%

+ n_1= 18%



รูปที่ 121

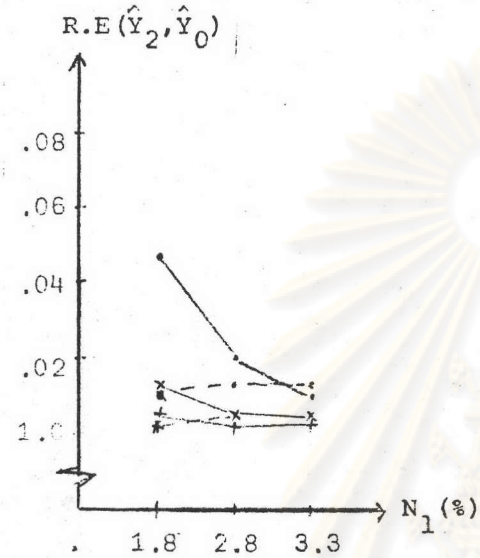
N=1000 , ——— L

n=100 , – – – G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 122

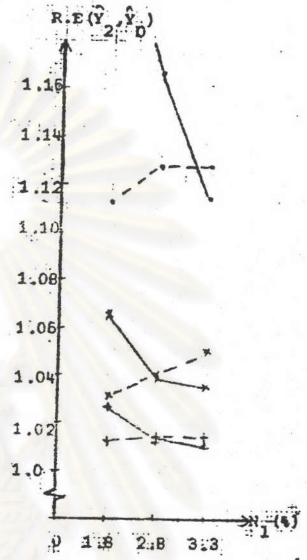
N=1000 , ——— L

n=100 , – – – G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 123

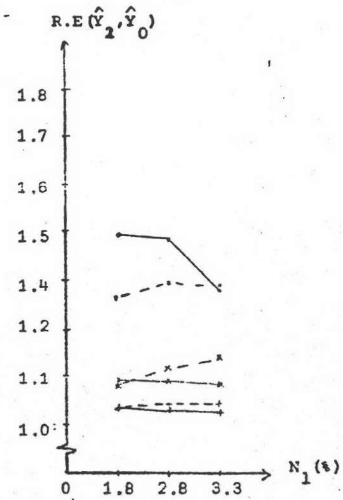
N=1000 , ——— L

n=200 , – – – G

ρ_{xy}=0.5 , · n_1= 3%

× n_1= 6%

+ n_1= 9%



รูปที่ 124

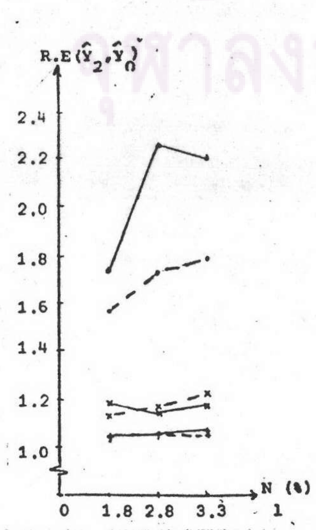
N=1000 , ——— L

n=100 , – – – G

ρ_{xy}=0.7 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



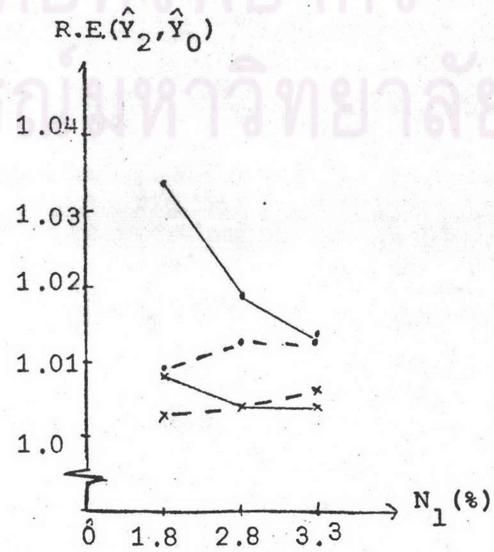
รูปที่ 125

N=1000 , ——— L

n=200 , – – – G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1=3%

× n_1=5%



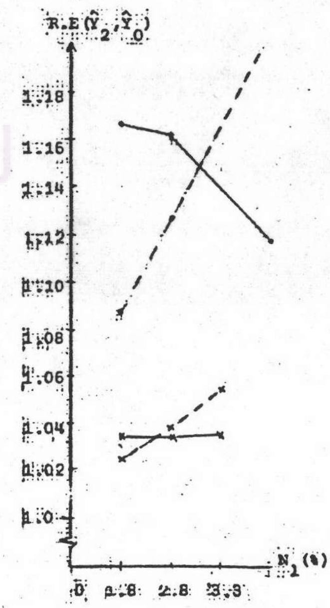
รูปที่ 125

N=1000 , ——— L

n=200 , – – – G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1=5%



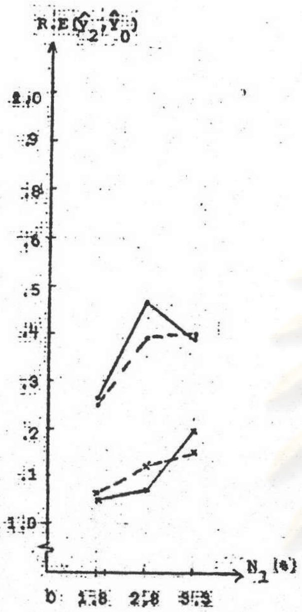
รูปที่ 127

N=1000 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.5, · n_1=3%

× n_1=5%



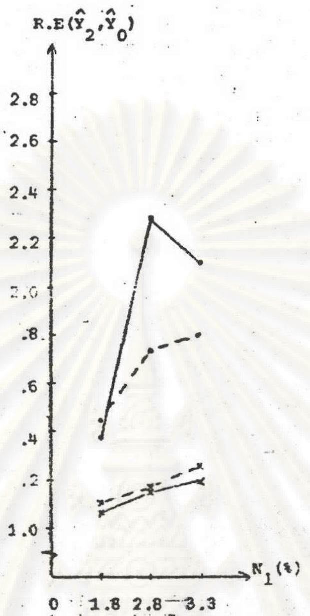
รูปที่ 128

N=1000 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.7, · n_1=3%

× n_1=5%



รูปที่ 129

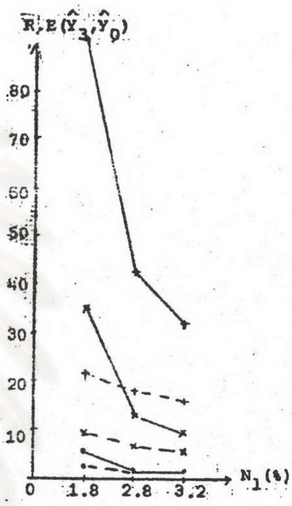
N=500 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.1, · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 130

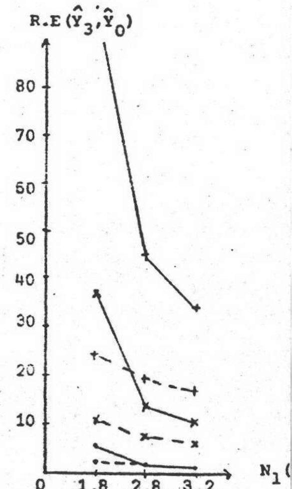
N=500 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.5, · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 131

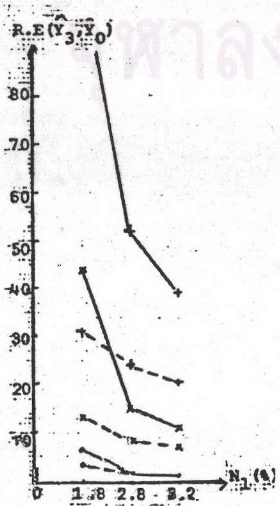
N=500 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.7, · n_1=6%

× n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 132

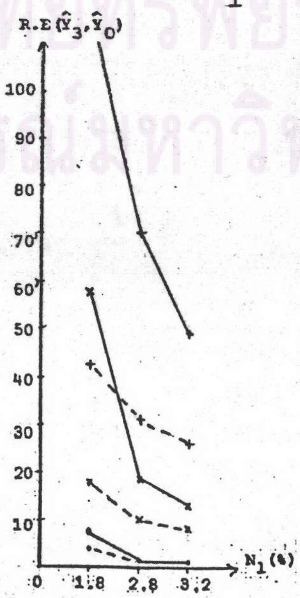
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.1, · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 133

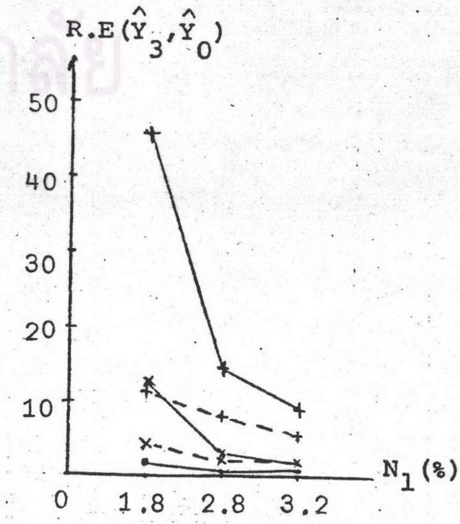
N=500 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 134

N=500 , ——— L

n=100 , - - - G

$\rho_{xy}=0.3$, • $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$

รูปที่ 135

N=500 , ——— L

n=100 , - - - G

$\rho_{xy}=0.5$, • $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$

รูปที่ 136

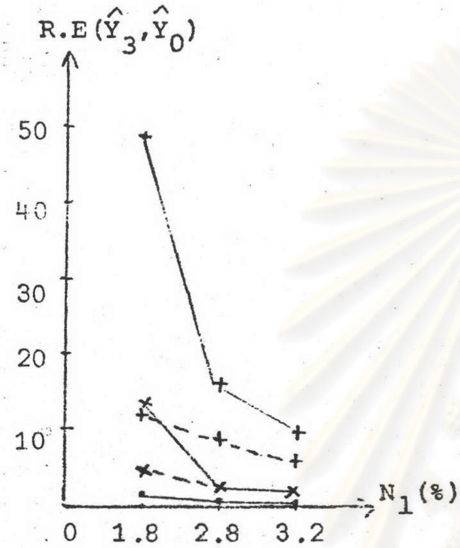
N=500 , ——— L

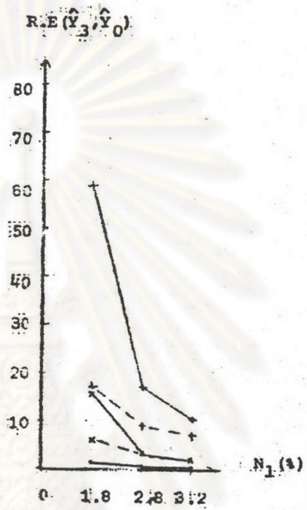
n=100 , - - - G

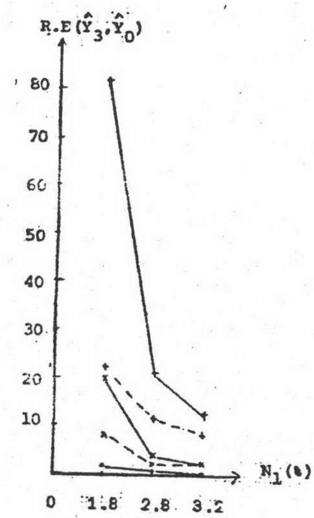
$\rho_{xy}=0.7$, • $n_1=3\%$

× $n_1=6\%$

+ $n_1=9\%$







รูปที่ 137

N=500 , ——— L

n=200 , - - - G

$\rho_{xy}=0.1$, • $n_1=3\%$

× $n_1=4\%$

รูปที่ 138

N=500 , ——— L

n=200 , - - - G

$\rho_{xy}=0.1$, • $n_1=3\%$

× $n_1=4\%$

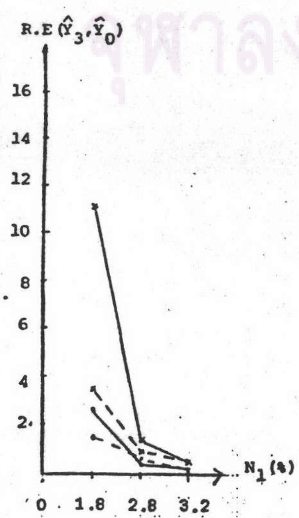
รูปที่ 139

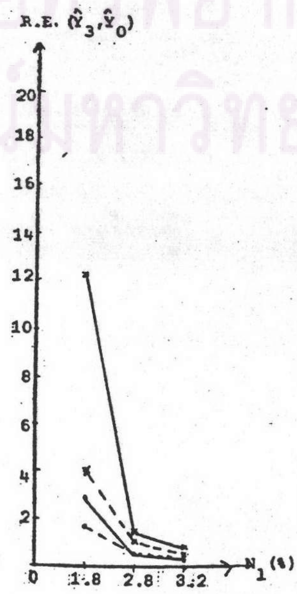
N=500 , ——— L

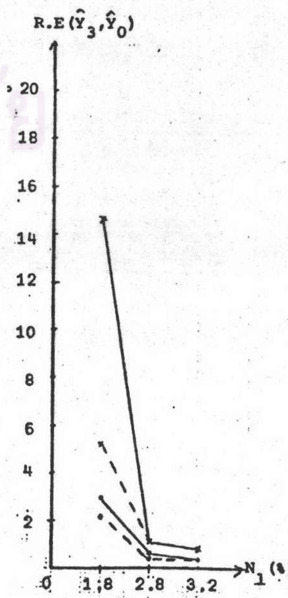
n=200 , - - - G

$\rho_{xy}=0.5$, • $n_1=3\%$

× $n_1=4\%$







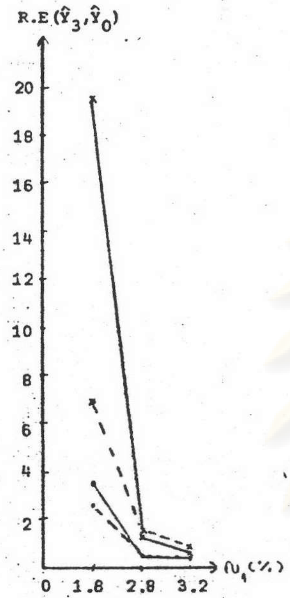
รูปที่ 140

N=500 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.7 , . n_1=3%

x n_1=4%



รูปที่ 141

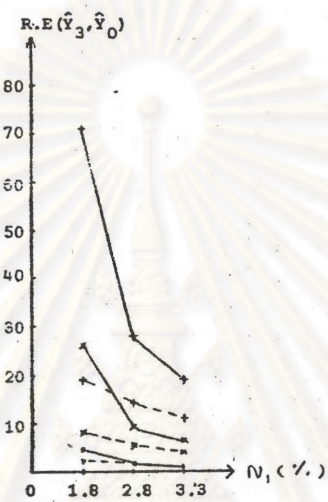
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.1 , . n_1= 6%

x n_1= 12%

+ n_1= 18%



รูปที่ 142

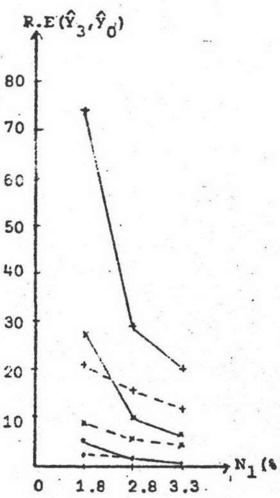
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , . n_1=6%

x n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 143

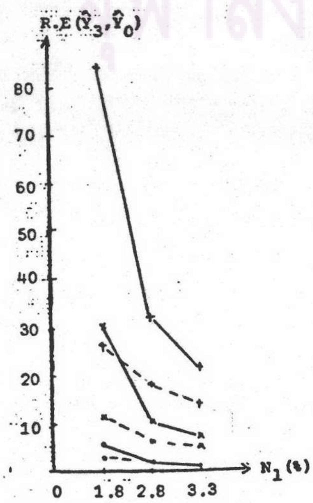
N=1000, —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.5, . n_1=6%

x n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 144

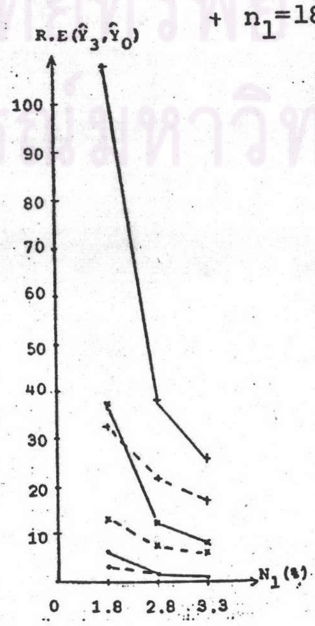
N=1000 , —— L

n=50 , - - - G

ρ_{xy}=0.7 , . n_1=6%

x n_1=12%

+ n_1=18%



รูปที่ 145

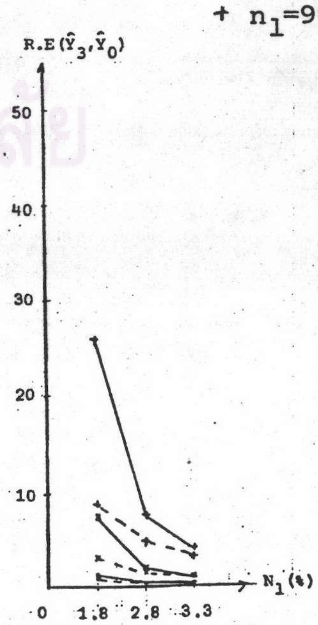
N=1000 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.1 , . n_1=3%

x n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 146

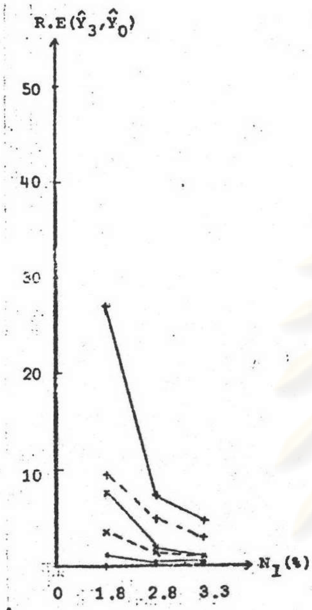
N=1000 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 147

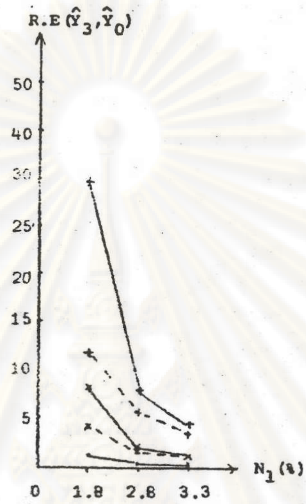
N=1000 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.5 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



รูปที่ 148

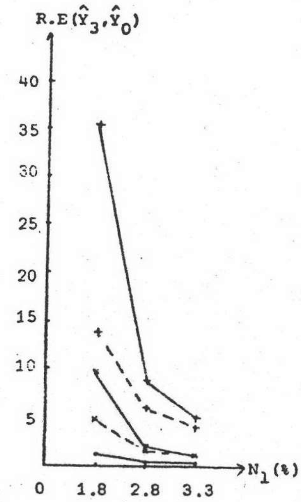
N=1000 , —— L

n=100 , - - - G

ρ_{xy}=0.7 , · n_1=3%

× n_1=6%

+ n_1=9%



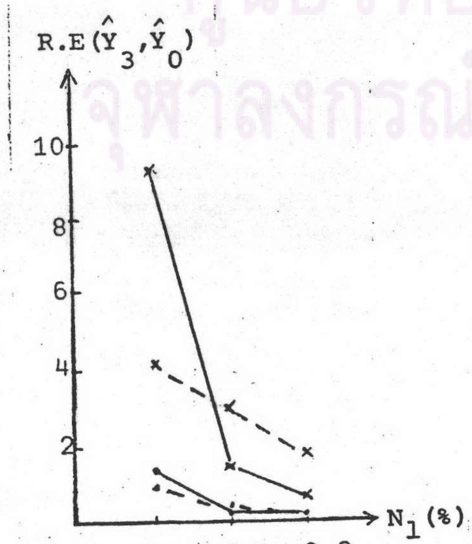
รูปที่ 149

N=1000 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.1 , · n_1=3%

× n_1= 5%



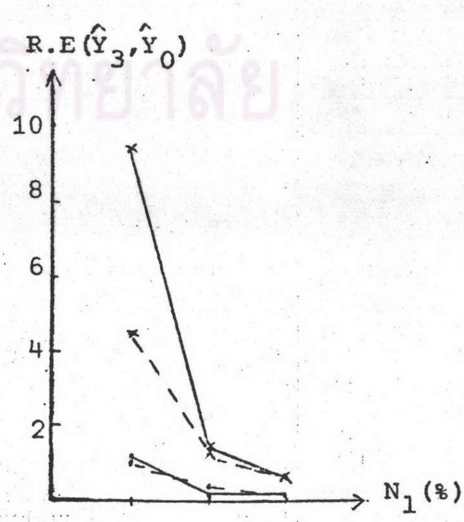
รูปที่ 150

N=1000 , —— L

n=200 , - - - G

ρ_{xy}=0.3 , · n_1=3%

× n_1= 5%



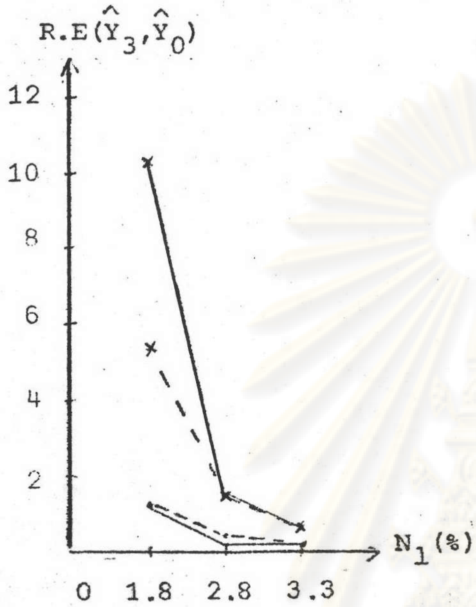
รูปที่ 151

$N=1000$, —— L

$n=200$, - - - G

$\rho_{xy}=0.5$, • $n_1=3\%$

× $n_1=5\%$



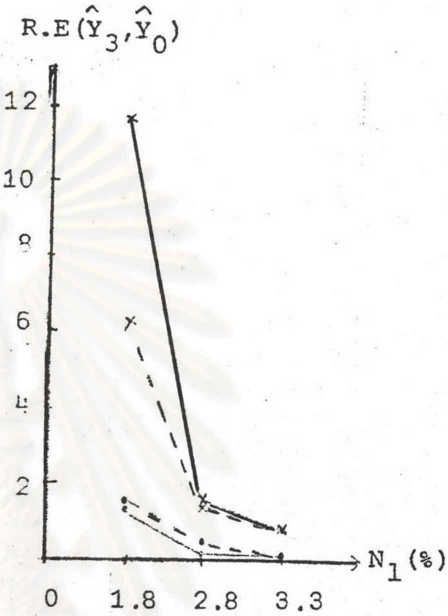
รูปที่ 152

$N=1000$, —— L

$n=200$, - - - G

$\rho_{xy}=0.7$, • $n_1=3\%$

× $n_1=5\%$



รูปที่ 153

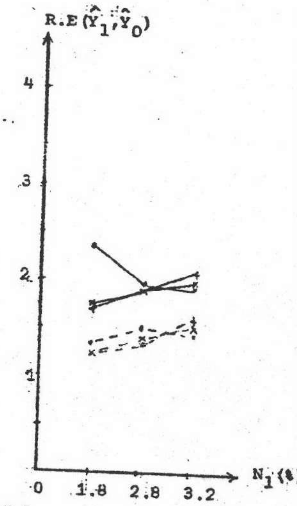
$N=500$, —— L

$\rho_{xy}=0.1$, - - - G

• $n=50$

× $n=100$

+ $n=200$



รูปที่ 154

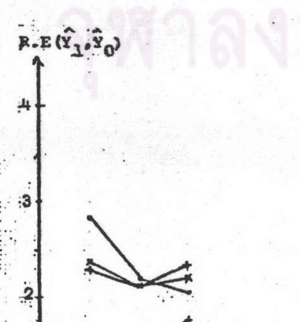
$N=500$, —— L

$\rho_{xy}=0.3$, - - - G

• $n=50$

× $n=100$

+ $n=200$



รูปที่ 155

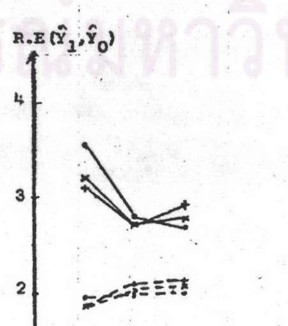
$N=500$, —— L

$\rho_{xy}=0.3$, - - - G

• $n=50$

× $n=100$

+ $n=200$



รูปที่ 156

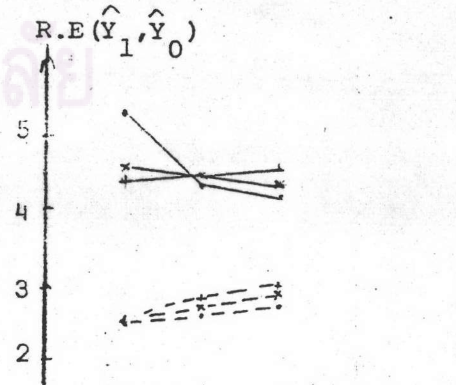
$N=500$, —— L

$\rho_{xy}=0.5$, - - - G

• $n=50$

× $n=100$

+ $n=200$



รูปที่ 157

N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.1 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200

รูปที่ 158

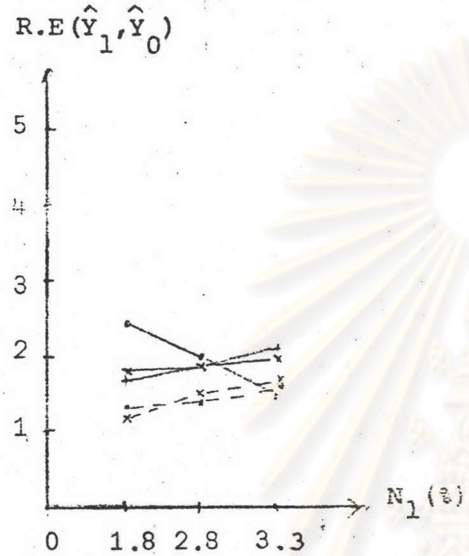
N=1000 , —— L

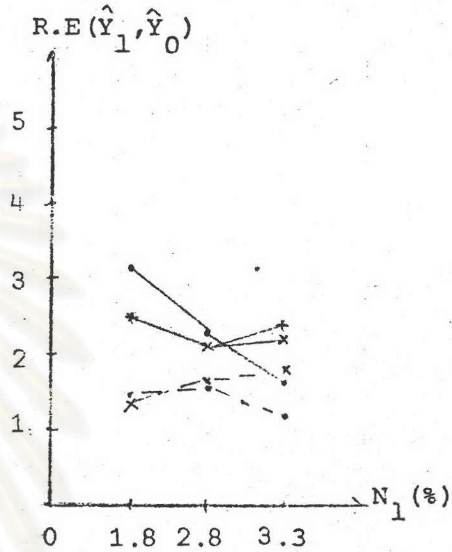
ρ_{xy}=0.3 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200





รูปที่ 159

N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.5 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200

รูปที่ 160

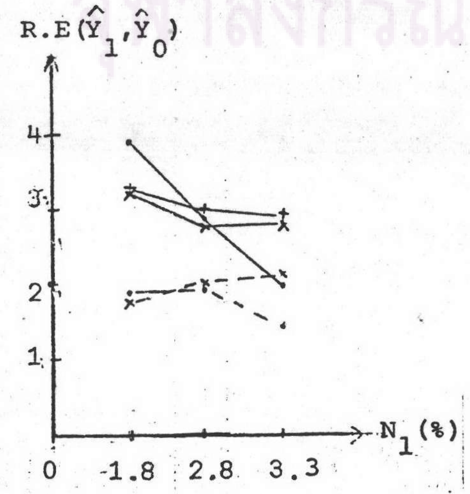
N=1000 , —— L

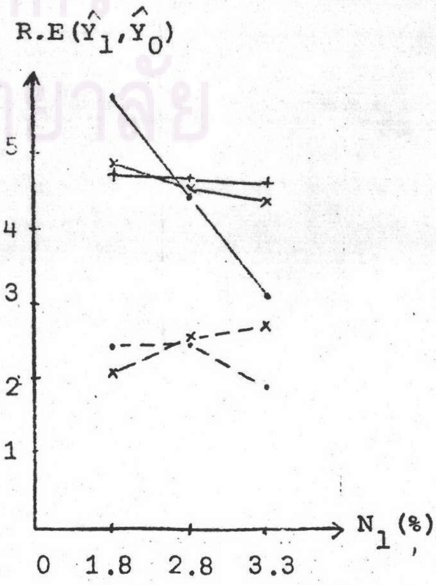
ρ_{xy}=0.7 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200





รูปที่ 161

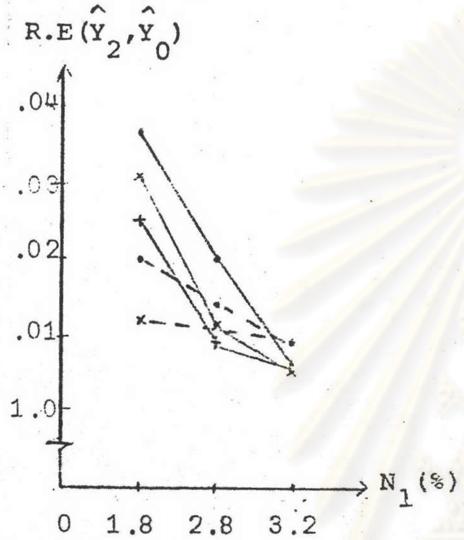
N=500 , ——— L

ρ_{xy} = 0.1 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 162

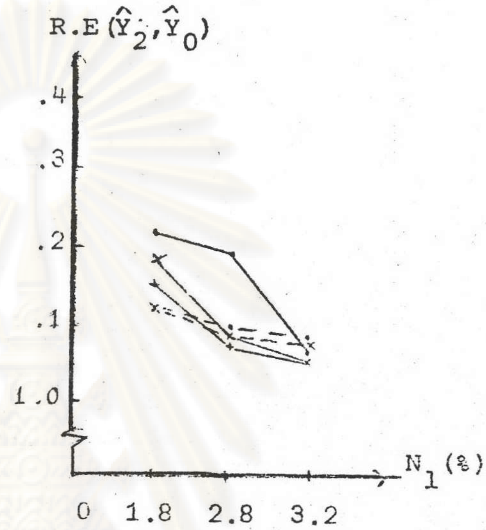
N=500 , ——— L

ρ_{xy} = 0.3 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 163

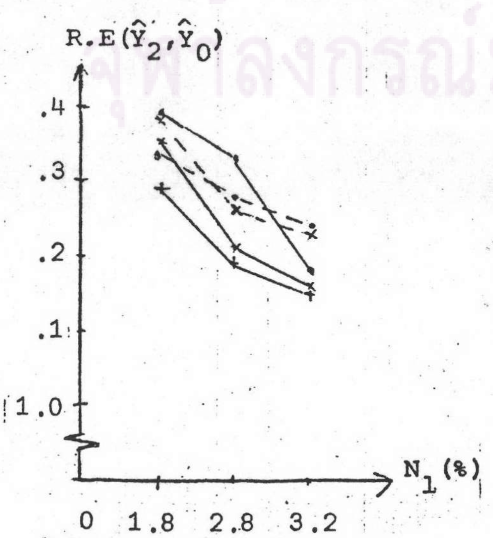
N=500 , ——— L

ρ_{xy}=0.5 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 164

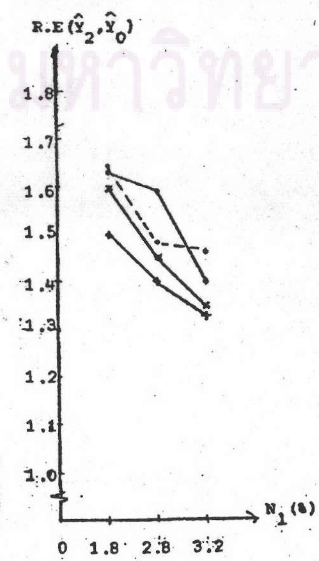
N=500 , ——— L

ρ_{xy}=0.7 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 165

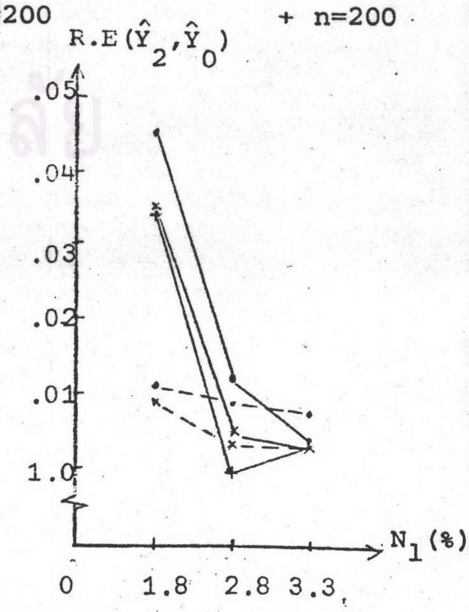
N=1000 , ——— L

ρ_{xy} =0.1 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 166

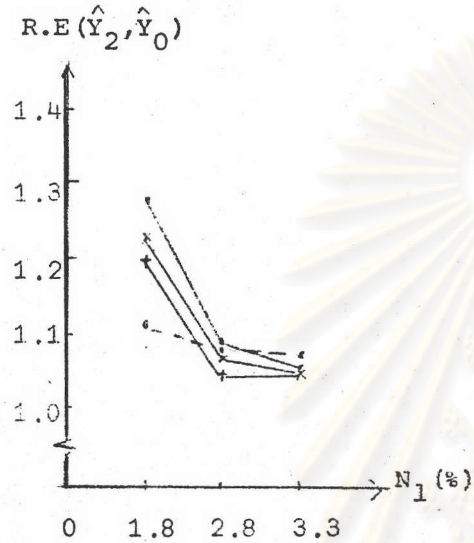
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.3 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 167

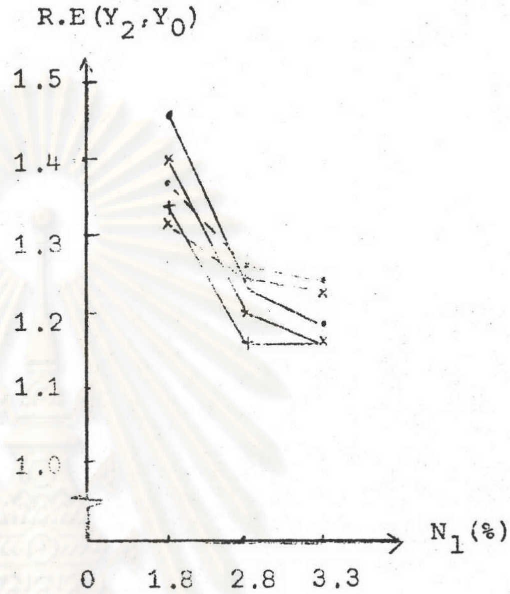
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.5 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 168

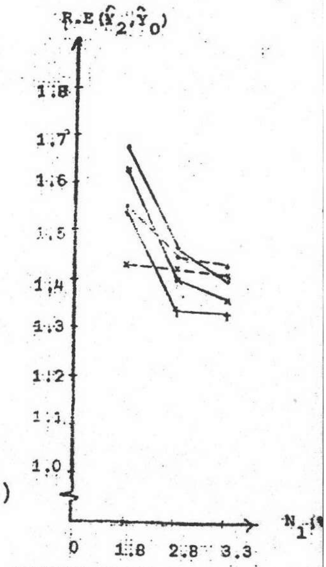
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.7, - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 169

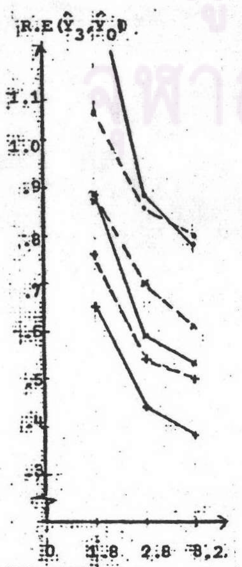
N=500 , —— L

ρ_{xy}=0.1, - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 170

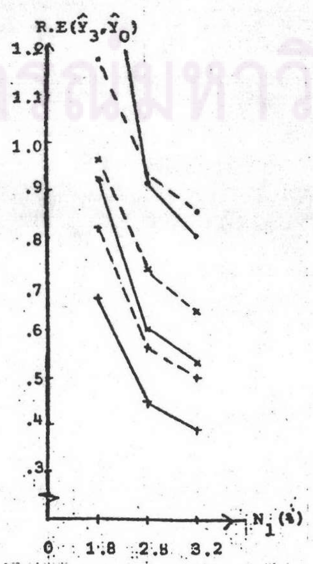
N=500 , —— L

ρ_{xy}=0.3, - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 171

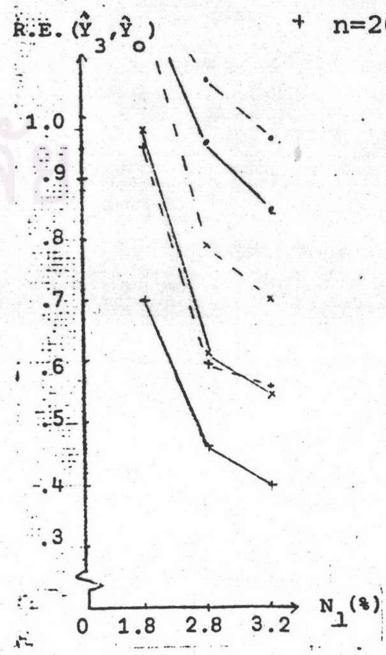
N=500 , —— L

ρ_{xy}=0.5 , - - - G

· n=50

x n=100

+ n=200



รูปที่ 172

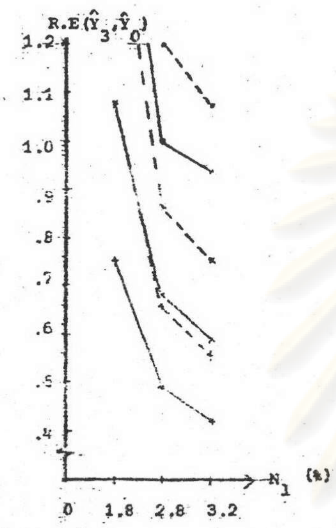
N=500 , —— L

ρ_{xy}=0.7 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูป ที่ 173

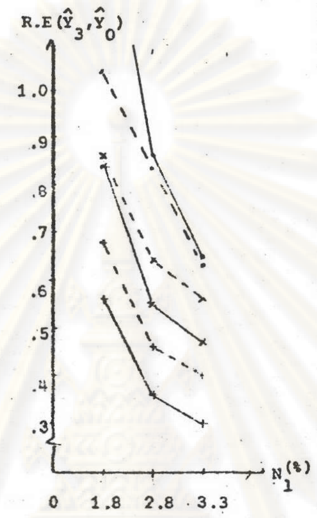
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.1 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 174

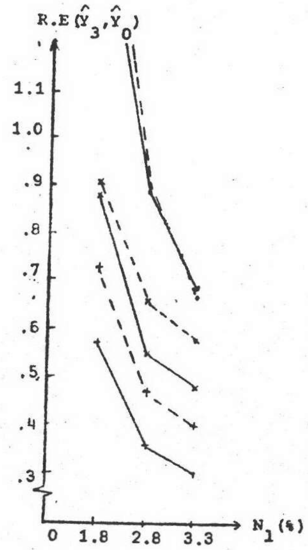
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.3 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 175

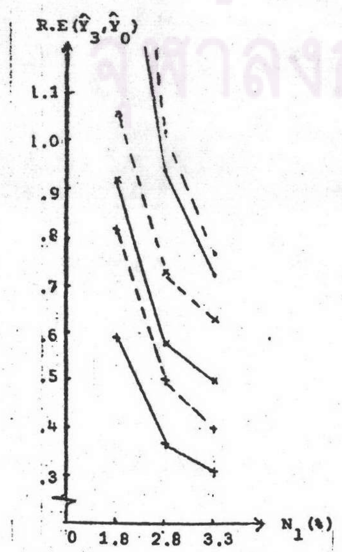
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.5 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 176

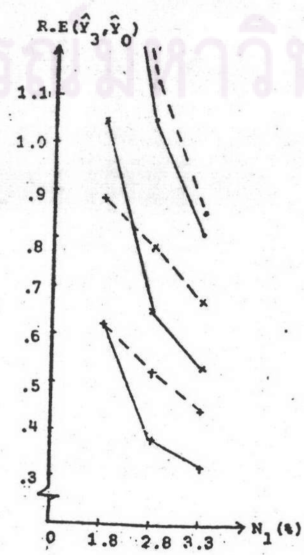
N=1000 , —— L

ρ_{xy}=0.7 , - - - G

• n=50

× n=100

+ n=200



รูปที่ 177

N=500 , —— L

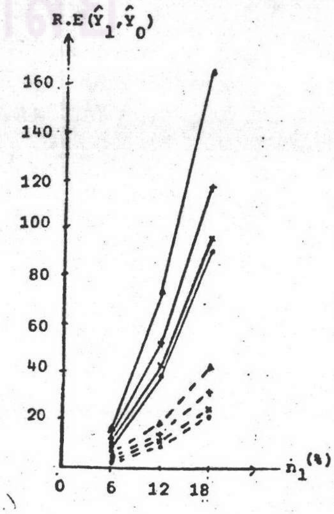
N_1=1.8% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy} =0.1

× ρ_{xy} =0.3

+ ρ_{xy} =0.5

▲ ρ_{xy} =0.7



รูปที่ 178

N=500 , ——— L

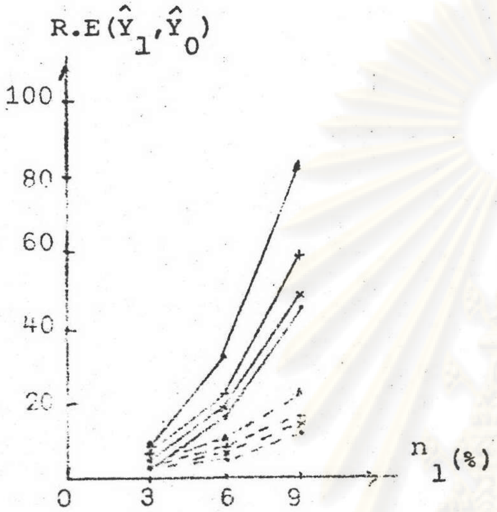
N_1=1.8% , - - - G

n=100 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 179

N=500 , ——— L

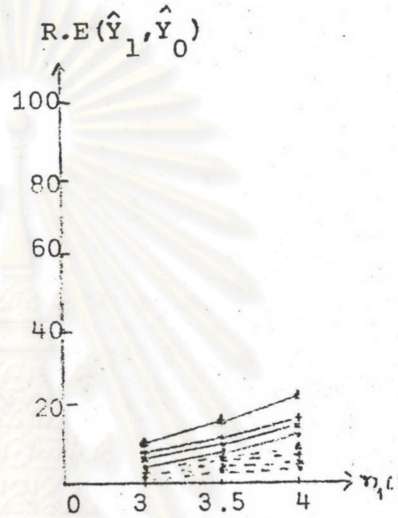
N_1=1.8% , - - - G

n=200 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 180

N=500 , ——— L

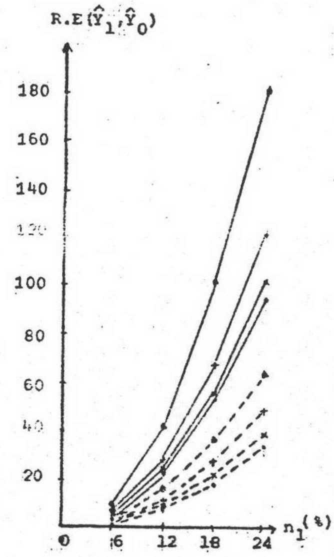
N_1=2.8% , - - - G

n=50 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 181

N=500 , ——— L

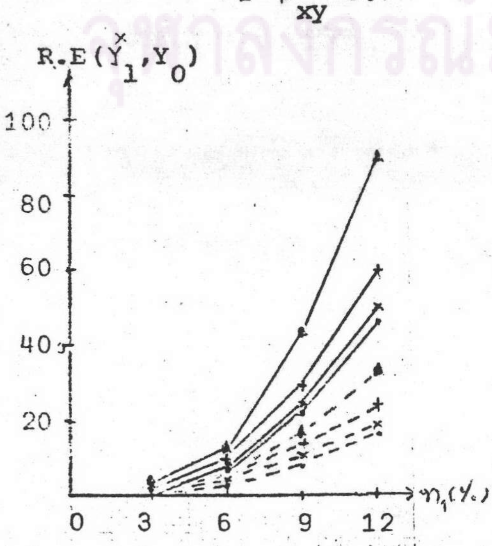
N_1=2.8% , - - - G

n=100 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 182

N=500 , ——— L

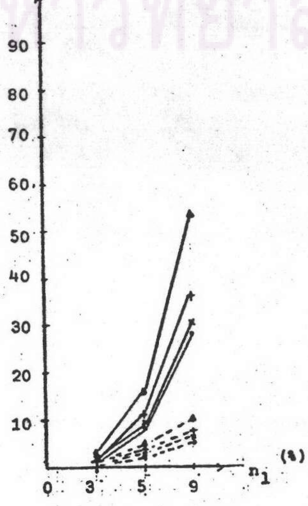
N_1=2.8% , - - - G

n=200 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 183

N=500 , ——— L

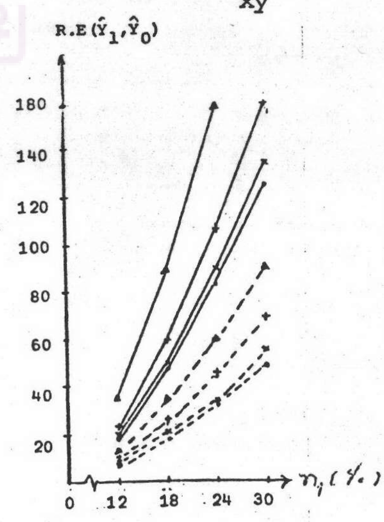
N_1=3.2% , - - - G

n=50 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 184

N=500 , —— L

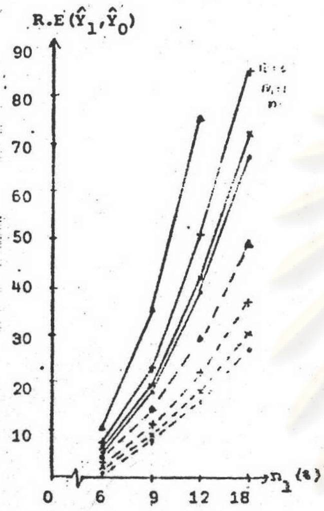
N_1=3.2%, --- G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 185

N=500 , —— L

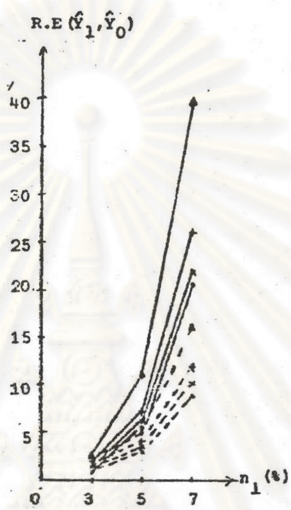
N_1=3.2%, --- G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 186

N=1000 , —— L

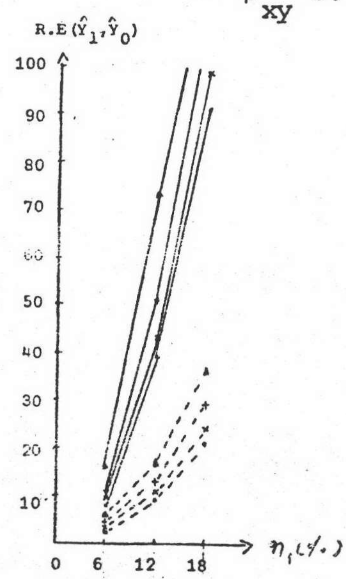
N_1=1.8%, --- G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 187

N=1000 , —— L

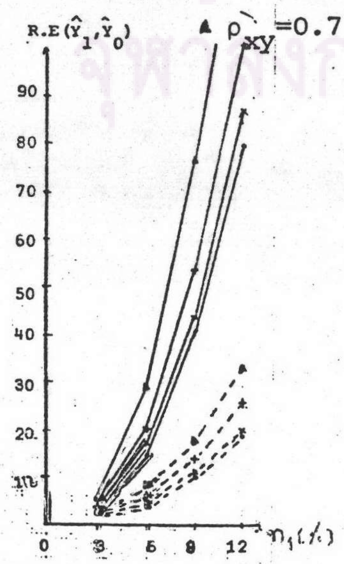
N_1=1.8%, --- G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 188

N=1000 , —— L

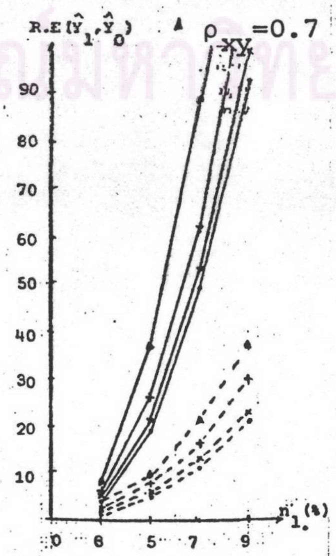
N_1=1.8%, --- G

n=200, • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 189

N=1000 , —— L

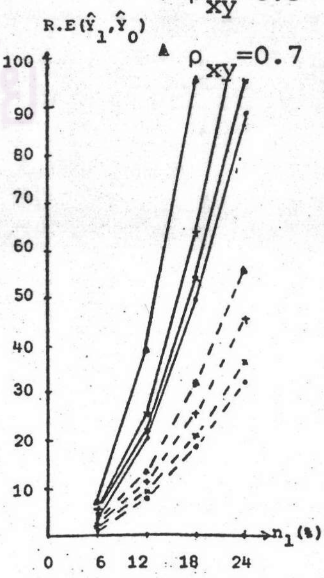
N_1=2.8%, --- G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

x ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 190

N=1000 , —— L

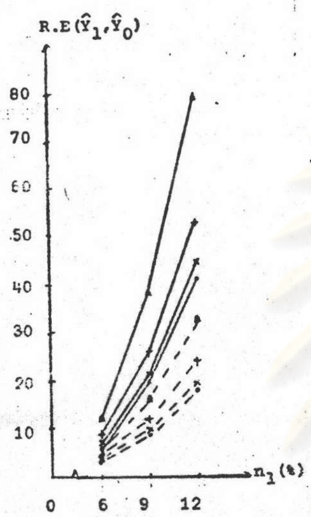
N_1=2.8%, - - - G

n=100, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 191

N=1000 , —— L

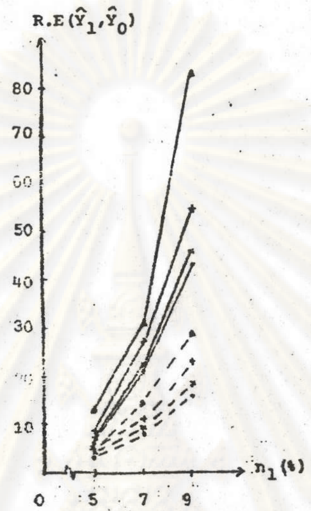
N_1=2.8%, - - - G

n=200, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 192

N=1000 , —— L

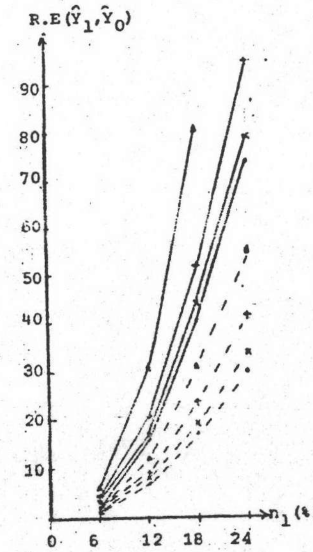
N_1=3.3%, - - - G

n=50, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 193

N=1000 , —— L

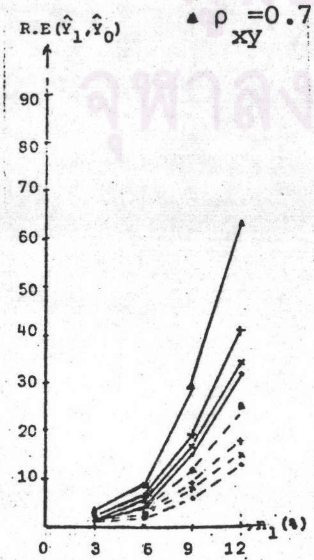
N_1=3.3%, - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy} 0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 194

N=1000 , —— L

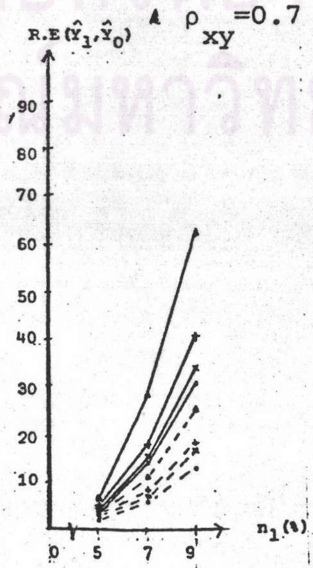
N_1=3.3%, - - - G

n=200, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 195

N=500 , —— L

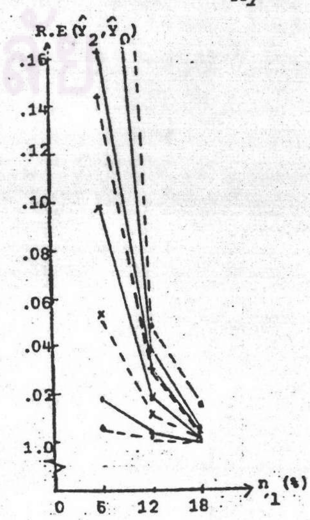
N_1=1.8% , - - - G

n=50, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 196

N=500 , —— L

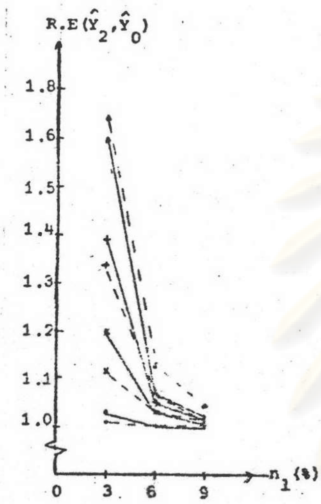
N_1=1.8%, - - - G

n=100 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 197

N=500 , —— L

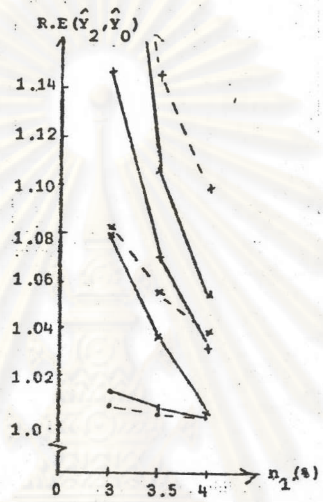
N_1=1.8%, - - - G

n=200 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 198

N=500 , —— L

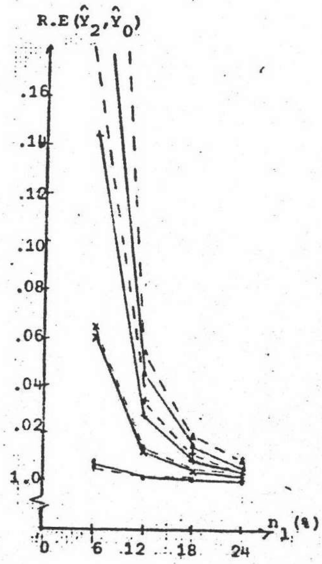
N_1=2.8%, - - - G

n=50 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 199

N=500 , —— L

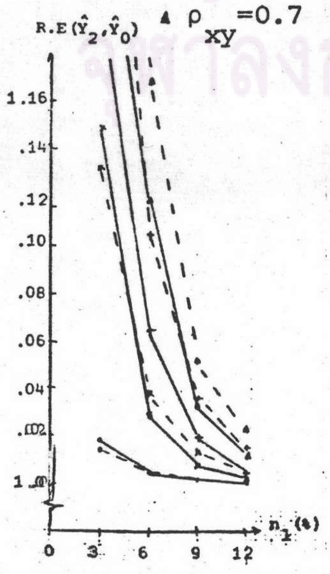
N_1=2.8%, - - - G

n=100, · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 200

N=500 , —— L

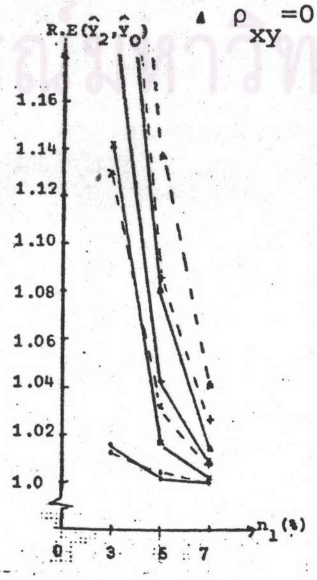
N_1=2.8%, - - - G

n=200 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 201

N=500 , —— L

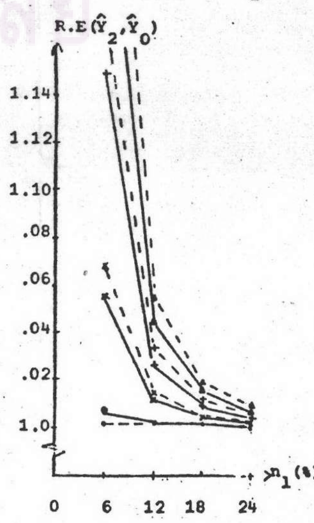
N_1=3.2%, - - - G

n=50 , · ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 202

N=500 , —— L

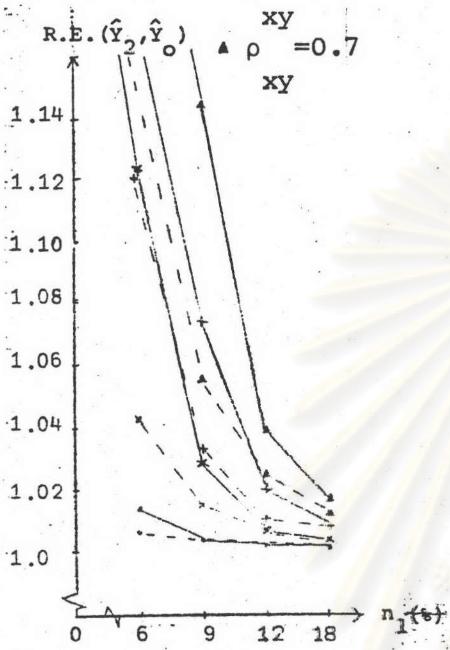
N_1=3.2% , --- G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 203

N=500 , —— L

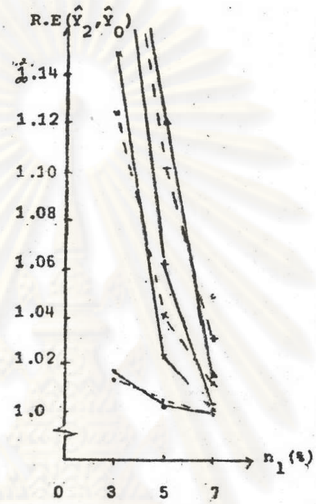
N_1=3.2% , --- G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 204

N=1000 , —— L

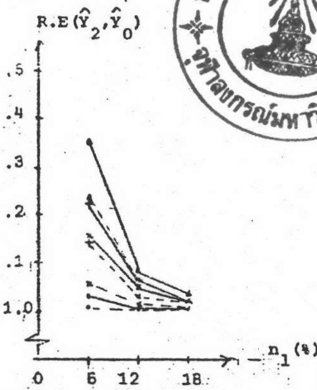
N_1=1.8% , --- G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 205

N=1000, —— L

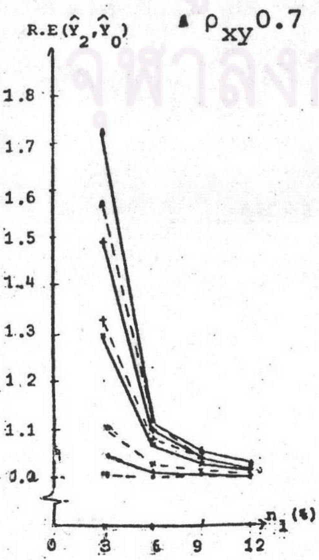
N_1=1.8%, --- G

n=100, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}0.7



รูปที่ 206

N=1000 , —— L

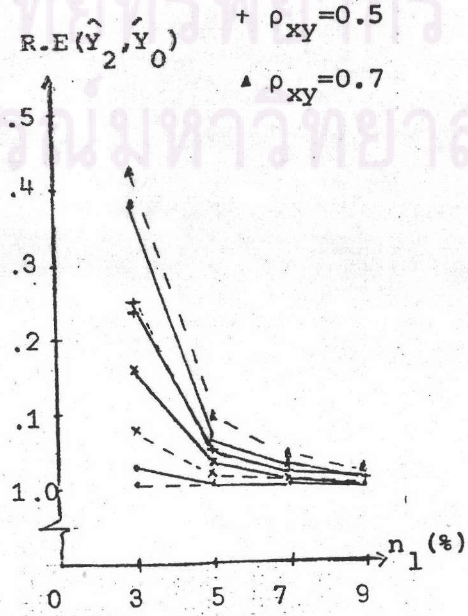
N_1=1.8% , --- G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 207

N=1000 , —— L

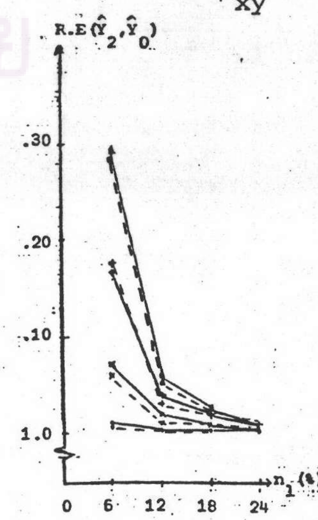
N_1=2.8%, --- G

n=50, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 208

N=1000 , —— L

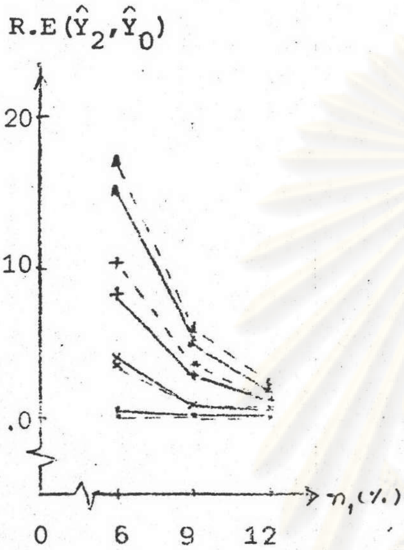
N_1=2.8% , - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 209

N=1000 , —— L

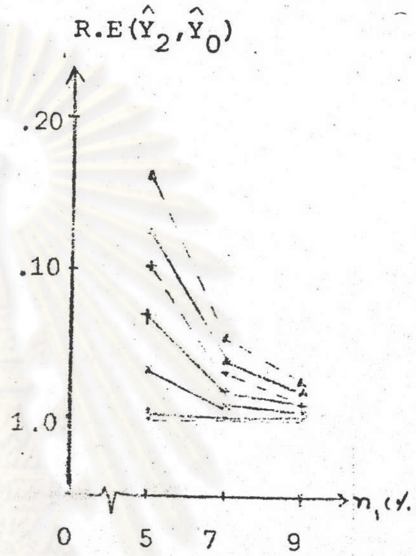
N_1=2.8% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 210

N=1000 , —— L

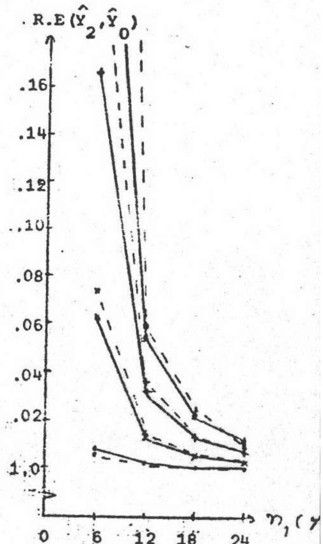
N_1=3.3%, - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 211

N=1000 , —— L

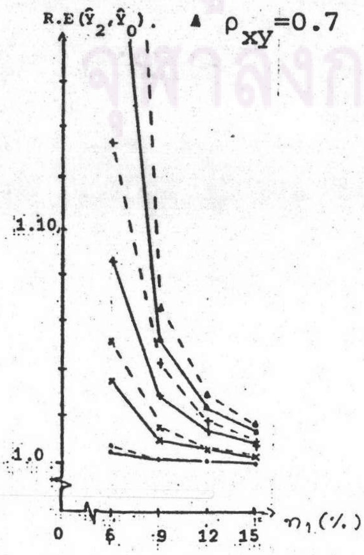
N_1=3.3%, - - - G

n=100, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 212

N=1000, —— L

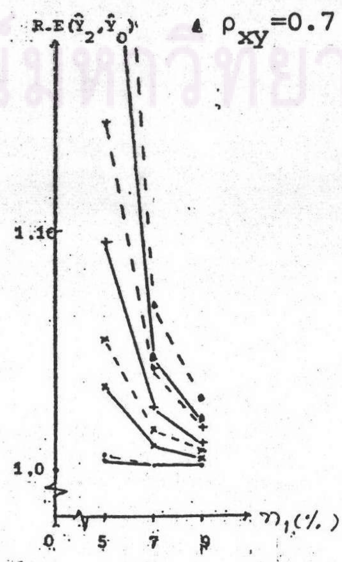
N_1=3.3%, - - - G

n=200, • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 213

N=500 , —— L

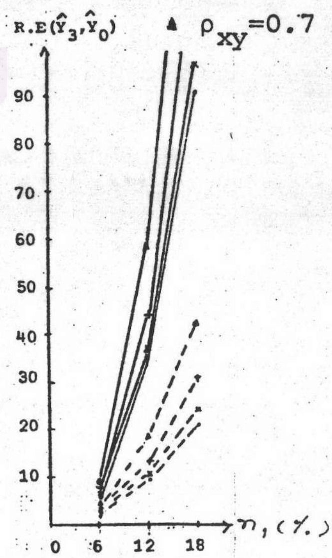
N_1=1.8%, - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 214

N=500 , —— L

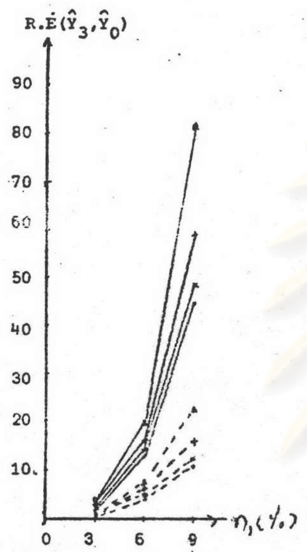
N_1=1.8%, - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 215

N=500 , —— L

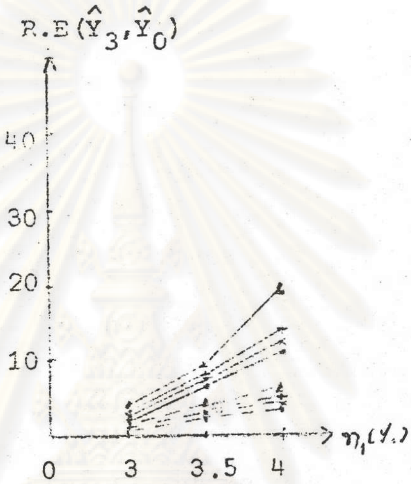
N_1=1.8% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 216

N=500 , —— L

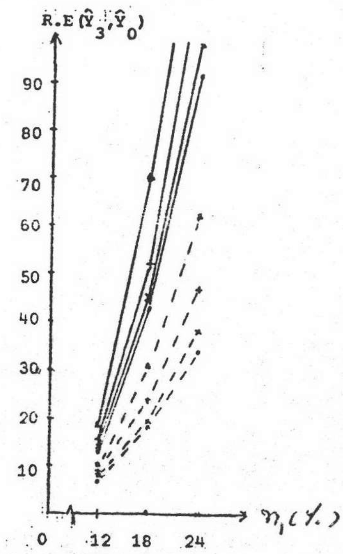
N_1=2.8% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 217

N=500 , —— L

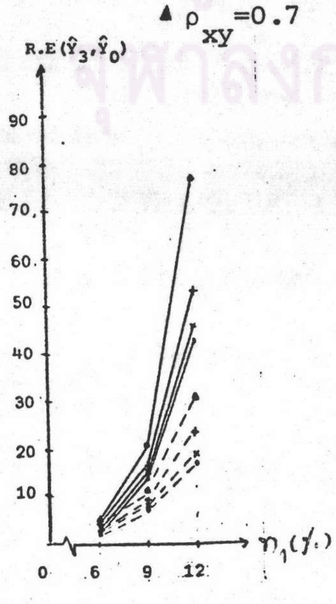
N_1=2.8%, - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

* ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 218

N=500 , —— L

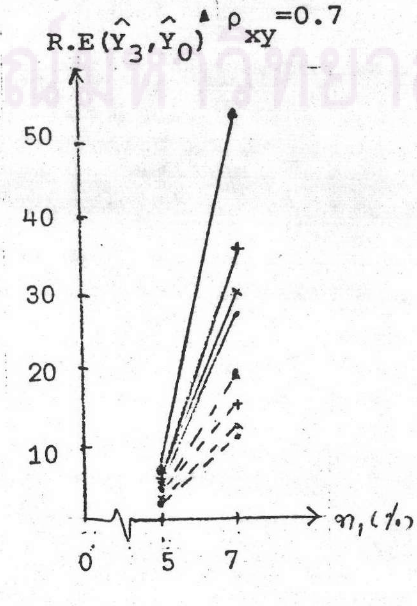
N_1=2.8%, - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 219

N=500 , —— L

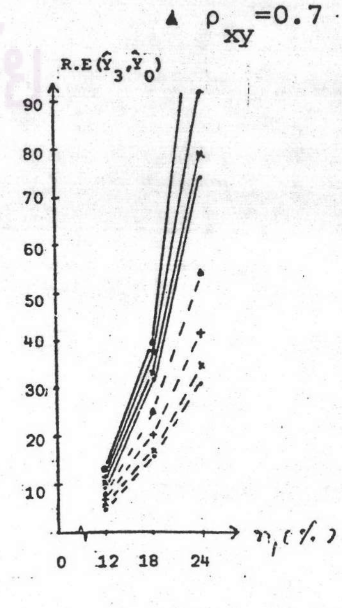
N_1=3.2% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 220

N=500 , —— L

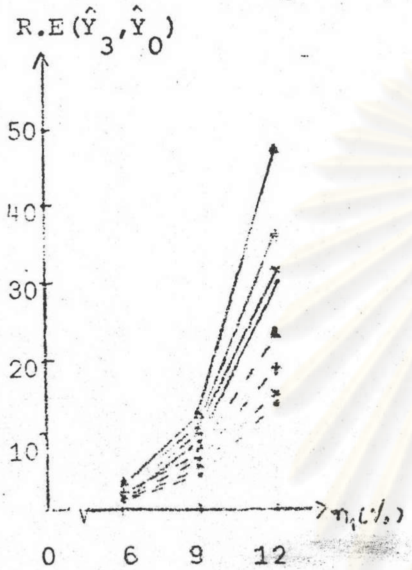
N_1=3.2% , - - - G

n= 100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 221

N=500 , —— L

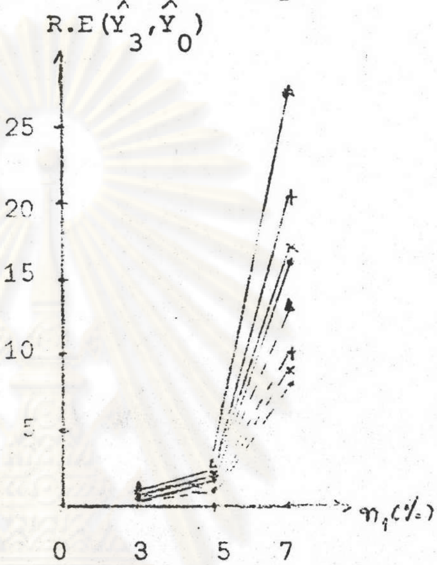
N_1=3.2% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 222

N=1000 , —— L

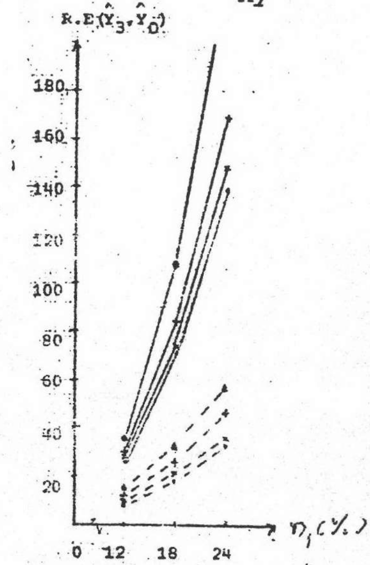
N_1=1.8% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 223

N=1000 , —— L

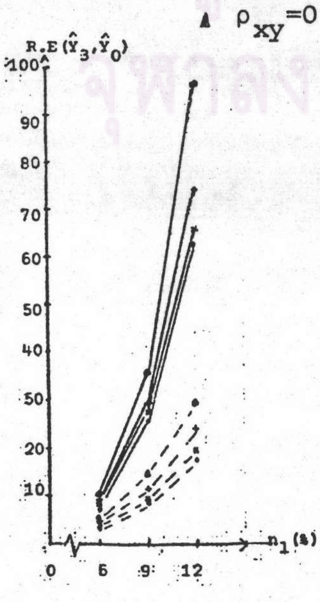
N_1=1.8% , - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 224

N=1000 , —— L

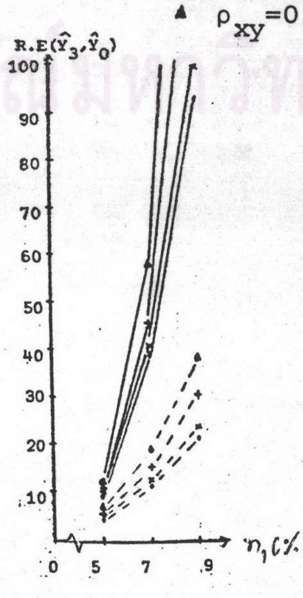
N_1=1.8% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 225

N=1000 , —— L

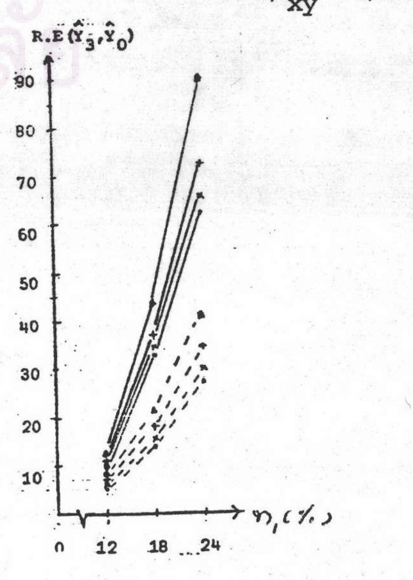
N_1=2.8% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 226

N=1000 , —— L

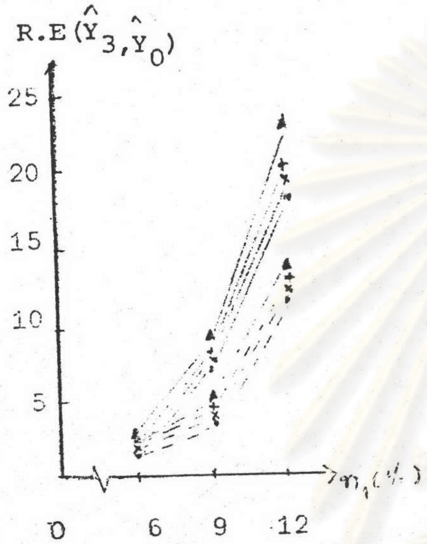
N_1=2.8% , - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 227

N=1000 , —— L

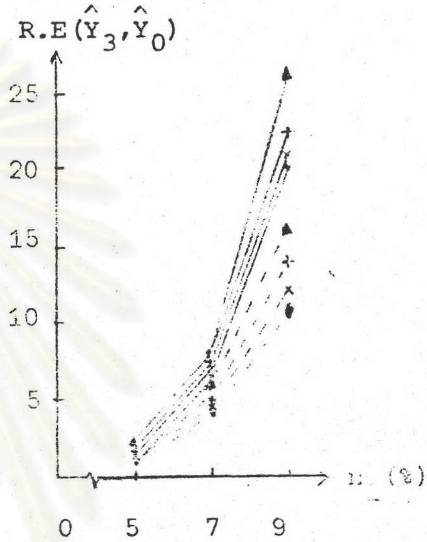
N_1=2.8% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 228

N=1000 , —— L

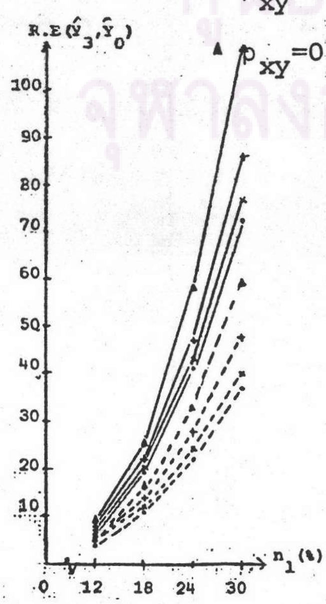
N_1=3.3% , - - - G

n=50 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 229

N=1000 , —— L

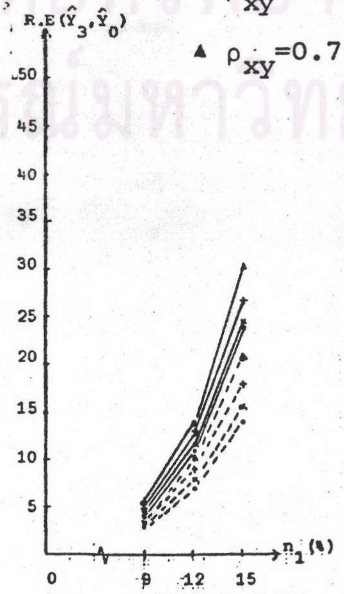
N_1=3.3% , - - - G

n=100 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



รูปที่ 230

N=1000 , —— L

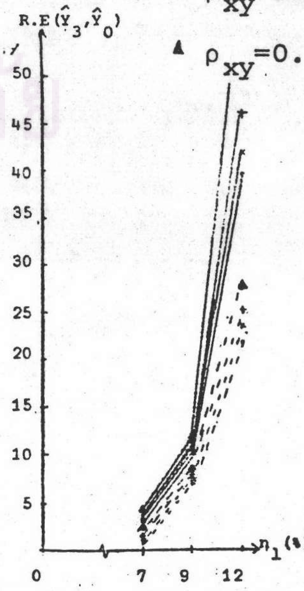
N_1=3.3% , - - - G

n=200 , • ρ_{xy}=0.1

× ρ_{xy}=0.3

+ ρ_{xy}=0.5

▲ ρ_{xy}=0.7



ตารางที่ 1. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1, 2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 6% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	N_1(%)=1.8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X				N_1(%)=3.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	8.55	9.84	10.21	14.53	2.60	2.72	3.02	6.04
$\hat{Y}_{mk4}$	8.31	8.31	8.31	8.31	2.57	2.57	2.57	2.57
$\hat{Y}_2$	1.03	1.16	1.18	1.21	1.01	1.11	1.21	1.32
$\hat{Y}_3$	4.98	5.15	6.22	8.21	0.94	0.95	1.00	1.11
$\hat{Y}_{mk1}$	4.96	4.96	4.96	4.96	0.94	0.94	0.94	0.94
$\hat{Y}_{mk2}$	4.33	4.33	4.33	4.33	2.57	2.57	2.57	2.57
$\hat{Y}_{mk3}$	4.50	4.50	4.50	4.50	0.88	0.88	0.88	0.88

ตารางที่ 2. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1, 2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 12% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	N_1(%)=1.8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X				N_1(%)=3.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และตัวแปร X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	40.14	44.01	47.12	52.33	15.95	16.34	22.73	28.00
$\hat{Y}_{mk4}$	39.51	39.51	39.51	39.51	15.79	15.79	15.79	15.79
$\hat{Y}_2$	1.01	1.05	1.13	1.15	1.00	1.01	1.12	1.27
$\hat{Y}_3$	26.69	27.83	29.73	31.23	6.53	6.93	7.11	8.55
$\hat{Y}_{mk1}$	26.54	26.54	26.54	26.54	6.51	6.51	6.51	6.51
$\hat{Y}_{mk2}$	3.92	3.92	3.92	3.92	4.78	4.78	4.78	4.78
$\hat{Y}_{mk3}$	20.24	20.24	20.24	20.24	5.35	5.35	5.35	5.35

ตารางที่ 3. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 18% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	$N_1(\%)=1.8$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				$N_1(\%)=3.3$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	92.07	99.29	104.34	112.00	40.82	42.54	45.24	47.01
$\hat{Y}_{mk4}$	91.04	91.04	91.04	91.04	40.45	40.45	40.45	40.45
$\hat{Y}_2$	1.01	1.02	1.09	1.11	1.00	1.01	1.09	1.19
$\hat{Y}_3$	71.77	75.47	78.93	78.93	19.48	19.99	21.45	23.45
$\hat{Y}_{mk1}$	71.30	71.30	71.30	71.30	19.40	19.40	19.40	19.40
$\hat{Y}_{mk2}$	3.28	3.28	3.28	3.28	3.76	3.76	3.76	3.76
$\hat{Y}_{mk3}$	46.89	46.89	46.89	46.89	14.12	14.12	14.12	14.12

ตารางที่ 4. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 3% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	$N_1(\%)=1.8$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				$N_1(\%)=3.3$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	2.46	3.51	3.99	4.00	1.03	1.15	1.44	2.24
$\hat{Y}_{mk4}$	2.35	2.35	2.35	2.35	1.01	1.01	1.01	1.01
$\hat{Y}_2$	1.05	1.12	1.21	1.30	1.01	1.12	1.38	1.59
$\hat{Y}_3$	1.06	1.49	1.54	1.68	.24	.24	.25	.26
$\hat{Y}_{mk1}$	1.06	1.06	1.06	1.06	.23	.23	.23	.23
$\hat{Y}_{mk2}$	2.40	2.40	2.40	2.40	.48	.48	.48	.48
$\hat{Y}_{mk3}$	0.93	0.93	0.93	0.93	.22	.22	.22	.22

ตารางที่ 5. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 6% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	$N_1(\%)=1.8$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				$N_1(\%)=3.3$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
Y_1	15.47	16.21	18.97	22.02	4.19	4.59	5.59	8.52
Y_{mk4}	15.09	15.09	15.09	15.09	4.15	4.15	4.15	4.15
Y_2	1.01	1.10	1.11	1.54	1.01	1.04	1.09	1.16
Y_3	7.60	8.01	8.92	9.56	1.04	1.06	1.10	1.18
Y_{mk1}	7.56	7.56	7.56	7.56	1.04	1.04	1.04	1.04
Y_{mk2}	5.72	5.72	5.72	5.72	4.14	4.14	4.14	4.14
Y_{mk3}	5.12	5.12	5.12	5.12	0.82	0.82	0.82	0.82

ตารางที่ 6. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ (ที่ระดับร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีค่าสูงมาก เท่ากับ 9% ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข) เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	$N_1(\%)=1.8$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				$N_1(\%)=3.3$ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	42.20	46.12	49.82	53.03	14.76	16.03	19.34	29.23
$\hat{Y}_{mk4}$	41.52	41.52	41.52	41.52	14.61	14.61	14.61	14.61
$\hat{Y}_2$	1.01	1.02	1.05	1.13	1.00	1.01	1.03	1.05
$\hat{Y}_3$	26.12	29.41	32.00	35.12	4.32	4.41	4.62	5.04
$\hat{Y}_{mk1}$	25.97	25.97	25.97	25.97	4.31	4.31	4.31	4.31
$\hat{Y}_{mk2}$	4.81	4.81	4.81	4.81	6.96	6.96	6.96	6.96
$\hat{Y}_{mk3}$	13.56	13.56	13.56	13.56	2.85	2.85	2.85	2.85

ตารางที่ 7. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ ในการอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไข เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 50 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	N_1(%)=1.8				N_1(%)=3.3			
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	2.46	3.16	4.00	4.56	1.50	1.73	2.13	3.24
$\hat{Y}_{mk4}$	2.33	2.33	2.33	2.33	1.48	1.48	1.48	1.48
$\hat{Y}_2$	1.05	1.29	1.53	1.85	1.01	1.06	1.15	1.38
$\hat{Y}_3$	0.10	0.10	0.12	0.15	0.04	0.04	0.05	0.05
$\hat{Y}_{mk1}$	0.09	0.09	0.09	0.09	0.03	0.03	0.03	0.03
$\hat{Y}_{mk2}$	1.83	1.83	1.83	1.83	1.19	1.19	1.19	1.19
$\hat{Y}_{mk3}$	1.82	1.82	1.82	1.82	1.31	1.31	1.31	1.31

ตารางที่ 8. แสดงค่าประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของตัวประมาณ $\hat{Y}_k$; k=1,2,3 หรือ $\hat{Y}_{mkt}$; t=1,2,3,4 เทียบกับ $\hat{Y}_o$ ในการอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไข เมื่อตัวแปร Y มีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล ขนาดประชากรเท่ากับ 1000 และขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 โดยใช้จำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ

ตัวประมาณ	N_1(%)=1.8				N_1(%)=3.3			
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X				สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร Y และ X			
	0.1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.5	0.7
$\hat{Y}_1$	1.80	2.31	2.87	4.52	1.77	2.20	2.79	4.37
$\hat{Y}_{mk4}$	1.68	1.68	1.68	1.68	1.64	1.94	1.94	1.94
$\hat{Y}_2$	1.04	1.27	1.31	1.52	1.01	1.06	1.15	1.37
$\hat{Y}_3$	0.05	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04
$\hat{Y}_{mk1}$	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
$\hat{Y}_{mk2}$	1.30	1.30	1.30	1.30	0.93	0.93	0.93	0.93
$\hat{Y}_{mk3}$	1.45	1.45	1.45	1.45	1.16	1.16	1.16	1.16

ภาคผนวก ก.

ก.1 คุณสมบัติของค่าคาดหมายและความแปรปรวน เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่

1. $E(aX + b) = aE(X) + b$
2. $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$
3. $E(\sum_i X_i) = \sum_i E(X_i)$
4. ถ้า X , Y เป็นอิสระกัน $E(XY) = EXEY$
5. $E(X^k)$ คือ โมเมนต์ที่ k ของ X มีค่า $E(X^k) = \begin{cases} \sum_i x_i^k \, p(X = x_i) \\ \int x^k \, f(x) \, dX \end{cases}$
6. $V(aX + b) = a^2 V(X)$
7. $V(\sum_i a_i X_i) = \sum_i a_i^2 V(X_i) + \sum_i \sum_j a_i a_j \, COV(X_i , X_j)$

เมื่อ $COV(X_i , Y_i) = E[X - EX][Y - EY]$

8. ถ้า X , Y เป็นอิสระกัน $COV(X , Y) = 0$ จะได้ $V(X + Y) = V(X) + V(Y)$

ก. 2 การเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

การเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายเป็นวิธีการเลือกตัวอย่างที่ให้ตัวอย่างที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในแต่ละตัวอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน ถ้าเลือกตัวอย่างขนาด n จาก N แบบไม่ใส่คืน จำนวนที่อาจเกิดขึ้นได้ก็คือ $\binom{N}{n}$ ตัวอย่าง ดังนั้นตัวอย่างที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในแต่ละตัวอย่างจะมีโอกาสถูกเลือกเป็น $1/\binom{N}{n}$ ในการเลือกตัวอย่างแบบนี้ หน่วยแต่ละหน่วยในประชากรจะมีโอกาสถูกเลือกเข้าไปในตัวอย่างด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน นอกจากนี้เราจะต้องทราบขนาดประชากร N ด้วย

สำหรับตัวประมาณค่าของ $\bar{Y}$ (population mean) ในการเลือกตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่ายชนิดไม่ใส่คืน คือ $\bar{y} = \sum_{i=1}^{n} y_i/n$ ซึ่งมีคุณสมบัติของตัวประมาณดังนี้

1. เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $\bar{Y}$

2. เป็นตัวประมาณที่มีความคงเส้นคงวา (consistentcy) ในลักษณะที่ว่า ถ้า n มีขนาดใหญ่ขึ้นจนเท่ากับ N แล้ว $\bar{y}$ จะมีค่าเท่ากับ $\bar{Y}$

3. ตัวประมาณ $\bar{y}$ มีความแปรปรวนเท่ากับ $V(\bar{y}) = (1-f)\frac{S^2}{n}$ เมื่อ $f = \frac{n}{N}$ = Sampling fraction โดยมีตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $V(\bar{y})$ คือ

$$v(\bar{y}) = (1-f)\frac{s^2}{n}$$

และจะประมาณค่ารวมประชากร (population total) ด้วยตัวประมาณ $\hat{Y}_o = N\bar{y}$ โดยที่ N เป็นค่าคงที่ ที่มีคุณสมบัติของตัวประมาณเป็นดังนี้

1. $\hat{Y}_o$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของค่ารวมประชากร

2. มีความแปรปรวนเป็น $V(\hat{Y}_o) = N^2\,(1-f)\frac{S^2}{n}$ โดยมีตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $V(\hat{Y}_o)$ คือ $v(\hat{Y}_o) = (1-f)\,N^2\frac{s^2}{n}$

ตัวประมาณ $\hat{Y}_o$ เมื่อพิจารณาตามลักษณะการเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิเมื่อเลือกตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่ายแล้ว เพื่อใช้เปรียบเทียบกับตัวประมาณที่เสนอโดย Michael และ Kadaba และตัวประมาณที่ผู้วิจัยเสนอแนะได้ โดยจำแนกตามรูปแบบของการอนุมานได้ดังนี้คือ

ก. การอนุมานแบบมีเงื่อนไข

ในกรณีการอนุมานแบบนี้ ตัวประมาณ $\hat{Y}_o$ จะเป็นตัวประมาณที่มีความเอนเอียงแบบมีเงื่อนไข (conditional bias) $= -(N_1 - \frac{N}{n}\cdot n_1)(\delta - 1)\,\bar{Y}_2$ และ conditional mean square error เท่ากับ

$$\left\{ f^{-2}\left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}) \cdot C_1^2\,\delta^2 + n_2 \cdot \left(\frac{N_2 - n_2}{N_2}\right) \cdot C_2^2 \right] + (N_1 - f^{-1} n_1)^2 (\delta - 1)^2 \right\} \bar{Y}_2^2$$

<u>พิสูจน์</u>

จาก $\hat{Y}_o = N\bar{y}$

$$\therefore \quad \hat{Y}_o = \frac{N}{n}\left(\sum_{i}^{n} y_i\right)$$

$$= \frac{N}{n} \left(\sum_{i=1}^{n_1} y_i + \sum_{i=n_1+1}^{n} y_i \right)$$

$$E(\hat{Y}_o | n_1) = \frac{N}{n} \left(\frac{n_1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \frac{n-n_1}{N-N_1} \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i \right)$$

$$= \frac{N}{n} \left(\frac{n_1}{N_1} \sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \frac{n-n_1}{N-N_1} \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i + \frac{n-n_1}{N-N_1} \sum_{i=1}^{N_1} Y_i - \frac{n-n_1}{N-N_1} \sum_{i=1}^{N_1} Y\right.$$

$$= \frac{N}{n} \left(n_1 \bar{Y}_1 + \frac{n-n_1}{N-N_1} . \left(\sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i \right) - \frac{n-n_1}{N-N_1} .N_1 \bar{Y}_1 \right)$$

$$= \frac{N}{n} .n_1 \bar{Y}_1 + \frac{N}{n} . \frac{n-n_1}{N-N_1} . Y - \frac{N}{n} \left(\frac{n-n_1}{N-N_1}\right) . N_1 \bar{Y}_1$$

$$= \frac{N}{n} . n_1 \bar{Y}_1 - \frac{N}{n} \left(\frac{n-n_1}{N-N_1}\right) .N_1 \bar{Y}_1 + Y + \frac{N}{n} . \left(\frac{n-n_1}{N-N_1}\right) Y - Y$$

$$= Y + \left[\frac{N.(n-n_1) - n(N-N_1)}{n(N-N_1)} \right] Y + \frac{N}{n} .n_1 \bar{Y}_1 - \frac{N}{n} \left(\frac{n-n_1}{N-N_1} \right) .N_1 \bar{Y}_1$$

$$= Y + \frac{\cancel{Nn} - Nn_1 - \cancel{nN} + nN_1}{n(N-N_1)} \left(\sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i \right) + \frac{N}{n} .n_1 \bar{Y}_1 -$$

$$\frac{N}{n} \left(\frac{n-n_1}{N-N_1}\right) .N_1 \bar{Y}_1$$

$$= Y + \frac{N_1}{N-N_1} \left(\sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i \right) - \frac{Nn_1}{n.(N-N_1)} \left(\sum_{i=1}^{N_1} Y_i + \sum_{i=N_1+1}^{N} Y_i \right) +$$

$$+ \frac{N}{n} n_1\bar{Y}_1 - \frac{N}{n} \frac{(n-n_1)}{N-N_1} \cdot N_1\bar{Y}_1$$

$$= Y + N_1^2 \frac{\bar{Y}_1}{N-N_1} + N_1 \bar{Y}_2 - \frac{Nn_1}{n(N-N_1)} N_1 \bar{Y}_1 - N.\frac{n_1}{n} \bar{Y}_2 + \frac{N}{n} n_1 \bar{Y}_1$$

$$- \frac{N}{N-N_1} \cdot N_1 \bar{Y}_1 + \frac{Nn_1}{n(N-N_1)} .N_1 \bar{Y}_1$$

$$= Y + \frac{N_1 \bar{Y}_1}{N-N_1}(N_1-N) + N_1 \bar{Y}_2 + \frac{Nn_1}{n} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

$$= Y + \frac{N_1}{N-N_1} \bar{Y}_1. \left[N_1-(N_1+N-N_1)\right] + N_1Y_2 + \frac{Nn_1}{n} (\bar{Y}_1 - \bar{y}_2)$$

$$= Y + \frac{N_1 \bar{Y}_1}{N-N_1} .^-(N-N_1) + N_1 \bar{Y}_2 + \frac{Nn_1}{n} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

$$= Y - N_1 \bar{Y}_1 + N_1 \bar{Y}_2 + \frac{Nn_1}{n} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

$$= Y - N_1(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) + \frac{Nn_1}{n} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

$$= Y - (N_1 - \frac{Nn_1}{n}) (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$$

$$= Y - (N_1 - \frac{Nn_1}{n}) (\bar{Y}_1/\bar{Y}_2 - 1) \bar{Y}_2$$

ให้ $\delta = \bar{Y}_1/\bar{Y}_2$

$$\therefore \quad E(\hat{Y}_o | n_1) = Y - (N_1 - \frac{Nn_1}{n})\ (\delta - 1)\ \bar{Y}_2$$

$$E(\hat{Y}_o | n_1) - Y = -\ (N_1 - \frac{Nn_1}{n})(\delta - 1)\ \bar{Y}_2 = B(\hat{Y}_o | n_1)$$

นั่นคือ ความเอนเอียงแบบมีเงื่อนไข $= -\ (N_1 - \frac{Nn_1}{n})\ (\delta - 1)\ \bar{Y}_2$ ซ.ต.พ.//

และจาก $\hat{Y}_o = \frac{N}{n} (\sum_{i=1}^{n_1} y_i + \sum_{i=n_1+1}^{n} y_i)$

$$= \frac{N}{n} (n_1 \cdot \bar{y}_1 + n_2 \bar{y}_2)$$

$$\therefore V(\hat{Y}_o | n_1) = \frac{N^2}{n^2} \left[n_1^2\ V(\bar{y}_1) + n_2^2\ V(\bar{y}_2) \right]$$

ให้ $f = \frac{n}{N}$ ดังนั้น

$$V(\hat{Y}_o | n_1) = f^{-2} \left[n_1^2\ (1 - \frac{n_1}{N_1}) \cdot \frac{S_{y1}^2}{n_1} + n_2^2\ (1 - \frac{n_2}{N_2})\ \frac{S_{y2}^2}{n_2} \right]$$

ให้ $C_1^2 = S_{y1}^2 / \bar{Y}_1^2$, $C_2^2 = S_{y_2}^2 / \bar{Y}_2^2$

$$\therefore \quad V(\hat{Y}_o | n_1) = f^{-2} \left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1})\ \bar{Y}_1^2 . C_1^2 + (n_2 - \frac{n_2^2}{N_2})\ C_2^2 \cdot \bar{Y}_2^2 \right]$$

$$= f^{-2} \left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1})\ \bar{Y}_1^2 . C_1^2 + n_2\ (1 - \frac{n_2}{N_2})\ C_2^2 \cdot \bar{Y}_2^2 \right]$$

$$= f^{-2}\left[\left(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}\right) \bar{Y}_1^2 . C_1^2 + n_2 \left(\frac{N_2 - n_2}{N_2}\right) C_2^2 \bar{Y}_2^2\right]$$

$$= f^{-2}\left[\left(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}\right) \frac{\bar{Y}_1^2}{\bar{Y}_2^2} . C_1^2 + \frac{n_2}{N_2}(N_2 - n_2) . C_2^2\right] \bar{Y}_2$$

จาก $\delta = \bar{Y}_1/\bar{Y}_2$

$$\therefore V(\hat{Y}_o \mid n_1) = f^{-2}\left[\left(n_1 - \frac{n_1^2}{N_2}\right) \delta^2 C_1^2 + \frac{n_2}{N_2}(N_2 - n_2) C_2^2\right] \bar{Y}_2^2$$

แต่ $\mathrm{MSE}(\hat{Y}_o \mid n_1) = V(\hat{Y}_o \mid n_1) + B(\hat{Y}_o \mid n_1)^2$

$$\therefore \mathrm{MSE}(\hat{Y}_o \mid n_1) = f^{-2}\left[\left(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}\right) \delta^2 . C_1^2 + \frac{n_2}{N_2}(N_2 - n_2) C_2^2\right] \bar{Y}_2^2 + \left(N_1 - \frac{Nn_2}{n}\right)(\delta - 1)^2 \bar{Y}_2^2$$

$$= \left\{f^{-2}\left[\left(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}\right)\cdot\delta^2 . C_1^2 + \frac{n_2}{N_2}(N_2 - n_2) C_2^2\right] + (N_1 - f^{-1}n_1)^2 (\delta - 1)^2\right\} \bar{Y}_2^2$$

ซ.ต.พ. //

ข. การอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไข

ในกรณีการอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไขนี้ตัวประมาณ $\hat{Y}_o$ จะเป็นตัวประมาณที่มีความเอนเอียง ซึ่งมีความเอนเอียงแบบไม่มีเงื่อนไข (unconditional bias)

$= \frac{d}{1-d} N_1 (\delta - 1) \bar{Y}_2$ และ unconditional mean square error เท่ากับ

$$\left\{ (f^{-1} - 1) \frac{N}{N-1} \cdot \frac{1}{1-d} \left[\frac{N_1}{N} \cdot N_2 (1-\delta)^2 + (N_1 - 1) C_1^2 \delta^2 + (N_2 - 1) C_2^2 \right] - \frac{d}{1-d} \left[f^{-1} \frac{N}{N_2} (N_2 - n) C_2^2 + (1-\delta)^2 N_1^2 \right] \right\} \bar{Y}_2^2$$

พิสูจน์ จาก $B(\hat{Y}_o | n_1) = -(N_1 - \frac{N}{n} \cdot n_1)(\delta - 1) \bar{Y}_2$

$$\therefore E\left[B(\hat{Y}_o | n_1) \right] = -(N_1 - \frac{N}{n} \cdot En_1)(\delta - 1) \bar{Y}_2$$

เนื่องจาก $E(n_1) = \frac{n.N_1}{(1-d)N}$

จะได้ $$E\left[B(\hat{Y}_o | n_1) \right] = -(N_1 - \frac{N}{n} \cdot n. \frac{N_1}{(1-d)N})(\delta - 1) \bar{Y}_2$$

$$= -N_1 (1 - \frac{1}{1-d})(\delta - 1) \bar{Y}_2$$

$$= -\frac{N_1}{1-d} (1-d-1)(\delta - 1) \bar{Y}_2$$

$$= \frac{d}{1-d} N_1 (\delta - 1) \bar{Y}_2$$

นั่นคือ ความเอนเอียงแบบไม่มีเงื่อนไข เท่ากับ $\frac{d}{1-d} N_1 (\delta - 1) \bar{Y}_2$ ซ.ต.พ.

และ $E\left[MSE(\hat{Y}_o | n_1)\right] = E\left\{ f^{-2}\left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}) C_1^2 \delta^2 + \frac{n_2}{N_2} (N_2 - n_2) C_2^2 \right]\right.$

$$\left. + (N_1 - f^{-1} n_1)^2 (\delta - 1)^2 \right\} \bar{Y}_2^2 \Big]$$

$$= E\left[\left\{ f^{-2}\left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}) C_1^2 \delta^2 + \frac{(n - n_1)}{N_2} (N_2 - (n - n_1)) \right.\right.\right.$$

$$\left.\left.\left. C_2^2 \right] + (N_1^2 - 2N_1 f^{-1} n_1 + f^{-2} n_1^2)(\delta - 1)^2 \right\} \bar{Y}_2^2 \right]$$

$$= E\left[\left\{ f^{-2}\left[(n_1 - \frac{n_1^2}{N_1}) C_1^2 \delta^2 + (n - n_1) C_2^2 - \right.\right.\right.$$

$$\left. \frac{(n^2 - 2nn_1 + n_1^2)}{N_2} C_2^2 \right] + (N_1^2 - 2N_1 f^{-1} n_1 + f^{-2} n_1^2)$$

$$\left.\left. (\delta - 1)^2 \right\} \bar{Y}_2^2 \right]$$

$$= \left\{ f^{-2}\left[(En_1 - \frac{En_1^2}{N_1}) C_1^2 \delta^2 + (n - En_1) C_2^2 - \right.\right.$$

$$\left. (n^2 - 2nEn_1 + En_1^2) \frac{C_2^2}{N_2} \right] + (N_1^2 - 2N_1 f^{-1} En_1 + f^{-2}$$

$$\left. En_1^2)(\delta - 1)^2 \right\} \bar{Y}_2^2$$

$$= \left\{ f^{-2}\left[\left(\frac{n.N_1}{(1-d)N} - \frac{1}{(1-d)N_1} \left(\frac{N_1(N_1 - 1)\, n(n - 1)}{N(N - 1)} + \frac{N_1 n}{N} \right) \right.\right.\right.$$

$$C_1^2 \delta^2 + \left(n - \frac{nN_1}{(1-d)N} \right) C_2^2 - \left(n^2 - 2n.\frac{nN_1}{(1-d)N} + \frac{1}{1-d} \times \right.$$

$$\left(\frac{N_1(N_1 - 1)\; n(n - 1)}{N(N-1)} + \frac{N_1 n}{N}\right) \frac{C_2^2}{N_2} \Big]$$

$$+ \Big[N_1^2 - 2N_1 \; f^{-1} \cdot \frac{nN_1}{(1-d)N} + f^{-2} \cdot \frac{1}{1-d} \times$$

$$\left(\frac{N_1(N_1 - 1)n(n-1)}{N(N - 1)} + \frac{N_1 n}{N}\right)\Big](\delta - 1)^2 \Big\} \cdot \bar{Y}_2^2$$

พยายามจัดรูปใหม่แล้วจะได้

$$MSE(\hat{Y}_o) = \Big\{(f^{-1} - 1) \cdot \frac{N}{N-1} \cdot \frac{1}{1-d} \Big[\frac{N_1}{N} \cdot N_2 \; (1 - \delta)^2 + (N_1 - 1) \; C_1^2 \; \delta^2 +$$

$$(N_2 - 1) \; C_2^2\Big] - \frac{d}{1-d} \Big[f^{-1} \; \frac{N}{N_2} \; (N_2 - n) \; C_2^2 + (1 - \delta)^2 \; N_1^2\Big]\Big\} \; \bar{Y}_2^2$$

ซ.ต.พ.

ก.3 การแบ่งชั้นภูมิเมื่อเลือกตัวอย่างแล้ว (Poststratification)

การแบ่งประชากรออกเป็นชั้นภูมิต่าง ๆ ในบางกรณีเช่น โดยใช้ค่าของตัวแปรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งชั้นภูมิ อาจทำได้ยาก หรือต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นในกรณีที่เราสามารถจะจัดหน่วยเข้าสู่ชั้นภูมิหลังจากการเลือกตัวอย่างแล้วได้ เช่น สมมติว่าเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย มาขนาด n จากประชากร N เมื่อได้ตัวอย่างแล้วก็ทำการจัดหน่วยตัวอย่างเข้าชั้นภูมิต่าง ๆ

กำหนดให้ n_h = จำนวนตัวอย่างที่อยู่ในชั้นภูมิ h

N_h = จำนวนหน่วยในประชากรของชั้นภูมิ h

$$n = \sum_{h=1}^{L} n_h$$

$$N = \sum_{h=1}^{L} N_h$$

$\bar{y}_h$ = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่อยู่ในชั้นภูมิ h

$\bar{Y}_h$ = ค่าเฉลี่ยประชากรที่อยู่ในชั้นภูมิ h

$\underset{\sim}{n}$ = $(n_1, \ldots, n_h)$

ความแปรปรวนของประชากรในชั้นภูมิ h คือ $S_h^2 = \sum_{j=1}^{N_h} (Y_{hj} - \bar{Y}_h)^2 / (N_h - 1)$

ความแปรปรวนของตัวอย่างในชั้นภูมิ h คือ $s_h^2 = \sum_{j=1}^{n_h} (y_{hj} - \bar{y}_h)^2 / (n_h - 1)$

จะได้ตัวประมาณค่าของ $\bar{Y}$ ในกรณีเมื่อทราบค่า N_h คือ

$$\bar{y}_{pst} = \sum_{h=1}^{L} \frac{N_h}{N} \cdot \bar{y}_h$$

ตัวประมาณนี้จะเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $\bar{y}$ และมีความแปรปรวนในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข (conditional inference) คือ $V(\bar{y}_{pst} \mid \underset{\sim}{n}) = \sum_{h}^{L} \left(\frac{N_h}{N}\right)^2 \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \frac{S_h^2}{n_h}$

และมีความแปรปรวนในการอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไข (unconditional inference)

คือ
$$V(\bar{y}_{pst}) = \sum_{h} \left(\frac{N_h}{N}\right)^2 S_h^2 \left\{ E\left(\frac{1}{n_h}\right) - N_h^{-1} \right\}$$

$$\simeq \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right) \sum_{h} \left(\frac{N_h}{N}\right) S_h^2 + \frac{1}{n^2} \sum_{h} \left(1 - \frac{N_h}{N}\right) S_h^2$$

ถ้า n มีขนาดใหญ่พอ และทำให้ n_h มีค่ามากพอควรในทุกชั้นภูมิ และ N_h/N ที่ใช้ในสูตรประชากร เป็นค่าที่ถูกต้องแล้ว ตัวประมาณ $\bar{y}_{pst}$ จะมีคุณภาพใกล้เคียงกับตัวประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ในการเลือกตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ (Stratified sampling) เมื่อกำหนดขนาดตัวอย่างของชั้นภูมิเป็นสัดส่วนกับขนาดชั้นภูมิ (proportional allocation)

สำหรับในกรณีที่ไม่ทราบค่า N_h จะใช้ตัวประมาณ self-weighting estimator ประมาณค่าเฉลี่ยประชากรคือ $\bar{y}_{sw} = \sum_h \frac{nh}{n} \cdot \bar{y}_h$ ซึ่งจะได้ตัวประมาณนี้เป็นตัวประมาณที่เอนเอียงของ $\bar{Y}$ โดยมีความเอนเอียง $= -\sum_h \left(\frac{Nh}{N} - \frac{n_h}{n} \right) \bar{Y}_h$ และมีความแปรปรวนคือ $V(\bar{y}_{sw} \mid \underset{\sim}{n}) = \sum_h \left(\frac{nh}{n} \right)^2 \left(1 - \frac{n_h}{Nh}\right) \frac{S_h^2}{nh}$ ในการอนุมานแบบมีเงื่อนไข และสำหรับในการอนุมานแบบไม่มีเงื่อนไข จะมีความเอนเอียง $= -\sum_h \left(\frac{Nh}{N} - \frac{E(n_h)}{n}\right) \bar{Y}_h$ และค่า

$$MSE(\bar{y}_{sw}) = E\left(V(\bar{y}_{sw} \mid \underset{\sim}{n}) + \left[\sum_h \left(\frac{N_h}{N} - \frac{n_h}{n} \right) \bar{Y}_h \right]^2 \right)$$

ก. 4 ตัวประมาณความถดถอย (Regression estimator)

การประมาณค่าเฉลี่ยและค่ารวมประชากรโดยใช้ตัวประมาณความถดถอยก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ประโยชน์จากการทราบค่าตัวแปรอื่น (X) มาช่วยทำให้การประมาณค่าทำได้อย่างดีขึ้นกว่าการใช้ค่าตัวแปรที่สนใจ (Y) เพียงค่าเดียว เมื่อทราบค่าเฉลี่ยประชากร

$X(\bar{X} = \sum_{i=1}^{N} X_i/N)$ และทราบว่า Y กับ X มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน เช่น ถ้ารู้ว่า Y และ X มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันทางบวก หมายถึงการที่ X เพิ่มสูงขึ้น Y ก็ควรจะสูงขึ้นด้วยเป็นต้น ดังนั้นการประมาณค่า $\bar{Y}$ ก็น่าจะใช้ตัวประมาณความถดถอยคือ

$$\bar{y}_{\ell r} = \bar{y} - b(\bar{x} - \bar{X})$$

(ℓr แทน linear regression และ b แทนสัมประสิทธิ์ความถดถอย)

และประมาณค่ารวมประชากรด้วย $y_{\ell r} = N\bar{y}_{\ell r}$

สำหรับคุณสมบัติของตัวประมาณค่า $\bar{Y}_{\ell r}$ เมื่อเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย

กรณี b ถูกกำหนดค่าไว้ก่อน เช่น $b = b_o$ จะได้ตัวประมาณ $\bar{y}_{\ell r} = \bar{y} - b_o(\bar{X}-\bar{x})$

คุณสมบัติ 1. $\bar{y}_{\ell r}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $\bar{Y}$

2. มีความแปรปรวน เป็น $V(\bar{y}_{\ell r}) = (1-f)\,\frac{1}{n}\cdot$

$$\left[\frac{\sum_{i}^{N}((y_i-\bar{Y}) - b_o(x_i-\bar{X}))^2}{N-1}\right]$$

ซึ่งเราจะประมาณค่า $V(\bar{y}_{\ell r})$ จากตัวอย่างได้โดยใช้ $v(\bar{y}_{\ell r}) = (1-f)\,\frac{1}{n}\cdot$

$$\left[\frac{\sum_{i}^{n}((y_i-\bar{y}) - b_o(x_i-\bar{x}))^2}{n-1}\right]$$

โดยที่ $v(\bar{y}_{\ell r})$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง ของ $V(y_{\ell r})$

<u>ทฤษฎี</u> 1 ค่า b_o ที่จะทำให้ $V(\bar{y}_{\ell r})$ มีค่าต่ำสุดคือ $b_o = B = \frac{\Sigma(Y_i-\bar{Y})(X_i-\bar{X})}{\Sigma(X_i-\bar{X})^2} = \frac{Sxy}{Sx^2}$

ความแปรปรวนต่ำสุดเป็น $V_{min}(\bar{y}_{\ell r}) = (1-f)\; S_y^2\,(1-\rho_{xy}^2)$ เมื่อ $S_y^2 = \frac{\sum^{N}(Y_i-\bar{Y})^2}{N-1}$

ซึ่งในทางปฏิบัติ ใช้ $b = \hat{B} = \sum^{n}(y_i-\bar{y})(x_i-\bar{x}) \,/\, \sum^{n}(x_i-\bar{x})^2$

<u>ทฤษฎีที่</u> 2 โดยไม่กำหนดเงื่อนไขอย่างในทฤษฎีความถดถอยเชิงเส้น เราอาจใช้ตัวประมาณ

$$\bar{y}_{\ell r} = \bar{y} - b(\bar{x}-\bar{X}) \quad \text{เมื่อ} \quad b = \frac{\sum^{n}(y_i-y)(x_i-\bar{x})}{\sum^{n}(x_i-\bar{x})^2}$$

ตัวประมาณนี้จะมีความเอนเอียง ไม่ order $(\frac{1}{n})$ ดังนั้นผลที่ได้จะใช้ได้กรณีที่ตัวอย่างขนาดใหญ่ ซึ่งถ้า n ใหญ่

$$MSE(\bar{y}_{\ell r}) \doteq V(\bar{y}_{\ell r}) = (1-f)\ \frac{S^2{}_y}{n}\ (1-\rho^2)$$

และประมาณด้วย

$$v(\bar{y}_{\ell r}) = \frac{(1-f)}{n(n-2)} \sum^{n} \left\{(y_i-\bar{y}) - b(x_i-\bar{x})\right\}^2$$

สำหรับตัวประมาณความถดถอยแบบวิธี Separate Regression estimate ในกลุ่มสุ่มตัวอย่างง่ายแบบมีชั้นภูมิ (Stratifed random sampling) เป็นการหาตัวประมาณความถดถอยประมาณค่าเฉลี่ยของแต่ละชั้นภูมิก่อนนำมารวมกันเพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร กล่าวคือ ในชั้นภูมิ h คำนวณค่า $\bar{y}_{\ell rh}$ จากตัวอย่างโดยที่

$$\bar{y}_{\ell rh} = \bar{y}_h - b_h\ (\bar{x}_h-\bar{X}_h)$$

แล้วจึงนำมารวมกันเพื่อหาตัวประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ดังนี้

$$\bar{y}_{\ell rs} = \sum_h \frac{N_h}{N}\ \bar{y}_{\ell rh}$$

ในกรณีที่ค่า b_h เป็นค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า จะได้ว่า $\bar{y}_{\ell rh}$ จะเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}_h$ เพราะฉะนั้นตัวประมาณ $\bar{y}_{\ell rs}$ ก็จะเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง $\bar{Y}$ ด้วย และมีความแปรปรวนเป็น

$$V(\bar{y}_{\ell rs}) = \sum_h \left(\frac{N_h^2}{N}\ (1-\frac{n_h}{N_h}\right) \cdot \frac{1}{n_h}\ (S^2_{yh} - 2b_h\ S_{yxh} + b_h^2\ S^2_{xh})$$

ซึ่ง $V(\bar{y}_{\ell rs})$ จะมีค่าต่ำสุดเมื่อกำหนดให้

$$b_h = B_h = \sum_{i=1}^{N_h} (x_{ih}-\bar{X}_h)(y_{ih}-\bar{Y}_h)\ /\ \sum_i^{N_h} (x_{ih}-\bar{X}_h)^2$$

$$= S_{yxh}\ /S^2_{xh}$$

โดยจะทำให้ค่าความแปรปรวนต่ำสุดเป็น

$$V_{min}\ (\bar{y}_{\ell rs}) = \sum_h \frac{N_h^2}{N}\ (1-\frac{n_h}{N_h}) \cdot \frac{1}{n_h}\ (S^2_{yh} - \frac{S^2_{xyh}}{S^2_{xh}})$$

5. การแจกแจงแบบ positive Hypergeometric Distribution

การแจกแจงแบบ positive Hypergeometric Distribution จะมีฟังก์ชันความ

หนาแน่นเป็น $p(n_1 / n, N, N_1) \quad = \quad \dfrac{1}{1-d} \dfrac{\binom{N_1}{n_1}\binom{N-N_1}{n-n_1}}{\binom{N}{n}}$ เมื่อ

$$n_1 = 1, 2, \ldots, N_1$$

$$n > N_1$$

$$N-N_1 > n$$

$$d = \prod_{i=0}^{N_1-1} \left(1 - \frac{n}{N-i}\right)$$

จะได้ว่าค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแบบ positive Hypergeometric Distribution เท่ากับ

$\dfrac{1}{1-d} \cdot n \dfrac{N_1}{N}$ และความแปรปรวนเท่ากับ $\left(\dfrac{1}{1-d}\right)^2 \dfrac{nN_1}{N(N-1)N} \Big[(1-d)\, N\big((N-n) + N_1(n-1)\big) - nN_1(N-1) \Big]$

<u>พิสูจน์</u>

1. ค่าเฉลี่ย

$$E(n_1) = \frac{1}{1-d} \sum_{n_1=1}^{N_1} n_1 \cdot \frac{\binom{N_1}{n_1}\binom{N-N_1}{n-n_1}}{\binom{N}{n}}$$

$$= \frac{1}{1-d} \sum_{n_1=1}^{N_1} N_1 \cdot \frac{\binom{N_1-1}{n_1-1}\binom{N-N_1}{n-n_1}}{\binom{N-1}{n-1} \cdot \frac{N}{n}}$$

ให้ $x = n_1 - 1$

$$= \frac{1}{1-d} \cdot \frac{nN_1}{N} \sum_{x=0}^{N_1-1} \frac{\binom{N_1-1}{x}\binom{N-N_1}{n-x-1}}{\binom{N-1}{n-1}} = \frac{1}{1-d} \cdot \frac{nN_1}{N} \cdot 1$$

ถ้านั้น $E(n_1) = \frac{1}{1-d} \cdot \frac{n.N_1}{N}$

นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของการแจกแจงแบบ positive Hypergeometric มีค่าเท่ากับ

$\frac{1}{1-d}\ n. \frac{N_1}{N}$

2. ความแปรปรวน

จาก $$E(n_1(n_1-1)) = \frac{1}{1-d} \sum_{n_1=1}^{N_1} n_1(n_1-1) \frac{\binom{N_1}{n_1}\binom{N-N_1}{n-n_1}}{\binom{N}{n}}$$

ในทำนองเดียวกันกับข้อ 1 จะได้

$$E(n_1(n_1-1)) = \frac{1}{1-d} \cdot \frac{N_1(N_1-1)\ n\ (n-1)}{N(N-1)}$$

และ $V(n_1) = E\ (n_1(n_1-1)\ ) - (En_1)^2 + En_1$

$$\therefore\ V(n_1) = \frac{1}{1-d}\ \frac{N_1(N_1-1)\ n(n-1)}{N(N-1)} - \frac{1}{(1-d)^2}\ \frac{n^2\ N_1^2}{N^2} + \frac{1}{1-d} \cdot \frac{n\ N_1}{N}$$

$$= \frac{1}{1-d} \; \frac{nN_1}{N} \left(\frac{(N_1-1)(n-1)}{N-1} - \frac{1}{1-d} \; \frac{nN_1}{N} + 1 \right)$$

$$= \frac{1}{1-d} \; \frac{nN_1}{N} \left(\frac{(1-d)\ N\ (N_1-1)(n-1) - nN_1(N-1) + N\ (1-d)(N-1)}{(1-d)\ N(N-1)} \right)$$

$$= \frac{1}{(1-d)^2} \; \frac{nN_1}{N} \cdot \frac{\cdot}{N(N-1)} \left((1-d)\ N\left((N_1-1)(n-1)+(N-1)\right) - nN_1(N-1) \right)$$

$$= \left(\frac{1}{1-d} \right)^2 \; \frac{nN_1}{N.N(N-1)} \left((1-d)\ N\left(N_1(n-1)+(N-n)\right) - nN_1(N-1) \right)$$

ช.ต.พ.

ภาคผนวก ข

<u>การสร้างเลขสุ่ม</u> (Random Number)

ในการสร้างลักษณะการแจกแจงแบบต่าง ๆ นั้นจะต้องใช้ตัวเลขสุ่มเป็นพื้นฐานในการสร้าง สำหรับในการวิจัยนี้ใช้วิธีการสร้างเลขสุ่มตามวิธีของ White และ Schmidt (1975:421) โดยมีหลักการดังนี้

1. เลือกตัวเลขคี่บางตัวที่น้อยกว่า 9 หลักเป็นค่าเริ่มต้น
2. คูณตัวเลขที่กำหนดเป็นค่าเริ่มต้นด้วยค่า 65539
3. คูณผลลัพธ์ในขั้นตอนที่ 2 ด้วย 0.4656613E -9
4. จากขั้นตอนที่ 3 ก็จะได้ค่าตัวเลขสุ่มซึ่งมีค่าในช่วง (0,1)
5. กำหนดให้ค่าเริ่มต้นใหม่มีค่าเท่ากับผลคูณในขั้นที่ 2
6. กระทำซ้ำ ๆ กันจากขั้นตอนที่ 2 ถึง 5 จนกระทั่งได้ค่าตัวเลขสุ่มครบตามที่ต้องการ

โดยแสดงโปรแกรมย่อยได้ดังนี้

```
   SUBROUTINE GENERATE RANDOM VARIABLE
SUBROUTINE  RANDU(IX,IY,YEL)
   IY = IX*65539
   IF(IY) 6,7,7
6  IY = IY+2147483647+1
7  YFL = IY
   YFL = YFL*.4656613E-9
   RETURN
   END
```

<u>การสร้างการแจกแจงแบบปกติ</u>

การสร้างการตัวแปรสุ่มให้มีการการแจกแจงแบบปกติที่กำหนดค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานให้ ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้โปรแกรมย่อยที่ชื่อ GAUSS โดยอาศัยผลลัพธ์คือ YEL ที่ได้จากโปรแกรมย่อย RANDU เป็นจำนวน 12 ตัว มาสร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ 1 ตัว หลักการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติวิธีนี้อาศัยทฤษฎีแนวโน้มเข้าสู่เกณฑ์กลาง (Central limit theorem) กล่าวคือ ถ้า YEL_i $(i = 1,2,\ldots,n)$ เป็นตัวแปรอิสระที่มีการแจกแจงเหมือนกันโดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แน่นอน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างจะมีการแจกแจงแบบปกติโดยประมาณ นั่นคือจะสรุปได้ว่า

$$Z = \sum_{i=1}^{n} \frac{YEL_i / n - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \approx N(0,1)$$

เราทราบ $YEL \sim UNIFORM(0,1)$

$$E(YEL) = a+b/2 = 1/2$$

$$V(YEL) = \frac{(b-a)^2}{12} = 1/12$$

$$\therefore \quad Z = \frac{\frac{1}{12}\sum_{i=1}^{12} YEL_i - 1/2}{\sqrt{\frac{1}{12} \cdot \frac{1}{12}}}$$

$$= \sum_{i=1}^{12} YEL_i - 6.0 \approx N(0,1)$$

จากนั้นอาศัยทฤษฎีที่กล่าวว่าถ้า Z มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย 0 และค่าความแปรปรวนเป็น 1 จะได้

$X = \mu + Z\sigma$ มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

สรุปขั้นตอนในการสร้างตัวแปรสุ่มแบบปกติ ได้ดังนี้

1. เรียก GAUSS

2. ปรับค่า $X = \mu + Z\sigma$ หลังจากกำหนด μ ,σ^2 แล้ว

แสดงในโปรแกรม SUBROUTINE GAUSS ได้ดังนี้

```
    SUBROUTINE  GENERATE NORMAL VARIABLE
   SUBROUTINE GAUSS(IX,EX,SD,V)
      A=0.0
      DO 50 I = 1,12
      CALL RANDU(IX,IY,YEL)
      IX = IY
50    A = A+YEL
      V = (A-6.0)*SD+EX
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล

การสร้างตัวแปรให้มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลนั้นอาศัยจากความสัมพันธ์ที่ว่า ถ้าให้ N เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ ความแปรปรวน σ^2 จะได้ $L = EXP(N)$ เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบลอกนอรมอลที่มีค่าเฉลี่ย $\exp(\mu + \frac{\sigma^2}{2})$ ความแปรปรวน $\exp(2\mu + 2\sigma^2) - \exp(2\mu + \sigma^2)$

กล่าวคือ อาศัยค่า V ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ถูกส่งมาจาก SUBROUTINE GAUSS หลังจากนั้นก็กำหนดให้ $Y = EXP(V)$ แล้วเราจะได้ Y เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบล็อกนอร์มอลโดยมีค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนตามที่ต้องการ โดยแสดงโปรแกรมย่อยได้ดังนี้

```
    SUBROUTINE  GENERATE LOGNORMAL VARIABLE
   SUBROUTINE LOG(IX,EX,SD,Y)
      CALL GAUSS(IX,EX,SD,V)
      Y=EXP(V)
      RETURN
      END
```

การสร้างการแจกแจงแบบแกมม่า

โปรแกรมย่อยที่ใช้สร้างข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบแกมม่า ที่มีค่าเฉลี่ย $\alpha\beta$ และความแปรปรวน $\alpha\beta^2$ นั้นใช้วิธี Inverse Transformation สร้างตัวแปรสุ่มแบบ erlang ซึ่งเป็นผลบวกของตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบเอกโปเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ย β ความแปรปรวน β^2 ซึ่งมีวิธีการเป็นดังนี้

1. จากค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด สำหรับการแจกแจงแบบแกมม่า α ,β นั้น ให้ r_1 เป็นจำนวนเต็มใหญ่ที่สุดที่เล็กกว่า α

$$\therefore\ r_1 = [\alpha] = \alpha - q$$

r_2 เป็นจำนวนเต็มเล็กที่สุดที่ใหญ่กว่า α

$$\therefore\ r_2 = r_1 + 1$$

2. ผลิตตัวแปรแบบ erlang(Z_1) ที่มีพารามิเตอร์ β ,r_1

3. ผลิตตัวแปรแบบ erlang(Z_2) ที่มีพารามิเตอร์ β , r_2

4. ผลิตตัวแปรสุ่ม R ถ้า $R \leqslant q$ จะได้ Z_2 แบบผลลัพธ์ที่ต้องการ มิฉะนั้นจะได้ Z_1 เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการแทน (เลือก Z_1 , Z_2 ให้เป็นตัวแปรสุ่มแกมม่าด้วย prob (1-q) และ q ตามลำดับ)

สำหรับหลักการในการผลิตตัวแปรแบบ erlang มีดังนี้

ถ้าให้ Z มีการแจกแจงแบบ erlang ที่มีพารามิเตอร์ r, β โดยมีฟังก์ชั่นหนาแน่นเป็น

$$f\ (Z) = \frac{Z^{r-1} \cdot e^{-Z/\beta}}{\Gamma(r) \cdot \beta^r} \quad ; \quad r \text{ เป็นเลขจำนวนเต็มบวก}$$

จะเห็นได้ว่า Z เป็นผลบวกของ r ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย β และความแปรปรวน β^2

และวิธีการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลจะอาศัย Inversefunction ดังนี้

ให้ $t \sim \exp(\beta)$

$$f(t) = \frac{e^{-t/\beta}}{\beta}, \quad t > 0$$

$$\therefore F_T(t) = \int_o^t (t)\,dt = \int_o^t \cdot \frac{1}{\beta} e^{-t/\beta}\,dt$$

$$= e^{-t/\beta} \Big|_o^t$$

$$= 1 - e^{-t/\beta}$$

ผลิตตัวแปรสุ่ม X และกำหนดให้

$$X = 1 - e^{-t/\beta}$$

$$\Rightarrow \quad t = -\beta \ell n(1-X)$$

แต่ส่วนมากนิยมใช้ $t = -\beta \ell n\, X$

โดยแสดงโปรแกรมย่อยสร้างตัวแปรที่มีการแจกแจงแบบแกมม่าได้ดังนี้

```
      SUBROUTINE GENERATE GAMMA VARIABLE
      SUBROUTINE GAM  (IX,ALPHA,BETA,Y)
   ZI1=0.0
   ZI2=0.0
   Q=ALPHA-INT(ALPHA)
   IR1=INT(ALPHA)
   IR2=IR1+1
   IF (IR1 .EQ. 0) GOTO 3
   DO 1 I1=1,IR1
   CALL RANDU(IX,IY,YEL)
   IX = IY
1  ZI1=ZI1-ALOG(YEL)
3  DO 2 I2=1,IR2
   CALL RANDU(IX,IY,YEL)
   IX=IY
2  ZI2=ZI2-ALOG(YEL)
   CALL RANDU(IX,IY,C)
   IX=IY
   IF(C .LE. Q) GOTO 4
    Y =ZI1*BETA
   GOTO 5
4   Y =ZI2*BETA
5  RETURN
   END
```

```
C*************************************************************************
C                                                                        C
C     THIS PROGRAM  USES TO FIND  BETTA WHICH HAVE CORRELATION           C
C          COEFFICIENT BETWEEN Y AND X (RHOYX) FOLLOW                    C
C          RHOYX9S STUDY = 0.1,0.3,0.5,0.7 AND -0.1,-0.3,-0.5,-0.7       C
C  WHEN ASSUME  SIZE OF POPULATION =N,RHO: RHOXY9S STUDY                 C
C*************************************************************************
      DIMENSION X1(1000),Y(1000),ISEED(100)
      DIMENSION X2(1000),X(1000)
      DIMENSION NA(1000),E(1000),X4(1000)
      N=1000
      RHO=0.1
C     ..................................................
C     GENERATE DATA FOR POPULATION
C     ASSUME DISTRIBUTION OF Y  IS LOGNORMAL
C      AND  DISTRIBUTION OF E  IS LOGNORMAL
C     ..................................................
      READ(5,1000) (ISEED(I),I=1,49)
1000  FORMAT(10I7)
      DO 10 K2=1,48
      AY=2.
      DO 20 ML=8000,10000,1000
      BETTA=ML
      IX=ISEED(K2)
      SY=1.
      AX=2.
      RMY=EXP(AY+0.5*SY*SY)
      SUMXY=0.0
      SUMX=0.0
      SUMY=0.0
      SUMX2=0.0
      SUMY2=0.0
      DO 30 K1 = 1,N
      CALL GAUSS(IX,X1(K1))
      CALL GAUSS(IX,X2(K1))
      Y(K1)=EXP(X1(K1)*SY+AY)
      E(K1)=EXP(X2(K1)*SY)
      X(K1)=(Y(K1)-RMY+BETTA*AX-E(K1))/BETTA
      SUMX=SUMX+X(K1)
      SUMY=SUMY+Y(K1)
      SUMX2=SUMX2+X(K1)**2
      SUMY2=SUMY2+Y(K1)**2
      SUMXY=SUMXY+X(K1)*Y(K1)
   30 CONTINUE
C
      RN=N
      XBAR=SUMX/RN
      YBAR=SUMY/RN
      VARX=(SUMX2-SUMX**2/RN)/(RN-1.0)
      VARY=(SUMY2-SUMY**2/RN)/(RN-1.0)
      A=(SUMXY-SUMX*SUMY/RN)/(RN-1.0)
      B=SQRT(VARX*VARY)
      RHO1=A/B
      SN=N-3
      ZCAL=(0.5*ALOG((1.+RHO1)/(1.-RHO1))-0.5*ALOG((1+RHO)/(1.-RHO)))*
     *SQRT(SN)
      IF (( ZCAL .GT. 1.95) .OR. (ZCAL .LT. -1.95)) GOTO 20
C
C WRITE RESULT
C
      WRITE(6,40) ISEED(K2),BETTA,RHO1,ZCAL
   40 FORMAT(2X,'SEED =',I8,2X,'BETTA=',F9.2,2X,'RXY= ',F5.3,'ZCAL FOR
     1TEST RHO = ',F17.7)
      IX=0
   20 CONTINUE
   10 CONTINUE
      STOP
      END
```

```
C*****************************************************************
C
C     THIS PROGRAM USES TO FIND E(N1**K) ;K=1,2,3,4
C      WHEN PROBABILITY DENSITY FUNCTION IS P(NS1/N,N,N1)
C
C*****************************************************************
      DIMENSION TOGF(1000)
      DOUBLE PRECISION DD,T1,T0,T2,
     8SUMT1,SUMT2,SUMT3,SUMT4,SUMNT,SUMTT,SS
      READ(5,10) (TOGF(I),I=1,9)
      READ(5,10) (TOGF(J),J=41,49)
      READ(5,20) (TOGF(L),L=442,450)
   10 FORMAT(9F8.4)
   20 FORMAT(8F9.4)
C
C     N        :  SIZE OF POPULATION
C     NSAM     :  SIZE OF SAMPLE
C     N1       :  NO# OF VERY LARGE OBSERVATION IN POPULATION
C     K        :  NO# OF VERY LARGE OBSERVATION IN SAMLE
C     TOGF(I):    LOG(I )
C     T491     :  LOG((N-N1) )
C     T9       :  LOG(N1 )
C     T50      :  LOG(NSAM )
C     T450     :  LOG((N-NSAM) )
C     T500     :  LOG(N )
C
      N=500
      RN=N
      NSAM=50
      RNS=NSAM
      N1=9
      T491=1109.8271
      T9=5.5598
      T50=64.4831
      T450=1000.2389
      T500=1134.08640
      T1=T491+T9+T50+T450-T500
      DD=0.9
      NN=N1-1
      DO 1 MO =1,NN
      H=N-MO
      DD=DD*(1.0-50.0/H)
    1 CONTINUE
      SUMNT=0.0
      SUMT3=0.0
      SUMT4=0.0
      SUMT1=0.0
      SUMT2=0.0
      SUMTT=0.0
      SUMP3=0.
      DO 2 MM=1,N1
       MT=NSAM-MM
       ML=N-N1-NSAM+MM
       IF(MM .EQ. N1 ) GOTO 3
       MN=N1-MM
       GOTO 4
    3  MN=1
    4  T2=TOGF(MT)+TOGF(ML)+TOGF(MM)+TOGF(MN)
       T0=T1-T2
       SS=10.0**T0
       SM=NSAM-MM
       RM=MM
       P3=RM*(2.*RN-RM)/SM
       SUMT1=SUMT1+SS*RM
       SUMTT=SUMTT+SS/RM
       SUMT2=SUMT2+SS*RM**2
       SUMT3=SUMT3+SS*RM**3
       SUMT4=SUMT4+SS*RM**4
       SUMNT=SUMNT+SS/SM
       SUMP3=SUMP3+SS*P3
    2  CONTINUE
       DD1=1.0-DD
       DS=1.0/DD1
       ET=SUMT1*DS
       ET2=SUMT2*DS
       ET3=SUMT3*DS
       ET4=SUMT4*DS
       ENT=SUMNT*DS
       ETT=SUMTT*DS
       VT=ET2-ET**2
       VT2=ET4-ET2**2
       COTT2=ET3-ET*ET2
       VNTT2=RNS**2*VT+2.0*RNS*COTT2+VT2
       EP3=SUMP3*DS
       WRITE(6,30) ET,ET2,ET3,ET4
   30  FORMAT(4F17.7)
       WRITE(6,40) ENT,ETT,VT,VT2
   40  FORMAT(4F17.7)
       WRITE(6,50) COTT2,VNTT2,DD1,DS
   50  FORMAT(4F17.7)
       WRITE(6,60) EP3
   60  FORMAT(F17.7)
       STOP
       END
```

```
C
C*************************************************
C*            PROGRAM FOR THESIS                 *
C*   ESTIMATION OF TOTAL POPULATION FROM SAMPLES *
C*        CONTAINING SOME VERY LARGE UNITS       *
C*            BY REGRESSION ESTIMATOR            *
C*        BY ANOTAI TREVANICH     B722244        *
C*************************************************
C................................................
      DIMENSION X1(1000),Y(1000),X2(1000),X(1000),NA(1000),E(1000)
      DIMENSION CMY1(33),CMY2(33),CMY3(33),CMSEY1(33),CMSEY2(33),
     1CMSEY3(33),CMSEY4(33),GAMMA2(33),CMSEY0(33),
     2RE1C(33),RE2C(33),RE3C(33),RE4C(33),RE5C(33),RE6C(33),RE7C(33)
      DIMENSION SRE1C(33),SRE2C(33),SRE3C(33),SRE4C(33),SRE5C(33),
     2SRE6C(33),SRE7C(33)
      DIMENSION ISEED(100),BETTA(100)
      DOUBLE PRECISION CMY1,CMY2,CMY3,CMSEY1,CMSEY2,CMSEY3,CMSEY4,
     1UMY1,UMY2,UMY3,UMSEY1,UMSEY2,UMSEY3,UMSEY4,SRE1C,SRE2C,SRE3C,
     2SRE4C,SRE5C,SRE6C,SRE7C,RE1C,RE2C,RE3C,RE4C,RE5C,RE6C,RE7C,
     3SRE1U,SRE2U,SRE3U,SRE4U,SRE5U,SRE6U,SRE7U,RE1U,RE2U,RE3U,RE4U,
     4RE5U,RE6U,RE7U
C-----------------------------------------------------------------
C READ DATA ABOUT MEAN,VARIANCE ETC. OF N1,SEED AND BETTA
C-----------------------------------------------------------------
      READ(5,1000) ET,ET2,ET3,ET4
      READ(5,1000) ENT,ETT,VT,VT2
      READ(5,1000) COTT2,VNTT2,DD1,DS
      READ(5,1001)(ISEED(I),I=1,100)
      READ(5,1002)(BETTA(J),J=1,100)
1000  FORMAT(4F17.7)
1001  FORMAT(10I7)
1002  FORMAT(10F7.1)
C
C====================================================================
C=        D E S C R I P T I O N     O F     V A R I A B L E S       =
C=                                                                  =
C=  Y(I)       :    RANDOM VARIABLE FROM LOGNORMAL DISTRIBUTION     =
C=  E(I)       :    RANDOM VARIABLE FROM LOGNORMAL DISTRIBUTION     =
C=  UMYI       :    UNCONDITION MEAN SQUARE ERROR OF YI;I=1,2,3     =
C=  UMSEYI     :    UNCONDITION MEAN SQUARE ERROR OF YMKI;I=1,2,3,4 =
C=  CMYI       :    CONDITIONAL MEAN SQUARE ERROR OF YI;I=1,2,3     =
C=  CMSEYI     :    CONDITIONAL MEAN SQUARE ERROR OF YMKI;I=1,2,3,4 =
C=  REIU       :    RELATIVE EFFICIENCY FROM UNCONDITIONAL          =
C=                  REFFERENCE ;I=1,2,3,4,5,6,7                     =
C=  REIC       :    RELATIVE EFFICIENCY FROM CONDITIONAL            =
C=                  REFFERENCE ;I=1,2,3,4,5,6,7                     =
C=  N          :    SIZE OF POPULATION                              =
C=  N1         :    NUMBER OF VERY LARGE OBSERVATIONS IN POPULATION =
C=  RHO1       :    CORRELATION COFFICIENT BETWEEN Y AND X IN       =
C=                  POPULATION                                      =
C=  NSAM       :    SIZE OF SAMPLES                                 =
```

```
C=  NS1            :     NUMBER OF VERY LARGE OBSERVATIONS IN SAMPLE     =
C=  NREP           :     NUMBER OF REPLICATION                            =
C=                                                                        =
C=========================================================================
C
      N=500
      RHO=0.1
      RN=N
      NSAM=100
      NREP=100
C
C-------------------------------------------------------------------------
C GENERATE DATA FOR POPULATION  ASSUMED
C          DISTRIBUTION OF Y IS LOGNORMAL
C          DISTRIBUTION OF E IS LOGNORMAL
C-------------------------------------------------------------------------
C
      DO 10 K2=1,NREP
      IX=ISEED(K2)
      AY =2.0
      AX= 2.0
      SY =1.0
      RMY=EXP(AY+0.5*SY*SY)
      SUMXY=0.0
      SUMX=0.0
      SUMY=0.0
      SUMX2=0.0
      SUMY2=0.0
      DO 20 K1 = 1,N
      CALL GAUSS(IX,X1(K1))
      CALL GAUSS(IX,X2(K1))
      Y(K1)=EXP(X1(K1)*SY+AY)
      E(K1)=EXP(X2(K1)*SY)
      X(K1)=(Y(K1)-RMY+BETTA(K2)*AX-E(K1))/BETTA(K2)
      SUMX=SUMX+X(K1)
      SUMY=SUMY+Y(K1)
      SUMX2=SUMX2+X(K1)*X(K1)
      SUMY2=SUMY2+Y(K1)*Y(K1)
      SUMXY=SUMXY+X(K1)*Y(K1)
   20 CONTINUE
C
      RN=N
      XBAR=SUMX/RN
      YBAR=SUMY/RN
      VARX=(SUMX2-SUMX*SUMX/RN)/(RN-1.0)
      VARY=(SUMY2-SUMY*SUMY/RN)/(RN-1.0)
      A=(SUMXY-SUMX*SUMY/RN)/(RN-1.0)
      B=SQRT(VARX*VARY)
      RHO1=A/B
      N2=0
      SUMNY=0.0
      SUMNX=0.0
      SUMNX2=0.0
      SUMNY2=0.0
      SUMNXY=0.0
C
```

```
C CHECK OUTLIER OR NONOUTLIER
C IF Y GREATHER THAN OR EQUAL C1(C.I. 99 %)
C IMPLIED  THAT Y IS OUTLIER
C
      Z1= 2.576
      C1=YBAR+Z1*SQRT(VARY)
      C2=XBAR+Z1*SQRT(VARX)
      DO 30 K =1,N
      IF (Y(K) .GE. C1 ) GOTO 30
      N2=N2+1
      SUMNX=X(K)+SUMNX
      SUMNY=Y(K)+SUMNY
      SUMNY2=SUMNY2+Y(K)*Y(K)
      SUMNX2=SUMNX2+X(K)*X(K)
      SUMNXY=Y(K)*X(K)+SUMNXY
   30 CONTINUE
C     CHECK VERY LARGE OBSERVATIONS OF  VARIABLE X
      NX1 =0
      DO 40 J=1,N
      IF( X(J) .LT. C2 ) GOTO 40
      NX1=NX1+1
   40 CONTINUE
      IF( NX1   .NE. 0 ) GOTO 55
C WORK CONTINUE
C NONOUTLIER
      RN2=N2
      XBAR2=SUMNX/RN2
      YBAR2=SUMNY/RN2
      VARX2=(SUMNX2-SUMNX*SUMNX/RN2)/(RN2-1.0)
      VARY2=(SUMNY2-SUMNY*SUMNY/RN2)/(RN2-1.0)
      COVXY2=(SUMNXY-SUMNX*SUMNY/RN2)/(RN2-1.0)
C
C OUTLIER
      N1=N-N2
      IF (N1 .EQ. 1) GOTO 55
      RN1=N1
      XBAR1=(SUMX-SUMNX)/RN1
      YBAR1=(SUMY-SUMNY)/RN1
      VARX1=((SUMX2-SUMNX2)-RN1*XBAR1*XBAR1)/(RN1-1.0)
      VARY1=((SUMY2-SUMNY2)-RN1*YBAR1*YBAR1)/(RN1-1.0)
      COVXY1=((SUMXY-SUMNXY)-RN1*XBAR1*YBAR1)/(RN1-1.0)
C
      B10=COVXY1/VARX1
      B20=COVXY2/VARX2
      SUM21=0.0
      SUM11=0.0
      DO 50 L=1,N
      IF (Y(L) .GE. C1) GOTO 60
      SUM21=SUM21+((Y(L)-YBAR2)-B20*(X(L)-XBAR2))**2
      GOTO 50
   60 SUM11=((Y(L)-YBAR1)-B10*(X(L)-XBAR1))**2+SUM11
   50 CONTINUE
      S11=SUM11/(RN1-1.0)
      S21=SUM21/(RN2-1.0)
C
C USE SAMPLE SIZE =NSAM
```

```
      RNS =NSAM
      RNS34=RNS-1.
      DD=1.-DD1
      NO=N-1
C FIND UNCONDITION MSE
C **** MSE(Y1) ****
      V41=RN1*RN1*S11*(ETT-1.0/RN1)
      V42=RN2*RN2*S21*(ENT-1.0/RN2)
      UMY1=V41+V42
C **** MSE(Y2) ****
      B21=(ET2/RNS**2-2.*RN1*ET/(RNS*RN)+RN1*RN1/RN**2)*YBAR1*YBAR1
      B22=2.*((RNS*ET-ET2)/RNS**2+RN1*RN2/RN**2-(RN1*RNS-RN1*ET)/
     1(RN*RNS)-RN2*ET/(RN*RNS))*YBAR2*YBAR1
      B23=((RNS**2-2.*RNS*ET+ET2)/RNS**2-2.*(RNS-ET)*RN2/(RNS*RN)+
     2RN2**2/(RN*RN))*YBAR2*YBAR2
      UBIY2U=RN*RN*(B21+B22+B23)
      V21=S11*(ET-ET2/RN1)
      ENT2=RNS*RNS-2.0*RNS*ET+ET2
      V22=S21*(RNS-ET-ENT2/RN2)
      UVARY2=(V21+V22)*RN*RN/(RNS*RNS)
      UMY2=UVARY2+UBIY2U
C***MSE(Y3)*****************
      BB=(RN1*RN1-2.*RN1*ET+ET2)*(YBAR2-YBAR1)*(YBAR2-YBAR1)
      P1=(ET-ET2/RN1)*S11
      EP1=(RN*RN-2.*RN*ET+ET2)/RN2
      EP2=RN*RN*ENT
      EP3=34.4017639
      P2=(EP2-EP3-EP1)*S21
      UVY3=P1+P2
      UMY3=UVY3+BB
C **** FIND UNCONDITION YMK1-YMK4
      F=RNS/RN
      DETTA=YBAR1/YBAR2
      CO=SQRT(VARY1)/YBAR1
      CN=SQRT(VARY2)/YBAR2
      R11=RN1-1.0
      G10 =RN-RN1*DS
      G20=(ENT-1.0/(F*G10))*RN*RN*F*CN*CN
C
C *** FIND  MSE(YMK1)***
      UM11=F*R11*(1.0-F)*RN*CO*CO*DETTA*DETTA*DS/NO
      UM12=G20*CN*CN*(RN-RNS)**2
      UM13=(RN-F*RN1*DS)**2
      UM14=1.0/G10-1.0/RN2
      UM15=DD*F*F*RN1*RN1*DS*DS/RN2
      UM122=(UM13*UM14+UM15)*CN*CN
      UM16=(1.0-F)/(F*RN2)
      UM17=UM13*RN2/G10
      UM18=F*F*RN1*RN2*DS/NO
      UM133=UM16*(UM17-UM18)*CN*CN
      UM19=RN1*RN1*(1.0-F*DS)**2-DD*F*F*RN1*RN1*DS*DS
      UM20=F*RN1*(1.0-F)*RN2*DS/NO
      UM21=(UM19+UM20)*(1.0-DETTA)**2
      UMSEY1=(UM11+UM12+UM122+UM133+UM21)*YBAR2*YBAR2
C
C *** FIND MSE(YMK2)***
```

```
      UM22=RN1*(1.0-DETTA)*RN2*RNS34/(2.0*RNS*NO)
      UM23=(CO*DETTA/(2.0*F))**2
      UM24=ET+2.0*ET2/RNS+ET3/(RNS*RNS)
      UM25=(ET2+2.0*ET3/RNS+ET4/(RNS*RNS))/RN1
      UM26=4.0*RNS-3.0*ET2/RNS-ET3/(RNS*RNS)
      UM27=4.0*RNS*RNS-4.0*RNS*ET-3.0*ET2+2.0*ET3/RNS+ET4/(RNS*RNS)
      UM28=(1.0/(2.0*RNS*F))**2*(1.0-DETTA)**2*VNIT2
      UMSEY2=(UM22**2+UM23*(UM24-UM25)+(CN/(2.0*F))**2*
     *(UM26-UM27/RN2)+UM28)*YBAR2*YBAR2
C ***FIND  MSE(YMK3)***
      RN2=RN-RN1
      G30=(1.0-DETTA)**2*F*RN1*RN1*DS*DS
      G40=(1.0-F)*RN1*RN*CN*CN/(G10*DD1)
      G50=(1.0/G10-1.0/RN2)*F*RN1*RN*CN*CN*DS
      G100=G20+G30+G40+G50
      G11=(1.0-DETTA)**2*F*RN1*((1.0-F)*RN2/NO+F*RN1)*DS
      G21=F*(1.0-F)*R11*(CO*CO*RN*DETTA*DETTA/NO+RN1*CN*CN/
     *(DD1*G10))*DS
      G31=F*(1.0-F)*RN1*(1.0/(DD1*G10)-1.0/NO)*CN*CN*DS
      G41=G20*F
      G51=F*F*RN1*RN1*(1.0/G10-1.0/RN2)*CN*CN*DS*DS
      G61=DD*F*F*RN1*RN1*CN*CN/(RN2*DD1*DD1)
      G200=G11+G21+G31+G41+G51+G61
      GAMMA=G100/G200
      UM31=GAMMA*GAMMA*F*R11*(1.0-F)*RN*CO*CO*
     *DETTA*DETTA*DS/NO
      UM32=(ENT-1.0/(F*G10))*CN*CN*(RN-GAMMA*RNS)**2
      UM33=(RN-GAMMA*F*RN1*DS)**2*(1.0/G10-1.0/RN2)
      UM34=GAMMA*GAMMA*DD*F*F*RN1*RN1*DS*DS/RN2
      UM35=(RN-GAMMA*F*RN1*DS)**2*RN2/G10
      UM36=GAMMA*GAMMA*F*F*RN1*RN2*DS/NO
      UM37=RN1*RN1*(1.0-GAMMA*F*DS)**2
      UM38=GAMMA*GAMMA*DD*F*F*RN1*RN1*DS*DS
      UM39=GAMMA*GAMMA*F*RN1*(1.0-F)*RN2*DS/NO
      UMSEY3=(UM31+UM32+(UM33+UM34)*CN*CN+(1.0-F)*(UM35-UM36)*
     *CN*CN/(F*RN2)+(1.0-DETTA)**2*(UM37-UM38+UM39))*YBAR2*YBAR2
C
C *** FIND MSE(YMK4)***
      UM41=RN1*RN1*(ETT-1.0/RN1)*CO*CO*DETTA*DETTA
      UM42=RN2*RN2*(ENT-1.0/RN2)*CN*CN
      UMSEY4=(UM41+UM42)*YBAR2*YBAR2
C
C *** FIND MSE(YO)***
      UM01=(1.0/F-1.0)*RN*DS/NO
      UM02=RN1*RN2*(1.0-DETTA)**2/RN
      UM03=R11*CO*CO*DETTA*DETTA+(RN2-1.0)*CN*CN
      UM00=UM01*(UM02+UM03)
      UM011=RN*RN*(RN2-RNS)*CN*CN/(RNS*(RN-RN1))
      UM012=(1.0-DETTA)**2*RN1*RN1
      UM001=DD*DS*(UM011+UM012)
      UMSEY0=(UM00-UM001)*YBAR2*YBAR2
C
C***************************************************
C     FIND CONDITION MSE FOR NO OUTLIER IN SAMPLE *
C***************************************************
C
```

```
      DO 70 INS1=3,N1
      INS2=NSAM-INS1
C *** MSE(Y1) ***
      V41C=RN1*RN1*S11*(1.0/INS1-1.0/RN1)
      V42C=RN2*RN2*S21*(1.0/INS2-1.0/RN2)
      CMY1(INS1)=V41C+V42C
C *** MSE(Y2) ***
      B212=(INS1/RNS-RN1/RN)*YBAR1
      B222=(INS2/RNS-RN2/RN)*YBAR2
      CBIY2C=(B212+B222)*RN
      V212=S11*(INS1-INS1*INS1/RN1)
      V222=S21*(INS2-INS2*INS2/RN2)
      CVARY2=RN*RN*(V212+V222)/(RNS*RNS)
      CMY2(INS1)=CVARY2+CBIY2C*CBIY2C
C
C***** MSE(Y3)******
      BB2=(RN1-INS1)*(YBAR2-YBAR1)
      P4=(RN-INS1)*(RN-INS1)*(1./INS2-1./RN2)*S21
      CVY3=P4+V212
      CMY3(INS1)=CVY3+BB2*BB2
C
C
C ***********************************************************
C *   FIND Y1 TO Y4 AND MSE  BY MICAL&KADABA                *
C *        CONDITION MSE                                    *
C ***********************************************************
      G1=RN*RN1*(RN-RN1-RNS+INS1)*CN*CN
      G2=INS2*RN2*(RN1*RN1)*(DETTA-1.0)**2
      G3=(RN1-INS1)*(CO*CO)*(DETTA*DETTA)
      G4=INS1*RN1*(RN-RN1-RNS+INS1)*CN*CN
      G5=INS1*RN1*(DETTA-1.0)**2
      GAMMA2(INS1)=(G1+G2)/(INS2*RN2*(G3+G4+G5))
C ***********************************************************
C *    FIND CONDITION MEAN SQUARE ERROR OF Y1 -Y4            *
C ***********************************************************
C  **** MSE(Y1)****
      EM11=(INS1*INS1)*(1.0/INS1-1.0/RN1)*(CO*CO)*(DETTA*DETTA)
      EM12=((RN-INS1)**2)*(1.0/INS2-1.0/RN2)*(CN*CN)
      EM13=(RN1-INS1)**2*(DETTA-1.0)**2
      CMSEY1(INS1)=(EM11+EM12+EM13)*YBAR2*YBAR2
C  **** MSE(Y2)****
      EM21=RN*INS1*(RNS+INS1)/(2.0*RNS*RNS)
      EM22=(1.0/INS1-1.0/RN1)*(CO*CO)*(DETTA*DETTA)
      EM23=((RN*(2.0*RNS*RNS-RNS*INS1-INS1*INS1))/(2.0*RNS*RNS))**2
      EM24=(1.0/INS2-1.0/RN2)*CN*CN
      EM25=(RN1-EM21)**2*(DETTA-1.0)**2
      CMSEY2(INS1)=(EM21*EM21*EM22+EM23*EM24+EM25)*(YBAR2*YBAR2)
C *** MSE(Y3)****
      EM31=(GAMMA2(INS1)*GAMMA2(INS1))*EM11
      EM32=(RN-GAMMA2(INS1)*INS1)**2*EM24
      EM33=((RN1-GAMMA2(INS1)*INS1)**2)*(DETTA-1.0)**2
      CMSEY3(INS1)=(EM31+EM32+EM33)*(YBAR2*YBAR2)
C **** MSE(Y4)****
      EM41=RN1*RN1*EM22
      EM42=RN2*RN2*EM24
      CMSEY4(INS1)=(EM41+EM42)*(YBAR2*YBAR2)
```

```
C ***  MSE YO****
      EMO1=(INS1-INS1*INS1/RN1)*CO*CO*DETTA*DETTA
      EMO2=INS2*(RN2-INS2)*(CN*CN)/RN2
      EMO3=(RN1-INS1/F)**2*(DETTA-1.0)**2
      CMSEYO(INS1)=((EMO1+EMO2)/(F*F)+EMO3)*YBAR2*YBAR2
C
C R.E CONDITIONAL MSE
      SRE1C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMY1(INS1)+SRE1C(INS1)
      SRE2C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMY2(INS1)+SRE2C(INS1)
      SRE3C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMSEY1(INS1)+SRE3C(INS1)
      SRE4C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMSEY2(INS1)+SRE4C(INS1)
      SRE5C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMSEY3(INS1)+SRE5C(INS1)
      SRE6C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMSEY4(INS1)+SRE6C(INS1)
      SRE7C(INS1)=CMSEYO(INS1)/CMY3(INS1)+SRE7C(INS1)
   70 CONTINUE
C R.E UNCONDITIONAL MSE
      SRE1U=UMSEYO/UMY1+SRE1U
      SRE2U=UMSEYO/UMY2+SRE2U
      SRE3U=UMSEYO/UMSEY1+SRE3U
      SRE4U=UMSEYO/UMSEY2+SRE4U
      SRE5U=UMSEYO/UMSEY3+SRE5U
      SRE6U=UMSEYO/UMSEY4+SRE6U
      SRE7U=UMSEYO/UMY3+SRE7U
   10 CONTINUE
C FIND AVERAGE RE. FOR EACH OUTLIER IN SAMPLE
      REP=NREP
      DO 80 INS1=3,N1
C R.E CONDITIONAL MSE
      RE1C(INS1)=SRE1C(INS1)/REP
      RE2C(INS1)=SRE2C(INS1)/REP
      RE3C(INS1)=SRE3C(INS1)/REP
      RE4C(INS1)=SRE4C(INS1)/REP
      RE5C(INS1)=SRE5C(INS1)/REP
      RE6C(INS1)=SRE6C(INS1)/REP
      RE7C(INS1)=SRE7C(INS1)/REP
   80 CONTINUE
C R.E UNCONDITIONAL MSE
      RE1U=SRE1U/REP
      RE2U=SRE2U/REP
      RE3U=SRE3U/REP
      RE4U=SRE4U/REP
      RE5U=SRE5U/REP
      RE6U=SRE6U/REP
      RE7U=SRE7U/REP
C
C-----------------------------------------------------------------------
C  WRITE RESULT FROM CALCULATION
C-----------------------------------------------------------------------
C     PRINT HEADING
      PN=(RN1/RN)*100
      WRITE(6,500)
500   FORMAT(5X,'..........................................................
     *.................................'//
     *10X,' ESTIMATION OF POPULATION TOTAL FROM SAMPLES CONTAINING SOME
     *VERY LARGE UNITS  USING REGRESSION ESTIMATOR '//
     *5X,'.............................................................
```

```
     *.........................'/
     *5X,'WHEN DISTRIBUTION OF Y IS LOGNORMAL(2,1)',2X,'AND DISTRIBUTION
     * OF E IS LOGNORMAL(0,1)'//)
      WRITE(6,501)  NSAM,N1,PN
501   FORMAT(' SAMPLE SIZE = ',I4/5X,'NO# OUTLIER = ',I6,2X,'PERCENT OF
     *OUTLIER IN POP =',F5.2/)
      WRITE(6,502) RHO
502   FORMAT(15X,'.......................................................'/
     *15X,'AVERAGE ESTIMATION OF TOTAL POPULATION FOR RHOXY=',F5.2/
     *15X,'.......................................................'/)
      DO 90 KK=3,N1
      RK=KK
      PNS1=(RK/RNS)*100
      WRITE(6,503)PNS1,RE1C(KK),RE6C(KK),RE2C(KK),RE7C(KK),
     *RE3C(KK),RE4C(KK),RE5C(KK)
503   FORMAT(20X,'.... PERCENT OF OUTLIER IN SAMPLE = ',F5.2,'....'/
     *20X,'**** CONDITIONAL RE. ****'/
     *2X,'Y1=',F8.3,2X,'YMK4=',F8.3/
     *2X,'Y2=',F8.3,2X,'Y3=',F8.3,2X,'YMK1=',F8.3,2X,'YMK2=',F8.3,
     *2X,'YMK3=',F8.3)
90    CONTINUE
      WRITE(6,504) RE1U,RE6U,RE2U,RE7U,RE3U,RE4U,RE5U
504   FORMAT(20X,'**** UNCONDITIONAL RE ****'/
     *2X,'Y1=',F8.3,2X,'YMK4=',F8.3/
     *2X,'Y2=',F8.3,2X,'Y3=',F8.3,2X,'YMK1=',F8.3,2X,'YMK2=',F8.3,
     *2X,'YMK3=',F8.3)
C
55    STOP
      END
C
C -------------------------------------------------------------------------
C         SUBROTINE NORMAL
C -------------------------------------------------------------------------
C
      SUBROUTINE GAUSS(IX,V)
      A=0.0
      DO 50 I = 1,12
      CALL RANDU(IX,IY,Y)
      IX = IY
50    A = A+Y
      V = A-6.0
      RETURN
      END
      SUBROUTINE RANDU(IX,IY,YFL)
      IY = IX*65539
      IF(IY) 5,6,6
5     IY = IY+2147483647+1
6     YFL = IY
      YFL = YFL*.4656613E-9
      RETURN
      END
/*
//GO.SYSIN      DD *
        3.2394115         13.0783548           59.6240997          302.0110150
        0.0103498          0.3971288            2.2581272          130.9976650
       16.6040192      29353.8773500            0.9735295            1.0271893
0012357006002500600330060057006008100600930060109006024500602610060277
00602830060293006030700603130060319006034100603490080301008031130052429
0052361005231100520770051837005172700517150051325005123100509950050779
0050689005051700501930050195006753300672430067171006697500656770065537
0066533006648500664730066391006596700659410065269006517300649330064389
0060985006101700610550061095006117100612010061257006125100613150061331
0061387006143500614650061457006148700615090061539006154100615510061549
0061681006159500616970061823006185300619970062007006203500621230062147
0062153006221700622810062443006249700625230062535006263700627710062315
0062915006295500629650063127006318700632550063293006334300534470065131
08990.009600.009580.009450.011100.009520.008560.009580.009630.008450.0
08520.009880.008520.008540.003580.010000.009560.009450.009500.009520.0
09520.009500.009600.009600.009600.009600.009540.009500.009550.009600.0
09500.009560.009460.009880.008700.009500.009540.009500.009500.009520.0
09460.009480.009500.003620.009440.010000.009600.008720.009520.009540.0
12100.011540.009940.009900.008680.010000.009500.009540.008850.009900.0
09600.009720.009500.003600.008600.009500.009020.009540.009900.010000.0
09560.009580.009500.009640.009580.009520.009560.009700.009000.009540.0
09600.009500.008920.007200.009000.009500.008960.010000.011200.008940.0
09600.010000.009020.008600.009540.009500.009500.003640.008820.009630.0
/*
//
```

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อโนทัย ตรีวานิช เกิดวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2504 จังหวัดสุรินทร์ ได้รับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาสถิติ) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2526 และเข้าศึกษาต่อในสาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2527