การประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง

นางสาวมาลัย แสวงทรัพย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1600-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ESTIMATION OF CARRY-OVER EFFECT IN BALANCED CROSSOVER DESIGN WHEN CARRY-OVER EFFECT IS PROPORTIONAL TO DIRECT EFFECT

Miss Malai Savangsap

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-1600-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง
โดย	นางสาวมาลัย แสวงทรัพย์
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดนุชา คุณพนิชกิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ผกาวดี ศิริรังษี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาลัย แสวงทรัพย์ : การประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง (ESTIMATION OF CARRY-OVER EFFECT IN BALANCED CROSSOVER DESIGN WHEN CARRY-OVER EFFECT IS PROPORTIONAL TO DIRECT EFFECT) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา, 249 หน้า . ISBN 974-53-1600-8

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด โดยทำการศึกษาภายใต้สถานการณ์ที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3,4 และ 5 ในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุลจัตุรัสละติน Williams designs แผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุลจัตุรัสละตินตั้งฉาก และแผนการทดลอง Extra periods โดยการจำลองสถานการณ์จะกระทำเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (Coefficient of Variation: C.V.) เป็น 10%,30%,50%,70% และ90% กระทำภายใต้เงื่อนไขที่สัดส่วนผลกระทบตกค้างเป็น ±0.1,±0.3,±0.5,±0.7 และ ±0.9 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลและกระทำการทดลองซ้ำ ๆ กัน 1,000 ครั้ง ในสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อคำนวณหาค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของตัวประมาณปัจจัยทดลองและสัดส่วนผลกระทบตกค้าง

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าปัจจัยทดลองและสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง ได้แก่ สัมประสิทธิ์ความแปรผัน ช่วงระยะเวลา ระดับปัจจัยทดลอง แผนการทดลอง ความแตกต่างของปัจจัยทดลอง และสัดส่วนผลกระทบตกค้าง

1.การประมาณค่าปัจจัยทดลอง ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยแปรผันตามสัมประสิทธิ์ความแปรผัน และความแตกต่างของปัจจัยทดลอง แต่ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยแปรผกผันกับช่วงระยะเวลาและระดับปัจจัยทดลอง สำหรับการทดลองโดยใช้แผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากจะส่งผลให้ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยน้อยกว่าแผนการทดลอง Williams designs

2.การประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยแปรผันตามสัมประสิทธิ์ความแปรผัน และค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง แต่ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยแปรผกผันกับระดับปัจจัยทดลอง ช่วงระยะเวลา และความแตกต่างของปัจจัยทดลอง สำหรับการทดลองโดยใช้แผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากจะส่งผลให้ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยน้อยกว่าแผนการทดลอง Williams designs

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา สถิติ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2547

4482359326 : MAJOR STATISTICS

KEY WORD: CROSSOVER DESIGNS / CARRY-OVER EFFECT / LEAST SQUARE METHOD

MALAI SAVANGSAP : ESTIMATION OF CARRY-OVER EFFECT IN BALANCED CROSSOVER DESIGN WHEN CARRY-OVER EFFECT IS PROPORTIONAL TO DIRECT EFFECT. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. SUPOL DURONGWATTANA Ph.D. 249 pp. ISBN 974-53-1600-8

The objective of this study is to estimates carry-over effect in balanced crossover design when carry-over effect is proportional to direct effect for fixed effect model with least square estimation . Monte Carlo simulation is done under several situations due to level of treatment factor (t) 3,4 and 5 with Wiliams designs , Orthogonal latin square designs and Extra period designs .All situation were generate under coefficient of variation (C.V.) of 10%,30%,50%,70% and 90% . The estimation under the term of proportion parameter are ±0.1,±0.3,±0.5,±0.7 and ±0.9 .Monte Carlo technique and repeated 1,000 times for each situation to calculate for the average of Euclidean distance of treatment factor and proportion of carry-over effect .

The result of this study can be summarized as fallows:

The factors that have effect to estimate treatment factor and proportion of carry-over effect are C.V. ,the number of treatment factors,the number of period, the model , the difference of treatment factor ,proportion of carry-over effect .

1. Estimation of treatment factors

The average of Euclidean distance varies directly with coefficient of variation and the difference of treatment factor but the average of Euclidean distance varies inversely with the number of treatment factor and periods. The average of Euclidean distance on estimation of Orthogonal Latin square designs are less than the estimation of Williams designs

2. Estimation of proportion of carry-over effect

The average of Euclidean distance varies directly with coefficient of variation and the proportion of carry-over effect but the average of Euclidean distance varies inversely with the number of treatment factor, periods and the difference of treatment factor. The average of Euclidean distance on estimation of Orthogonal Latin square designs are less than the estimation of Williams designs.

Department Statistics Student's signature _____

Field of study Statistics Advisor's signature _____

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.สุพล ดุรงค์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา จนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ผกาวดี ศิริรังษี และอาจารย์ดร.อรุณี กำลังในฐานะประธานและกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติที่ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ชาย ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา พร้อมทั้งเพื่อน ๆ และน้องๆ ทั้งหลายที่ส่งเสริมและให้กำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ป

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น..... 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.5 เกณฑ์ในการตัดสินใจ..... 5

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 6

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 6

1.8 วิธีดำเนินการวิจัย..... 6

บทที่ 2 ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 แผนการทดลองข้ามปัจจัย..... 7

2.1.1 ประเภทของแผนการทดลองข้ามปัจจัย..... 8

2.1.2 การสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุล..... 9

2.2 วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์..... 13

2.2.1 การประมาณค่าแบบกำลังสองต่ำสุด..... 13

2.2.2 คุณสมบัติของตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด..... 15

2.2.3 การประมาณความแปรปรวนในตัวแบบเชิงเส้น..... 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 20

3.1 แผนการดำเนินการ..... 20

หน้า

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย..... 21
3.2.1 สร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนด..... 21
3.2.2 สร้างข้อมูลตามแผนการทดลอง..... 21
3.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์..... 23
3.2.4 เปรียบเทียบการประมาณค่าพารามิเตอร์..... 23
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม..... 24

บทที่ 4 ผลการวิจัย..... 25
4.1 ผลการวิจัยของการประมาณค่าปัจจัยทดลอง..... 26
4.2 ผลการวิจัยการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง..... 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 128
5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าปัจจัยทดลอง..... 128
5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง..... 129
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 131

รายการอ้างอิง..... 132

ภาคผนวก..... 133
ภาคผนวก ก..... 134
ภาคผนวก ข..... 151
ภาคผนวก ค..... 200
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 249

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุลกรณี 3 ปัจจัยทดลอง..... 7

4.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 30

4.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 31

4.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 32

4.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 33

4.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 34

4.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 40

4.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 41

4.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 42

4.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 43

ตารางที่ หน้า

4.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 44

4.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in 3,\infty)$..... 55

4.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 56

4.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 61

4.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 62

4.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 67

4.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 68

4.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 73

ตารางที่ หน้า

4.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$ 74

4.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 79

4.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 80

4.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 81

4.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 82

4.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 83

4.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 89

4.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 90

4.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 91

ตารางที่ หน้า

4.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 92

4.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 93

4.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$ 104

4.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$ 105

4.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 110

4.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 111

4.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$ 116

4.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 117

ตารางที่ หน้า

4.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลองณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้างเมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 122

4.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 123

ข.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทด ลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 154

ข.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 155

ข.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 156

ข.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 157

ข.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 158

ข.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3, n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 159

ข.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 160

ตารางที่ หน้า

ข.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 161

ข.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 162

ข.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 163

ข.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 164

ข.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตก ต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 165

ข.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 166

ข.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 167

ข.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 168

ตารางที่ หน้า

ข.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 169

ข.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 170

ข.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 171

ข.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลอง แตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 172

ข.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 173

ข.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 174

ข.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 175

ข.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 176

ข.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3, n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 177

ตารางที่ หน้า

ข.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 178

ข.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 179

ข.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 180

ข.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 181

ข.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมารค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 182

ข.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมารค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 182

ข.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 184

ข.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 185

ตารางที่ หน้า

ข.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 186

ข.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 187

ข.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 188

ข.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 189

ข.3.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,p=3,n=6 190

ข.3.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,p=4,n=6 191

ข.3.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=4,n=4 192

ข.3.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=5,n=4 193

ข.3.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=4,n=12..... 194

ตารางที่ หน้า

ข.3.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=4,n=12..... 195

ข.3.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=10..... 196

ข.3.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=10..... 197

ข.3.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=20 198

ข.3.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=20..... 199

ค.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 203

ค.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 204

ค.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 205

ค.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 206

ตารางที่ หน้า

ค.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 207

ค.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 208

ค.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 209

ค.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลาณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$..... 210

ค.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$..... 211

ค.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 212

ค.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$..... 213

ค.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$..... 214

ตารางที่ หน้า

ค.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 215

ค.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 216

ค.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 217

ค.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$..... 218

ค.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ 219

ค.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$.... 220

ค.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 221

ค.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 222

ค.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 223

ตารางที่ หน้า

ค.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 224

ค.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 225

ค.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 226

ค.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 227

ค.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 228

ค.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 229

ค.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 230

ค.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 231

ค.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 232

ตารางที่ หน้า

ค.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 233

ค.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 234

ค.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 235

ค.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 236

ค.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ 237

ค.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$..... 238

ค.3.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,p=3,n=6 239

ค.3.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,p=4,n=6 240

ค.3.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=4,n=4 241

ตารางที่ หน้า

ค.3.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=5,n=4 242

ค.3.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=4,n=12 243

ค.3.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=5,n=12 244

ค.3.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=10 245

ค.3.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=6,n=10 246

ค.3.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=5,n=20 247

ค.3.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=6,n=20 248

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 35

4.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 36

4.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 37

4.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 38

4.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 39

4.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลาณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3, n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 45

4.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลาณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 47

4.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลาณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 49

4.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลาณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 51

รูปที่ หน้า

4.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 53

4.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$ 57

4.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 59

4.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสลตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 63

4.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสลตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 65

4.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 69

4.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 71

4.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 75

รูปที่ หน้า

4.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 77

4.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 84

4.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 85

4.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 86

4.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 87

4.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 88

4.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$ 94

4.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$ 96

4.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 98

รูปที่ หน้า

4.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 100

4.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 102

4.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$ 106

4.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$ 108

4.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจตุรัสลาตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 112

4.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจตุรัสลาตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 114

4.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบ ตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 118

4.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$..... 120

รูปที่ หน้า

4.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$.....124

4.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$..... 126

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวางแผนการทดลอง (Experimental Design) เป็นระเบียบวิธีการทางสถิติที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยเชิงทดลองหลายสาขา เช่น ทางด้านการแพทย์ การเกษตร จิตวิทยา ฯลฯ เนื่องจากเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าหาข้อเท็จจริงอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้ความรู้ ความเข้าใจใหม่ๆ หรือเพื่อเพิ่มเติมหรือยืนยันความรู้ ความเข้าใจจากเดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว

การวางแผนการทดลองมีหลายแบบด้วยกัน แผนแบบการทดลองข้ามปัจจัยทดลอง (Crossover Design) เป็นแผนแบบการทดลองหนึ่งที่นิยมใช้ในการทดลองหรือการวิจัยทางด้านการแพทย์ และปศุสัตว์ เนื่องจากการวิจัยดังกล่าวใช้หน่วยทดลองที่เป็นมนุษย์หรือสัตว์ ซึ่งมีข้อจำกัดในการหาหน่วยทดลองที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกัน รวมถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลอง ดังนั้นจึงนิยมใช้แผนการทดลองข้ามปัจจัยซึ่งเป็นแผนการทดลองที่ให้ปัจจัยทดลอง (Treatment) กับหน่วยทดลองเดียวกันจึงใช้หน่วยทดลองน้อยลงและช่วยลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้ นอกจากนี้การให้ปัจจัยทดลองกับหน่วยทดลองเดียวกันยังเป็นการลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างกันของหน่วยทดลอง ทำให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ปัญหาที่ตามมาจากการเลือกใช้แผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลอง คือ ปัญหาผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง (Carry-over effect) ซึ่งเกิดขึ้นจากการให้ปัจจัยทดลองในหน่วยทดลองเดียวกัน โดยที่เมื่อให้ปัจจัยทดลองแรกกับหน่วยทดลองในช่วงระยะเวลาที่ 1 แล้วให้ปัจจัยทดลองต่อไปในช่วงระยะเวลาที่ 2 อาจทำให้ผลกระทบจากปัจจัยทดลองแรกเหลืออยู่กับหน่วยทดลองส่งผลต่อการวัดผลกระทบของปัจจัยทดลองในช่วงระยะเวลาที่ 2 ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนเนื่องจากผลที่ได้ดังกล่าวอาจเกิดจากผลกระทบของปัจจัยทดลองนั้นโดยตรง หรือเกิดจากผลที่ตกค้างจากปัจจัยทดลองหรือเป็นผลจากการสะสมของปัจจัยทดลองก่อนหน้าที่ให้กับหน่วยทดลอง นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมายังพบว่าผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยเป็นทั้งผลกระทบที่แปรผันตามและแปรผกผันกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง

การแก้ไขปัญหาผลกระทบตกค้างอาจทำได้โดยการขจัดผลตกค้างของปัจจัยทดลองเก่าก่อนวิธีที่ง่ายที่สุดคือ เว้นช่วงระยะเวลาระหว่างสิ้นการทดลองในการให้ปัจจัยทดลองหนึ่งก่อนที่จะให้ปัจจัยทดลองต่อไปในหน่วยการทดลองนั้น เรียกว่าให้ช่วงพัก (rest period) แต่วิธีนี้บางครั้ง

ไม่สะดวกในทางปฏิบัติ และเป็นการเสียเวลามาก เนื่องจากจะต้องให้แน่ใจว่า ช่วงพักนี้นานเพียงพอที่จะทำให้ผลตกค้างหมดไป ดังนั้นจึงต้องวางแผนการทดลองที่สามารถวัดผลของปัจจัยทดลองซึ่งได้ปรับอิทธิพลของผลตกค้างออกไป โดยกำหนดปัจจัยทดลองให้เป็นแผนการทดลองข้ามปัจจัยสมดุล (Balanced Crossoer Designs) ทั้งนี้ผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทด ลองมีได้ทุกอันดับของการให้ปัจจัยทดลอง แต่โดยทั่วไปศึกษาเฉพาะผลกระทบตกค้างอันดับที่ 1 (First order carry-over effect) คือ ผลของสิ่งตกค้างที่เกิดขึ้นจากการให้ปัจจัยทดลองที่อยู่ช่วงระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันเพียงช่วงระยะเวลาเดียวเท่านั้น

การประมาณค่าพารามิเตอร์ในแผนแบบการทดลองประกอบไปด้วยการประมาณค่าผลกระทบจากปัจจัยในการทดลองและการประมาณองค์ประกอบความแปรปรวน ซึ่งโดยส่วนใหญ่ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ผู้วิจัยมักเลือกใช้วิธีการกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) เนื่องจากเป็นวิธีการประมาณค่าที่ง่ายและไม่จำเป็นต้องทราบการแจกแจงของข้อมูล นอกจากนี้ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดเป็นตัวประมาณซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงเชิงเส้นที่ดีที่สุด (Best Linear Unbias Estimator : BLUE) ตามทฤษฎีเกาส์ – มาร์คอฟ (Gauss - Markov Theorem)

Kempton,Ferris,และDavid (2001) ได้ทำการศึกษาแผนการทดลองข้ามปัจจัย เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด พบว่าเมื่อค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างเป็นบวกแผนการทดลองข้ามปัจจัยที่ให้ปัจจัยทดลองซ้ำกันในช่วงระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันจะให้ค่าที่เหมาะสม และเมื่อสัดส่วนผลกระทบตกค้างเป็นลบแผนการทดลองข้ามปัจจัยที่ไม่ได้ให้ปัจจัยทดลองซ้ำกันในช่วงระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันจะให้ค่าที่เหมาะสม

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลองโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (least squares Method)

1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.3.1 ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาในเฉพาะแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุล ซึ่งเป็นตัวแบบผลกระทบคงที่ (Fixed-effect model)โดยมีตัวแบบที่ต้องการศึกษา คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_{i(j,k)} + \alpha_j + \gamma_k + K\tau_{i(j,k-1)} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ i=1,2,...,t j=1,2,...,n k=1,2,...,p

โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยรวมของประชากร

$\tau_{i(j,k)}$ แทนผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่ i

α_j แทนผลกระทบจากหน่วยทดลองที่ j

γ_k แทนผลกระทบจากช่วงระยะเวลาที่ k

$K\tau_{i(j,k-1)}$ แทนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลองที่ i ในช่วงระยะเวลาที่ k–1 โดยที่ K เป็นสัดส่วนของผลกระทบจากปัจจัยทดลอง

ε_{ijk} แทนความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกต

p แทนจำนวนช่วงระยะเวลา

t แทนระดับปัจจัยทดลอง

n แทนจำนวนหน่วยทดลองที่ใช้ในการทดลอง

1.3.2 $\tau_{i(j,k)}$, α_j , γ_k เป็นผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่ i ผลกระทบจากหน่วยทดลองที่ j และเป็นผลกระทบจากช่วงระยะเวลาที่ k ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าคงที่ไม่ทราบค่า

โดยที่ $\sum_{i=1}^{t} \tau_{i(j,k)} = 0$, $\sum_{j=1}^{n} \alpha_j = 0$, $\sum_{k=1}^{p} \gamma_k = 0$

1.3.3 $K\tau_{i(j,k-1)}$ เป็นผลกระทบตกค้างที่เกิดจากปัจจัยทดลองที่ i ซึ่ง K เป็นสัดส่วนของผลกระทบจากปัจจัยทดลอง โดย K และ $\tau_{i(j,k)}$ เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า โดยที่ผลกระทบตกค้างที่เกิดขึ้นเป็นเพียงผลกระทบอันดับที่หนึ่ง ซึ่งมีเฉพาะผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลองในช่วงระยะเวลาก่อนหน้าช่วงระยะเวลาเดียวเท่านั้น

1.3.4 ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน นั่นคือ $\varepsilon_{ijk} \sim NID(0,\sigma^2)$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 เมื่อ i=1,2,...,t j=1,2,...,n k=1,2,...,p

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ทำการศึกษาการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

1.4.2 ตัวแบบที่ศึกษาเป็นตัวแบบผลกระทบคงที่ (Fixed-effect model) ในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุลเมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง

1.4.3 การแจกแจงความคลาดเคลื่อนที่นำมาทดสอบ มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

1.4.4 ประชากรที่ศึกษาสร้างมาจากตัวแบบ

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_{i(j,k)} + \alpha_j + \gamma_k + \kappa\tau_{i(j,k-1)} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ i=1,2,...,t j=1,2,...,n k=1,2,...,p

1.4.5 การวิจัยครั้งนี้ศึกษาแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุลจัตุรัสละติน Williams designs และแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลจัตุรัสละตินตั้งฉาก กรณีที่ช่วงระยะเวลาเท่ากับปัจจัยทดลองและกรณีที่ช่วงระยะเวลามากกว่าระดับปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา สรุประดับปัจจัยทดลองที่ศึกษา (treatment:t) จำนวนช่วงระยะเวลา (period) และหน่วยทดลอง (subject) ดังนี้

1.4.5.1 ระดับปัจจัยทดลอง 3 ใช้ 3 และ 4 ช่วงระยะเวลา 6 หน่วยทดลอง

1.4.5.2 ระดับปัจจัยทดลอง 4 ใช้ 4 และ 5 ช่วงระยะเวลา 4 หน่วยทดลอง

1.4.5.3 ระดับปัจจัยทดลอง 4 ใช้ 4 และ 5 ช่วงระยะเวลา 12 หน่วยทดลอง

1.4.5.4 ระดับปัจจัยทดลอง 5 ใช้ 5 และ 6 ช่วงระยะเวลา 10 หน่วยทดลอง

1.4.5.5 ระดับปัจจัยทดลอง 5 ใช้ 5 และ 6 ช่วงระยะเวลา 20 หน่วยทดลอง

1.4.6 สร้างผลกระทบของปัจจัยทดลอง ($\tau_{i(j,k)}$) ให้แตกต่างกัน โดยพิจารณา $\sum_{i=1}^{t} \tau_{i(j,k)} = 0$ และใช้ Φ เป็นตัวกำหนด (Winer,1971:221) โดยที่

$$\Phi = \frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{t} \tau_{i(j,k)}^2 / t}}{\sigma}$$ (Φ แทน สัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบนของปัจจัยทดลอง)

ซึ่งจะกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1.4.6.1 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันน้อย ค่า Φ อยู่ระหว่าง [0,1.5)

1.4.6.2 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกัน

ปานกลาง ค่า Φ อยู่ระหว่าง [1.5,3.0)

1.4.6.3 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันมาก ค่า Φ มากกว่า 3.0

1.4.7 สร้างผลกระทบจากช่วงระยะเวลา (γ_k) และผลกระทบจากหน่วยทดลอง (α_j) ให้แตกต่างกัน โดยพิจารณา $\sum_{k=1}^{p}\gamma_k = 0$, $\sum_{j=1}^{n}\alpha_j = 0$ และใช้ Φ เป็นตัวกำหนด เช่นเดียวกับการกำหนด ความแตกต่างของผลกระทบจากปัจจัยทดลอง จะได้

$$\Phi = \frac{\sqrt{n\sum_{k=1}^{p}\gamma_k^2/p}}{\sigma} \quad \text{และ} \quad \Phi = \frac{\sqrt{p\sum_{j=1}^{n}\alpha_j^2/n}}{\sigma} \quad \text{ตามลำดับ}$$

โดยกำหนดให้ Φ มีค่าเท่ากับ 1

1.4.8 กำหนดให้ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากันทุกกลุ่ม (μ) = 40

1.4.9 กำหนดค่าสัดส่วนผลกระทบโดยตรง (K) ซึ่งค่า K มีค่า จาก –1 ถึง 1 ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ K เท่ากับ ±0.1,±0.3,±0.5,±0.7 และ ±0.9

1.4.10 กำหนดให้ข้อมูลมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (coefficient of variation : CV %) ในระดับต่าง ๆ คือ 10%,30%,50%,70% และ90 % จะได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (sd.) 4,12, 20,28 และ 36 ตามลำดับ

1.4.11 ในการวิจัยครั้งนี้สร้างแบบการจำลองข้อมูลโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) เขียนด้วยโปรแกรม S-Plus 2000

1.4.12 การจำลองในแต่ละสถานการณ์ของการทดลองกระทำซ้ำ 1,000 รอบ

1.5 เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

ใช้ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยการคำนวณหาระยะทางยุคคลิดเฉลี่ยของตัวประมาณแสดงได้ดังนี้

$$\overline{\text{Euclidean}} = \frac{\sum_{n=1}^{r}\left\|\beta - \hat{\beta}\right\|}{r}$$

$$= \frac{\sum_{n=1}^{r}\sqrt{\sum_{i=1}^{t}\left(\tau_{i(j,k)}-\hat{\tau}_{i(j,k)}\right)^2+\sum_{j=1}^{n}\left(\alpha_j-\hat{\alpha}_j\right)^2+\sum_{k=1}^{p}\left(\gamma_k-\hat{\gamma}_k\right)^2+\sum_{i=1}^{t}\left(k\tau_{i(j,k-1))}-\hat{k}\hat{\tau}_{i(j,k-1)}\right)^2}}{r}$$

r = จำนวนรอบของการทดลองในแต่ละสถานการณ์

เกณฑ์ในการตัดสินใจคือ ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่าค่าประมาณที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ปัจจัยทดลอง (Treatment) หมายถึง สิ่งหรือวิธีที่นำมาเพื่อศึกษาวัดผลเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2. หน่วยทดลอง (Experimental Unit) หมายถึง หน่วยหรือกลุ่มที่ได้รับปัจจัยทดลอง

3. ค่าสังเกต (Observation) หมายถึง ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดลองตัวอย่าง

4. ผลกระทบตกค้าง (Carryover effect) หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่ยังเหลืออยู่ในหน่วยทดลองในแต่ละช่วงระยะเวลา ซึ่งมีผลต่อการวัดผลกระทบของปัจจัยทดลองที่ให้กับหน่วยทดลองในช่วงระยะเวลาถัดมา

5. ผลกระทบโดยตรง(direct effect) หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่เกิดขึ้นกับหน่วยทดลอง ณ ช่วงระยะเวลาที่ศึกษา

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.สามารถประมาณค่าผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลองในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลองเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดได้

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลต่อไป

1.8 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจในทฤษฎีเกี่ยวกับแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล และการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมจำลองค่าสังเกตในตัวแบบที่ต้องการศึกษาจำลองข้อมูลตามขอบเขตที่ต้องการศึกษา

3. สรุปผลที่ได้จากข้อมูลจำลอง

บทที่ 2

ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงตัวแบบของแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองและการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

2.1 **แผนการทดลองแบบข้ามปัจจัยทดลอง** (สุพล ดุรงค์วัฒนา ,2544: 396 -398)

แผนการข้ามปัจจัยเป็นแผนการทดลองซึ่งประกอบด้วยหน่วยทดลอง (ซึ่งมักจะเป็นสัตว์ทดลอง คนไข้อาสาสมัคร หรือแปลงเพาะปลูก) ทั้งหมด n หน่วยทดลอง ปัจจัยทดลองทั้งหมด t ระดับและทำการทดลองทั้งหมด p ช่วงระยะเวลา และเงื่อนไขของการทดลองแบบข้ามปัจจัยนี้แต่ละหน่วยทดลองจะถูกกำหนดให้ได้รับปัจจัยทดลองทุกระดับ ดังนั้นหน่วยทดลองแต่ละหน่วยถูกกำหนดให้ได้รับปัจจัยทดลองแต่ละระดับในช่วงเวลาแตกต่างกัน p ช่วงระยะเวลาและเงื่อนไขดังกล่าวนี้ทำให้เรียก แผนการทดลองดังกล่าวว่าแผนการทดลองแบบข้ามปัจจัย (Crossover Design) แผนแบบทดลองนี้หน่วยทดลองแต่ละหน่วยถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยแบ่งบล็อกด้วยหน่วยทดลองเอง (Self Control) ซึ่งการควบคุมด้วยตัวหน่วยทดลองเองนี้ทำให้แผนการทดลองมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้หน่วยทดลองแตกต่างกันและใช้ปัจจัยรบกวนอื่น ๆ เป็นปัจจัยแบ่งบล็อก เมื่อพิจารณาลักษณะของการควบคุมปัจจัยรบกวนและการกำหนดปัจจัยทดลองแล้วแผนการทดลองนี้มีลักษณะคล้ายกับแผนการทดลองจัตุรัสละติน คือ ประกอบด้วย ปัจจัยรบกวน 2 ปัจจัย ที่ใช้เป็นปัจจัยควบคุมได้แก่ หน่วยทดลองแต่ละหน่วยทดลองจัดเป็นแต่ละสดมภ์ของปัจจัยสดมภ์ (Column Factor) ในขณะที่ช่วงระยะเวลาแต่ละช่วงระยะเวลาในการกำหนดให้หน่วยทดลองได้รับปัจจัยทดลองจัดเป็นปัจจัย แถว (Row Factor)

ตัวอย่างเช่น การศึกษาอาหารเลี้ยงหมู 3 ชนิด คือ A B และ C ใช้หมูเป็นหน่วยทดลองทั้งหมด 6 ตัว และทดลองให้อาหารหมูทั้งหมด 3 ช่วงระยะเวลา ช่วงระยะเวลาละ 2 สัปดาห์ ดังนั้นแผนการทดลองแสดงให้เห็นได้ดังนี้

ตาราง 2.1 แผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล กรณี 3 ปัจจัยทดลอง

ช่วงระยะเวลา	หมูตัวที่ 1	หมูตัวที่ 2	หมูตัวที่ 3	หมูตัวที่ 4	หมูตัวที่ 5	หมูตัวที่ 6
1	A	B	C	A	B	C
2	B	C	A	C	A	B
3	C	A	B	B	C	A

แผนการทดลองดังกล่าวนี้มักนิยมใช้สำหรับการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ และการศึกษาในการทดลองทางคลีนิค อย่างไรก็ตามแผนการทดลองนี้มีปัญหาที่สำคัญ คือ ปัญหาผลกระทบตกค้างที่เกิดขึ้นจากการกำหนดปัจจัยทดลองให้กับหน่วยทดลอง จากช่วงระยะเวลาหนึ่งไปอีกช่วงระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้ผลกระทบตกค้างหรือผลกระทบต่อเนื่องสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทด้วยกัน ในที่นี้จะกล่าวถึงผลกระทบตกค้างอันดับที่ 1 (The First Order Carry-over Effect) เท่านั้น ซึ่งเป็นผลกระทบต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ t-1 กับข้อมูลตอบสนองจากหน่วยทดลองหนึ่งที่ได้รับปัจจัยทดลองระดับหนึ่งและมีผลกระทบตกค้างต่อเนื่องมาที่ข้อมูลตอบสนองจากหน่วยทดลองเดียวกันที่ได้รับปัจจัยทดลองอีกระดับหนึ่งในช่วงระยะเวลาถัดมา และผลกระทบต่อเนื่องดังกล่าวจะไม่มีเหลือตกค้างไปยังหน่วยทดลองเดิมที่ได้รับปัจจัยทดลองอีกระดับหนึ่งในช่วงระยะเวลาต่อไป แต่จะมีผลกระทบตกค้างใหม่ของปัจจัยระดับที่หน่วยทดลองได้รับในช่วงระยะเวลา t ตกค้างต่อเนื่องไปที่ช่วงระยะเวลา t +1 เป็นลำดับอย่างนี้จนจบการทดลอง

การหลีกเลี่ยงปัญหาผลกระทบตกค้างผู้ทดลองสามารถทำการกำหนดช่วงระยะเวลาล้างผลกระทบ (Washout Period) ระหว่างช่วงระยะเวลาของการกำหนดปัจจัยหนึ่งไปอีกช่วงระยะเวลาของการกำหนดปัจจัยทดลองอีกปัจจัยหนึ่ง เพื่อที่หน่วยทดลองสามารถปรับให้เข้ากับการรับปัจจัยทดลองใหม่ได้ ซึ่งการกำหนดช่วงระยะเวลาดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ดังนั้นจึงมีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอีกวิธีหนึ่ง คือ การวางแผนการทดลองที่สามารถวัดผลของสิ่งทดลองซึ่งได้ปรับอิทธิพลของผลตกค้างออกไป โดยการกำหนดปัจจัยทดลองทำให้เป็นแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุล (Balanced Crossover Design) สมดุลในที่นี้หมายถึง สมดุลของผลกระทบตกค้างอันดับที่ 1 (Balance for First Order Carry-over Effects) นั่นคือ ทุกปัจจัยทดลองต้องมีโอกาสนำหน้าและตามหลังปัจจัยทดลองอื่น ๆ เป็นจำนวนครั้งที่เท่ากัน

2.1.1 **ประเภทของแผนแบบทดลองข้ามปัจจัย** (Type of Crossover Design)

ในการวางแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองผู้ทดลองจำเป็นต้องรู้ว่าการทดลองนั้น ๆ จะก่อให้เกิดผลกระทบตกค้างหรือไม่ แม้ว่าการทดลองมีการกำหนดช่วงระยะเวลาลบล้างผลกระทบตกค้าง แล้วก็ตาม ดังนั้น สามารถบ่างแผนแบบทดลองข้ามปัจจัยทดลอง เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

2.1.1.1 แผนแบบทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลเมื่อไม่คิดผลกระทบตกค้าง (Crossover Design without Carry-over Effect)

แผนแบบทดลองข้ามปัจจัยทดลองกรณีดังกล่าวนี้ คือ แผนแบบทดลองตามเงื่อนไขการควบคุมปัจจัยแถวและปัจจัยสดมภ์ของจัตุรัสละติน และเงื่อนไข

ของการสมดุลสำหรับลำดับคู่ของปัจจัยทดลอง โดยที่ผู้ทดลองไม่จำเป็นต้องเป็นห่วงเรื่องผลกระทบตกค้าง

2.1.1.2 แผนแบบทดลองข้ามปัจจัยทดลองเมื่อคิดผลกระทบตกค้าง (Crossover Design with carry-over Effects)

ซึ่งแผนแบบดังกล่าวนี้เป็นแผนแบบที่เป็นจริงในทางปฏิบัติ เพราะการกำหนดให้ปัจจัยทดลองซ้ำหน่วยทดลองเดียวกันในช่วงระยะเวลาต่างกัน จะก่อให้เกิดผลกระทบตกค้างต่อเนื่องมาจากการกำหนดปัจจัยทดลองในช่วงระยะเวลาก่อนหน้านี้ ดังนั้นการทดลองข้ามปัจจัยทดลองเมื่อมีผลกระทบตกค้างต่อเนื่องจำเป็นต้องทำการสมดุลของแผนแบบ สำหรับกรณีไม่สมดุลจะเป็นแผนแบบทดลองที่ไม่เหมาะสมในหลายด้านในทางปฏิบัติ

2.1.2 แผนแบบทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลของผลกระทบตกค้างอันดับที่1 (Constructing First Order Carry-over Balanced Crossover Design)

2.1.2.1 เมื่อจำนวนชวงเวลา(p) = จำนวนปัจจัยทดลอง (t)

2.1.2.1.1 แผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลแบบสุ่มตลอด (Balanced crossover completely randomize) โดยทำการทดลองทุกลำดับของวิธีการทดลองที่เป็นไปได้ คือ เรียงลำดับปัจจัยทดลองสลับกันทุกลำดับที่เป็นไปได้แล้วกำหนดให้จำนวนหน่วยทดลองเท่ากับจำนวนลำดับทั้งหมดที่เป็นไปได้ เช่น กรณี 3 ปัจจัยทดลอง ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งจะทำการทดลองได้เฉพาะในกรณีที่จำนวนปัจจัยทดลองน้อยเท่านั้น เนื่องจากเมื่อปัจจัยทดลองมีจำนวนมากต้องใช้หน่วยทดลองจำนวนมากตามไปด้วย

2.1.2.1.2 แผนแบบการทดลอง Williams designs (Kuehl,1994:542) เป็นการสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุล จากแผนแบบการทดลองจัตุรัสละติน โดยมีเงื่อนไขของการกำหนดปัจจัยทดลอง คือ หน่วยทดลองต้องได้รับทุกระดับของปัจจัยทดลอง และแต่ละช่วงเวลาต้องมีทุกระดับของปัจจัยทดลอง ซึ่งจะมี 2 กรณี คือ กรณีที่จำนวนระดับปัจจัยทดลองเป็นเลขคู่ซึ่งสามารถใช้จัตุรัสละตินเพียง 1 จัตุรัสละติน สำหรับอีกกรณีหนึ่งคือ จำนวนระดับของปัจจัยทดลองเป็นเลขคี่ผู้ทดลองจำเป็นต้องสร้างแผนการทดลองนี้จากจัตุรัสละติน 2 จัตุรัสละติน โดยที่แต่ละระดับหนึ่ง ๆ ของปัจจัยทดลองจะถูกกำหนดหลังจากระดับของปัจจัยอื่น ๆ 2 ครั้ง

2.1.2.1.3 การสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลโดยจัตุรัสละตินตั้งฉาก (Orthogonal Latin Square) คือการสร้างแผนแบบการทดลองข้าม

ปัจจัยจากแผนการทดลองจัตุรัสละตินที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ซึ่งถ้ามีปัจจัยทดลอง t ระดับจะสามารถมีจัตุรัสตั้งฉากได้เป็นจำนวน t – 1 จัตุรัสละตินตั้งฉากซึ่งกันและกัน ได้บางจำนวนระดับของปัจจัยทดลองเท่านั้น และบางจำนวนระดับของปัจจัยทดลองนั้น คือ Prime Number หรือ เลขยกกำลังของ Prime Number ตัวอย่างเช่น p=3 , p=4 , p = 5 , p= 7 หรือ p = 9 เป็นต้น การสร้างแผนการทดลองแบบนี้สามารถสมดุลได้ทุกอันดับของผลกระทบตกค้าง

2.1.2.1 เมื่อจำนวนช่วงระยะเวลา(p) มากกว่าจำนวนปัจจัยทดลอง (t) 1 ช่วงระยะเวลา

Extra period designs เป็นการสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยสมดุลโดยเพิ่มการทดลองอีกหนึ่งช่วงระยะเวลาจากแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลที่สร้างขึ้นจากข้างต้นด้วยการซ้ำปัจจัยทดลองที่ถูกกำหนดให้กับหน่วยทดลองแต่ละหน่วยทดลองในช่วงระยะเวลาก่อนหน้าในช่วงระยะเวลาสุดท้าย ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการประมาณผลกระทบตกค้างอันดับที่ 1

ในการวิจัยครั้งนี้จะสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบต่าง ๆ ตามรายละเอียดการสร้างแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองที่กล่าวข้างต้นนี้

สำหรับตัวแบบเชิงสถิติสำหรับแผนการทดลองสมดุลเมื่อผลกระทบตกค้างที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจะได้ ตัวแบบสถิติ คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_{i(j,k)} + \alpha_j + \gamma_k + K\tau_{i(j,k-1)} + \varepsilon_{ijk} \qquad (2.1)$$

เมื่อ i=1,2,...,t j=1,2,...,n k=1,2,...,p

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่

Y_{ijk} เป็นค่าสังเกตหรือข้อมูลของหน่วยทดลอง j ที่ได้รับปัจจัยทดลอง I ในช่วงระยะเวลา k

μ เป็นค่าเฉลี่ยรวมของประชากร

τ_i เป็นผลกระทบจากปัจจัยทดลองที่ i ที่เกิดจากช่วงระยะเวลาที่ k และหน่วยทดลองที่ j

α_j เป็นผลกระทบจากหน่วยการทดลองที่ j

γ_k เป็นผลกระทบจากคาบเวลาที่ k

$K\tau_i$ เป็นผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง i จากช่วงระยะเวลา $k-1$ หน่วยทดลอง j

K เป็นสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากผลกระทบปัจจัยทดลอง

ε_{ijk} เป็นความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกต เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกัน มีการแจกแจงเหมือนกันด้วยค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2

จากตัวแบบข้างต้น สามารถเขียนอยู่ในรูปเมตริกได้ดังนี้ ยกตัวอย่างกรณี 3 ปัจจัยทดลอง 6 หน่วยทดลอง

$$\begin{pmatrix} y_{111} \\ y_{221} \\ y_{331} \\ y_{212} \\ y_{322} \\ y_{132} \\ y_{313} \\ y_{123} \\ y_{233} \\ y_{114} \\ y_{324} \\ y_{234} \\ y_{215} \\ y_{125} \\ y_{335} \\ y_{316} \\ y_{226} \\ y_{136} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu+\tau_{1(1,1)}+\gamma_1+\alpha_1 \\ \mu+\tau_{2(1,2)}+\gamma_2+\alpha_1+K\tau_{1(1,1)} \\ \mu+\tau_{3(1,3)}+\gamma_3+\alpha_1+K\tau_{2(1,2)} \\ \mu+\tau_{2(2,1)}+\gamma_1+\alpha_2 \\ \mu+\tau_{3(2,2)}+\gamma_2+\alpha_2+K\tau_{2(2,1)} \\ \mu+\tau_{1(2,3)}+\gamma_3+\alpha_2+K\tau_{3(2,2)} \\ \mu+\tau_{3(3,1)}+\gamma_1+\alpha_3 \\ \mu+\tau_{1(3,2)}+\gamma_2+\alpha_3+K\tau_{3(3,1)} \\ \mu+\tau_{2(3,3)}+\gamma_3+\alpha_3+K\tau_{1(3,2)} \\ \mu+\tau_{1(4,1)}+\gamma_1+\alpha_4 \\ \mu+\tau_{3(4,2)}+\gamma_2+\alpha_4+K\tau_{1(4,1)} \\ \mu+\tau_{2(4,3)}+\gamma_3+\alpha_4+K\tau_{3(4,2)} \\ \mu+\tau_{2(5,1)}+\gamma_1+\alpha_5 \\ \mu+\tau_{1(5,2)}+\gamma_2+\alpha_5+K\tau_{2(5,1)} \\ \mu+\tau_{3(5,3)}+\gamma_3+\alpha_5+K\tau_{1(5,2)} \\ \mu+\tau_{3(6,1)}+\gamma_1+\alpha_6 \\ \mu+\tau_{2(6,2)}+\gamma_2+\alpha_6+K\tau_{3(6,1)} \\ \mu+\tau_{1(6,3)}+\gamma_3+\alpha_6+K\tau_{2(6,2)} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{111} \\ \varepsilon_{221} \\ \varepsilon_{331} \\ \varepsilon_{212} \\ \varepsilon_{322} \\ \varepsilon_{132} \\ \varepsilon_{313} \\ \varepsilon_{123} \\ \varepsilon_{233} \\ \varepsilon_{114} \\ \varepsilon_{324} \\ \varepsilon_{234} \\ \varepsilon_{215} \\ \varepsilon_{125} \\ \varepsilon_{335} \\ \varepsilon_{316} \\ \varepsilon_{226} \\ \varepsilon_{136} \end{pmatrix}$$

ตัวแบบนี้เป็น Fixed effects model ซึ่งเราจะถือว่าผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งจากปัจจัยทดลอง i $(\tau_{i(j,k)})$ ผลกระทบจากลำดับของปัจจัยทดลองที่ j (α_j) และผลกระทบจากช่วงระยะเวลา k (γ_k) เป็นส่วนที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยรวม

ดังนั้น

$$\sum_{i=1}^{t}\tau_{i(j,k)}=\sum_{i=1}^{t}\left(\mu_{i(j,k)}-\mu\right)=0\ ,\sum_{j=1}^{n}\alpha_{j}=\sum_{j=1}^{n}\left(\mu_{j}-\mu\right)=0\ \ ,\ \sum_{k=1}^{p}\gamma_{k}=\sum_{k=1}^{p}\left(\mu_{k}-\mu\right)=0$$

จะได้ว่า

$$Y_{ijk}=\left(y_{111},y_{221},y_{331},y_{212},y_{322},y_{132},y_{313},y_{123},y_{233},y_{114},y_{324},y_{234},y_{215},y_{125},y_{335},y_{316},y_{226},y_{136}\right)'$$

$$\varepsilon_{ijk}=\left(\varepsilon_{111},\varepsilon_{221},\varepsilon_{331},\varepsilon_{212},\varepsilon_{322},\varepsilon_{132},\varepsilon_{313},\varepsilon_{123},\varepsilon_{233},\varepsilon_{114},\varepsilon_{324},\varepsilon_{234},\varepsilon_{215},\varepsilon_{125},\varepsilon_{335},\varepsilon_{316},\varepsilon_{226},\varepsilon_{136}\right)'$$

$$\beta=\left(\mu,\tau_{1},\tau_{2},\gamma_{1},\gamma_{2},\alpha_{1},\alpha_{2},\alpha_{3},\alpha_{4},\alpha_{5},K\tau_{1},K\tau_{2}\right)$$

$$X=\begin{bmatrix}
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0\\
1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1\\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0\\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 1\\
1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 0 & -1 & -1\\
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0\\
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1\\
1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 0\\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0\\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0\\
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 1 & -1 & -1\\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0\\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1\\
1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0\\
1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0\\
1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & -1\\
1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1
\end{bmatrix}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

2.2.1 การประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method)

วิธีการหาตัวประมาณของพารามิเตอร์วิธีนี้เป็นวิธีที่สำคัญมีรากฐานมาจากทฤษฎีการประ มาณเชิงเส้น (Theory of linear estimation) เป็นวิธีการที่คิดขึ้นโดย คาร์ล เฟรดริก เกาส์ (Karl Friedric Gauss 1777-1855) และอังเดร แอนดรีวิช มาร์คอฟ (Andrei Andreevich Markov 1856-1922) วิธีการหาตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดสามัญใช้หลักการในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Sum Square Error : SSE) มีค่าน้อยที่สุด นั่นคือทำให้ $SSE = \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{p}\varepsilon_{ijk}^{2} = L$ มีค่าต่ำสุด โดยการหาอนุพันท์เทียบกับพารามิเตอร์แต่ละตัว และให้มีค่าเท่ากับ 0 จะได้

$$\frac{\partial L}{\hat{\mu}} = \frac{\partial}{\hat{\mu}}\sum_{j=1}^{n}\sum_{p=1}^{p}(Y_{jk}-\hat{\mu}-\hat{\alpha}_j-\hat{\gamma}_k-\hat{\tau}_{i(j,k)}-\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)})^2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\hat{\alpha}_j} = \frac{\partial}{\hat{\alpha}_j}\sum_{j=1}^{n}\sum_{p=1}^{p}(Y_{jk}-\hat{\mu}-\hat{\alpha}_j-\hat{\gamma}_k-\hat{\tau}_{i(j,k)}-\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)})^2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\hat{\gamma}_k} = \frac{\partial}{\hat{\gamma}_k}\sum_{j=1}^{n}\sum_{p=1}^{p}(Y_{jk}-\hat{\mu}-\hat{\alpha}_j-\hat{\gamma}_k-\hat{\tau}_{i(j,k)}-\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)})^2 = 0 \qquad (2.3)$$

$$\frac{\partial L}{\hat{\tau}_{i(j,k)}} = \frac{\partial}{\hat{\tau}_{i(j,k)}}\sum_{j=1}^{n}\sum_{p=1}^{p}(Y_{jk}-\hat{\mu}-\hat{\alpha}_j-\hat{\gamma}_k-\hat{\tau}_{i(j,k)}-\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)})^2 = 0$$

$$\frac{\partial L}{\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)}} = \frac{\partial}{\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)}}\sum_{j=1}^{n}\sum_{p=1}^{p}(Y_{jk}-\hat{\mu}-\hat{\alpha}_j-\hat{\gamma}_k-\hat{\tau}_{i(j,k)}-\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)})^2 = 0$$

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการปกติได้เป็น

$$\mu: 18\hat{\mu}+3\hat{\alpha}_1+3\hat{\alpha}_2+3\hat{\alpha}_3+3\hat{\alpha}_4+3\hat{\alpha}_5+3\hat{\alpha}_6+6\hat{\gamma}_1+6\hat{\gamma}_2+6\hat{\gamma}_3+6\hat{\tau}_1+6\hat{\tau}_2+6\hat{\tau}_3+4\hat{K}\hat{\tau}_1+4\hat{K}\hat{\tau}_2+4\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y..$$

$$\alpha_1: 3\hat{\mu}+3\hat{\alpha}_1 \qquad +\hat{\gamma}_1+\hat{\gamma}_2+\hat{\gamma}_3+\hat{\tau}_1+\hat{\tau}_2+\hat{\tau}_3+\hat{K}\hat{\tau}_1+\hat{K}\hat{\tau}_2 = Y_{1.}$$

$$\alpha_2: 3\hat{\mu}+3\hat{\alpha}_2 \qquad +\hat{\gamma}_1+\hat{\gamma}_2+\hat{\gamma}_3+\hat{\tau}_1+\hat{\tau}_2+\hat{\tau}_3+\hat{K}\hat{\tau}_2+\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{2.}$$

$$\alpha_3: 3\hat{\mu}+3\hat{\alpha}_3 \qquad +\hat{\gamma}_1+\hat{\gamma}_2+\hat{\gamma}_3+\hat{\tau}_1+\hat{\tau}_2+\hat{\tau}_3+\hat{K}\hat{\tau}_1+\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{3.}$$

$$\alpha_4: 3\hat{\mu}+3\hat{\alpha}_4 \qquad +\hat{\gamma}_1+\hat{\gamma}_2+\hat{\gamma}_3+\hat{\tau}_1+\hat{\tau}_2+\hat{\tau}_3+\hat{K}\hat{\tau}_1+\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{4.}$$

$$\alpha_5 : 3\hat{\mu} + 3\hat{\alpha}_5 + \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 + \hat{\gamma}_3 + \hat{\tau}_1 + \hat{\tau}_2 + \hat{\tau}_3 + \hat{K}\hat{\tau}_1 + \hat{K}\hat{\tau}_2 = Y_{5.}$$

$$\alpha_6 : 3\hat{\mu} + 3\hat{\alpha}_6 + \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 + \hat{\gamma}_3 + \hat{\tau}_1 + \hat{\tau}_2 + \hat{\tau}_3 + \hat{K}\hat{\tau}_2 + \hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{6.}$$

$$\gamma_1 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 6\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 = Y_{.1}$$

$$\gamma_2 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 6\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 + 2\hat{K}\hat{\tau}_1 + 2\hat{K}\hat{\tau}_2 + 2\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{.2}$$

$$\gamma_3 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 6\hat{\gamma}_3 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 + 2\hat{K}\hat{\tau}_1 + 2\hat{K}\hat{\tau}_2 + 2\hat{K}\hat{\tau}_3 = Y_{.3}$$

$$\tau_1 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 6\hat{\tau}_1 + 2\hat{K}\hat{\tau}_2 + 2\hat{K}\hat{\tau}_3 = T_1$$

$$\hat{\tau}_2 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 6\hat{\tau}_2 + 2\hat{K}\hat{\tau}_1 + 2\hat{K}\hat{\tau}_3 = T_2$$

$$\tau_3 : 6\hat{\mu} + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2 + \hat{\alpha}_3 + \hat{\alpha}_4 + \hat{\alpha}_5 + \hat{\alpha}_6 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 6\hat{\tau}_3 + 2\hat{K}\hat{\tau}_1 + 2\hat{K}\hat{\tau}_2 = T_3$$

$$K\tau_1 : 4\hat{\mu} + 2\hat{\alpha}_1 + 2\hat{\alpha}_3 + 2\hat{\alpha}_4 + 2\hat{\alpha}_5 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 + 4\hat{K}\hat{\tau}_1 = R_1$$

$$K\tau_2 : 4\hat{\mu} + 2\hat{\alpha}_1 + 2\hat{\alpha}_2 + 2\hat{\alpha}_5 + 2\hat{\alpha}_6 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 + 4\hat{K}\hat{\tau}_2 = R_2$$

$$K\tau_3 : 4\hat{\mu} + 2\hat{\alpha}_2 + 2\hat{\alpha}_3 + 2\hat{\alpha}_4 + 2\hat{\alpha}_6 + 2\hat{\gamma}_1 + 2\hat{\gamma}_2 + 2\hat{\gamma}_3 + 2\hat{\tau}_1 + 2\hat{\tau}_2 + 2\hat{\tau}_3 + 4\hat{K}\hat{\tau}_3 = R_3$$

จะเห็นได้ว่าสมการที่ 1 เกิดจากผลรวมของสมการ α_1 ถึง α_6 เท่ากับผลรวมของสมการ γ_1 ถึง γ_3 เท่ากับผลรวมของสมการ τ_1 ถึง τ_3 เท่ากับผลรวมของ $K\tau_1$ ถึง $K\tau_3$ จึงมีสมการ 4 ชุดที่ไม่เป็นอิสระกัน เมื่อพิจารณาข้อจำกัดเพิ่มเติม

$$\sum_{i=1}^{t}\tau_{i(j,k)} = \sum_{i=1}^{t}\left(\mu_{i(j,k)} - \mu\right) = 0 \;,\; \sum_{j=1}^{n}\alpha_j = \sum_{j=1}^{n}\left(\mu_j - \mu\right) = 0 \;,\; \sum_{k=1}^{p}\gamma_k = \sum_{k=1}^{p}\left(\mu_k - \mu\right) = 0$$

จะได้

$$\begin{aligned}
\hat{\mu} &= \bar{Y}_{..} \\
\hat{\alpha}_j &= \bar{Y}_{j.} - \bar{Y}_{..} \\
\hat{\gamma}_k &= \bar{Y}_{.k} - \bar{Y}_{..} \\
\hat{\tau}_{i(j,k)} &= T_i - \bar{Y}_{..} \\
\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k)} &= R_i - \bar{Y}_{..} \\
\hat{K} &= \frac{\hat{K}\hat{\tau}_{i(j,k-1)}}{\hat{\tau}_{i(j,k)}}
\end{aligned} \qquad (2.4)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ถ้าพิจารณาในรูปแบบเมตริกซ์ จะได้ว่า

$$\underset{\sim}{Y} = \underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon} \qquad (2.5)$$

เมื่อ $\hat{\beta}$ เป็นเวกเตอร์ของตัวประมาณค่า β ดังนั้น

$$\underset{\sim}{\hat{Y}} = \underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}} \qquad (2.6)$$

สามารถหาตัวประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้ดังนี้

$$L = \left(\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{\hat{Y}}\right)'\left(\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{\hat{Y}}\right)$$

$$= \left(\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}}\right)'\left(\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}}\right)$$

$$= \underset{\sim}{Y}'\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{\hat{\beta}}'\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{Y}-\underset{\sim}{Y}'\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}}+\underset{\sim}{\hat{\beta}}'\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}}$$

$$= \underset{\sim}{Y}'\underset{\sim}{Y}-2\underset{\sim}{\hat{\beta}}'\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{Y}+\underset{\sim}{\hat{\beta}}'\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \underset{\sim}{\hat{\beta}}} = -2\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{Y}+2\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}} = 0$$

$$\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\hat{\beta}} = \underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{Y}$$

$$\underset{\sim}{\hat{\beta}} = (\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{X})^{-1}\underset{\sim}{X}'\underset{\sim}{Y} \qquad (2.7)$$

2.2.2 คุณสมบัติของตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด(ประชุม สุวัตถี,2545:145-148)

ตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดมีคุณสมบัติที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะในตัวแบบเชิงเส้น ดังต่อไปนี้

1. เมื่อ $\underset{\sim}{Y} = \underset{\sim}{X}\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon}$ ที่ $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \underset{\sim}{0}$ ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดของ $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นตัวประมาณที่ไม่เอนเอียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิสูจน์ จาก $\underset{\sim}{\hat{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{Y} = (X'X)^{-1}X'(X\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon})$

$$= \underset{\sim}{\beta} + (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{\varepsilon}$$

ดังนั้น $E(\underset{\sim}{\hat{\beta}}) = \underset{\sim}{\beta}$ เนื่องจาก $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \underset{\sim}{0}$

2. เมื่อ $\underset{\sim}{Y} = X\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon}$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \underset{\sim}{0}$, $V(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \sigma^2 I$ เมตริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดของ $\underset{\sim}{\beta}$ คือ $(X'X)^{-1}\sigma^2$

พิสูจน์ $V(\underset{\sim}{\varepsilon}) = E\left[(\underset{\sim}{\hat{\beta}}-\underset{\sim}{\beta})(\underset{\sim}{\hat{\beta}}-\underset{\sim}{\beta})'\right]$

$$= E\left[\left((X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{\varepsilon}\right)\left(\underset{\sim}{\varepsilon}'X(X'X)^{-1}\right)\right]$$

$$= (X'X)^{-1}X'(\sigma^2 I)X(X'X)^{-1} = (X'X)^{-1}\sigma^2$$

3. ในตัวแบบเชิงเส้น $\underset{\sim}{Y} = X\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon}$ ที่ $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \underset{\sim}{0}$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}\underset{\sim}{\varepsilon}') = \sigma^2 I$ ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด $\underset{\sim}{\hat{\beta}}$ ของ $\underset{\sim}{\beta}$ เป็นตัวประมาณที่มีความแปรปรวนน้อยสุดในบรรดาตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ $\underset{\sim}{\beta}$ คุณสมบัตินี้ คือ ทฤษฎีของเกาส์และมาร์คอร์ฟ

ทฤษฎีบทที่ 2.1

เมื่อ $\underset{\sim}{Y} = X\underset{\sim}{\beta}+\underset{\sim}{\varepsilon}$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = \underset{\sim}{0}$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}\underset{\sim}{\varepsilon}') = \sigma^2 I$, $E(\underset{\sim}{Y}) = X\underset{\sim}{\beta}$ ตัวประมาณกำลังสองน้อยสุด $\underset{\sim}{\hat{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{Y}$ เป็นตัวประมาณที่เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นไม่เอนเอียงและดีที่สุดของ $\underset{\sim}{\beta}$

พิสูจน์ ให้ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}^* = \left[(X'X)^{-1}X' + A\right]\underset{\sim}{Y}$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของ $\underset{\sim}{Y}$ ที่ใช้ประมาณ $\underset{\sim}{\beta}$

จะหาเมตริกซ์ A ที่ทำให้ $\underset{\sim}{\hat{\beta}}^*$ เป็นตัวประมาณไม่เอนเอียงของ $\underset{\sim}{\beta}$ ที่มีส่วนประกอบแต่ละตัวมีความแปรปรวนต่ำที่สุดในบรรดาตัวประมาณไม่เอนเอียงของส่วนประกอบของ $\underset{\sim}{\beta}$

จาก $E(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*}) = \underset{\sim}{\beta}$ จะได้

$$\underset{\sim}{\beta} = \left[(X'X)^{-1}X' + A\right]E(\underset{\sim}{Y})$$

$$= \left[(X'X)^{-1}X' + A\right]X(\underset{\sim}{\beta})$$

$$= \underset{\sim}{\beta} + AX\underset{\sim}{\beta}$$

ดังนั้น $AX\underset{\sim}{\beta} = \underset{\sim}{\beta}$ หรือ $AX = 0$

$$V(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*}) = E\left[(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*} - \underset{\sim}{\beta})(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*} - \underset{\sim}{\beta})'\right]$$

$$= E\left[\left((X'X)^{-1}X' + A\right)\underset{\sim}{Y} - \underset{\sim}{\beta}\right]\left[\left((X'X)^{-1}X' + A\right)\underset{\sim}{Y} - \underset{\sim}{\beta}\right]'$$

$$= E\left[(X'X)^{-1}X'\underset{\sim\sim}{\varepsilon\varepsilon'}X(X'X)^{-1} + A\underset{\sim\sim}{\varepsilon\varepsilon'}A' + (X'X)^{-1}X'\underset{\sim\sim}{\varepsilon\varepsilon'}A' + A\underset{\sim\sim}{\varepsilon\varepsilon'}X(X'X)^{-1}\right]'$$

$$= \left[(X'X)^{-1} + AA'\right]\sigma^{2}$$

ให้ $AA' = B = (b_{ij})$ เมตริกซ์บวกกำหนดแน่ (Positive definite matrix) จึงมี $b_{ij} \geq 0$ ทุกค่า I = 1,...,p

ต้องการหา B ที่มีสมาชิกบนเส้นทแยงมุมหลักมีค่าน้อยที่สุด เพื่อทำให้ $V(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*})$ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อ $\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*} = (\hat{\beta}_{1}^{*},...,\hat{\beta}_{p}^{*})$

$V(\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*})$ มีสมาชิกบนเส้นทแยงมุมหลักต่ำสุด เมื่อ $b_{ij} = 0$ ทุกค่า i=1,...,p

แต่เมื่อ $A = (a_{ij})$ จะได้ $b_{ij} = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^{2} = 0$

ดังนั้น $a_{ij} = 0$ ทุกค่า i และ j,I=1,2,...,p ; j=1,2,...,n

นั่นคือ A = 0 และ $\hat{\underset{\sim}{\beta}}^{*} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{Y} = \hat{\underset{\sim}{\beta}}$ ซึ่งเป็นตัวประมาณกำลังสองน้อยสุดของ $\underset{\sim}{\beta}$

4. ตัวประมาณไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดของฟังก์ชันเชิงเส้นใด ๆ ของพารามิเตอร์ $\beta_1,...\beta_p$ คือ ฟังก์ชันเดียวกันของตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยสุดของ $\beta_1,...\beta_p$

ทฤษฎีบทที่ 2.2 ในตัวแบบเชิงเส้น $\underset{\sim}{Y} = X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}) = 0$, $E(\underset{\sim}{\varepsilon}\underset{\sim}{\varepsilon}') = \sigma^2 I$, $E(\underset{\sim}{Y}) = X\underset{\sim}{\beta}$ ให้ $\underset{\sim}{t}$ เป็นเวกเตอร์ขนาด p x 1 ที่มีส่วนประกอบคงที่ตัวประมาณเชิงเส้นไม่เอนเอียง และมีความแปรปรวนต่ำที่สุดของ $\underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta}$ ได้แก่ $\underset{\sim}{t}'\hat{\underset{\sim}{\beta}}$ เมื่อ $\hat{\underset{\sim}{\beta}} = (X'X)^{-1}X'\underset{\sim}{Y}$

พิสูจน์ ให้ $T\underset{\sim}{Y}$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของ $\underset{\sim}{Y}$ ที่ใช้ประมาณ $\underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta}$ จะหา T ที่ทำให้ $T\underset{\sim}{Y}$ เป็น ตัวประมาณไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดของ $\underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta}$

จาก $E(T\underset{\sim}{Y}) = \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta}$ จะได้ $TX\underset{\sim}{\beta} = \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta}$ ดังนั้น $TX = \underset{\sim}{t}'$

$$V(T\underset{\sim}{Y}) = \left[(T\underset{\sim}{Y} - \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta})(T\underset{\sim}{Y} - \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta})'\right]$$

$$T\underset{\sim}{Y} - \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta} = T(X\underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon}) - \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta} = TX\underset{\sim}{\beta} + T\underset{\sim}{\varepsilon} - \underset{\sim}{t}'\underset{\sim}{\beta} = T\underset{\sim}{\varepsilon}$$

จึงได้ $V(T\underset{\sim}{Y}) = E\left[T\underset{\sim}{\varepsilon}\underset{\sim}{\varepsilon}'T'\right] = TT'\sigma^2$

$$TT' = \left[TX(X'X)^{-1}X'\right]\left[TX(X'X)^{-1}X'\right]' + \left[T - TX(X'X)^{-1}X'\right]\left[T - TX(X'X)^{-1}X'\right]'$$

$$= \left[\underset{\sim}{t}'(X'X)^{-1}X'\right]\left[\underset{\sim}{t}'(X'X)^{-1}X'\right]' + \left[T - \underset{\sim}{t}'(X'X)^{-1}X'\right]\left[T - \underset{\sim}{t}'(X'X)^{-1}X'\right]'$$

ขวามือของสมการนี้เป็นผลบวกของเมตริกซ์ในรูป AA' ซึ่งแต่ละเทอมมีสมาชิกบนเส้นทแยงมุมหลักไม่ติดลบ เฉพาะเทอมหลังเท่านั้นที่เป็นฟังก์ชันของ T

ดังนั้น TT' มีสมาชิกบนเส้นทแยงมุมหลักน้อยที่สุด เมื่อสมาชิกบนเส้นทแยงมุมหลักของเทอมหลังเป็น 0 หมด ซึ่งจะเป็นเช่นนั้นได้เมื่อ $T = t'(X'X)^{-1}X'$ ดังนั้น ตัวประมาณไม่เอนเอียงและมีความแปรปรวนต่ำสุดของ $t'\beta$ ได้แก่ $TY = t'(X'X)^{-1}X'Y = t'\hat{\beta}$

2.2.3 การประมาณความแปรปรวนในตัวแบบเชิงเส้น

ทฤษฎีบทที่ 2.3 ตัวแบบเชิงเส้น $Y = X\beta + \varepsilon$, $E(\varepsilon) = 0$, $E(\varepsilon\varepsilon') = \sigma^2 I$ ตัวประมาณที่ไม่เอนเอียงของ σ^2 คือ $\frac{1}{n-p}\left(Y - X\hat{\beta}\right)'\left(Y - X\hat{\beta}\right)$ เมื่อ Y เป็นเวกเตอร์ขนาด n x 1 X เป็นเมตริกซ์ขนาด n x p , β เป็นเวกเตอร์ขนาด p x 1 , ε เป็นเวกเตอร์ขนาด n x 1 และ $\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$

พิสูจน์ $Y - X\hat{\beta} = \left(X\beta + \varepsilon\right) - X(X'X)^{-1}X'\left(X\beta + \varepsilon\right)$

$$= \left[I - X(X'X)^{-1}X'\right]\varepsilon$$

$I - X(X'X)^{-1}X'$ เป็นเมตริกซ์สมมาตรและไอเดมโพเทนต์ (Symmetric idempotent matrix)

ดังนั้น $$\left(Y - X\hat{\beta}\right)'\left(Y - X\hat{\beta}\right) = \varepsilon'\left[I - X(X'X)^{-1}X'\right]\varepsilon$$

$$E\left[\left(Y - X\hat{\beta}\right)'\left(Y - X\hat{\beta}\right)\right] = \sigma^2 \mathrm{tr}\left[I - X(X'X)^{-1}X'\right]$$

$$= \sigma^2\left[\mathrm{tr}I - \mathrm{tr}\left(X(X'X)^{-1}X'\right)\right]$$

$$= \sigma^2\left[n - \mathrm{tr}\cdot I_p\right] = (n-p)\sigma^2$$

ดังนั้น $\frac{1}{n-p}\left(Y - X\hat{\beta}\right)'\left(Y - X\hat{\beta}\right)$ เป็นตัวประมาณไม่เอนเอียงของ σ^2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อต้องการศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง ด้วยการประมาณวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ซึ่งการจำลองข้อมูลในแต่ละสถานการณ์จะใช้เทคนิคมอนติคาร์โล โดยใช้โปรแกรม S-plus 2000 กับเครื่อง PC ดังนั้น รายละเอียดแผนการดำเนินการวิจัย จะกล่าวในรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 แผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาการประมาณค่าพารามิเตอร์ในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง โดยได้กำหนดสถานการณ์ในการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1.1 ทำการทดลองกับแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุล Williams designs และแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุลจัตุรัสละตินตั้งฉาก(Orthogonal Latin Squares) เมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับจำนวนปัจจัยทดลอง และกรณีที่ช่วงระยะเวลามากกว่าจำนวนปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา (Extra period designs) โดยที่แต่ละปัจจัยเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบคงที่ สรุปจำนวนปัจจัยทดลอง ช่วงระยะเวลาและหน่วยทดลองที่ศึกษาดังนี้

3.1.1.1 กรณี 3 ปัจจัยทดลอง 6 หน่วยทดลอง 3 และ 4 ช่วงระยะเวลา

3.1.1.2 กรณี 4 ปัจจัยทดลอง 4และ 12 หน่วยทดลอง 4 และ 5 ช่วงระยะเวลา

3.1.1.3 กรณี 5 ปัจจัยทดลอง 10 และ 20 หน่วยทดลอง 5 และ 6 ช่วงระยะเวลา

3.1.2 ค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากันทุกกลุ่ม คือ 40

3.1.3 การแจกแจงความคลาดเคลื่อนที่ศึกษาเป็นการแจกแจงแบบปกติ

3.1.4 กลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

3.1.4.1 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันน้อย ค่า Φ อยู่ระหว่าง [0,1.5)

3.1.4.2 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันปานกลาง ค่า Φ อยู่ระหว่าง [1.5,3.0)

3.1.4.3 ความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันมาก ค่า Φ มากกว่า 3.0

3.1.5 การกำหนดสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง(K) เนื่องจาก K มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1ในการวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดเป็น $\pm 0.1, \pm 0.3, \pm 0.5, \pm 0.7, \pm 0.9$

3.1.6 กำหนดให้ข้อมูลมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (coefficient of variation:C.V. %) ในระดับต่าง ๆ คือ 10%,30%,50%,70% และ 90 % ตามลำดับ

3.1.7 การจำลองในแต่ละสถานการณ์ของการทดลองกระทำซ้ำ 1,000 รอบ

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

3.2.1 สร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดในแผนการทดลอง

3.2.2 การสร้างข้อมูลตามแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง

3.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

3.2.4 เปรียบเทียบค่าประมาณของพารามิเตอร์

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

3.2.1 สร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนตามที่กำหนดในแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ทำการสร้างการแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบปกติ สำหรับโปรแกรม S-PLUS 2000 จะใช้ฟังก์ชัน rnorm(n, μ ,sd) ในการสร้างการแจกแจงแบบปกติ โดย n เป็นขนาดตัวอย่าง μ เป็นค่าเฉลี่ย และ sd เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.2 การสร้างข้อมูลตามแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรง

สร้างตัวแปรสุ่มของความคลาดเคลื่อน ε_{ijk} ที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2 ขึ้นมาก่อนแล้วจึงสร้างค่า Y_{ijk} ตามตัวแบบดังนี้ คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_{i(j,k)} + \alpha_j + \gamma_k + K\tau_{i(j,k-1)} + \varepsilon_{jk}$$

3.2.2.1 การสร้างผลกระทบของปัจจัยทดลองให้แตกต่างกัน

โดยการพิจารณา $\sum_{i=1}^{t} \tau_{i(j,k)} = 0$ ซึ่งจะกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองโดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด โดยที่กำหนดจาก

$$\Phi = \frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{k}\tau_{i(j,k)}^{2}/t}}{\sigma}$$

ในกรณีที่จำนวนปัจจัยทดลอง เท่ากับ 2 และ 3 สามารถกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองให้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = \tau_{max} - \tau_{min}$$

$$\tau_{i(j,k)} = \frac{(\tau_{max} + \tau_{min})}{2} \quad ; \quad i = 1,2,\ldots,t$$

โดยที่ $\tau_{max} = \frac{D}{2}$, $\tau_{min} = -\frac{D}{2}$ และ $\tau_i = 0$ เมื่อ i ไม่ใช่ค่า max และ min

ในที่นี้ τ_{max} หมายถึง ค่าที่มากที่สุดของผลกระทบปัจจัยทดลอง

τ_{min} หมายถึง ค่าที่น้อยที่สุดของผลกระทบปัจจัยทดลอง

D หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่มากที่สุดและค่าที่น้อยที่สุดของผลกระทบปัจจัยทดลอง

ดังนั้นในการกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลอง โดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = \sqrt{\frac{2nD^2}{4t\sigma^2}} = D\sqrt{\frac{n}{2t\sigma^2}}$$

และในกรณีที่จำนวนปัจจัยทดลอง เท่ากับ 4 และ 5 สามารถกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลองได้สะดวกขึ้น โดยกำหนดให้

$$D = 2\,(\tau_{max} - \tau_{min})$$

$$\tau_{i(j,k)} = \frac{(\tau_{max} + \tau_{min})}{2} \quad ; \quad i = 1,2,\ldots,t$$

โดยที่ $\tau_{max} = \frac{D}{4}$, $\tau_{min} = -\frac{D}{4}$ และ $\tau_{i(j,k)} = 0$ เมื่อ i ไม่ใช่ค่า max และ min

ดังนั้นในการกำหนดกลุ่มความแตกต่างระหว่างผลกระทบของปัจจัยทดลอง โดยใช้ Φ เป็นตัวกำหนด จะทำได้ดังนี้

$$\Phi = \frac{D}{2}\sqrt{\frac{n}{t\sigma^2}}$$

3.2.2.2 **การสร้างผลกระทบของปัจจัยช่วงระยะเวลาและหน่วยทดลองให้แตกต่างกัน**

สร้างผลกระทบของปัจจัยช่วงระยะเวลาและหน่วยทดลองให้แตกต่างกันใช้ Φ เป็นตัวกำหนดเช่นเดียวกับการกำหนดความแตกต่างของปัจจัยทดลอง โดยกำหนดให้ปัจจัยดังกล่าวแตกต่างกันน้อย Φ = 1 จะได้

$$\Phi = \frac{\sqrt{p\sum_{j=1}^{n}\alpha_j^2/n}}{\sigma} \quad \text{และ} \quad \Phi = \frac{\sqrt{n\sum_{j=1}^{n}\gamma_k^2/p}}{\sigma}$$

สำหรับกำหนดความแตกต่างของหน่วยทดลอง และช่วงระยะเวลาตามลำดับ

3.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์

เมื่อสร้างข้อมูล Y_{ijk} ให้เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นได้แล้ว ขั้นต่อไปคือ การนำข้อมูลที่ได้ไปประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ในการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดได้ค่าประมาณดังนี้

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

3.2.4 เปรียบเทียบค่าประมาณของพารามิเตอร์

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบการประมาณค่าของพารามิเตอร์ โดยใช้ระยะทางยุคลิด (เฉลี่ย) โดยการคำนวณหาระยะทางยุคคลิดเฉลี่ย ของตัวประมาณแสดงได้ดังนี้

$$\overline{\text{Euclidean}} = \frac{\sum_{n=1}^{r}\left\|\beta-\hat{\beta}\right\|}{r}$$

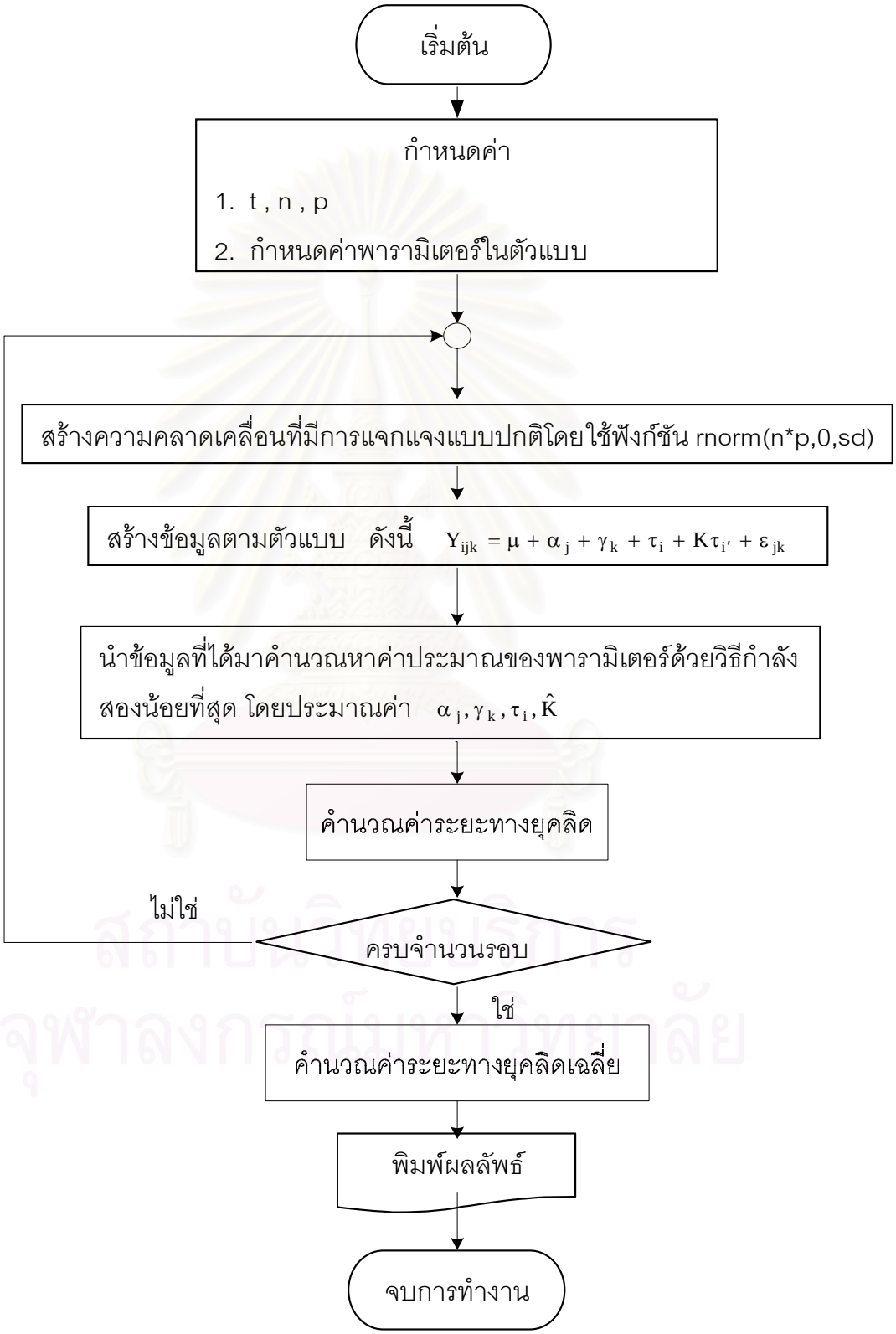
$$= \frac{\sum_{n=1}^{r}\sqrt{\sum_{i=1}^{t}\left(\tau_{i(j,k)}-\hat{\tau}_{i(j,k)}\right)^2+\sum_{j=1}^{n}\left(\alpha_j-\hat{\alpha}_j\right)^2+\sum_{k=1}^{p}\left(\gamma_k-\hat{\gamma}_k\right)^2+\sum_{i=1}^{t}\left(K\tau_{i(j,k-1))}-\hat{K\tau}_{i(j,k-1)}\right)^2}}{r}$$

r = จำนวนรอบของการทดลองในแต่ละสถานการณ์

เกณฑ์ในการตัดสินใจก็คือ ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำกว่าแสดงว่าค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่า

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของโปรแกรม

จากแผนการดำเนินงานข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถเขียนเป็นแผนผังสรุปขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างในแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยประ มาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด ภายใต้การแจกแจงของความคลาดเคลื่อนแบบปกติ ในสถานการณ์ ต่าง ๆ คือ ทำการศึกษาในตัวแบบข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุลที่ใช้สำหรับการศึกษาผลกระทบตกค้าง คือ ตัวแบบข้ามปัจจัยแบบสมดุลจัตุรัสละติน Williams designs และตัวแบบข้ามปัจจัยแบบสมดุลจัตุรัสละตินตั้งฉาก กำหนดระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 4 และ 5 กำหนดระดับช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง คือ 3 4 และ 5 ช่วงระยะเวลา และมากกว่าปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา คือ 4 5 และ 6 ช่วงระยะเวลา กำหนดสัดส่วนของผลกระทบตกค้างเท่ากับ $\pm 0.1, \pm 0.3, \pm 0.5, \pm 0.7, \pm 0.9$

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจำลองข้อมูลให้มีสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (C.V. %) 5 ระดับ คือ 10%, 30%, 50%,70% และ 90 % ทำการทดลองในความแตกต่างของปัจจัยทดลอง 3 ระดับ คือ ปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย แตกต่างกันปานกลาง แตกต่างกันมาก โดยการข้อมูลนั้นจะอาศัยเทคนิคมอนติคาร์โลกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ระดับ 1,000 รอบ ทั้งนี้การศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาความเหมาะสมของแผนแบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัยโดยพิจารณาจากระยะทางยุคลิดเฉลี่ย

เพื่อความสะดวกในการนำเสนอผลการวิจัยในครั้งนี้ จึงใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้ในการแสดงในตารางโดยแทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

t	แทนระดับปัจจัยทดลอง
n	แทนระดับหน่วยตัวอย่างในการทดลอง
p	แทนระดับช่วงระยะเวลาในการทดลอง
CV %	แทนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (%)
K	แทนสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง
Φ	แทนสัมประสิทธิ์ความเบี่ยงเบนของปัจจัยทดลอง
Wld	แทนแผนการทดลองจัตุรัสละติน Williams designs
Otd	แทนแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก

การนำเสนอผลการวิจัยจำแนกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 4.1 ผลการวิจัยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองของแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง

ส่วนที่ 4.2 ผลการวิจัยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลองของแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง

ส่วนที่ 4.1 ผลการวิจัยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองของแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง

การนำเสนอผลการวิจัยจำแนกตามความแตกต่างของปัจจัยทดลอง 3 ระดับ คือ เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ และเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3.0, \infty)$ เนื่องจากผลการวิจัยที่ระดับความแตกต่างของปัจจัยทดลองต่าง ๆ ให้ผลการวิจัยในลักษณะเดียวกัน จึงนำเสนอเฉพาะค่าประมาณของปัจจัยทดลอง เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก ส่วนความแตกต่างของปัจจัยทดลองน้อยและปานกลางจะนำเสนอใน ภาคผนวก ข

4.1.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง 4.1.1 – 4.1.5 และรูปที่ 4.1.1-4.1.5 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในทุกสถานการณ์ของการทดลอง นั่นคือ เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าน้อยค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่ามาก

4.1.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง 4.1.6 – 4.1.10 และรูปที่ 4.1.6 – 4.1.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะลดลงในทุกสถานการณ์ของการทดลดลอง นั่นคือเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 ช่วงระยะเวลาส่งผลให้ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง

4.1.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs เมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง และช่วงระยะเวลามากกว่าระดับปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง 4.1.11-4.1.12 และรูปที่ 4.1.11-4.1.12 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำที่สุด ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 4 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยสูงสุด และระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยปานกลาง

4.1.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัส ละตินตั้งฉาก เมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง และช่วงระยะเวลามากกว่าระดับปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง 4.1.13-4.1.14 และรูปที่ 4.1.13-4.1.14 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อ p=t ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้น แต่เมื่อ p=t+1 ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ค่าระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยที่สุดในทุกระดับของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

4.1.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5 และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง 4.1.15-4.1.18 และรูปที่ 4.1.15-4.1.18 ตามลำดับ

พบว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ระยะทางยุคลิดมีค่าต่ำกว่าแผนการทดลอง Williams design ทุกระดับของปัจจัยทดลอง และทุกสถานการณ์ของการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 4.2 ผลการวิจัยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างของแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง

การนำเสนอผลการวิจัยจำแนกตามความแตกต่างของปัจจัยทดลอง 3 ระดับ คือ เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ และเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in (3.0,\infty)$ ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองมีความแตกต่างกันจะส่งผลต่อการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างในลักษณะเดียวกัน จึงจะนำเสนอเฉพาะผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก และสำหรับผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อยและปานกลางจะนำเสนอใน ภาคผนวก ค

4.2.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง 4.2.1 – 4.2.5 และรูปที่ 4.2.1-4.2.5 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกสถานการณ์ของการทดลอง นั่นคือ เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าน้อยค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่ามาก

4.2.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง 4.2.6 – 4.2.10 และรูปที่ 4.2.6 – 4.2.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะลดลงในทุกสถานการณ์ของการทดลดลอง นั่นคือเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 ช่วงระยะเวลาส่งผลให้ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง

4.2.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง William designs เมื่อ p=t และ p =t+1 ได้นำเสนอดังตาราง 4.2.11-4.2.12 และรูปที่ 4.2.11-4.2.12 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยน้อยที่สุด ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 4 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยสูงสุด และระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยปานกลาง

4.2.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง และช่วงระยะเวลามากกว่าระดับปัจจัยทดลอง 1 ช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง 4.2.13-4.2.14 และรูปที่ 4.2.13-4.2.14 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อ p=t ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้น แต่เมื่อ p=t+1 ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเมื่อระดับปัจจัยทดลอง 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ค่าระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยที่สุด ในทุกระดับของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

4.2.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5,และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง 4.2.15-4.2.18 และรูปที่ 4.2.15 - 4.2.18 ตามลำดับ

พบว่าในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยกว่าแผนการทดลอง Williams design ทุกระดับของปัจจัยทดลองและทุกสถานการณ์ของการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	p=3	10	1.8426	1.7528	1.7624	1.8556	1.7888	1.8197	1.8627	1.8421	1.8700	1.8557
		30	5.6117	5.7499	5.6495	5.5218	5.4476	5.5019	5.3303	5.4200	5.4965	5.6779
		50	9.1555	9.2187	9.2636	9.2505	9.0611	8.9732	9.2724	8.9493	9.4757	9.3762
		70	12.9223	12.8553	12.3581	13.1702	12.8483	12.6366	12.8838	12.7075	12.5592	12.9585
		90	16.6127	16.2779	16.0374	16.7536	16.3590	16.4225	17.0740	16.4422	16.2126	16.4207
	p=4	10	1.4404	1.4645	1.4591	1.4552	1.5093	1.4535	1.4068	1.4569	1.5262	1.4205
		30	4.2503	4.5491	4.3784	4.2276	4.3789	4.4271	4.4288	4.8273	4.2071	4.3665
		50	7.5230	7.2839	7.4481	7.1275	7.3958	7.7620	7.2851	7.3864	6.7833	7.3847
		70	10.3743	10.3622	9.9258	10.0454	10.1749	10.0829	11.0167	10.2703	10.5503	10.5597
		90	13.2107	13.2926	13.7423	13.1725	13.3370	12.9819	13.0048	13.3051	13.3351	13.1990

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	2.9283	2.7995	2.7511	2.9040	2.9414	2.7978	2.8524	2.8288	2.7065	2.8028
		30	8.8066	8.5011	8.7068	8.7756	8.5128	8.7796	8.6052	8.7058	8.4876	8.8366
		50	14.6467	14.5391	14.0846	14.3603	14.2456	14.5451	14.3579	14.7991	14.4275	14.3298
		70	19.2840	20.6075	20.4497	20.4655	19.6080	20.2354	19.5981	19.9495	19.0313	20.3566
		90	26.0722	25.8973	26.1879	25.7286	25.3938	25.1711	25.2501	24.5285	25.9516	25.6645
	p=5	10	2.4655	2.5462	2.3877	2.4430	2.5206	2.4353	2.4423	2.4837	2.5062	2.5450
		30	7.7490	7.4360	7.6405	7.4901	7.4747	7.3733	7.4562	7.4381	7.6089	7.4616
		50	11.8065	12.6354	12.0249	12.3872	12.5102	12.4722	12.8413	12.2493	12.7148	12.0933
		70	17.6242	17.9068	17.0876	17.5350	17.8103	16.8836	17.3640	17.7017	17.9364	17.5193
		90	22.7075	22.7155	22.6333	23.2991	22.1106	22.5693	23.1640	23.1091	22.5250	22.6874

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	1.6291	1.7192	1.6027	1.6531	1.6294	1.6522	1.6320	1.6671	1.6760	1.6254
		30	4.9409	5.0571	4.9253	4.8343	4.9625	4.9777	5.0514	5.0840	4.8860	4.9213
		50	8.4530	8.4535	8.2582	8.3745	8.0242	8.3450	8.1941	8.3013	8.0339	8.1911
		70	11.6653	11.8512	11.3389	11.6153	11.5084	11.5090	11.7757	11.9645	11.2685	11.8162
		90	15.4050	14.5389	14.4269	15.2345	15.1048	14.7343	14.4302	15.2403	15.2239	15.5458
	p=5	10	1.4527	1.4457	1.4396	1.5082	1.4569	1.4394	1.4284	1.4655	1.4180	1.3517
		30	4.5105	4.4534	4.3811	4.2941	4.3116	4.4016	4.3164	4.4489	4.4532	4.2910
		50	7.1548	7.2249	7.4450	7.1360	7.2413	7.2892	7.0903	7.0893	7.2911	7.0942
		70	9.9847	10.1964	10.0304	10.0428	10.0525	10.2645	10.0468	9.8992	9.9400	10.2261
		90	13.1464	13.0231	12.9627	12.8480	13.1047	13.1808	12.6456	13.0396	12.5548	12.9477

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	2.2650	2.2980	2.2798	2.2895	2.2578	2.2540	2.3008	2.2536	2.2587	2.2637
		30	6.6280	6.7940	6.8683	6.7810	6.7846	6.9723	6.9648	6.6855	6.7896	6.6719
		50	11.3238	11.4110	11.3995	11.3897	11.3699	11.3776	11.3361	11.2619	11.5000	11.4946
		70	15.7179	15.7636	15.7376	15.9591	15.6481	15.8013	16.0132	15.7565	15.7771	15.5535
		90	20.4365	20.5547	19.9993	21.1454	20.4077	20.3296	19.9829	20.3774	20.5919	20.3382
	p=6	10	1.9215	2.0015	1.9349	1.9534	1.9413	1.9672	1.8952	1.9144	1.9549	1.9297
		30	5.9405	5.8531	5.8472	5.7554	6.0093	6.0026	5.7548	5.7103	5.9001	5.9895
		50	9.8400	9.5662	9.8113	9.8107	9.9451	9.6608	9.8931	9.3860	9.7648	10.0684
		70	13.4720	13.6531	13.8419	13.5492	13.7746	13.6259	13.8021	14.0839	13.8361	13.4026
		90	17.8008	17.4370	17.0845	17.5021	17.6062	17.4474	18.0459	17.7290	17.3586	17.5725

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

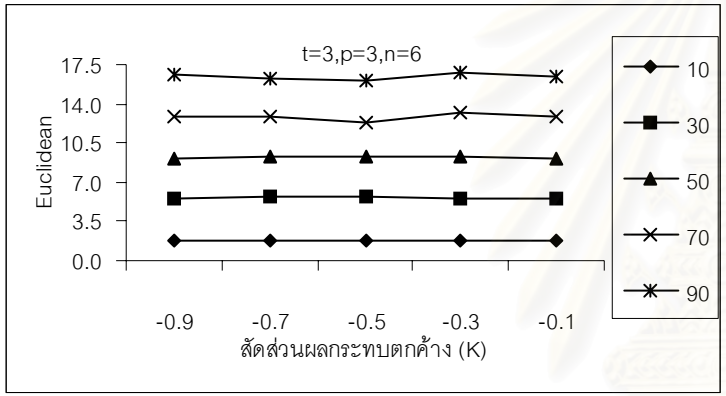
ตารางที่ 4.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

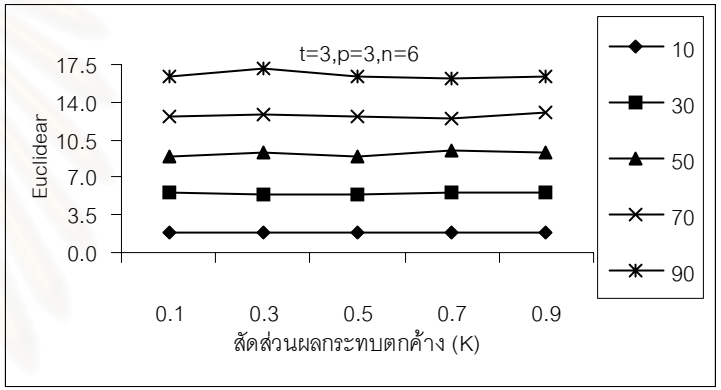
ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	1.4779	1.5064	1.4709	1.4816	1.5304	1.5311	1.5571	1.5269	1.5179	1.5062
		30	4.6469	4.5227	4.6775	4.6014	4.5766	4.7112	4.6259	4.5482	4.6688	4.5574
		50	7.7087	7.6435	7.6810	7.5600	7.6241	7.6842	7.5880	7.6949	7.6727	7.6422
		70	10.7868	10.7462	10.7025	10.8956	10.8654	10.6720	10.7475	10.6209	10.6686	10.6063
		90	13.7942	13.6603	13.6832	13.9438	13.8505	13.7707	13.8317	13.6884	13.7083	13.4703
	p=6	10	1.3979	1.3664	1.3804	1.3342	1.4051	1.3937	1.3689	1.3635	1.3566	1.3867
		30	4.1992	4.1225	4.1912	4.1904	4.1938	4.1751	4.1763	4.0956	4.1164	4.0657
		50	6.8599	6.8519	6.8877	6.8903	6.8346	7.0144	6.8570	6.7871	6.9417	6.8809
		70	9.5383	9.5827	9.8082	9.7437	9.6336	9.6561	9.5553	9.6876	9.8063	9.5387
		90	12.3422	12.7103	12.3860	12.5562	12.5050	12.6151	12.5267	12.6209	12.4029	12.5270

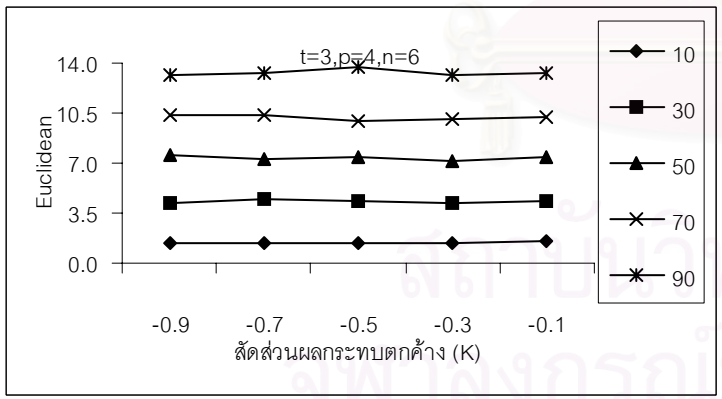
จากตารางที่ 4.1.1 – 4.1.5 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันชัดเจนยิ่งขึ้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.1-4.1.5 ตามลำดับ

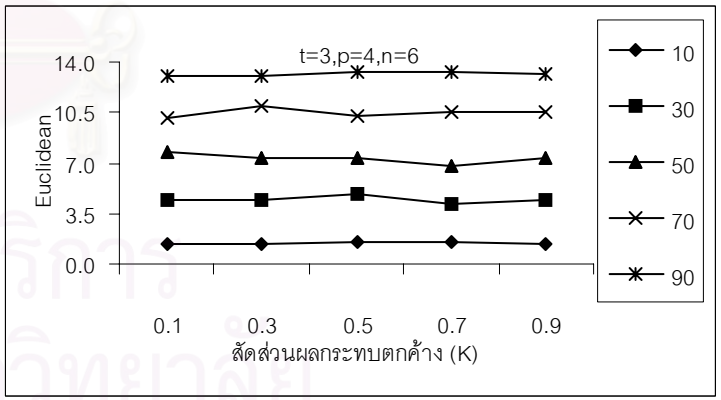
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัย ทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



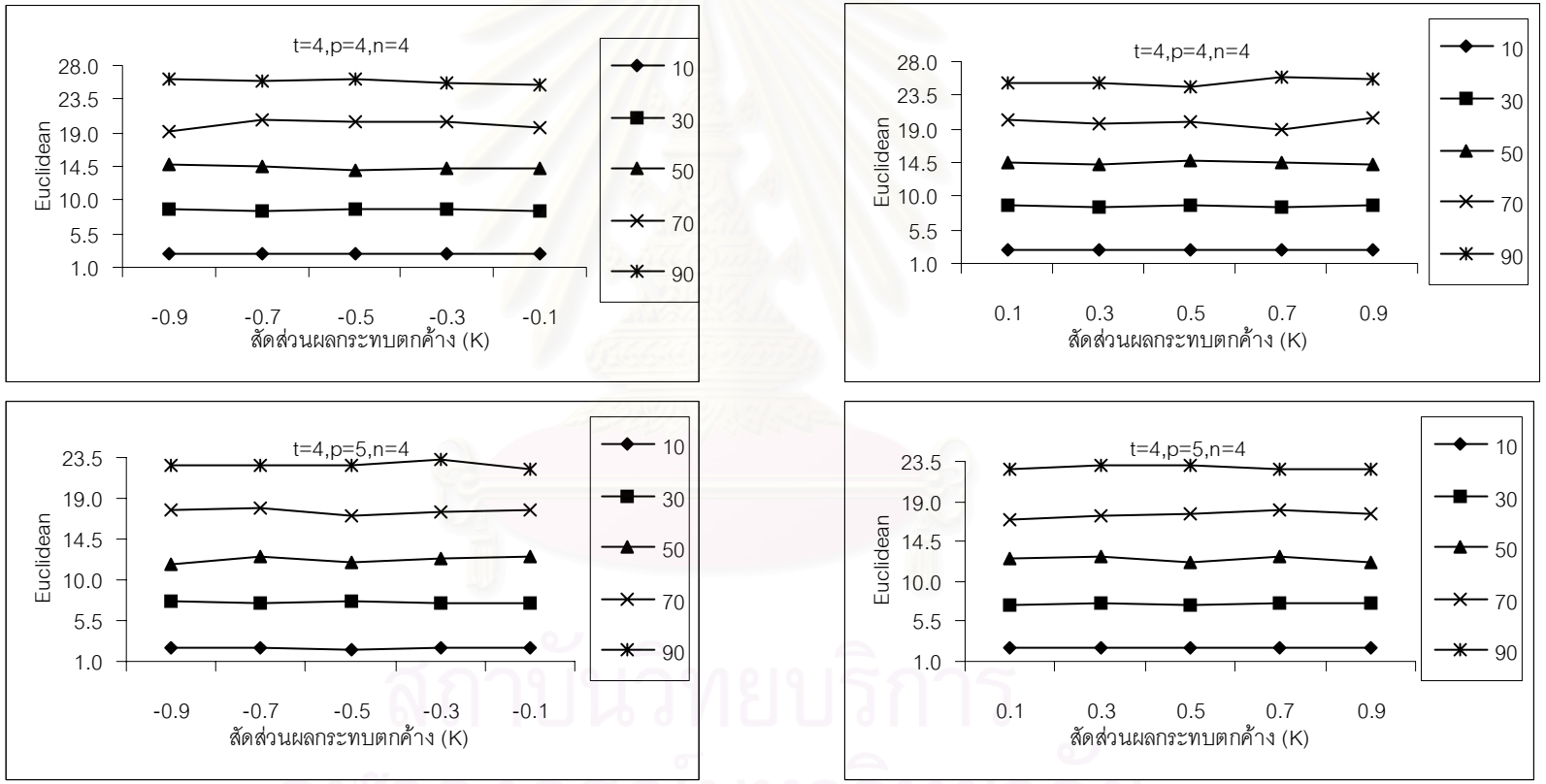






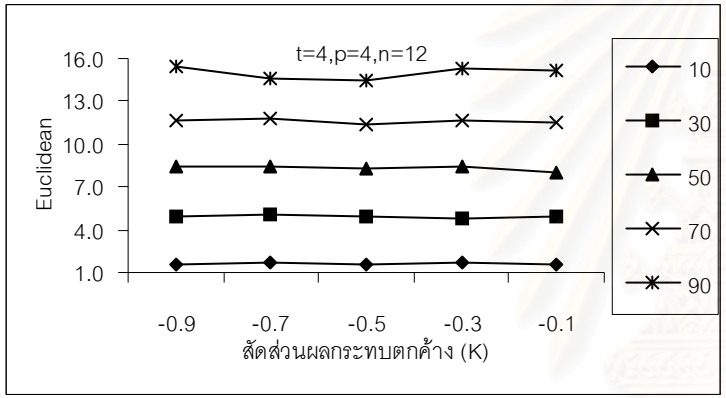
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

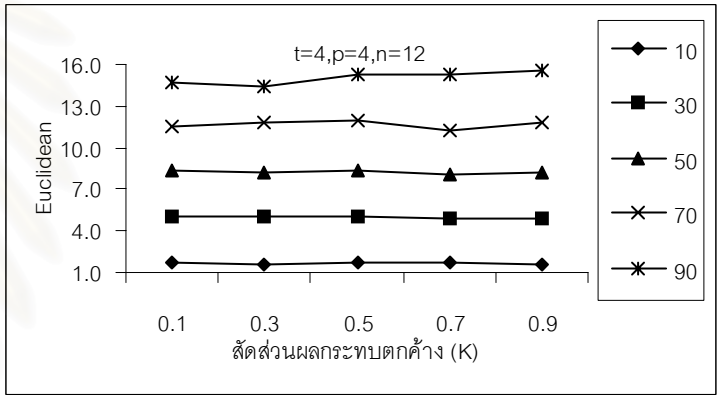
รูปที่ 4.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

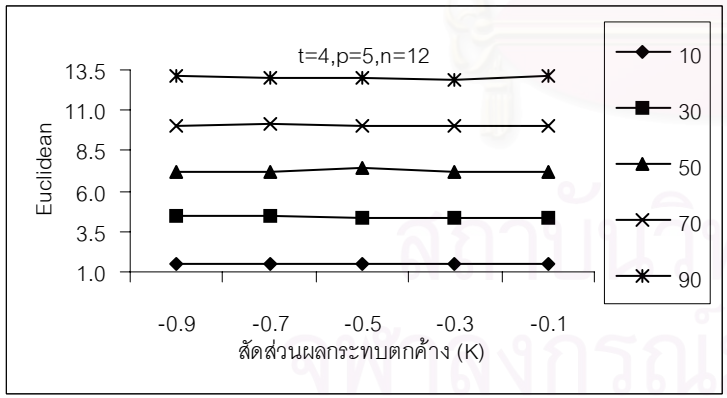


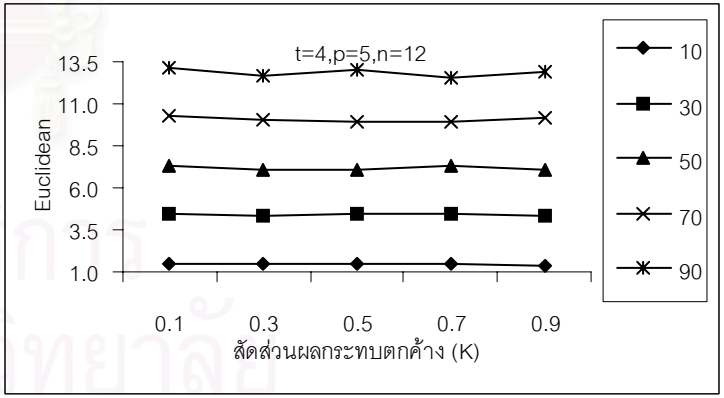
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



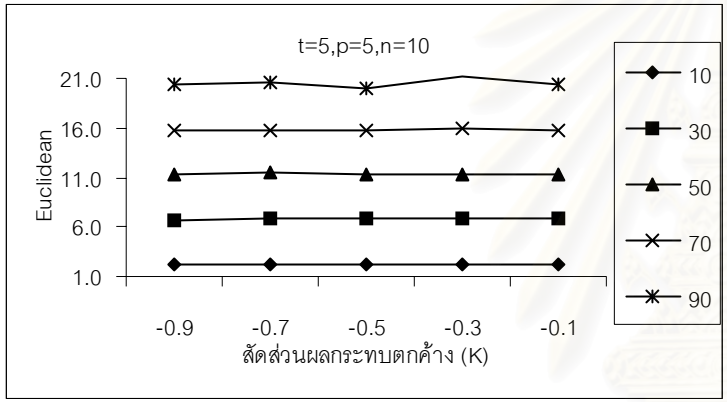


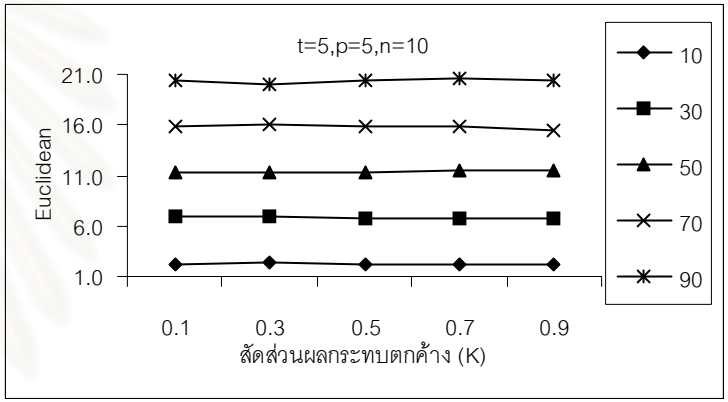


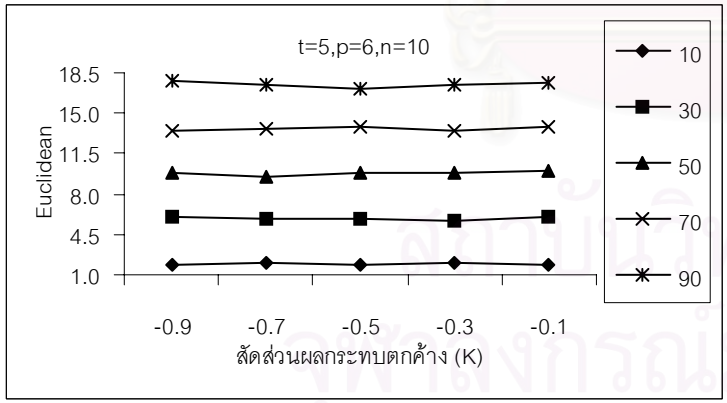


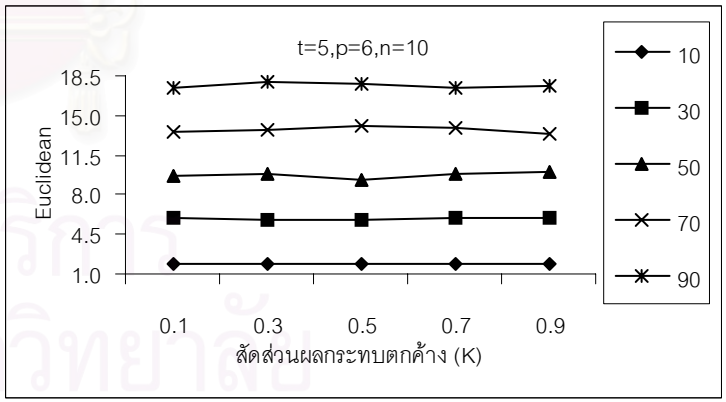
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

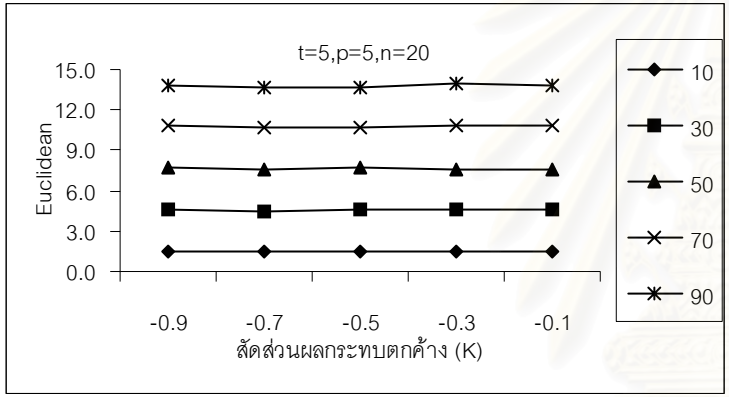


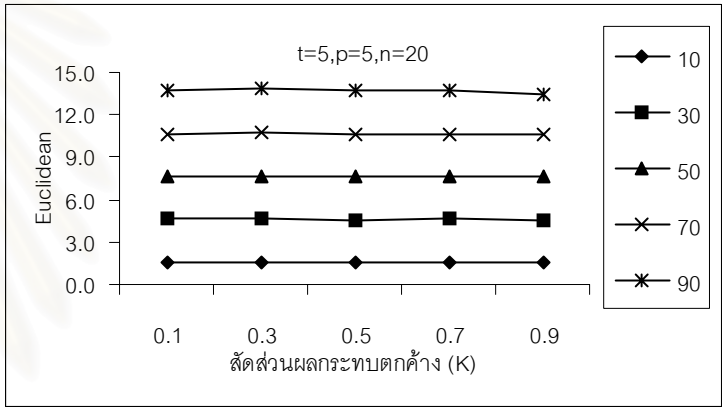


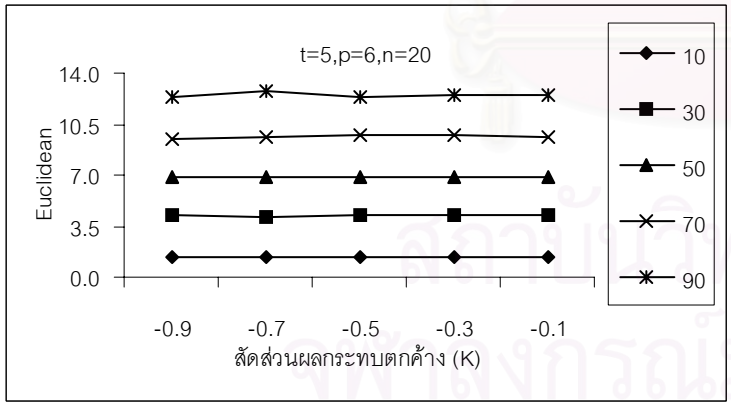


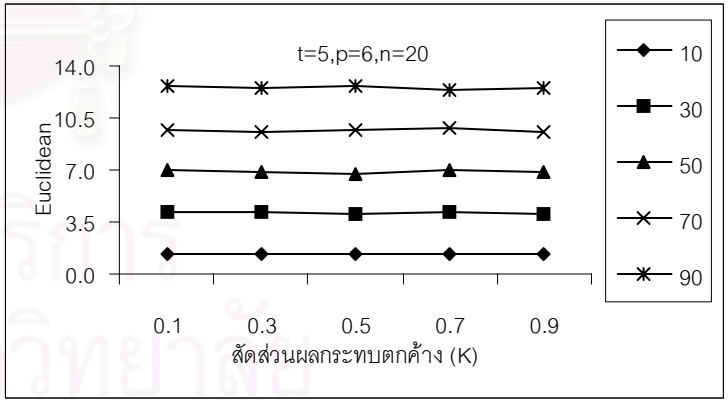


รูปที่ 4.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$









สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	1.8426	1.7528	1.7624	1.8556	1.7888	1.8197	1.8627	1.8421	1.8700	1.8557
		p=4	1.4404	1.4645	1.4591	1.4552	1.5093	1.4535	1.4068	1.4569	1.5262	1.4205
	30	p=3	5.6117	5.7499	5.6495	5.5218	5.4476	5.5019	5.3303	5.4200	5.4965	5.6779
		p=4	4.2503	4.5491	4.3784	4.2276	4.3789	4.4271	4.4288	4.8273	4.2071	4.3665
	50	p=3	9.1555	9.2187	9.2636	9.2505	9.0611	8.9732	9.2724	8.9493	9.4757	9.3762
		p=4	7.5230	7.2839	7.4481	7.1275	7.3958	7.7620	7.2851	7.3864	6.7833	7.3847
	70	p=3	12.9223	12.8553	12.3581	13.1702	12.8483	12.6366	12.8838	12.7075	12.5592	12.9585
		p=4	10.3743	10.3622	9.9258	10.0454	10.1749	10.0829	11.0167	10.2703	10.5503	10.5597
	90	p=3	16.6127	16.2779	16.0374	16.7536	16.3590	16.4225	17.0740	16.4422	16.2126	16.4207
		p=4	13.2107	13.2926	13.7423	13.1725	13.3370	12.9819	13.0048	13.3051	13.3351	13.1990

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	2.9283	2.7995	2.7511	2.9040	2.9414	2.7978	2.8524	2.8288	2.7065	2.8028
		p=5	2.4655	2.5462	2.3877	2.4430	2.5206	2.4353	2.4423	2.4837	2.5062	2.5450
	30	p=4	8.8066	8.5011	8.7068	8.7756	8.5128	8.7796	8.6052	8.7058	8.4876	8.8366
		p=5	7.7490	7.4360	7.6405	7.4901	7.4747	7.3733	7.4562	7.4381	7.6089	7.4616
	50	p=4	14.6467	14.5391	14.0846	14.3603	14.2456	14.5451	14.3579	14.7991	14.4275	14.3298
		p=5	11.8065	12.6354	12.0249	12.3872	12.5102	12.4722	12.8413	12.2493	12.7148	12.0933
	70	p=4	19.2840	20.6075	20.4497	20.4655	19.6080	20.2354	19.5981	19.9495	19.0313	20.3566
		p=5	17.6242	17.9068	17.0876	17.5350	17.8103	16.8836	17.3640	17.7017	17.9364	17.5193
	90	p=4	26.0722	25.8973	26.1879	25.7286	25.3938	25.1711	25.2501	24.5285	25.9516	25.6645
		p=5	22.7075	22.7155	22.6333	23.2991	22.1106	22.5693	23.1640	23.1091	22.5250	22.6874

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	1.6291	1.7192	1.6027	1.6531	1.6294	1.6522	1.6320	1.6671	1.6760	1.6254
		p=5	1.4527	1.4457	1.4396	1.5082	1.4569	1.4394	1.4284	1.4655	1.4180	1.3517
	30	p=4	4.9409	5.0571	4.9253	4.8343	4.9625	4.9777	5.0514	5.0840	4.8860	4.9213
		p=5	4.5105	4.4534	4.3811	4.2941	4.3116	4.4016	4.3164	4.4489	4.4532	4.2910
	50	p=4	8.4530	8.4535	8.2582	8.3745	8.0242	8.3450	8.1941	8.3013	8.0339	8.1911
		p=5	7.1548	7.2249	7.4450	7.1360	7.2413	7.2892	7.0903	7.0893	7.2911	7.0942
	70	p=4	11.6653	11.8512	11.3389	11.6153	11.5084	11.5090	11.7757	11.9645	11.2685	11.8162
		p=5	9.9847	10.1964	10.0304	10.0428	10.0525	10.2645	10.0468	9.8992	9.9400	10.2261
	90	p=4	15.4050	14.5389	14.4269	15.2345	15.1048	14.7343	14.4302	15.2403	15.2239	15.5458
		p=5	13.1464	13.0231	12.9627	12.8480	13.1047	13.1808	12.6456	13.0396	12.5548	12.9477

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	2.2650	2.2980	2.2798	2.2895	2.2578	2.2540	2.3008	2.2536	2.2587	2.2637
		p=6	1.9215	2.0015	1.9349	1.9534	1.9413	1.9672	1.8952	1.9144	1.9549	1.9297
	30	p=5	6.6280	6.7940	6.8683	6.7810	6.7846	6.9723	6.9648	6.6855	6.7896	6.6719
		p=6	5.9405	5.8531	5.8472	5.7554	6.0093	6.0026	5.7548	5.7103	5.9001	5.9895
	50	p=5	11.3238	11.4110	11.3995	11.3897	11.3699	11.3776	11.3361	11.2619	11.5000	11.4946
		p=6	9.8400	9.5662	9.8113	9.8107	9.9451	9.6608	9.8931	9.3860	9.7648	10.0684
	70	p=5	15.7179	15.7636	15.7376	15.9591	15.6481	15.8013	16.0132	15.7565	15.7771	15.5535
		p=6	13.4720	13.6531	13.8419	13.5492	13.7746	13.6259	13.8021	14.0839	13.8361	13.4026
	90	p=5	20.4365	20.5547	19.9993	21.1454	20.4077	20.3296	19.9829	20.3774	20.5919	20.3382
		p=6	17.8008	17.4370	17.0845	17.5021	17.6062	17.4474	18.0459	17.7290	17.3586	17.5725

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

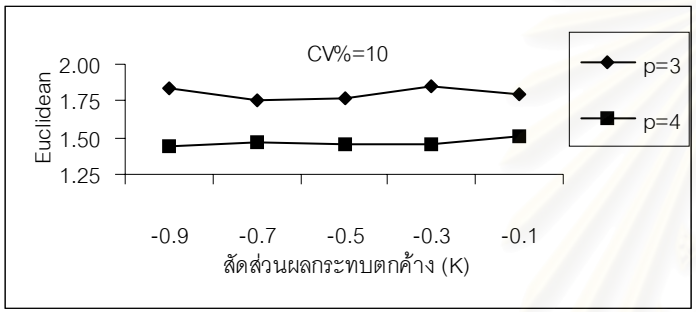
ตารางที่ 4.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

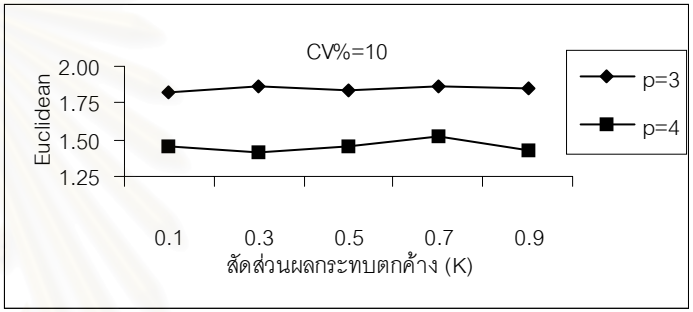
ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	1.4779	1.5064	1.4709	1.4816	1.5304	1.5311	1.5571	1.5269	1.5179	1.5062
		p=6	1.3979	1.3664	1.3804	1.3342	1.4051	1.3937	1.3689	1.3635	1.3566	1.3867
	30	p=5	4.6469	4.5227	4.6775	4.6014	4.5766	4.7112	4.6259	4.5482	4.6688	4.5574
		p=6	4.1992	4.1225	4.1912	4.1904	4.1938	4.1751	4.1763	4.0956	4.1164	4.0657
	50	p=5	7.7087	7.6435	7.6810	7.5600	7.6241	7.6842	7.5880	7.6949	7.6727	7.6422
		p=6	6.8599	6.8519	6.8877	6.8903	6.8346	7.0144	6.8570	6.7871	6.9417	6.8809
	70	p=5	10.7868	10.7462	10.7025	10.8956	10.8654	10.6720	10.7475	10.6209	10.6686	10.6063
		p=6	9.5383	9.5827	9.8082	9.7437	9.6336	9.6561	9.5553	9.6876	9.8063	9.5387
	90	p=5	13.7942	13.6603	13.6832	13.9438	13.8505	13.7707	13.8317	13.6884	13.7083	13.4703
		p=6	12.3422	12.7103	12.3860	12.5562	12.5050	12.6151	12.5267	12.6209	12.4029	12.5270

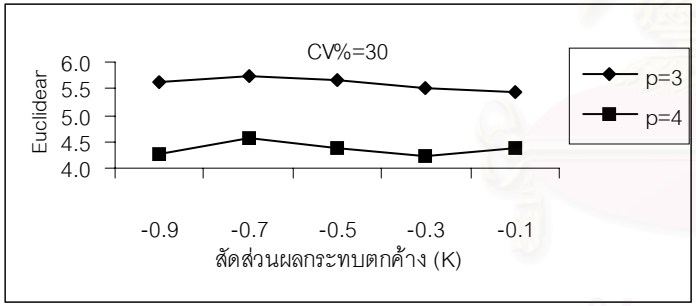
จากตารางที่ 4.1.6 – 4.1.10 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลาชัดเจนยิ่งขึ้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.6-4.1.10 ตามลำดับ

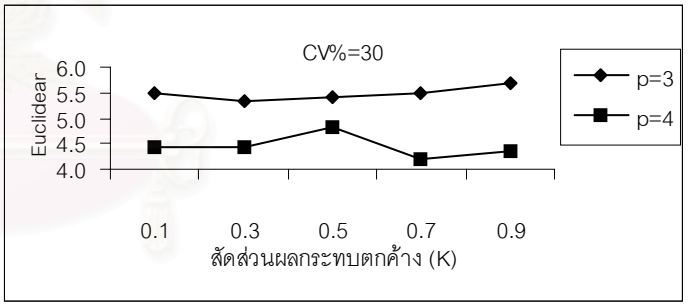
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



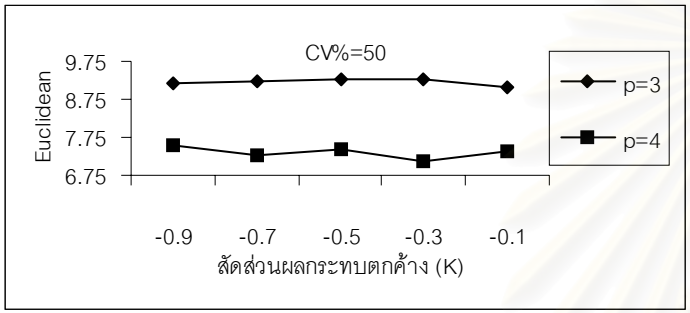


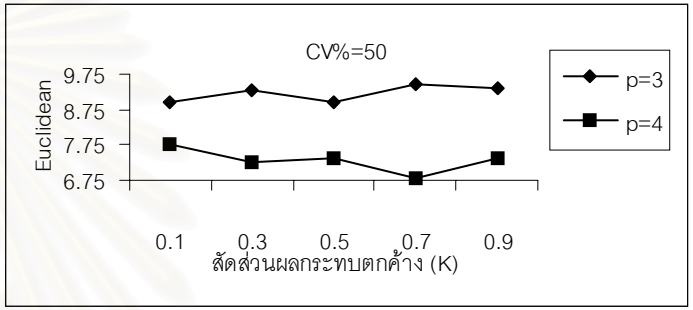


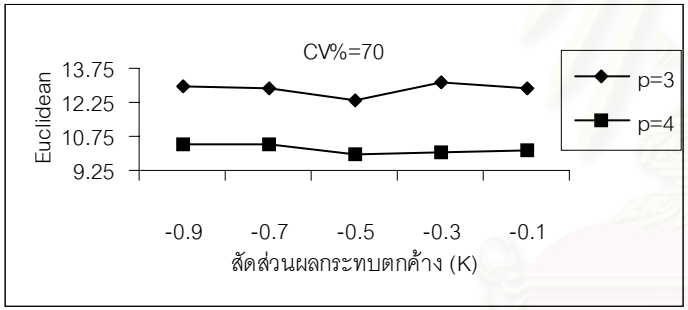


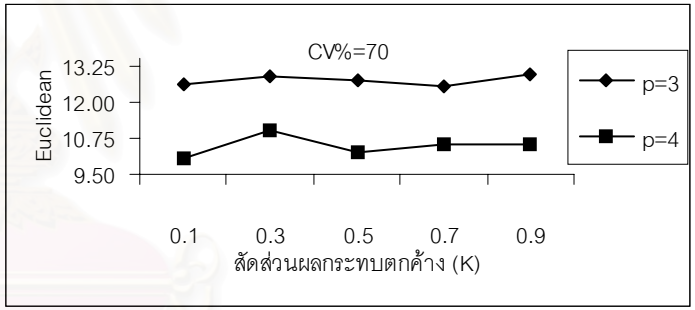
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

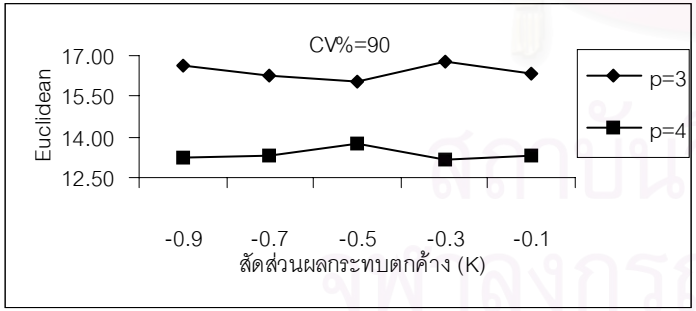
รูปที่ 4.1.6 (ต่อ)

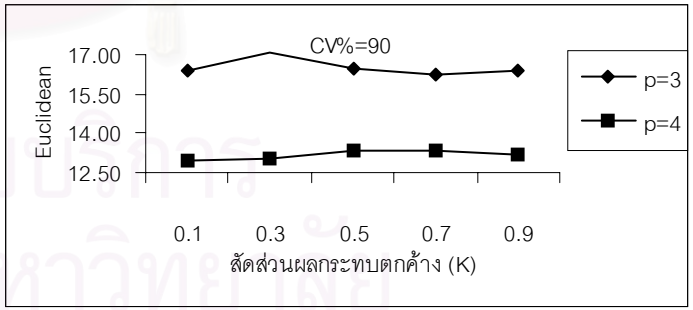






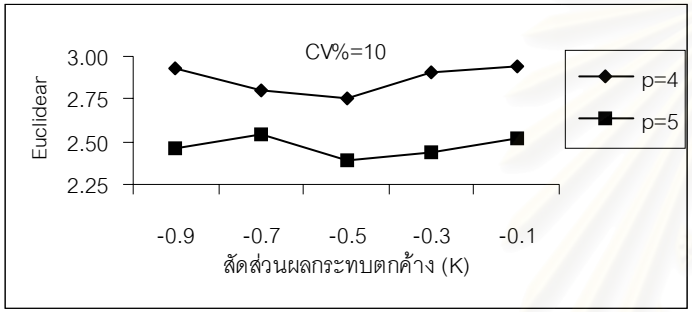


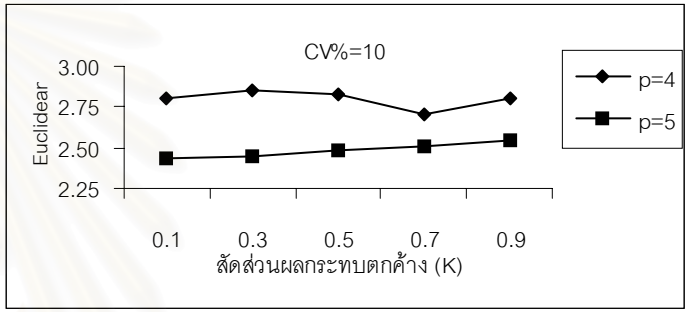


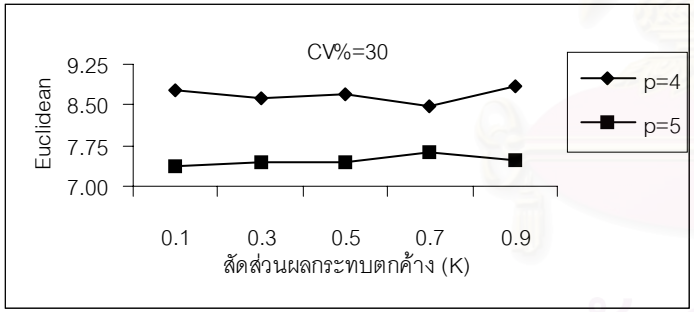


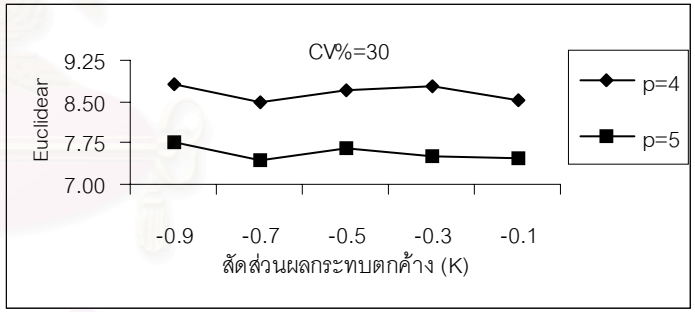
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



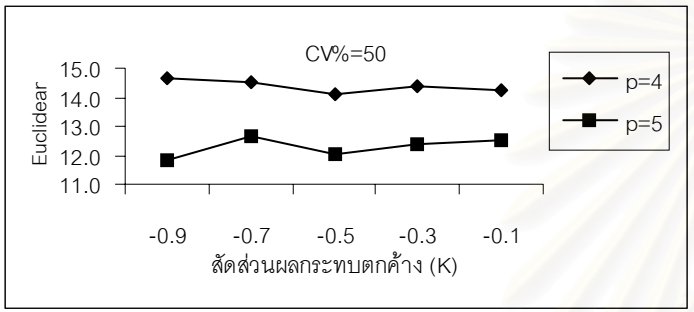


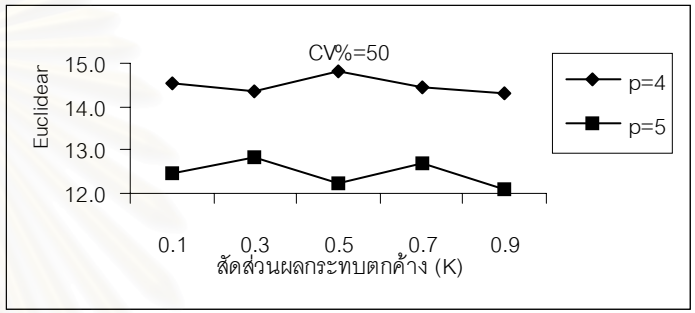


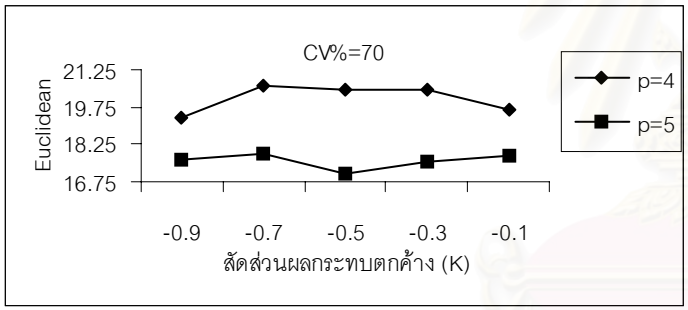


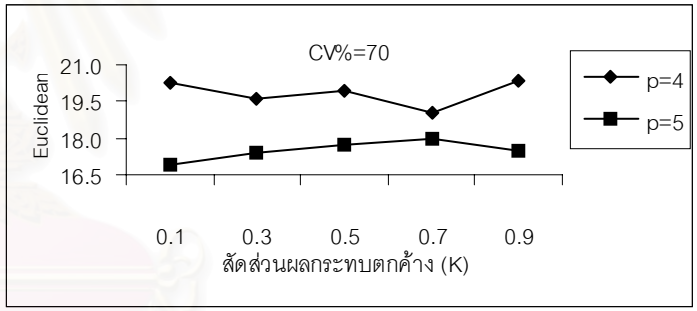
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

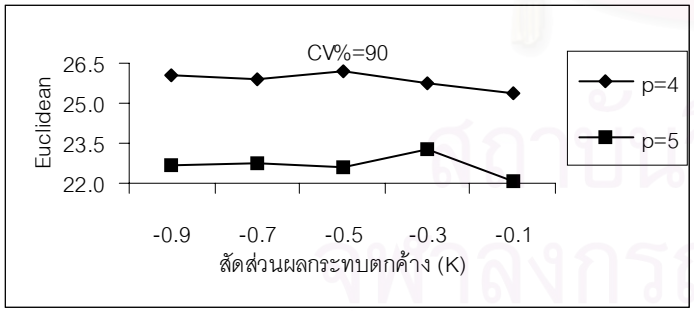
รูปที่ 4.1.7 (ต่อ)

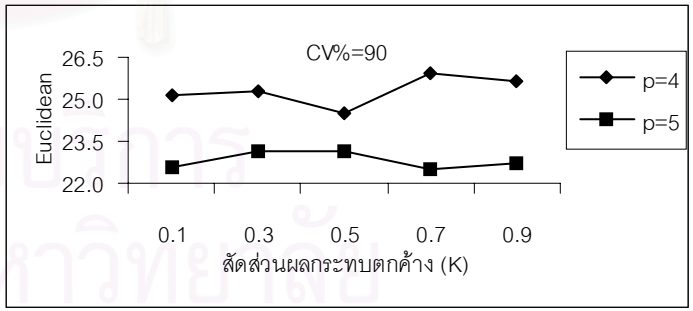

CV%=50
Euclidear
15.0
14.0
13.0
12.0
11.0
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5


CV%=50
Euclidear
15.0
14.0
13.0
12.0
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5

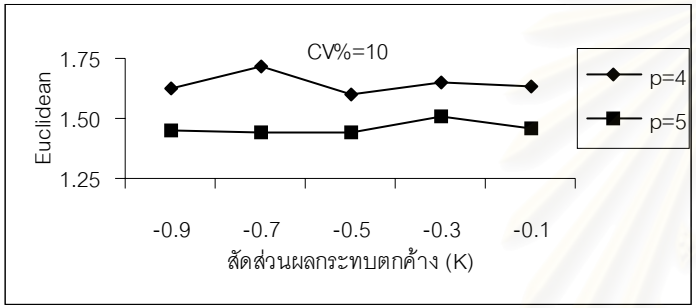

CV%=70
Euclidean
21.25
19.75
18.25
16.75
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5

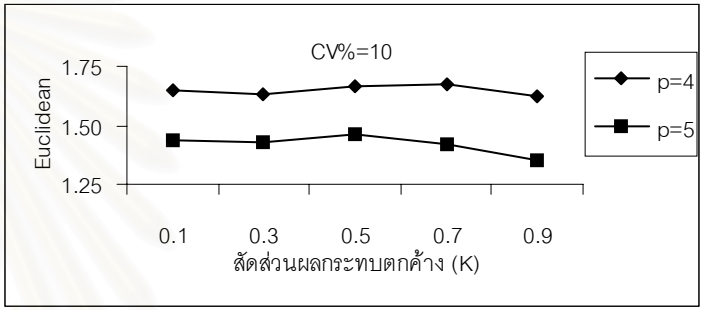

CV%=70
Euclidean
21.0
19.5
18.0
16.5
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5

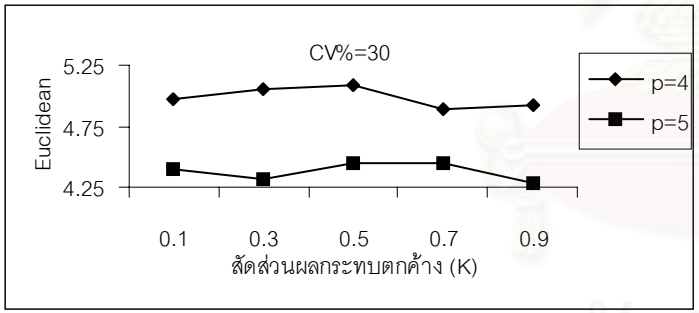

CV%=90
Euclidean
26.5
25.0
23.5
22.0
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5

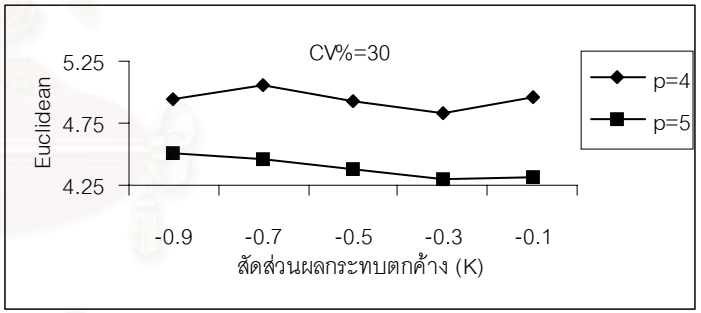

CV%=90
Euclidean
26.5
25.0
23.5
22.0
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
p=4
p=5

รูปที่ 4.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



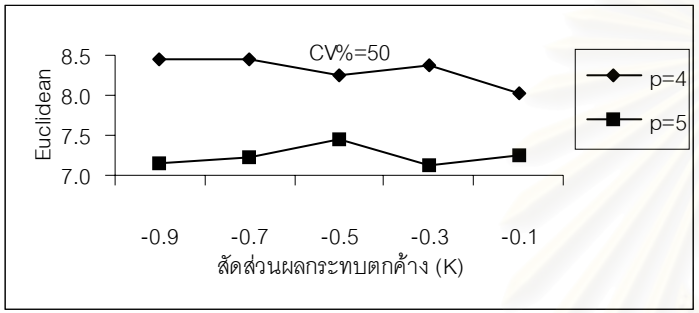


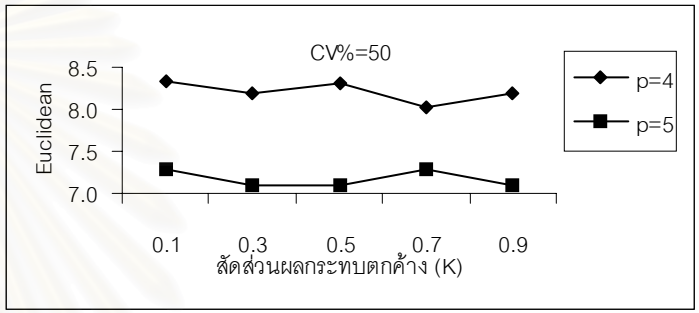


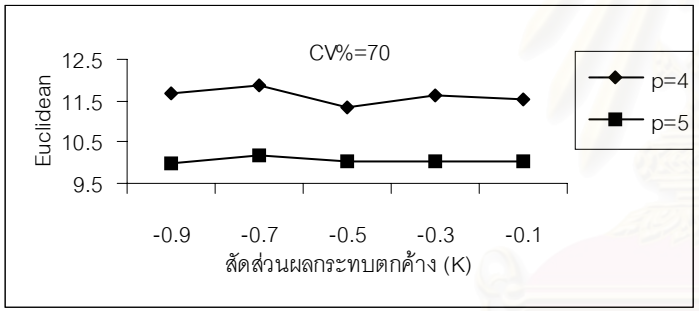


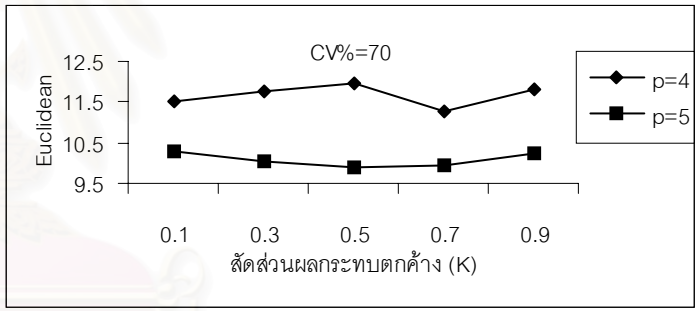
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

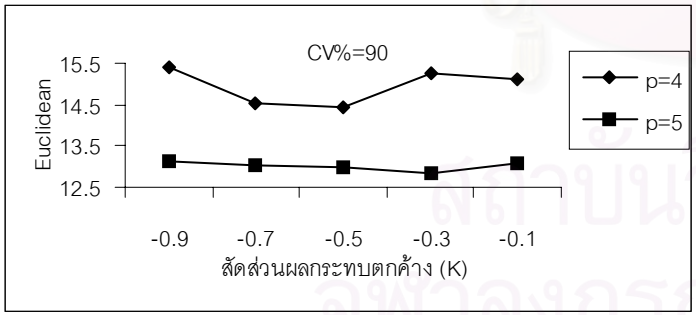
รูปที่ 4.1.8 (ต่อ)

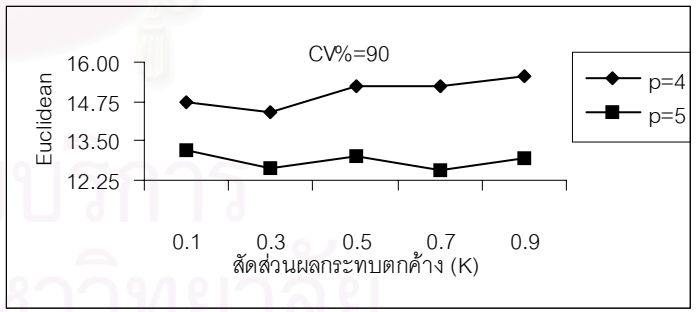






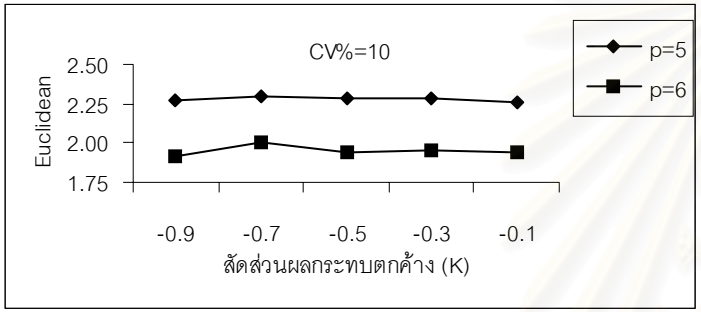


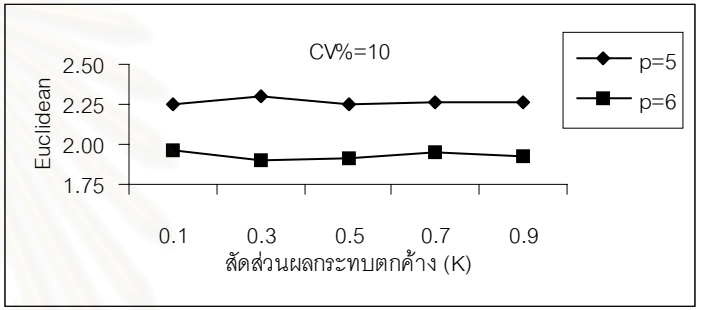


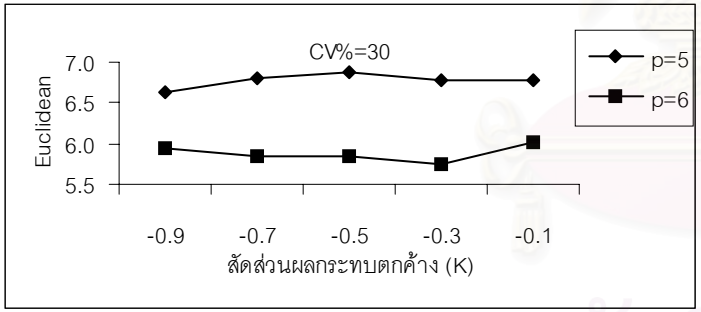


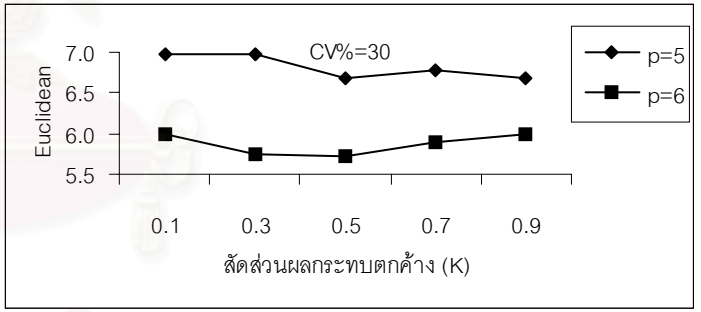
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



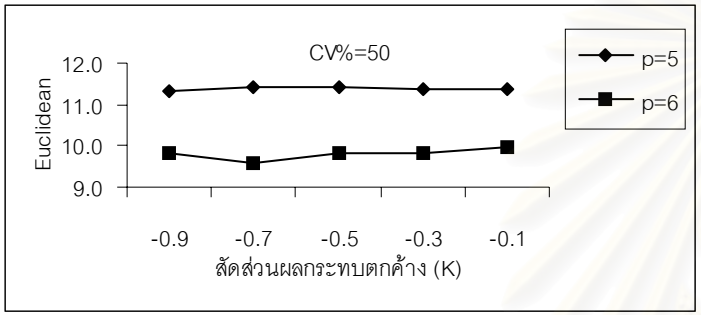


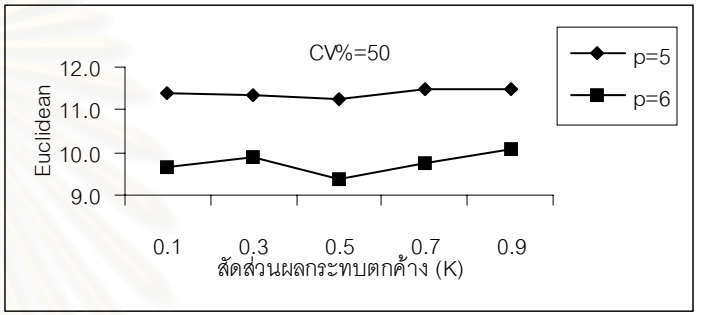


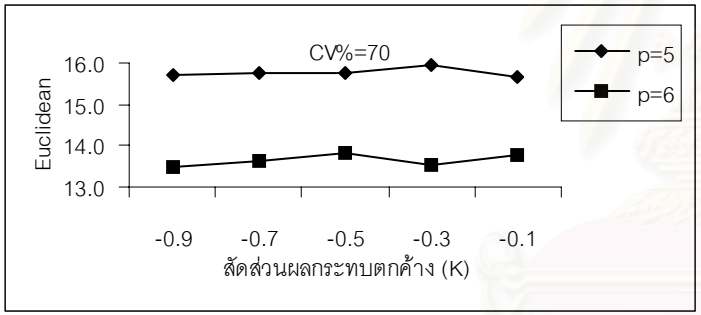


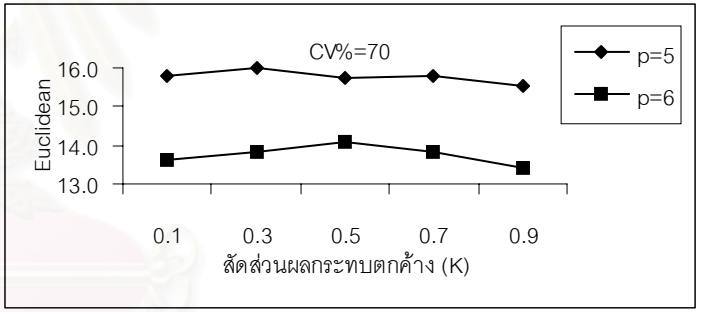
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

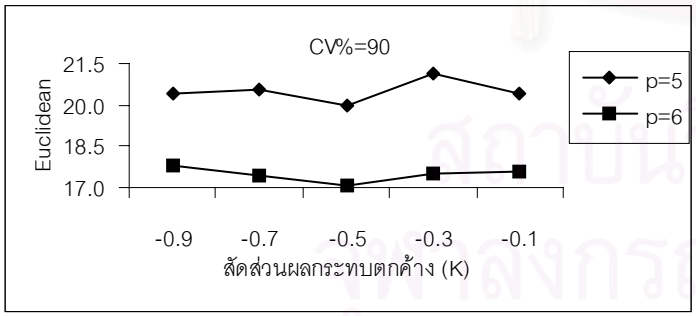
รูปที่ 4.1.9 (ต่อ)

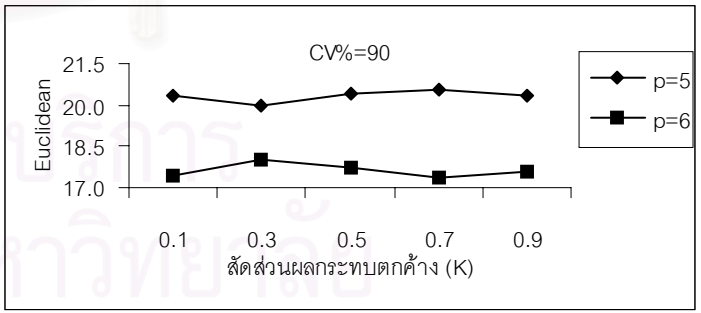






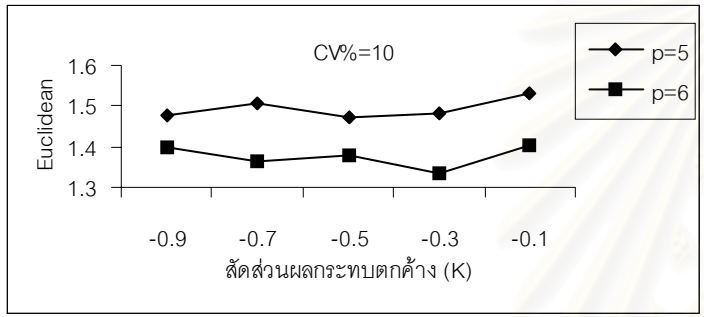


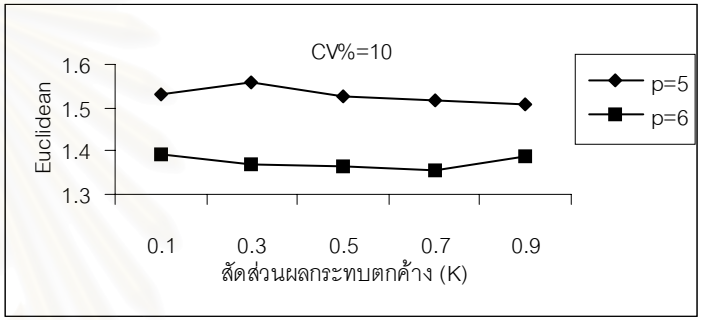


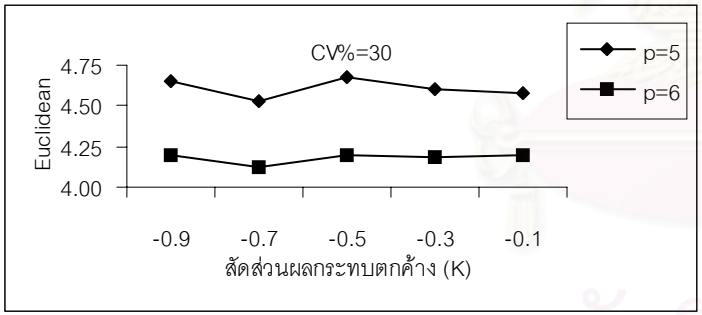


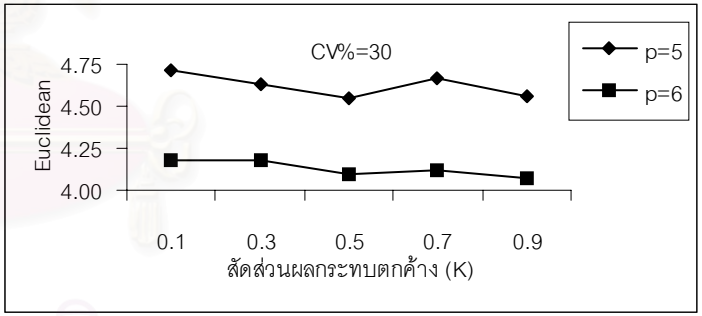
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



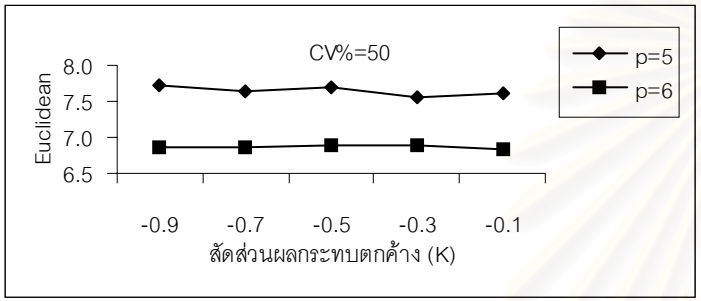


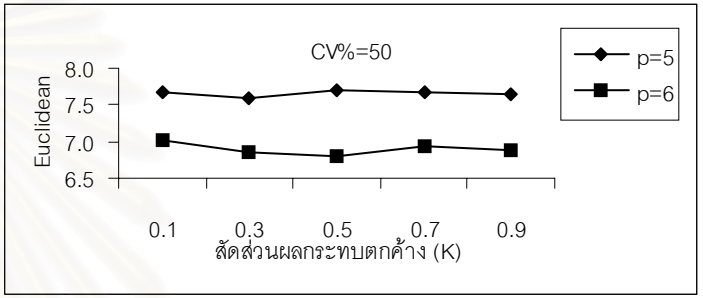


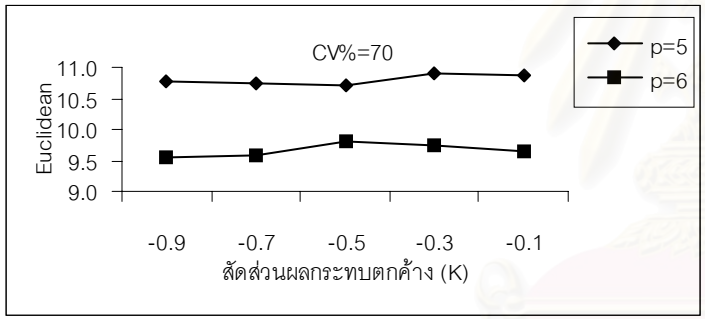


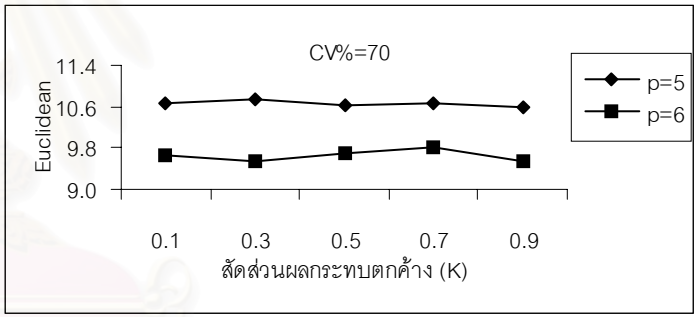
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

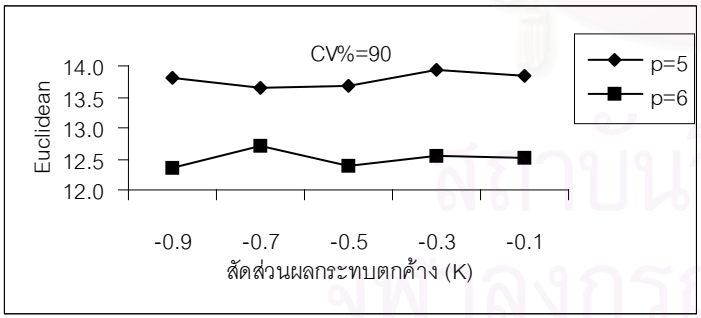
รูปที่ 4.1.10 (ต่อ)

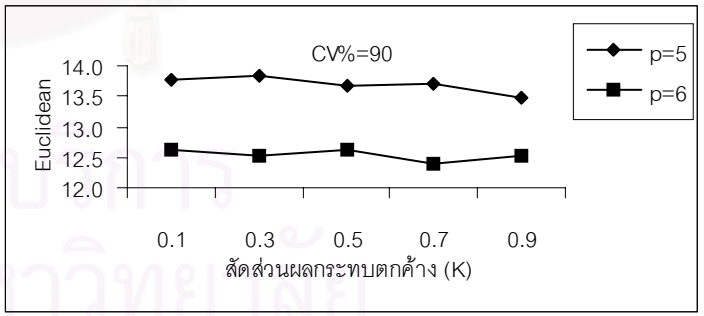












สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

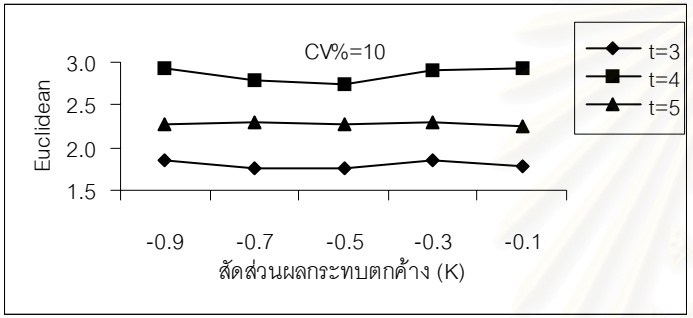
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8426	1.7528	1.7624	1.8556	1.7888	1.8197	1.8627	1.8421	1.8700	1.8557
	t=4	p=4	2.9283	2.7995	2.7511	2.9040	2.9414	2.7978	2.8524	2.8288	2.7065	2.8028
	t=5	p=5	2.2650	2.2980	2.2798	2.2895	2.2578	2.2540	2.3008	2.2536	2.2587	2.2637
30	t=3	p=3	5.6117	5.7499	5.6495	5.5218	5.4476	5.5019	5.3303	5.4200	5.4965	5.6779
	t=4	p=4	8.8066	8.5011	8.7068	8.7756	8.5128	8.7796	8.6052	8.7058	8.4876	8.8366
	t=5	p=5	6.6280	6.7940	6.8683	6.7810	6.7846	6.9723	6.9648	6.6855	6.7896	6.6719
50	t=3	p=3	9.1555	9.2187	9.2636	9.2505	9.0611	8.9732	9.2724	8.9493	9.4757	9.3762
	t=4	p=4	14.6467	14.5391	14.0846	14.3603	14.2456	14.5451	14.3579	14.7991	14.4275	14.3298
	t=5	p=5	11.3238	11.4110	11.3995	11.3897	11.3699	11.3776	11.3361	11.2619	11.5000	11.4946
70	t=3	p=3	12.9223	12.8553	12.3581	13.1702	12.8483	12.6366	12.8838	12.7075	12.5592	12.9585
	t=4	p=4	19.2840	20.6075	20.4497	20.4655	19.6080	20.2354	19.5981	19.9495	19.0313	20.3566
	t=5	p=5	15.7179	15.7636	15.7376	15.9591	15.6481	15.8013	16.0132	15.7565	15.7771	15.5535
90	t=3	p=3	16.6127	16.2779	16.0374	16.7536	16.3590	16.4225	17.0740	16.4422	16.2126	16.4207
	t=4	p=4	26.0722	25.8973	26.1879	25.7286	25.3938	25.1711	25.2501	24.5285	25.9516	25.6645
	t=5	p=5	20.4365	20.5547	19.9993	21.1454	20.4077	20.3296	19.9829	20.3774	20.5919	20.3382

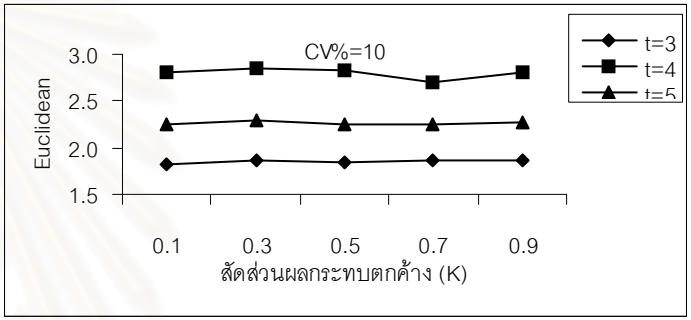
ตารางที่ 4.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

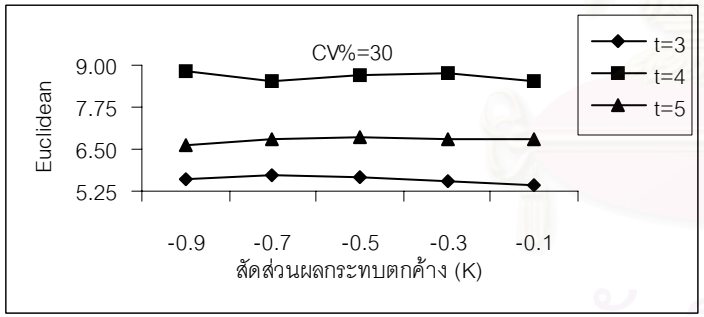
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	1.4404	1.4645	1.4591	1.4552	1.5093	1.4535	1.4068	1.4569	1.5262	1.4205
	t=4	p=5	2.4655	2.5462	2.3877	2.4430	2.5206	2.4353	2.4423	2.4837	2.5062	2.5450
	t=5	p=6	1.9215	2.0015	1.9349	1.9534	1.9413	1.9672	1.8952	1.9144	1.9549	1.9297
30	t=3	p=4	4.2503	4.5491	4.3784	4.2276	4.3789	4.4271	4.4288	4.8273	4.2071	4.3665
	t=4	p=5	7.7490	7.4360	7.6405	7.4901	7.4747	7.3733	7.4562	7.4381	7.6089	7.4616
	t=5	p=6	5.9405	5.8531	5.8472	5.7554	6.0093	6.0026	5.7548	5.7103	5.9001	5.9895
50	t=3	p=4	7.5230	7.2839	7.4481	7.1275	7.3958	7.7620	7.2851	7.3864	6.7833	7.3847
	t=4	p=5	11.8065	12.6354	12.0249	12.3872	12.5102	12.4722	12.8413	12.2493	12.7148	12.0933
	t=5	p=6	9.8400	9.5662	9.8113	9.8107	9.9451	9.6608	9.8931	9.3860	9.7648	10.0684
70	t=3	p=4	10.3743	10.3622	9.9258	10.0454	10.1749	10.0829	11.0167	10.2703	10.5503	10.5597
	t=4	p=5	17.6242	17.9068	17.0876	17.5350	17.8103	16.8836	17.3640	17.7017	17.9364	17.5193
	t=5	p=6	13.4720	13.6531	13.8419	13.5492	13.7746	13.6259	13.8021	14.0839	13.8361	13.4026
90	t=3	p=4	13.2107	13.2926	13.7423	13.1725	13.3370	12.9819	13.0048	13.3051	13.3351	13.1990
	t=4	p=5	22.7075	22.7155	22.6333	23.2991	22.1106	22.5693	23.1640	23.1091	22.5250	22.6874
	t=5	p=6	17.8008	17.4370	17.0845	17.5021	17.6062	17.4474	18.0459	17.7290	17.3586	17.5725

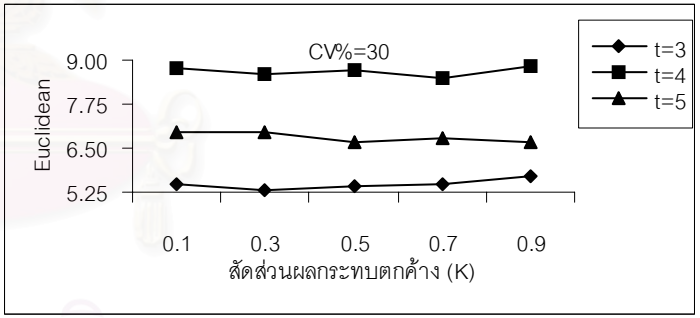
จากตารางที่ 4.1.11-4.1.12 เพื่อให้เห็นค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.11 -4.1.12 ตามลำดับ

รูปที่ 4.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



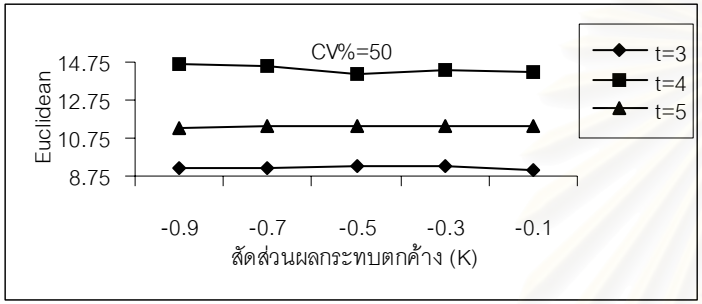


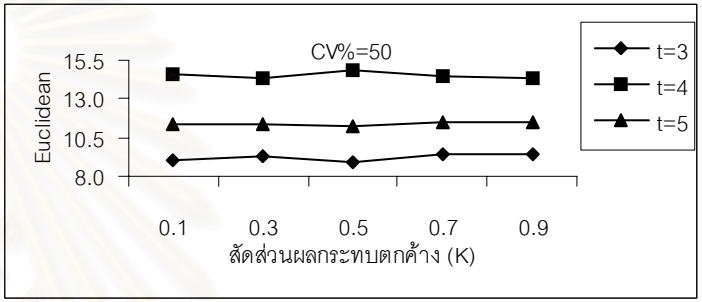


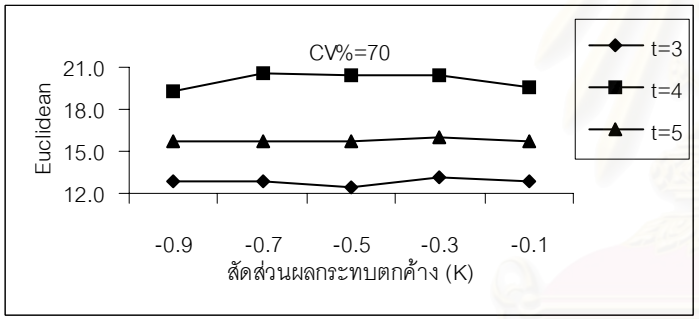


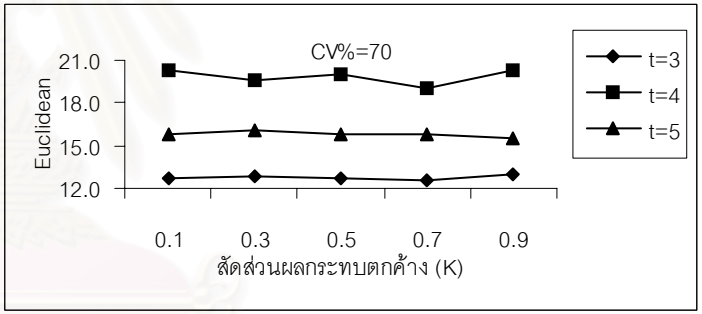
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

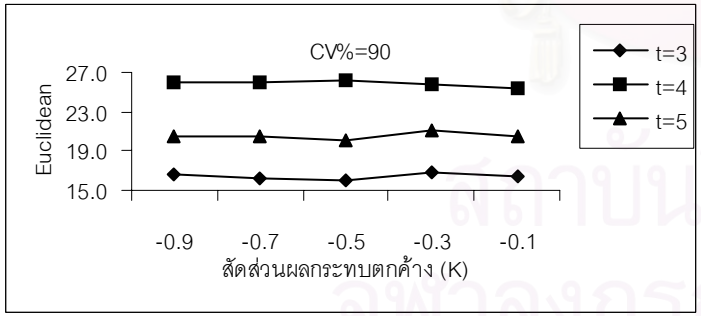
รูปที่ 4.1.11 (ต่อ)

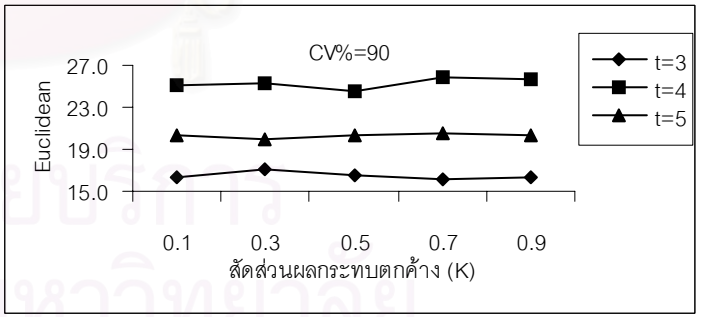






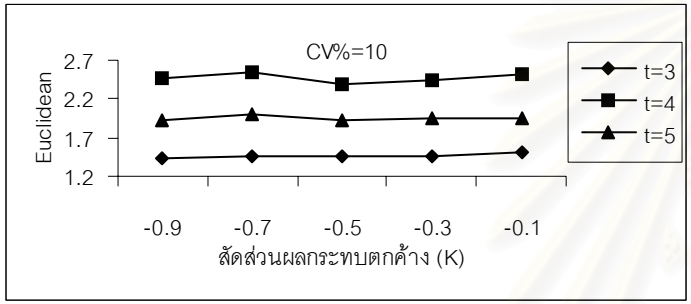


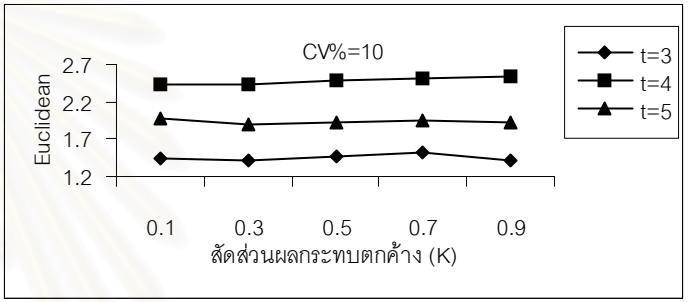


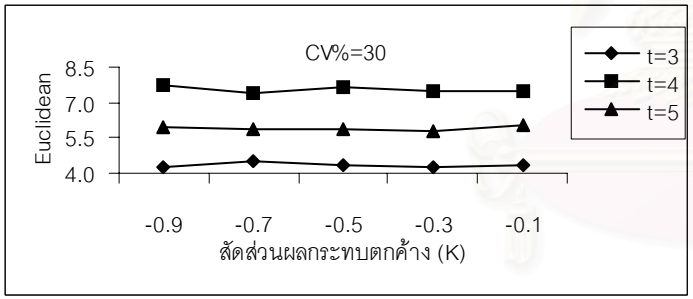


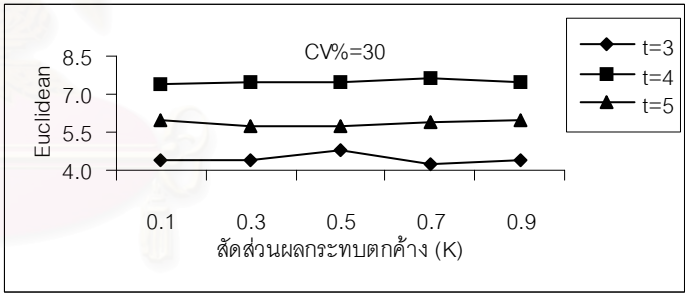
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



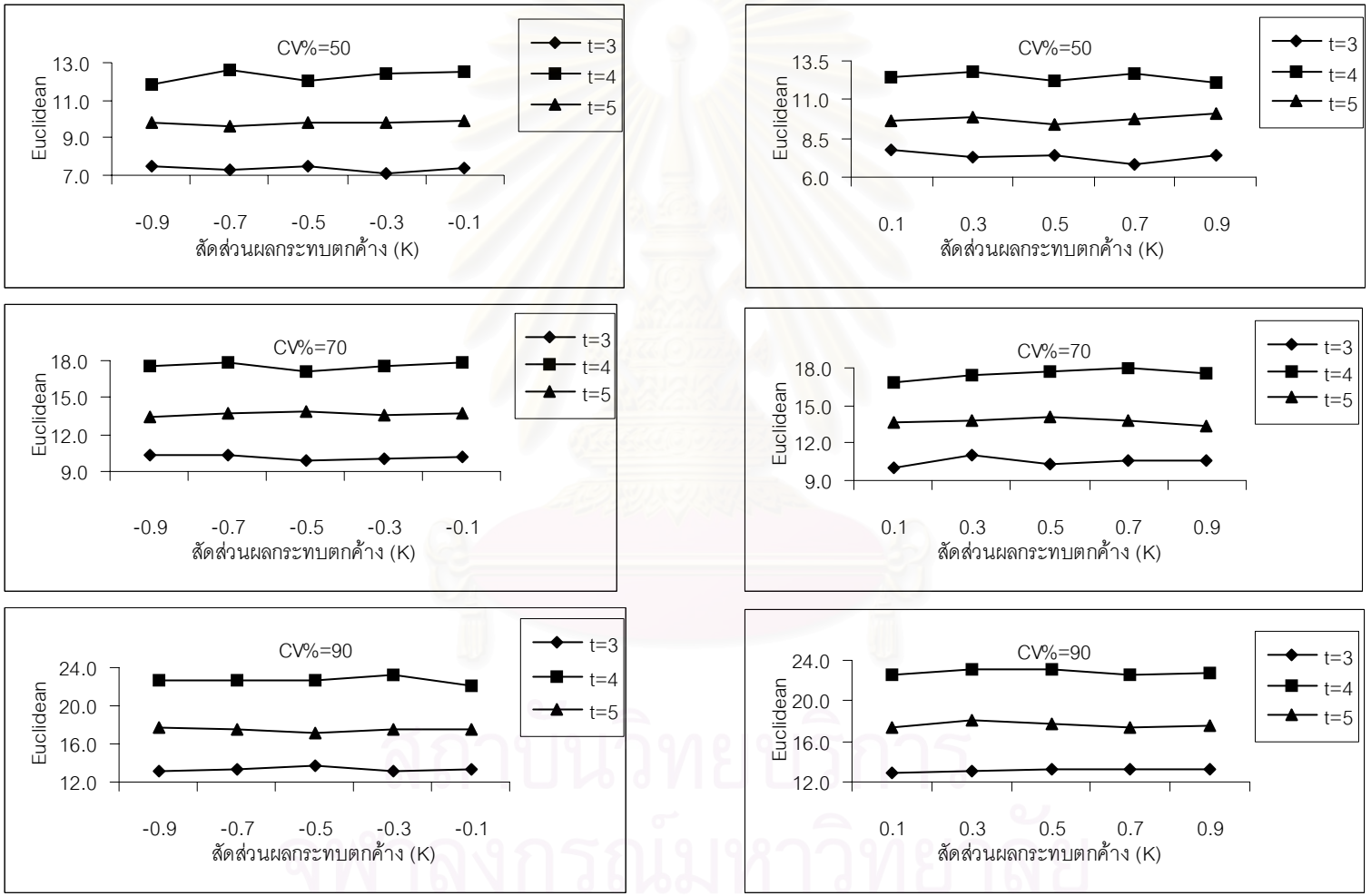






สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.12 (ต่อ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p= t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

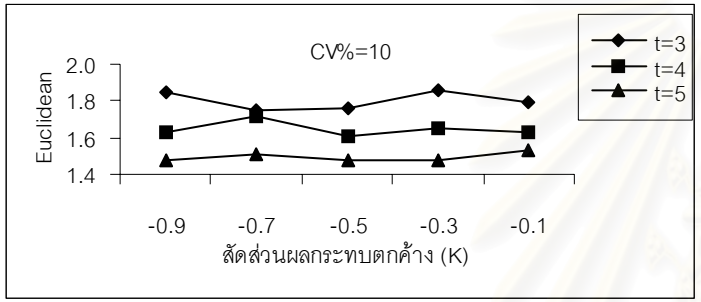
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8426	1.7528	1.7624	1.8556	1.7888	1.8197	1.8627	1.8421	1.8700	1.8557
	t=4	p=4	1.6291	1.7192	1.6027	1.6531	1.6294	1.6522	1.6320	1.6671	1.6760	1.6254
	t=5	p=5	1.4779	1.5064	1.4709	1.4816	1.5304	1.5311	1.5571	1.5269	1.5179	1.5062
30	t=3	p=3	5.6117	5.7499	5.6495	5.5218	5.4476	5.5019	5.3303	5.4200	5.4965	5.6779
	t=4	p=4	4.9409	5.0571	4.9253	4.8343	4.9625	4.9777	5.0514	5.0840	4.8860	4.9213
	t=5	p=5	4.6469	4.5227	4.6775	4.6014	4.5766	4.7112	4.6259	4.5482	4.6688	4.5574
50	t=3	p=3	9.1555	9.2187	9.2636	9.2505	9.0611	8.9732	9.2724	8.9493	9.4757	9.3762
	t=4	p=4	8.4530	8.4535	8.2582	8.3745	8.0242	8.3450	8.1941	8.3013	8.0339	8.1911
	t=5	p=5	7.7087	7.6435	7.6810	7.5600	7.6241	7.6842	7.5880	7.6949	7.6727	7.6422
70	t=3	p=3	12.9223	12.8553	12.3581	13.1702	12.8483	12.6366	12.8838	12.7075	12.5592	12.9585
	t=4	p=4	11.6653	11.8512	11.3389	11.6153	11.5084	11.5090	11.7757	11.9645	11.2685	11.8162
	t=5	p=5	10.7868	10.7462	10.7025	10.8956	10.8654	10.6720	10.7475	10.6209	10.6686	10.6063
90	t=3	p=3	16.6127	16.2779	16.0374	16.7536	16.3590	16.4225	17.0740	16.4422	16.2126	16.4207
	t=4	p=4	15.4050	14.5389	14.4269	15.2345	15.1048	14.7343	14.4302	15.2403	15.2239	15.5458
	t=5	p=5	13.7942	13.6603	13.6832	13.9438	13.8505	13.7707	13.8317	13.6884	13.7083	13.4703

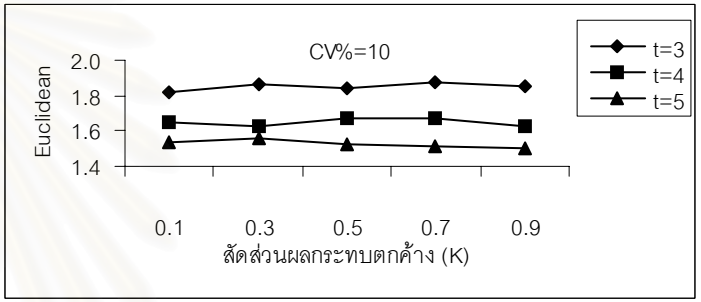
ตารางที่ 4.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p= t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

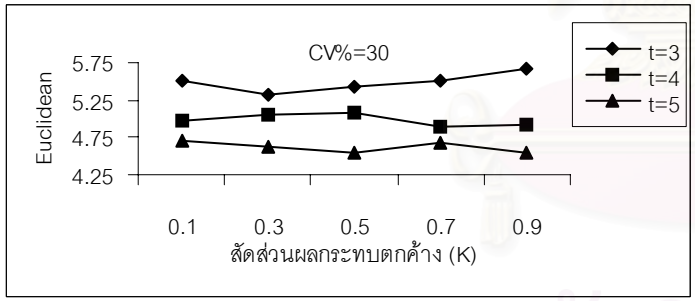
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	1.4404	1.4645	1.4591	1.4552	1.5093	1.4535	1.4068	1.4569	1.5262	1.4205
	t=4	p=5	1.4527	1.4457	1.4396	1.5082	1.4569	1.4394	1.4284	1.4655	1.4180	1.3517
	t=5	p=6	1.3979	1.3664	1.3804	1.3342	1.4051	1.3937	1.3689	1.3635	1.3566	1.3867
30	t=3	p=4	4.2503	4.5491	4.3784	4.2276	4.3789	4.4271	4.4288	4.8273	4.2071	4.3665
	t=4	p=5	4.5105	4.4534	4.3811	4.2941	4.3116	4.4016	4.3164	4.4489	4.4532	4.2910
	t=5	p=6	4.1992	4.1225	4.1912	4.1904	4.1938	4.1751	4.1763	4.0956	4.1164	4.0657
50	t=3	p=4	7.5230	7.2839	7.4481	7.1275	7.3958	7.7620	7.2851	7.3864	6.7833	7.3847
	t=4	p=5	7.1548	7.2249	7.4450	7.1360	7.2413	7.2892	7.0903	7.0893	7.2911	7.0942
	t=5	p=6	6.8599	6.8519	6.8877	6.8903	6.8346	7.0144	6.8570	6.7871	6.9417	6.8809
70	t=3	p=4	10.3743	10.3622	9.9258	10.0454	10.1749	10.0829	11.0167	10.2703	10.5503	10.5597
	t=4	p=5	9.9847	10.1964	10.0304	10.0428	10.0525	10.2645	10.0468	9.8992	9.9400	10.2261
	t=5	p=6	9.5383	9.5827	9.8082	9.7437	9.6336	9.6561	9.5553	9.6876	9.8063	9.5387
90	t=3	p=4	13.2107	13.2926	13.7423	13.1725	13.3370	12.9819	13.0048	13.3051	13.3351	13.1990
	t=4	p=5	13.1464	13.0231	12.9627	12.8480	13.1047	13.1808	12.6456	13.0396	12.5548	12.9477
	t=5	p=6	12.3422	12.7103	12.3860	12.5562	12.5050	12.6151	12.5267	12.6209	12.4029	12.5270

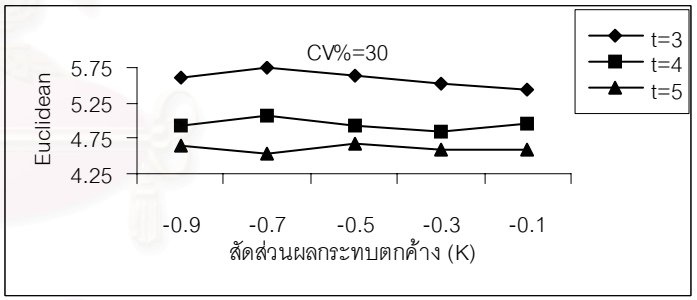
จากตารางที่ 4.1.13-4.1.14 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.13 -4.1.14 ตามลำดับ

รูปที่ 4.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p= t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



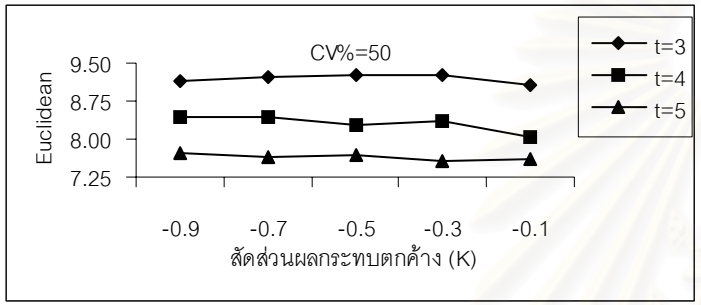


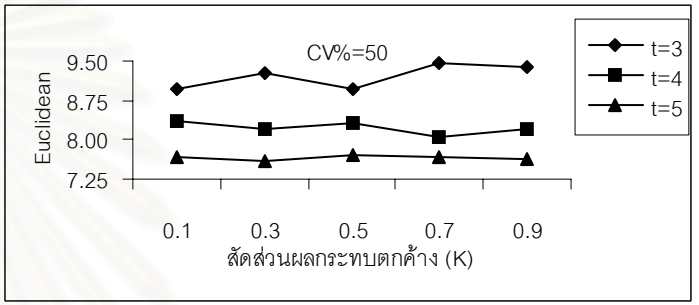


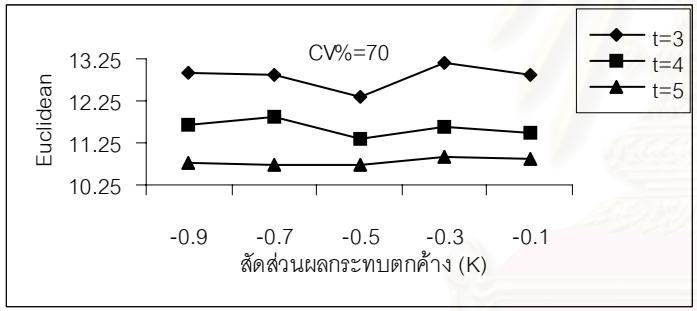


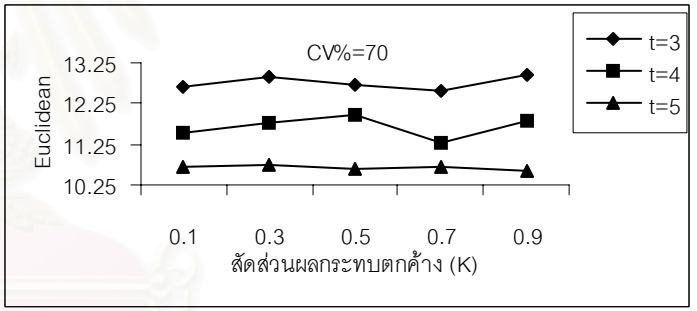
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

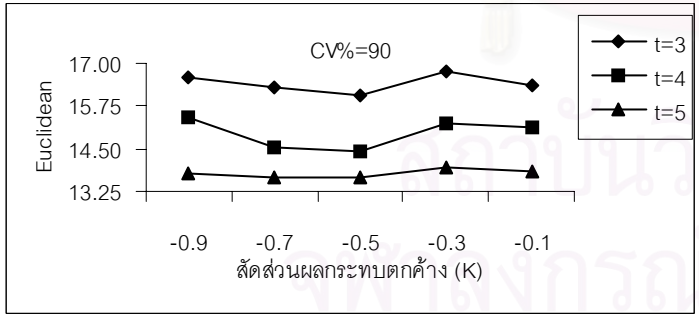
รูปที่ 4.1.13 (ต่อ)

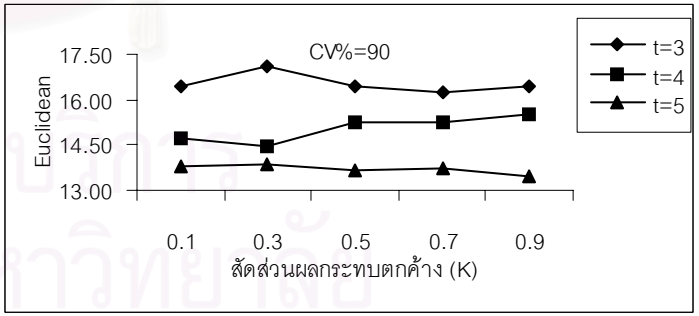

CV%=50
Euclidean
9.50
8.75
8.00
7.25
t=3
t=4
t=5
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)


CV%=50
Euclidean
9.50
8.75
8.00
7.25
t=3
t=4
t=5
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)

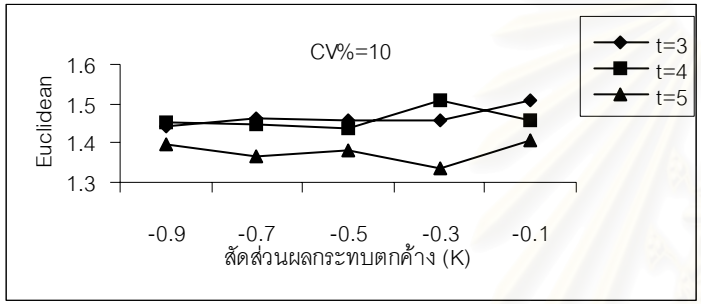

CV%=70
Euclidean
13.25
12.25
11.25
10.25
t=3
t=4
t=5
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)

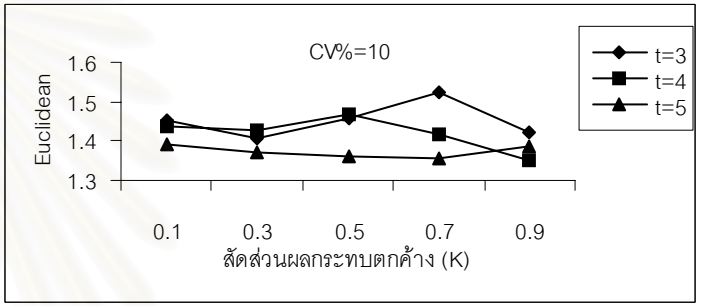

CV%=70
Euclidean
13.25
12.25
11.25
10.25
t=3
t=4
t=5
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)

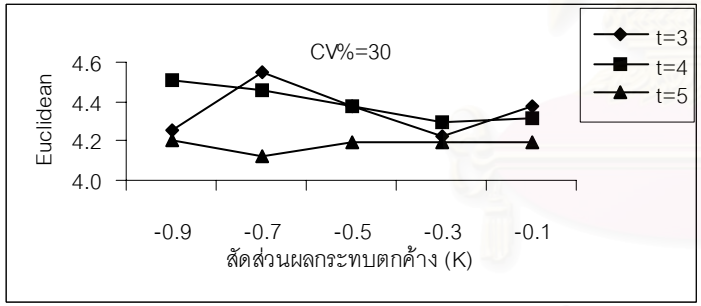

CV%=90
Euclidean
17.00
15.75
14.50
13.25
t=3
t=4
t=5
-0.9 -0.7 -0.5 -0.3 -0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)

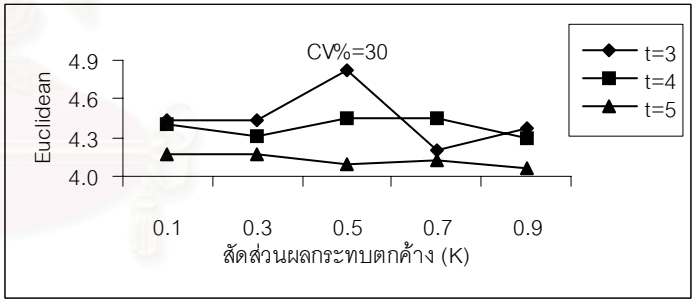

CV%=90
Euclidean
17.50
16.00
14.50
13.00
t=3
t=4
t=5
0.1 0.3 0.5 0.7 0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)

รูปที่ 4.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



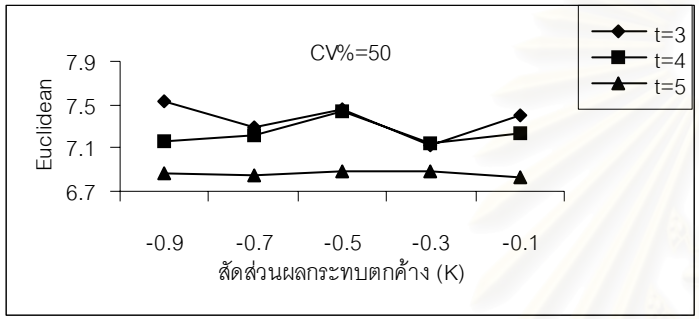


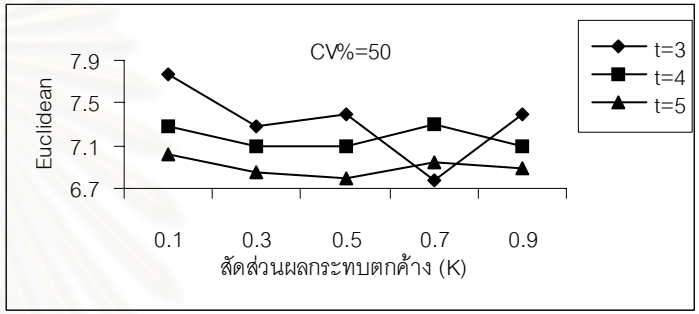


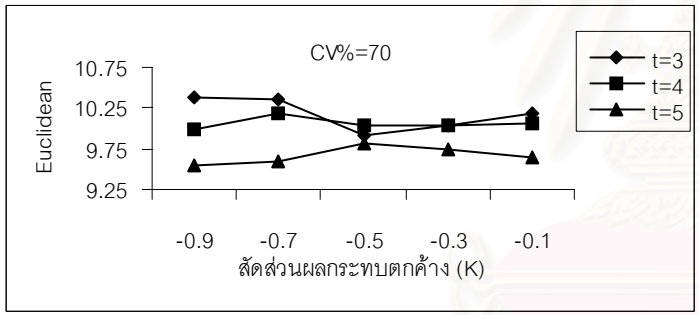


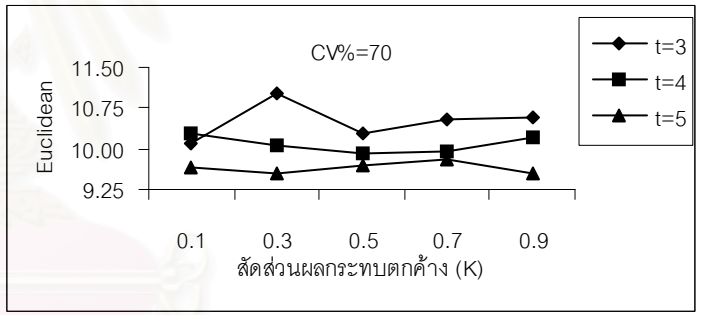
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

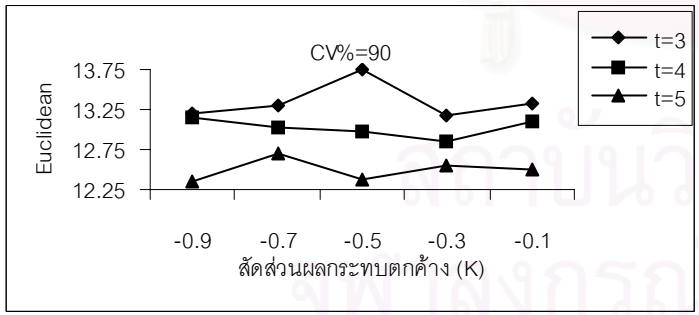
รูปที่ 4.1.14 (ต่อ)

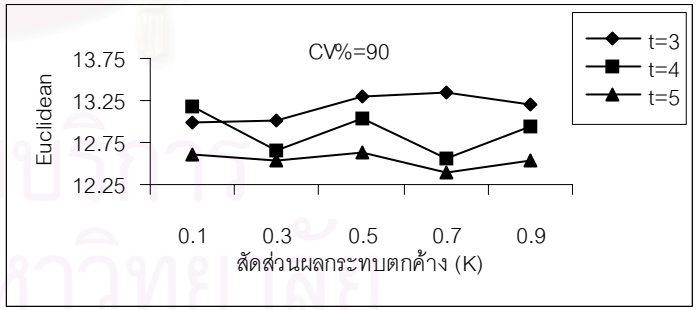

CV%=50
Euclidean
7.9
7.5
7.1
6.7
-0.9
-0.7
-0.5
-0.3
-0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5


CV%=50
Euclidean
7.9
7.5
7.1
6.7
0.1
0.3
0.5
0.7
0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5


CV%=70
Euclidean
10.75
10.25
9.75
9.25
-0.9
-0.7
-0.5
-0.3
-0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5


CV%=70
Euclidean
11.50
10.75
10.00
9.25
0.1
0.3
0.5
0.7
0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5


CV%=90
Euclidean
13.75
13.25
12.75
12.25
-0.9
-0.7
-0.5
-0.3
-0.1
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5


CV%=90
Euclidean
13.75
13.25
12.75
12.25
0.1
0.3
0.5
0.7
0.9
สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)
t=3
t=4
t=5

ตารางที่ 4.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.9283	2.7995	2.7511	2.9040	2.9414	2.7978	2.8524	2.8288	2.7065	2.8028
		Otd	1.6291	1.7192	1.6027	1.6531	1.6294	1.6522	1.6320	1.6671	1.6760	1.6254
	30	Wld	8.8066	8.5011	8.7068	8.7756	8.5128	8.7796	8.6052	8.7058	8.4876	8.8366
		Otd	4.9409	5.0571	4.9253	4.8343	4.9625	4.9777	5.0514	5.0840	4.8860	4.9213
	50	Wld	14.6467	14.5391	14.0846	14.3603	14.2456	14.5451	14.3579	14.7991	14.4275	14.3298
		Otd	8.4530	8.4535	8.2582	8.3745	8.0242	8.3450	8.1941	8.3013	8.0339	8.1911
	70	Wld	19.2840	20.6075	20.4497	20.4655	19.6080	20.2354	19.5981	19.9495	19.0313	20.3566
		Otd	11.6653	11.8512	11.3389	11.6153	11.5084	11.5090	11.7757	11.9645	11.2685	11.8162
	90	Wld	26.0722	25.8973	26.1879	25.7286	25.3938	25.1711	25.2501	24.5285	25.9516	25.6645
		Otd	15.4050	14.5389	14.4269	15.2345	15.1048	14.7343	14.4302	15.2403	15.2239	15.5458

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

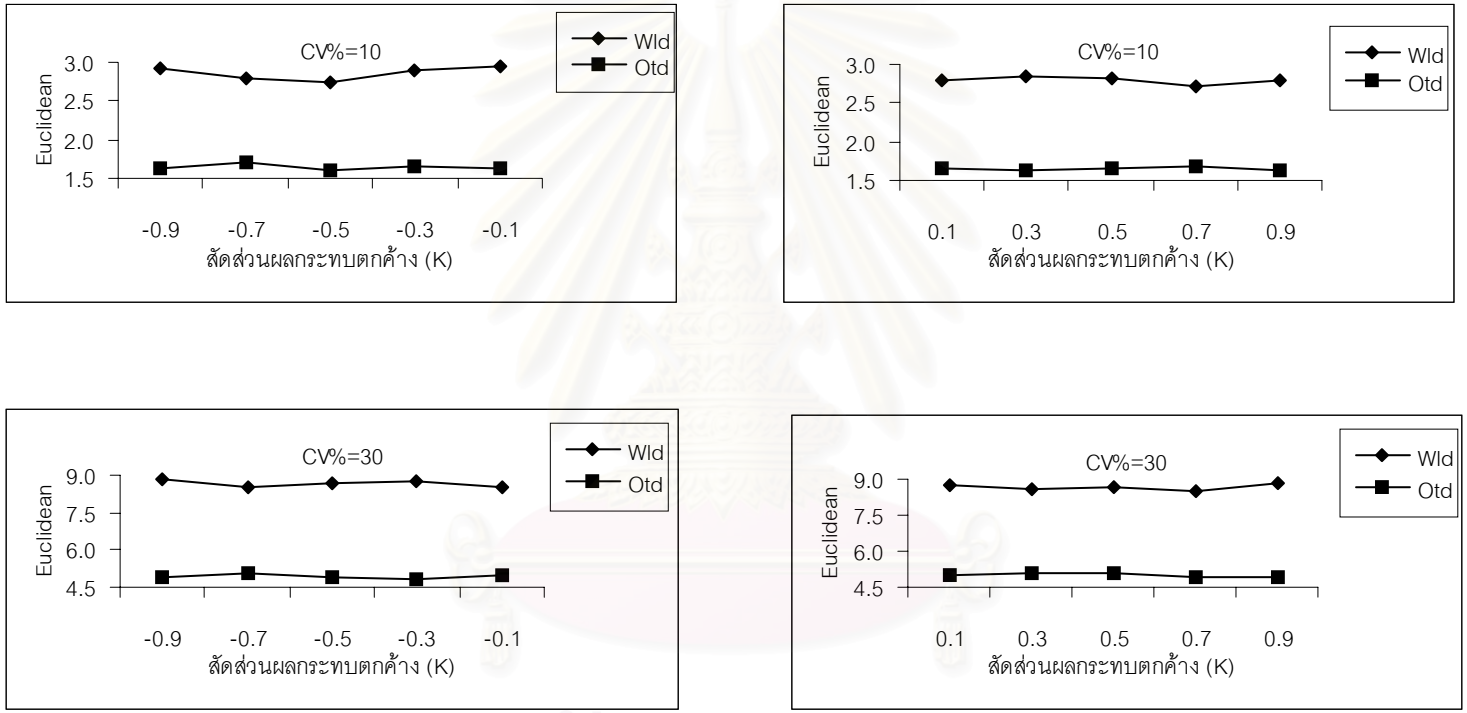
ตารางที่ 4.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.4655	2.5462	2.3877	2.4430	2.5206	2.4353	2.4423	2.4837	2.5062	2.5450
		Otd	1.4527	1.4457	1.4396	1.5082	1.4569	1.4394	1.4284	1.4655	1.4180	1.3517
	30	Wld	7.7490	7.4360	7.6405	7.4901	7.4747	7.3733	7.4562	7.4381	7.6089	7.4616
		Otd	4.5105	4.4534	4.3811	4.2941	4.3116	4.4016	4.3164	4.4489	4.4532	4.2910
	50	Wld	11.8065	12.6354	12.0249	12.3872	12.5102	12.4722	12.8413	12.2493	12.7148	12.0933
		Otd	7.1548	7.2249	7.4450	7.1360	7.2413	7.2892	7.0903	7.0893	7.2911	7.0942
	70	Wld	17.6242	17.9068	17.0876	17.5350	17.8103	16.8836	17.3640	17.7017	17.9364	17.5193
		Otd	9.9847	10.1964	10.0304	10.0428	10.0525	10.2645	10.0468	9.8992	9.9400	10.2261
	90	Wld	22.7075	22.7155	22.6333	23.2991	22.1106	22.5693	23.1640	23.1091	22.5250	22.6874
		Otd	13.1464	13.0231	12.9627	12.8480	13.1047	13.1808	12.6456	13.0396	12.5548	12.9477

จากตารางที่ 4.1.15 – 4.1.16 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.15 – 4.1.16 ตามลำดับ

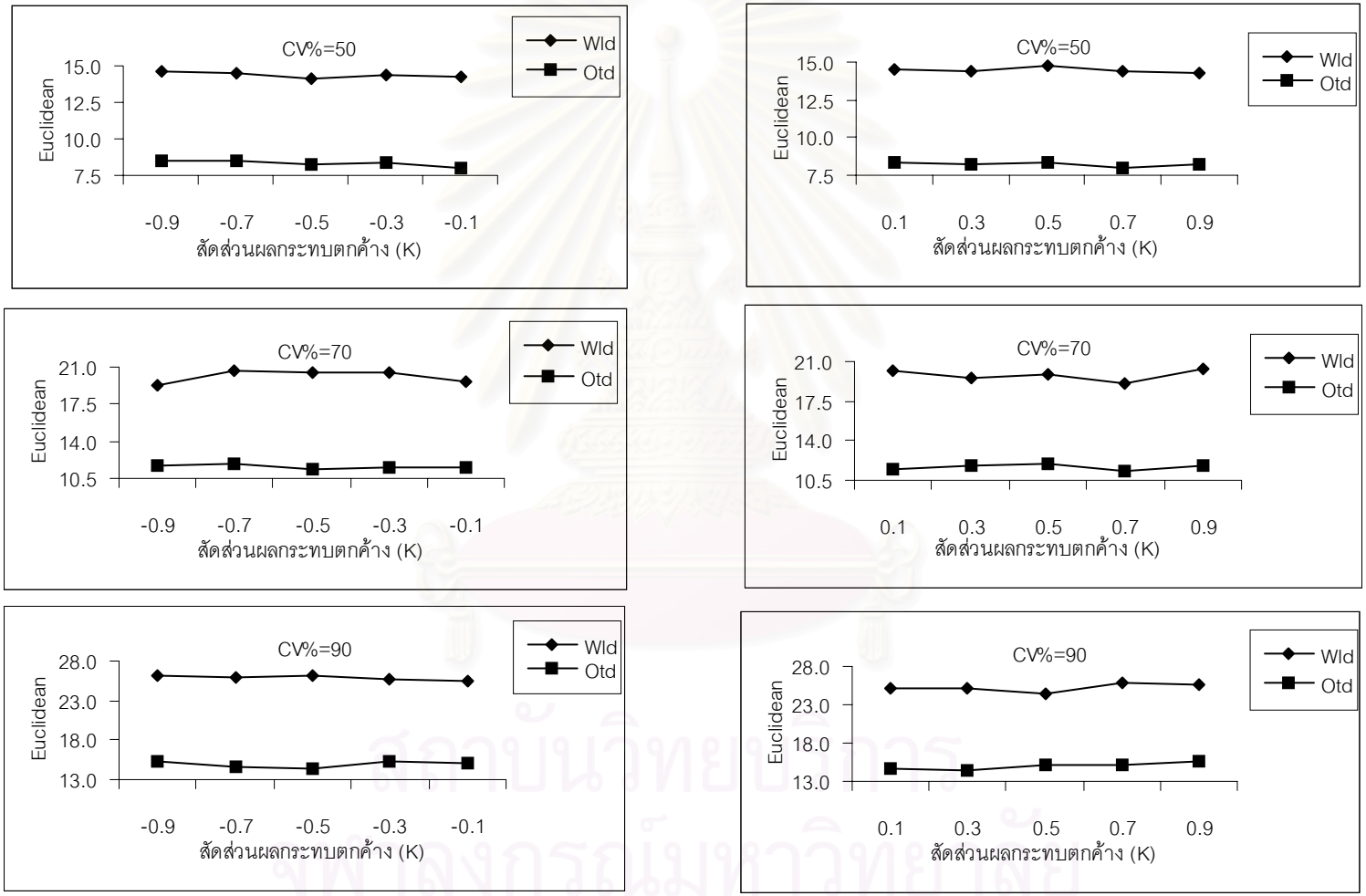
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



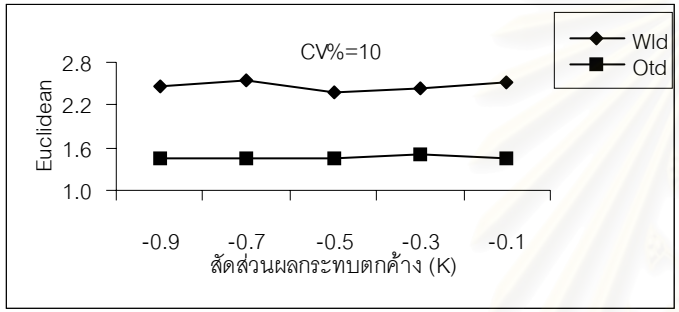
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

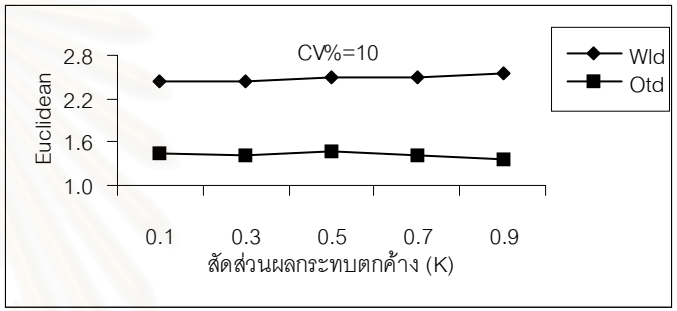
รูปที่ 4.1.15 (ต่อ)

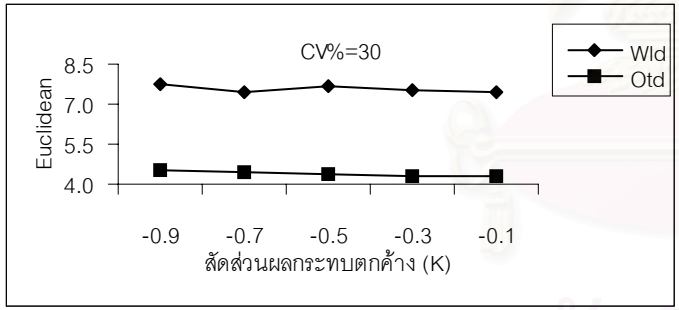


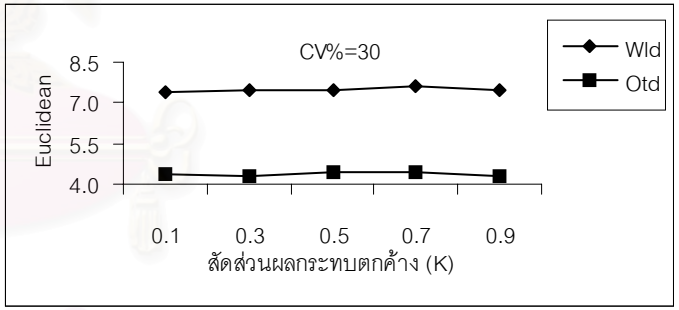
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



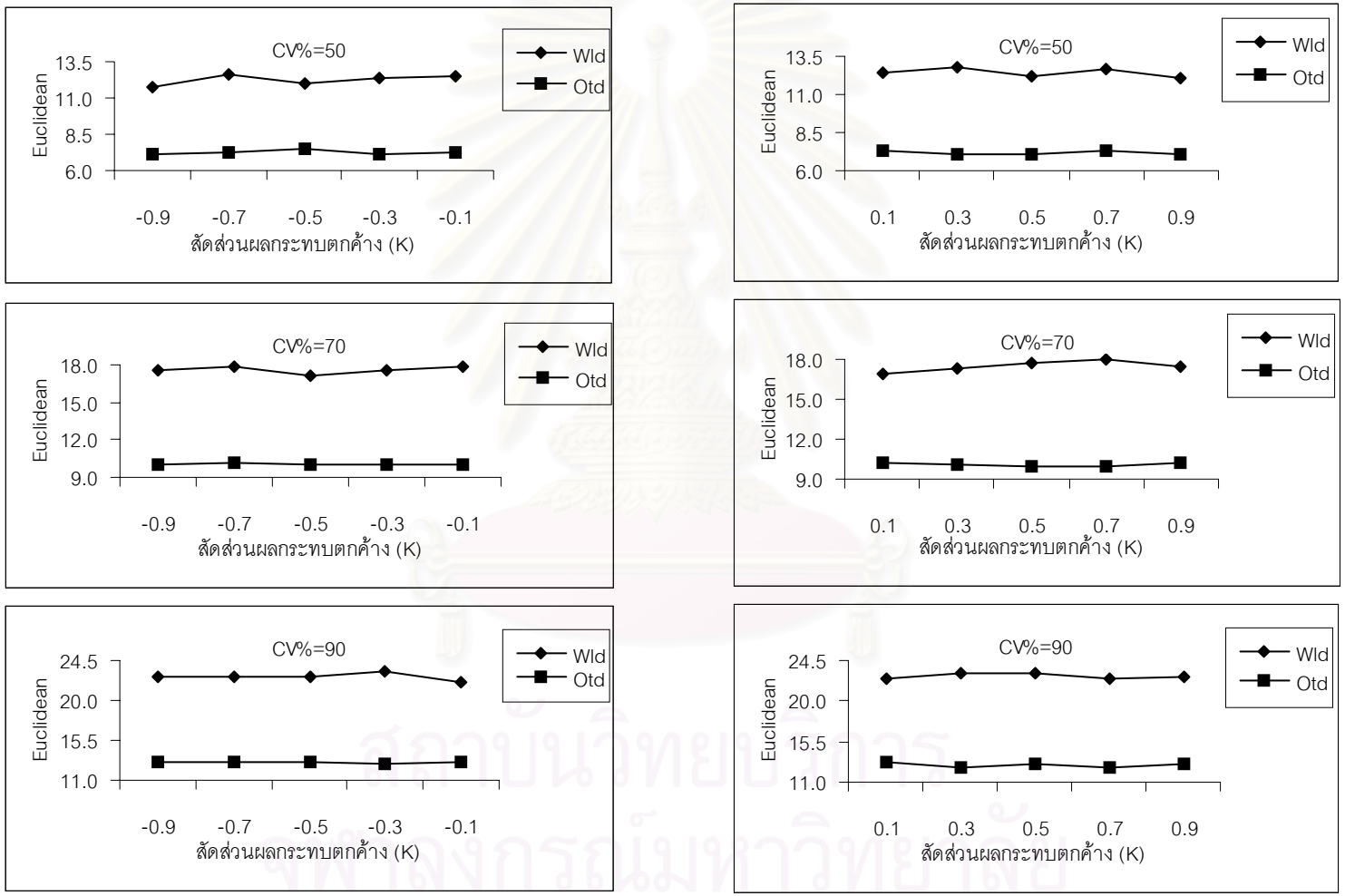






สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.16 (ต่อ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	Wld	2.2650	2.2980	2.2798	2.2895	2.2578	2.2540	2.3008	2.2536	2.2587	2.2637
		Otd	1.4779	1.5064	1.4709	1.4816	1.5304	1.5311	1.5571	1.5269	1.5179	1.5062
	30	Wld	6.6280	6.7940	6.8683	6.7810	6.7846	6.9723	6.9648	6.6855	6.7896	6.6719
		Otd	4.6469	4.5227	4.6775	4.6014	4.5766	4.7112	4.6259	4.5482	4.6688	4.5574
	50	Wld	11.3238	11.4110	11.3995	11.3897	11.3699	11.3776	11.3361	11.2619	11.5000	11.4946
		Otd	7.7087	7.6435	7.6810	7.5600	7.6241	7.6842	7.5880	7.6949	7.6727	7.6422
	70	Wld	15.7179	15.7636	15.7376	15.9591	15.6481	15.8013	16.0132	15.7565	15.7771	15.5535
		Otd	10.7868	10.7462	10.7025	10.8956	10.8654	10.6720	10.7475	10.6209	10.6686	10.6063
	90	Wld	20.4365	20.5547	19.9993	21.1454	20.4077	20.3296	19.9829	20.3774	20.5919	20.3382
		Otd	13.7942	13.6603	13.6832	13.9438	13.8505	13.7707	13.8317	13.6884	13.7083	13.4703

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

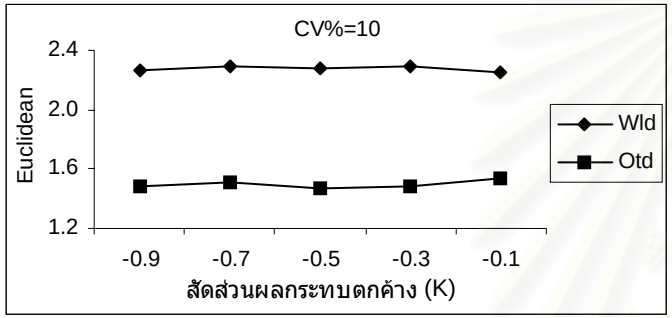
ตารางที่ 4.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

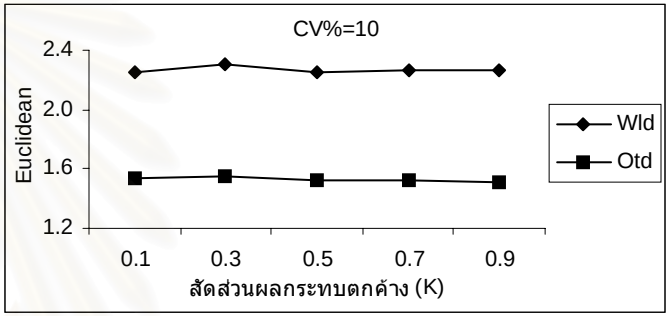
ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	Wld	1.9215	2.0015	1.9349	1.9534	1.9413	1.9672	1.8952	1.9144	1.9549	1.9297
		Otd	1.3979	1.3664	1.3804	1.3342	1.4051	1.3937	1.3689	1.3635	1.3566	1.3867
	30	Wld	5.9405	5.8531	5.8472	5.7554	6.0093	6.0026	5.7548	5.7103	5.9001	5.9895
		Otd	4.1992	4.1225	4.1912	4.1904	4.1938	4.1751	4.1763	4.0956	4.1164	4.0657
	50	Wld	9.8400	9.5662	9.8113	9.8107	9.9451	9.6608	9.8931	9.3860	9.7648	10.0684
		Otd	6.8599	6.8519	6.8877	6.8903	6.8346	7.0144	6.8570	6.7871	6.9417	6.8809
	70	Wld	13.4720	13.6531	13.8419	13.5492	13.7746	13.6259	13.8021	14.0839	13.8361	13.4026
		Otd	9.5383	9.5827	9.8082	9.7437	9.6336	9.6561	9.5553	9.6876	9.8063	9.5387
	90	Wld	17.8008	17.4370	17.0845	17.5021	17.6062	17.4474	18.0459	17.7290	17.3586	17.5725
		Otd	12.3422	12.7103	12.3860	12.5562	12.5050	12.6151	12.5267	12.6209	12.4029	12.5270

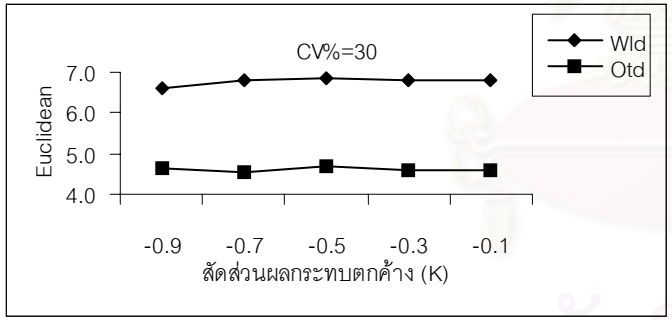
จากตารางที่ 4.1.17 -4.1.18 เพื่อให้เห็นระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.1.17-4.1.18 ตามลำดับ

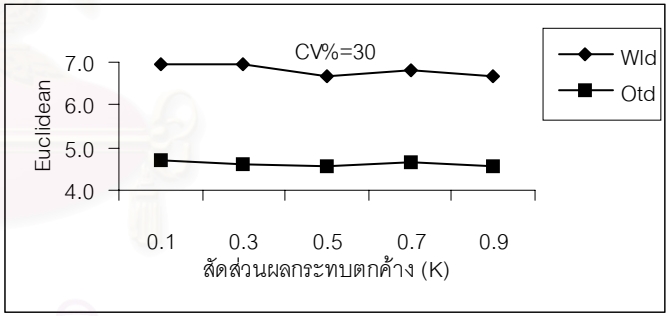
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=tและปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



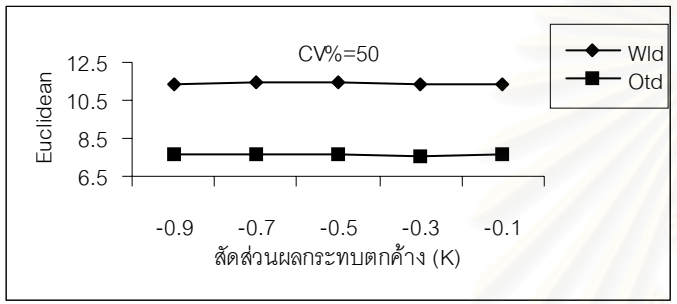


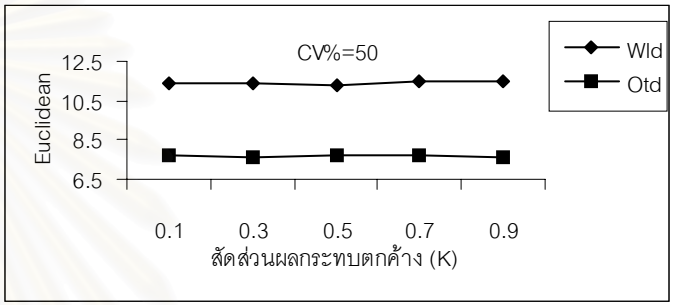


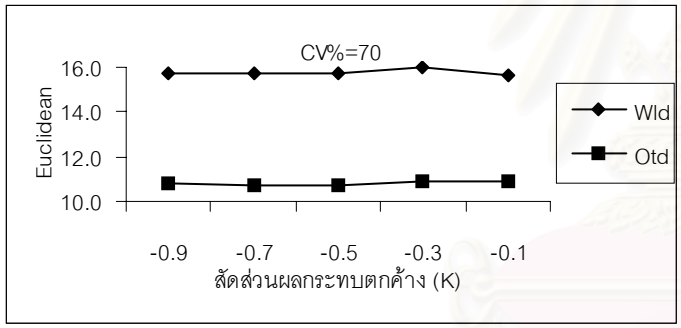


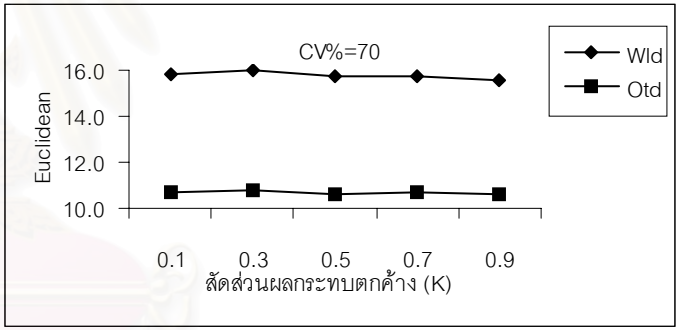
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

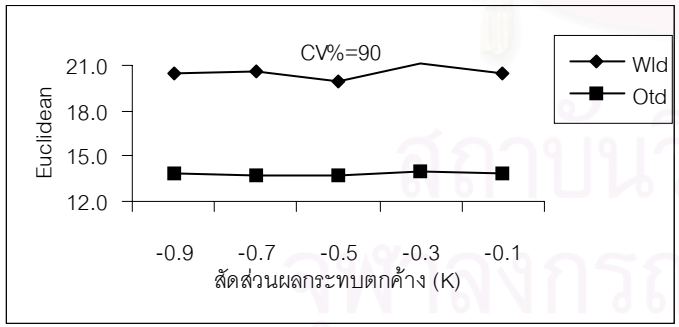
รูปที่ 4.1.17 (ต่อ)

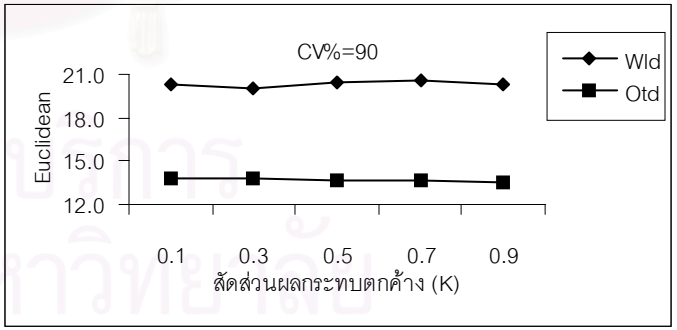






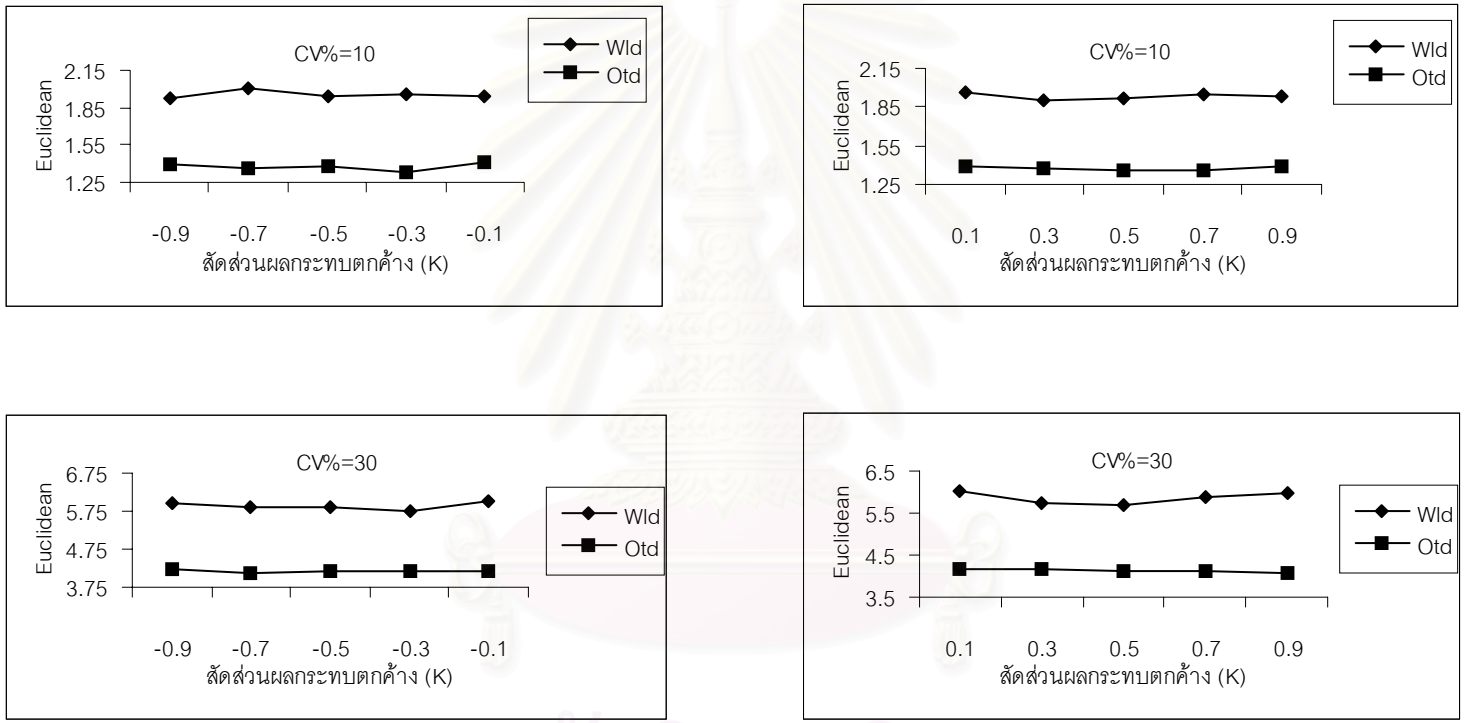






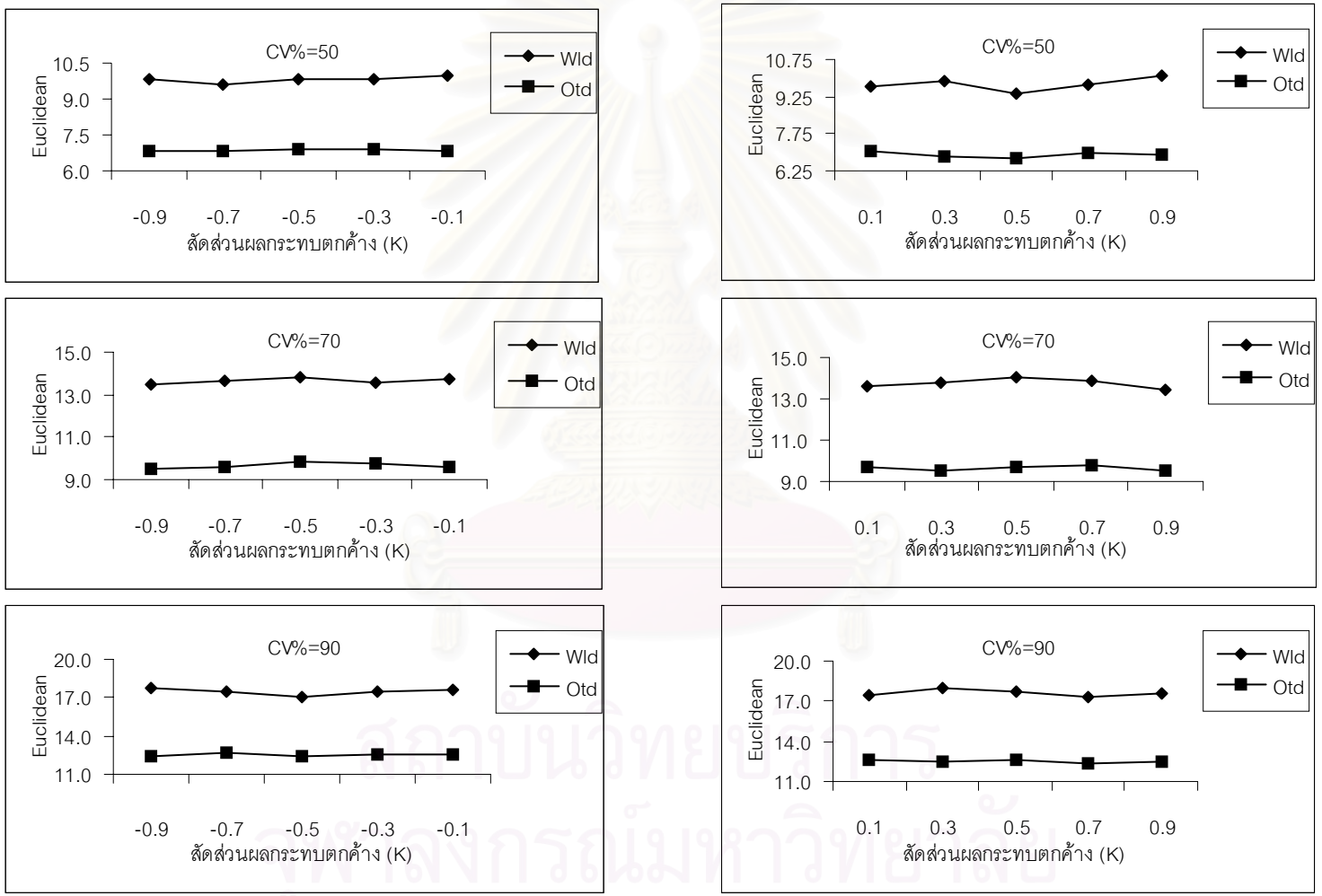
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5, p=t+1และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1.18 (ต่อ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	p=3	10	0.2753	0.2532	0.2327	0.2186	0.2087	0.1805	0.1937	0.2147	0.2391	0.2588
		30	0.2840	0.2685	0.2481	0.2216	0.2163	0.1879	0.2088	0.2251	0.2471	0.2632
		50	0.3160	0.2855	0.2533	0.2333	0.2205	0.1924	0.2126	0.2470	0.2582	0.2792
		70	0.3378	0.3151	0.2601	0.2460	0.2311	0.2115	0.2364	0.2598	0.2644	0.2857
		90	0.3447	0.3261	0.2761	0.2547	0.2431	0.2236	0.2469	0.2697	0.2733	0.2902
	p=4	10	0.2180	0.2066	0.1958	0.1706	0.1578	0.1452	0.1680	0.1755	0.1959	0.2052
		30	0.2247	0.2152	0.1999	0.1867	0.1622	0.1559	0.1721	0.1865	0.1982	0.2105
		50	0.2458	0.2284	0.2017	0.1989	0.1785	0.1657	0.1828	0.1968	0.2163	0.2244
		70	0.2565	0.2375	0.2203	0.2060	0.1843	0.1716	0.1909	0.2082	0.2232	0.2440
		90	0.2659	0.2411	0.2376	0.2178	0.1912	0.1842	0.2096	0.2178	0.2394	0.2583

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.3165	0.2937	0.2819	0.2586	0.2245	0.2033	0.2247	0.2665	0.2977	0.3173
		30	0.3491	0.3144	0.2958	0.2680	0.2367	0.2199	0.2355	0.2772	0.3024	0.3210
		50	0.3526	0.3294	0.3078	0.2792	0.2454	0.2235	0.2509	0.2857	0.3193	0.3351
		70	0.3636	0.3335	0.3185	0.2845	0.2563	0.2363	0.2697	0.2948	0.3295	0.3426
		90	0.3801	0.3547	0.3277	0.3078	0.2653	0.2473	0.2874	0.3156	0.3306	0.3532
	p=5	10	0.2491	0.2258	0.1962	0.1875	0.1661	0.1535	0.1727	0.1905	0.2132	0.2312
		30	0.2578	0.2377	0.2167	0.1963	0.1703	0.1683	0.1825	0.2081	0.2359	0.2495
		50	0.2609	0.2480	0.2291	0.2025	0.1825	0.1753	0.1957	0.2105	0.2460	0.2697
		70	0.2749	0.2596	0.2368	0.2146	0.1962	0.1807	0.2120	0.2291	0.2506	0.2757
		90	0.2967	0.2706	0.2473	0.2297	0.2146	0.1975	0.2276	0.2459	0.2649	0.2818

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.2514	0.2300	0.2205	0.2103	0.1974	0.1770	0.1849	0.2028	0.2297	0.2461
		30	0.2756	0.2595	0.2475	0.2263	0.2073	0.1803	0.1932	0.2166	0.2318	0.2532
		50	0.2985	0.2763	0.2532	0.2325	0.2172	0.1957	0.2042	0.2238	0.2476	0.2639
		70	0.3224	0.3090	0.2816	0.2616	0.2213	0.2018	0.2233	0.2456	0.2591	0.2761
		90	0.3320	0.3170	0.2943	0.2712	0.2328	0.2127	0.2303	0.2514	0.2646	0.2865
	p=5	10	0.2084	0.1830	0.1774	0.1631	0.1433	0.1375	0.1586	0.1648	0.1823	0.1918
		30	0.2189	0.2052	0.1855	0.1785	0.1587	0.1451	0.1632	0.1792	0.1942	0.2026
		50	0.2233	0.2176	0.1989	0.1892	0.1649	0.1530	0.1752	0.1865	0.2035	0.2195
		70	0.2451	0.2244	0.2017	0.1923	0.1750	0.1628	0.1837	0.1939	0.2136	0.2285
		90	0.2568	0.2345	0.2290	0.2081	0.1883	0.1716	0.1913	0.2099	0.2240	0.2378

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.2598	0.2359	0.2146	0.1905	0.1670	0.1505	0.1732	0.2016	0.2177	0.2376
		30	0.2652	0.2515	0.2268	0.2048	0.1766	0.1693	0.1847	0.2138	0.2280	0.2497
		50	0.2837	0.2627	0.2355	0.2102	0.1898	0.1793	0.1974	0.2273	0.2308	0.2548
		70	0.2992	0.2795	0.2406	0.2208	0.1907	0.1848	0.2116	0.2386	0.2474	0.2643
		90	0.3013	0.2857	0.2544	0.2319	0.2066	0.1985	0.2245	0.2488	0.2555	0.2736
	p=6	10	0.2050	0.1792	0.1622	0.1351	0.1148	0.1110	0.1322	0.1532	0.1748	0.1944
		30	0.2264	0.1876	0.1734	0.1453	0.1261	0.1234	0.1424	0.1632	0.1814	0.2056
		50	0.2374	0.1988	0.1861	0.1571	0.1387	0.1352	0.1527	0.1720	0.1902	0.2171
		70	0.2482	0.2139	0.1997	0.1773	0.1520	0.1458	0.1680	0.1815	0.2153	0.2244
		90	0.2586	0.2271	0.2041	0.1873	0.1639	0.1544	0.1766	0.1979	0.2294	0.2308

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

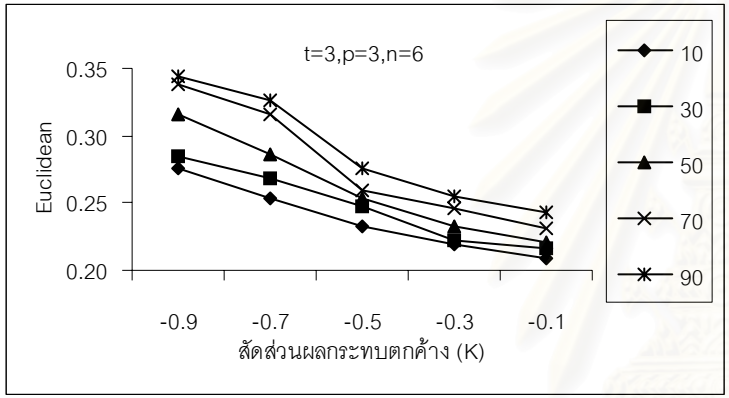
ตารางที่ 4.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

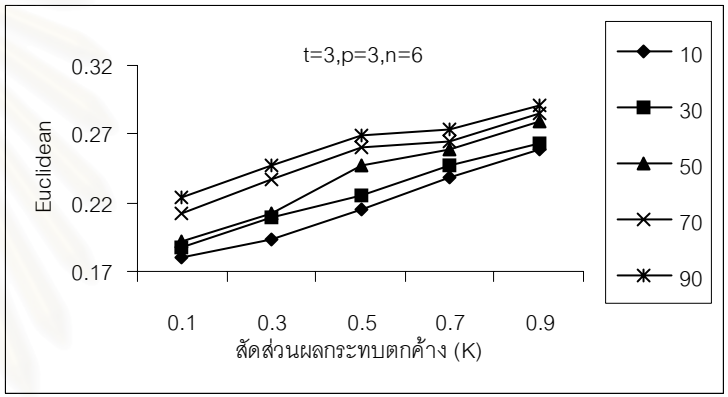
ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.2141	0.1913	0.1740	0.1631	0.1441	0.1378	0.1583	0.1699	0.1810	0.2061
		30	0.2266	0.2016	0.1876	0.1747	0.1542	0.1495	0.1609	0.1735	0.1921	0.2163
		50	0.2347	0.2128	0.1977	0.1845	0.1645	0.1598	0.1719	0.1806	0.2147	0.2266
		70	0.2421	0.2289	0.2042	0.1977	0.1775	0.1608	0.1848	0.1965	0.2284	0.2369
		90	0.2645	0.2456	0.2256	0.2168	0.1808	0.1759	0.1985	0.2024	0.2292	0.2407
	p=6	10	0.1783	0.1674	0.1456	0.1234	0.1098	0.1057	0.1252	0.1318	0.1524	0.1627
		30	0.1983	0.1741	0.1585	0.1488	0.1209	0.1195	0.1372	0.1423	0.1640	0.1754
		50	0.2096	0.1887	0.1630	0.1592	0.1332	0.1243	0.1417	0.1628	0.1808	0.1942
		70	0.2134	0.2051	0.1832	0.1613	0.1419	0.1389	0.1523	0.1732	0.1945	0.2017
		90	0.2253	0.2145	0.1936	0.1724	0.1520	0.1422	0.1653	0.1854	0.2055	0.2146

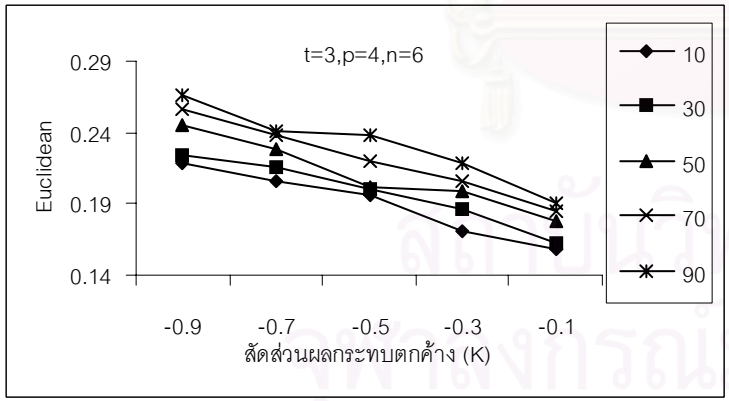
จากตารางที่ 4.2.1 – 4.2.15 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.1 – 4.2.5 ตามลำดับ

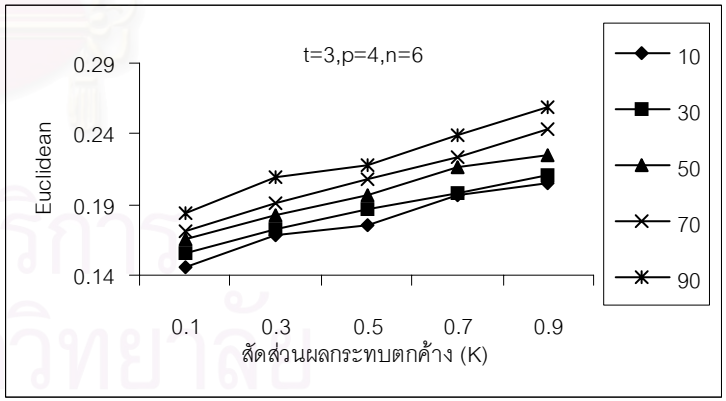
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

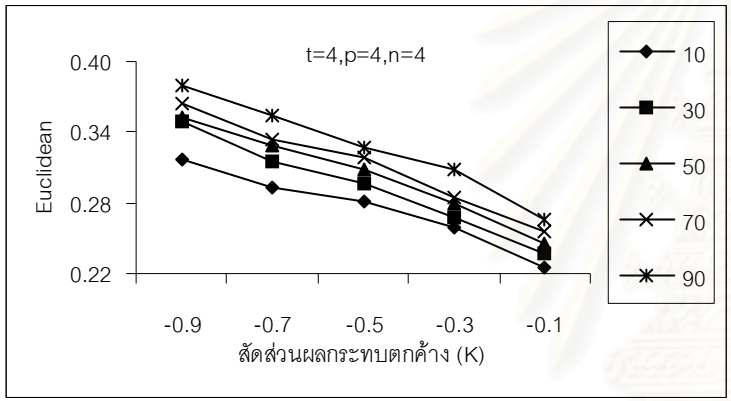


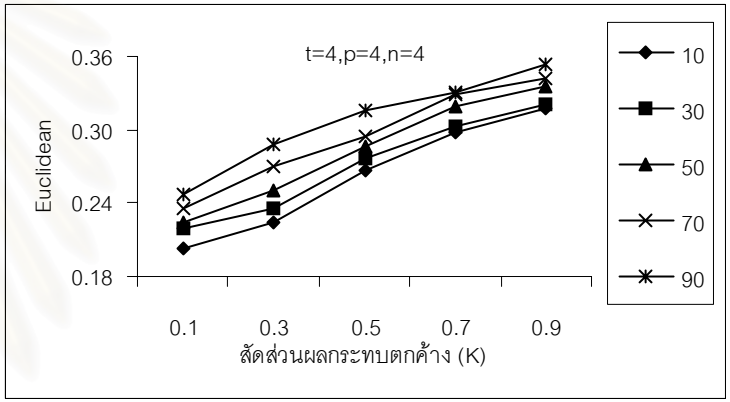


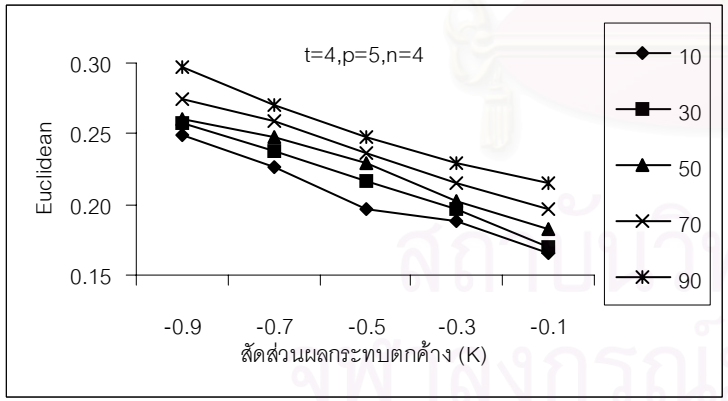


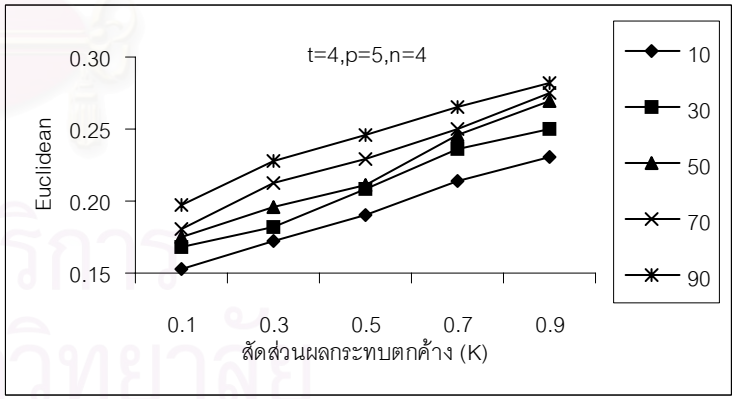


รูปที่ 4.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



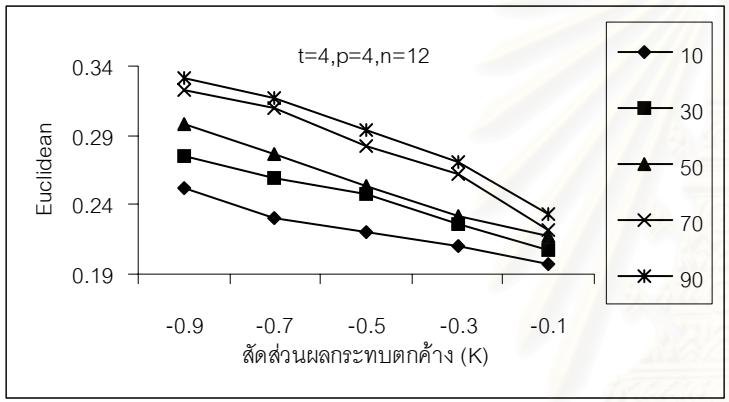


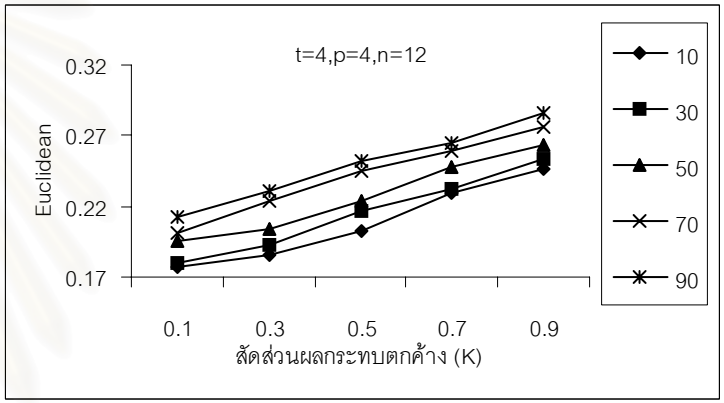


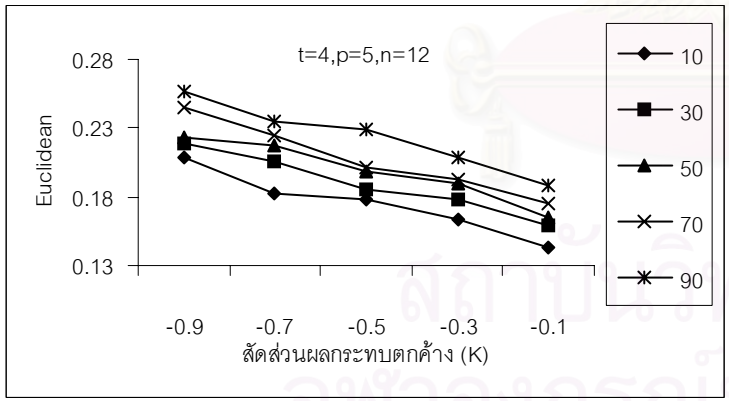


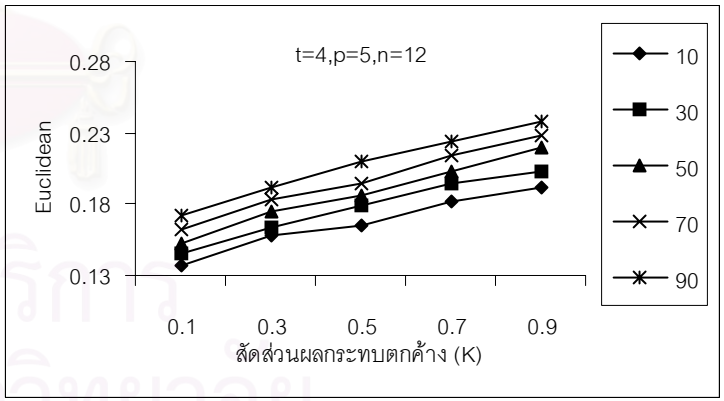
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



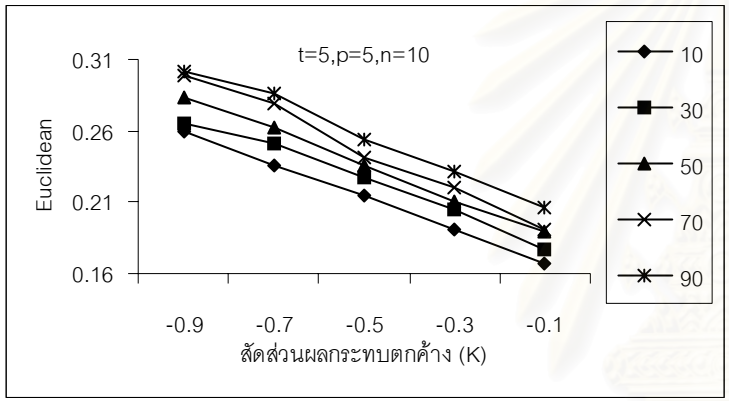


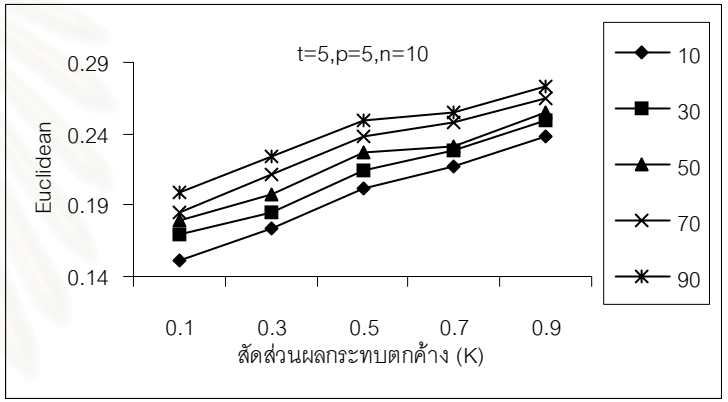


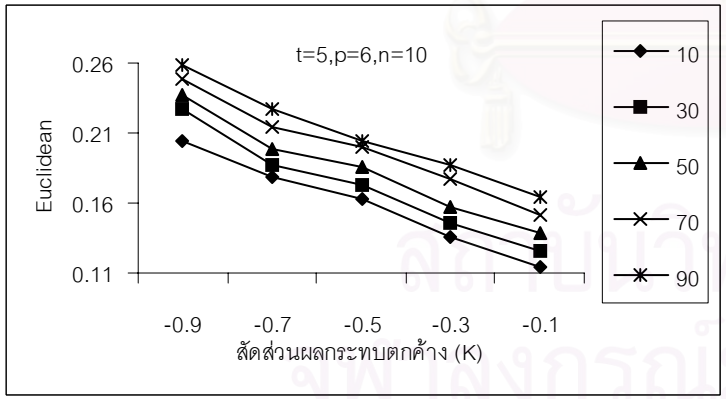


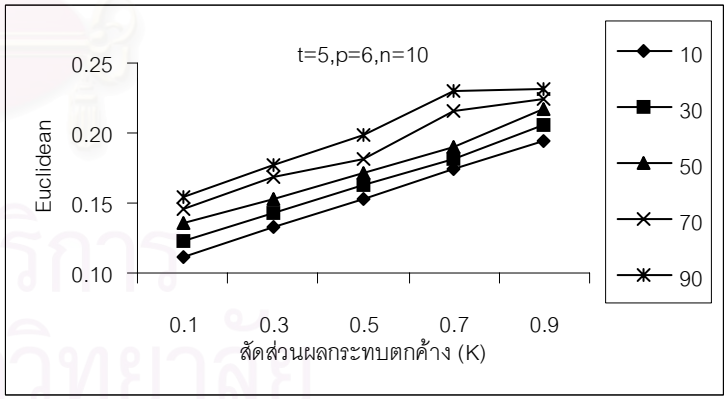
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



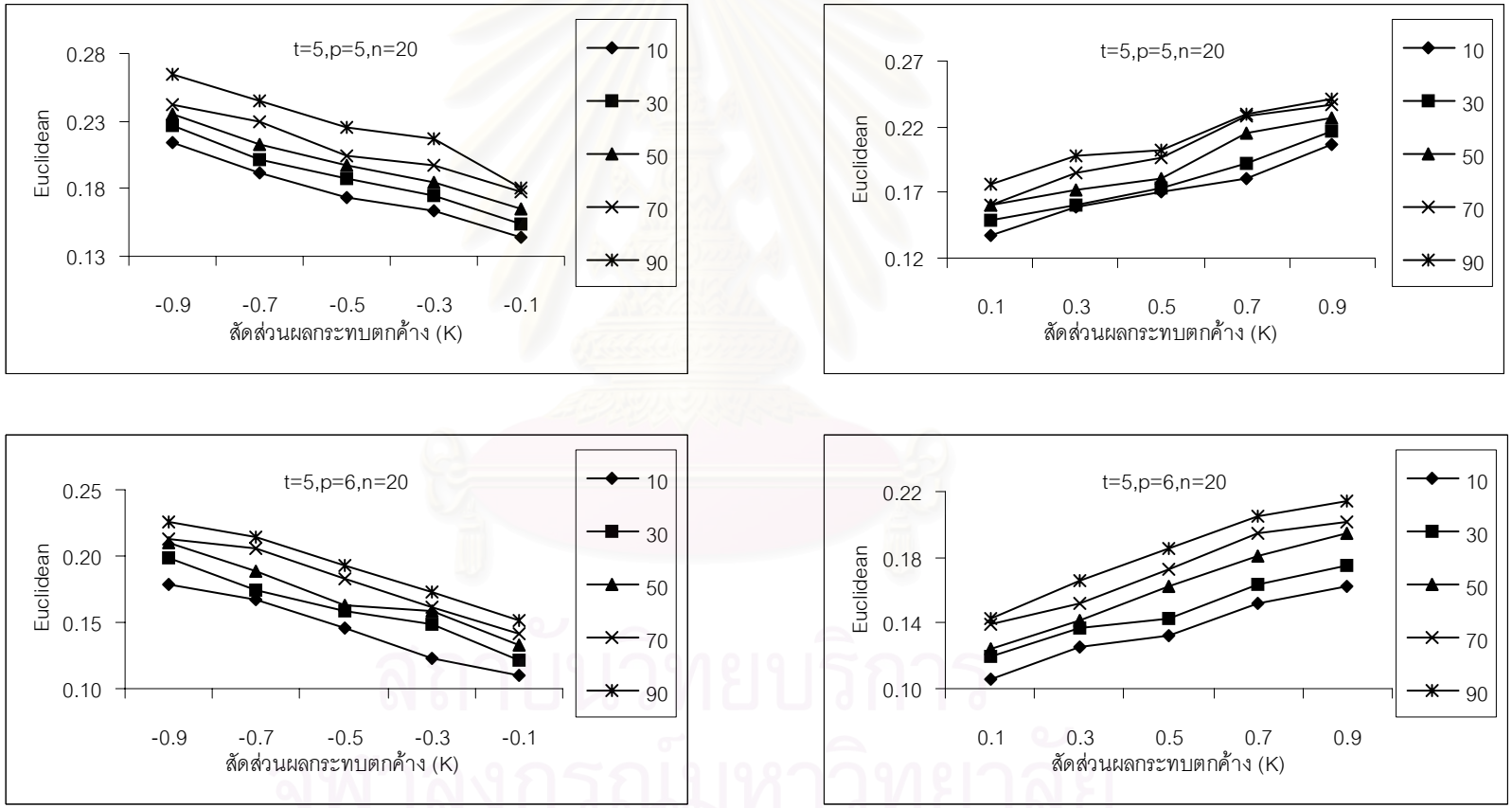






สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	0.2753	0.2532	0.2327	0.2186	0.2087	0.1805	0.1937	0.2147	0.2391	0.2588
		p=4	0.2180	0.2066	0.1958	0.1706	0.1578	0.1452	0.1680	0.1755	0.1959	0.2052
	30	p=3	0.2840	0.2685	0.2481	0.2216	0.2163	0.1879	0.2088	0.2251	0.2471	0.2632
		p=4	0.2247	0.2152	0.1999	0.1867	0.1622	0.1559	0.1721	0.1865	0.1982	0.2105
	50	p=3	0.3160	0.2855	0.2533	0.2333	0.2205	0.1924	0.2126	0.2470	0.2582	0.2792
		p=4	0.2458	0.2284	0.2017	0.1989	0.1785	0.1657	0.1828	0.1968	0.2163	0.2244
	70	p=3	0.3378	0.3151	0.2601	0.2460	0.2311	0.2115	0.2364	0.2598	0.2644	0.2857
		p=4	0.2565	0.2375	0.2203	0.2060	0.1843	0.1716	0.1909	0.2082	0.2232	0.2440
	90	p=3	0.3447	0.3261	0.2761	0.2547	0.2431	0.2236	0.2469	0.2697	0.2733	0.2902
		p=4	0.2659	0.2411	0.2376	0.2178	0.1912	0.1842	0.2096	0.2178	0.2394	0.2583

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.3165	0.2937	0.2819	0.2586	0.2245	0.2033	0.2247	0.2665	0.2977	0.3173
		p=5	0.2491	0.2258	0.1962	0.1875	0.1661	0.1535	0.1727	0.1905	0.2132	0.2312
	30	p=4	0.3491	0.3144	0.2958	0.2680	0.2367	0.2199	0.2355	0.2772	0.3024	0.3210
		p=5	0.2578	0.2377	0.2167	0.1963	0.1703	0.1683	0.1825	0.2081	0.2359	0.2495
	50	p=4	0.3526	0.3294	0.3078	0.2792	0.2454	0.2235	0.2509	0.2857	0.3193	0.3351
		p=5	0.2609	0.2480	0.2291	0.2025	0.1825	0.1753	0.1957	0.2105	0.2460	0.2697
	70	p=4	0.3636	0.3335	0.3185	0.2845	0.2563	0.2363	0.2697	0.2948	0.3295	0.3426
		p=5	0.2749	0.2596	0.2368	0.2146	0.1962	0.1807	0.2120	0.2291	0.2506	0.2757
	90	p=4	0.3801	0.3547	0.3277	0.3078	0.2653	0.2473	0.2874	0.3156	0.3306	0.3532
		p=5	0.2967	0.2706	0.2473	0.2297	0.2146	0.1975	0.2276	0.2459	0.2649	0.2818

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.2514	0.2300	0.2205	0.2103	0.1974	0.1770	0.1849	0.2028	0.2297	0.2461
		p=5	0.2084	0.1830	0.1774	0.1631	0.1433	0.1375	0.1586	0.1648	0.1823	0.1918
	30	p=4	0.2756	0.2595	0.2475	0.2263	0.2073	0.1803	0.1932	0.2166	0.2318	0.2532
		p=5	0.2189	0.2052	0.1855	0.1785	0.1587	0.1451	0.1632	0.1792	0.1942	0.2026
	50	p=4	0.2985	0.2763	0.2532	0.2325	0.2172	0.1957	0.2042	0.2238	0.2476	0.2639
		p=5	0.2233	0.2176	0.1989	0.1892	0.1649	0.1530	0.1752	0.1865	0.2035	0.2195
	70	p=4	0.3224	0.3090	0.2816	0.2616	0.2213	0.2018	0.2233	0.2456	0.2591	0.2761
		p=5	0.2451	0.2244	0.2017	0.1923	0.1750	0.1628	0.1837	0.1939	0.2136	0.2285
	90	p=4	0.3320	0.3170	0.2943	0.2712	0.2328	0.2127	0.2303	0.2514	0.2646	0.2865
		p=5	0.2568	0.2345	0.2290	0.2081	0.1883	0.1716	0.1913	0.2099	0.2240	0.2378

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	0.2598	0.2359	0.2146	0.1905	0.1670	0.1505	0.1732	0.2016	0.2177	0.2376
		p=6	0.2050	0.1792	0.1622	0.1351	0.1148	0.1110	0.1322	0.1532	0.1748	0.1944
	30	p=5	0.2652	0.2515	0.2268	0.2048	0.1766	0.1693	0.1847	0.2138	0.2280	0.2497
		p=6	0.2264	0.1876	0.1734	0.1453	0.1261	0.1234	0.1424	0.1632	0.1814	0.2056
	50	p=5	0.2837	0.2627	0.2355	0.2102	0.1898	0.1793	0.1974	0.2273	0.2308	0.2548
		p=6	0.2374	0.1988	0.1861	0.1571	0.1387	0.1352	0.1527	0.1720	0.1902	0.2171
	70	p=5	0.2992	0.2795	0.2406	0.2208	0.1907	0.1848	0.2116	0.2386	0.2474	0.2643
		p=6	0.2482	0.2139	0.1997	0.1773	0.1520	0.1458	0.1680	0.1815	0.2153	0.2244
	90	p=5	0.3013	0.2857	0.2544	0.2319	0.2066	0.1985	0.2245	0.2488	0.2555	0.2736
		p=6	0.2586	0.2271	0.2041	0.1873	0.1639	0.1544	0.1766	0.1979	0.2294	0.2308

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

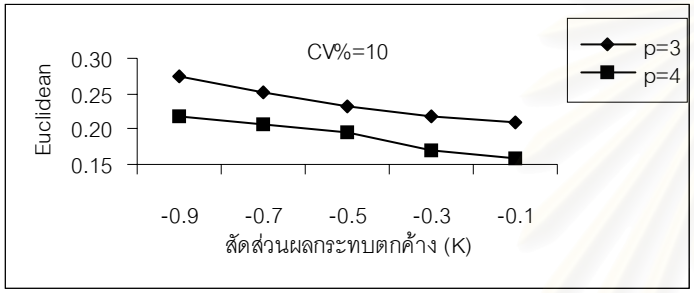
ตารางที่ 4.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

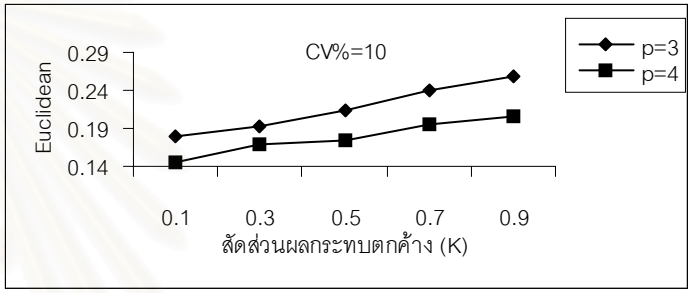
ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	0.2141	0.1913	0.1740	0.1631	0.1441	0.1378	0.1583	0.1699	0.1810	0.2061
		p=6	0.1783	0.1674	0.1456	0.1234	0.1098	0.1057	0.1252	0.1318	0.1524	0.1627
	30	p=5	0.2266	0.2016	0.1876	0.1747	0.1542	0.1495	0.1609	0.1735	0.1921	0.2163
		p=6	0.1983	0.1741	0.1585	0.1488	0.1209	0.1195	0.1372	0.1423	0.1640	0.1754
	50	p=5	0.2347	0.2128	0.1977	0.1845	0.1645	0.1598	0.1719	0.1806	0.2147	0.2266
		p=6	0.2096	0.1887	0.1630	0.1592	0.1332	0.1243	0.1417	0.1628	0.1808	0.1942
	70	p=5	0.2421	0.2289	0.2042	0.1977	0.1775	0.1608	0.1848	0.1965	0.2284	0.2369
		p=6	0.2134	0.2051	0.1832	0.1613	0.1419	0.1389	0.1523	0.1732	0.1945	0.2017
	90	p=5	0.2645	0.2456	0.2256	0.2168	0.1808	0.1759	0.1985	0.2024	0.2292	0.2407
		p=6	0.2253	0.2145	0.1936	0.1724	0.1520	0.1422	0.1653	0.1854	0.2055	0.2146

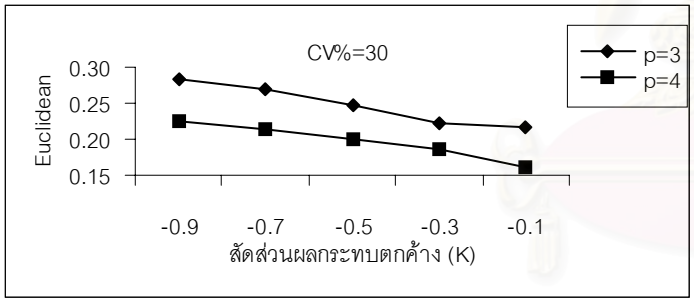
จากตารางที่ 4.2.6 – 4.2.10 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลาชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.6 – 4.2.10 ตามลำดับ

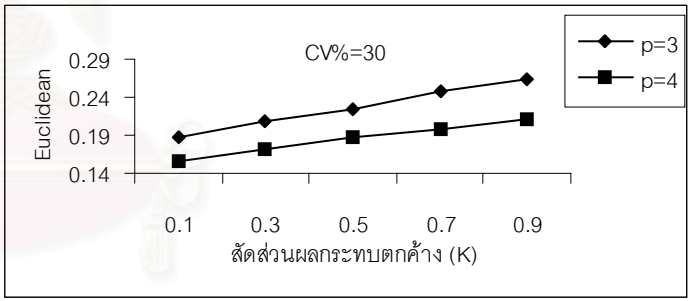
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



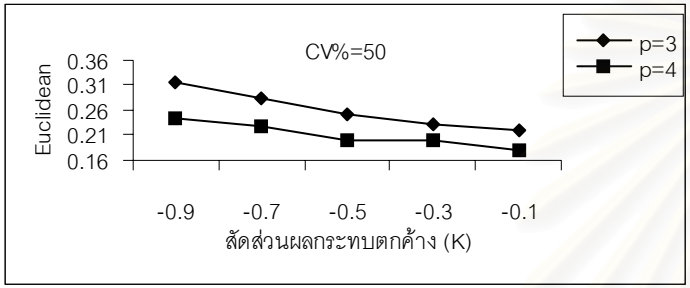


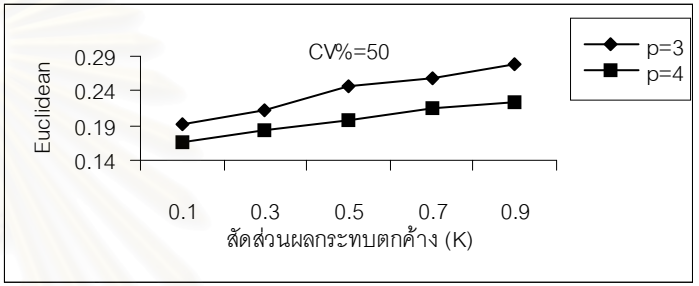


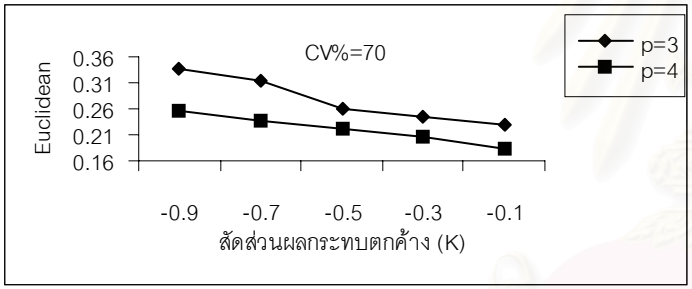


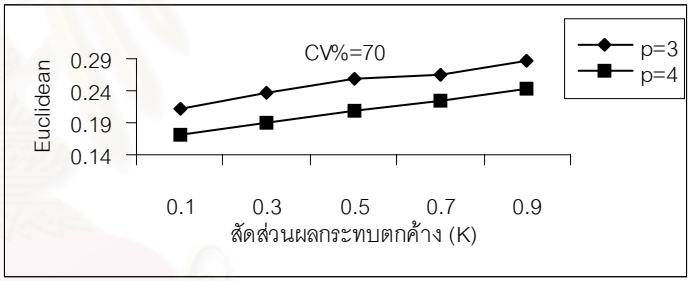
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

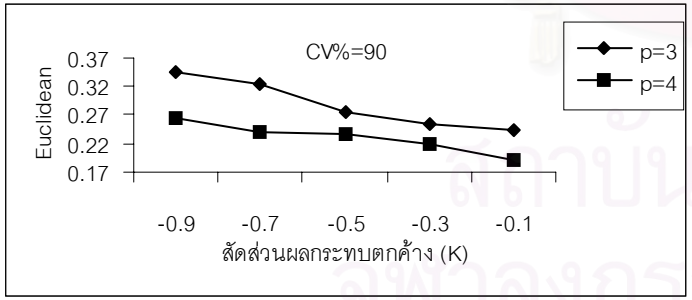
รูปที่ 4.2.6 (ต่อ)

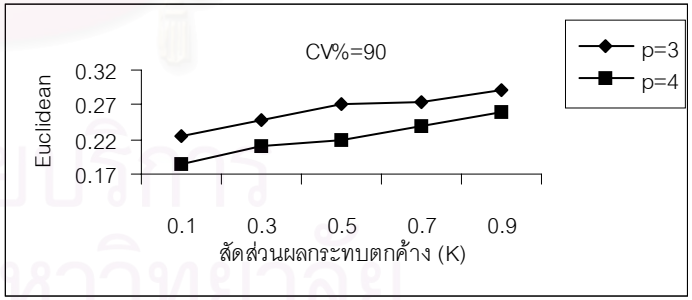






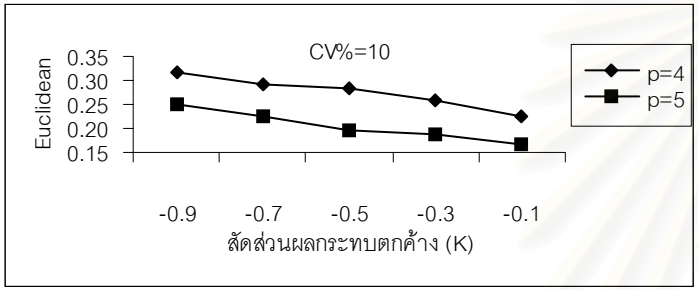


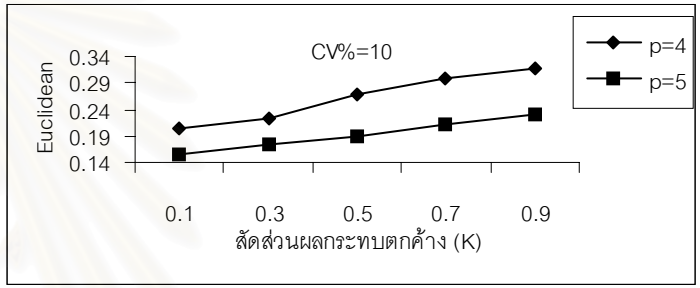


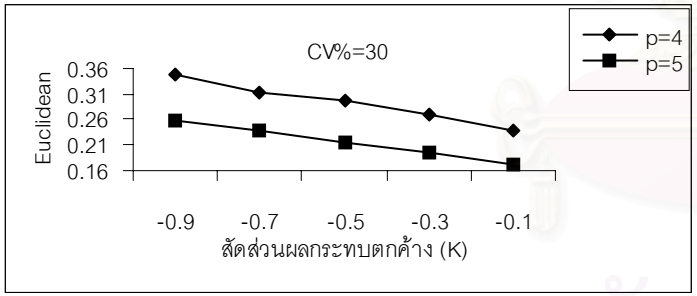


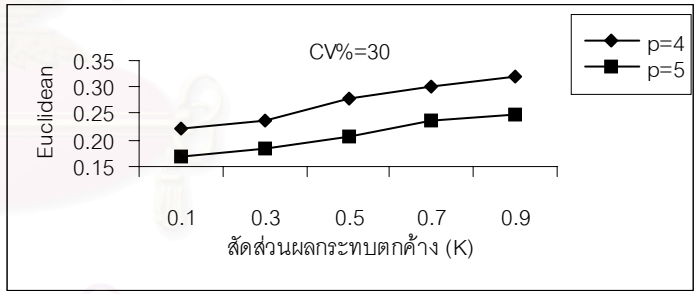
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



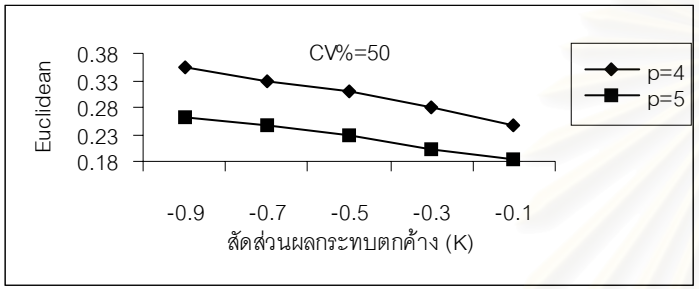


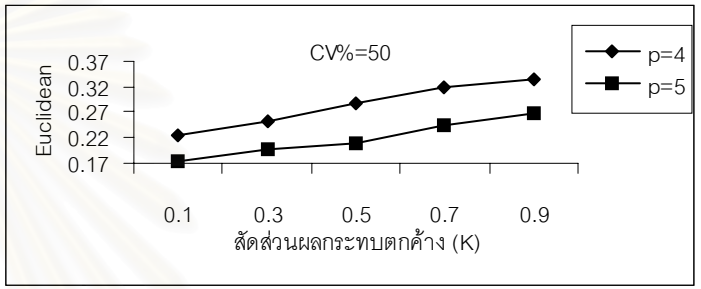


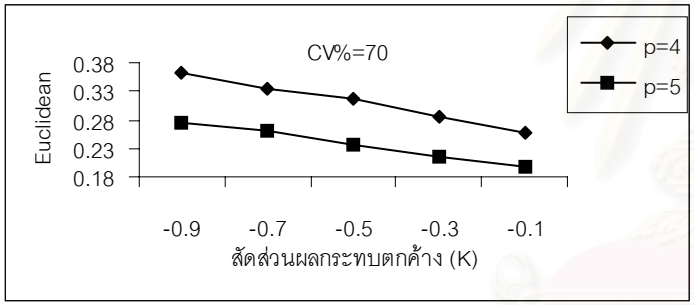


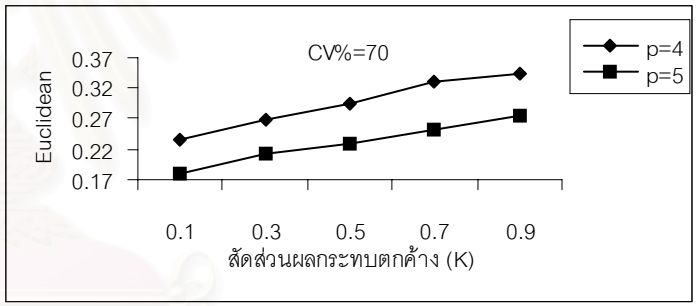
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

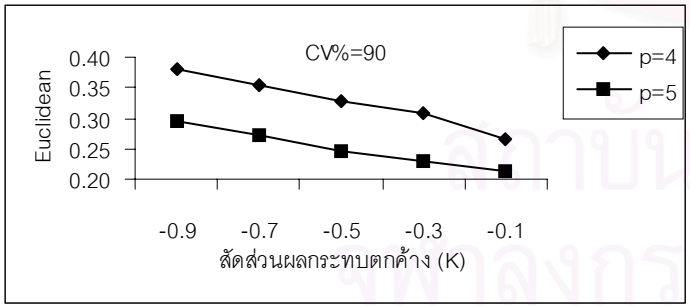
รูปที่ 4.2.7 (ต่อ)

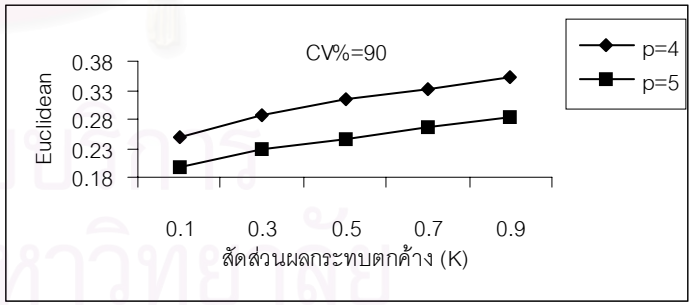






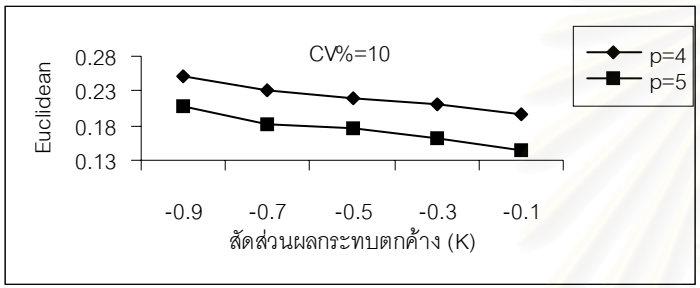


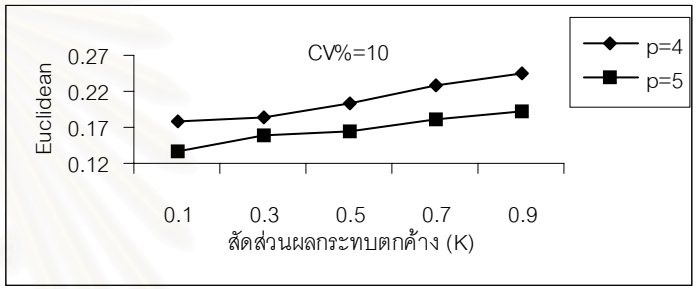


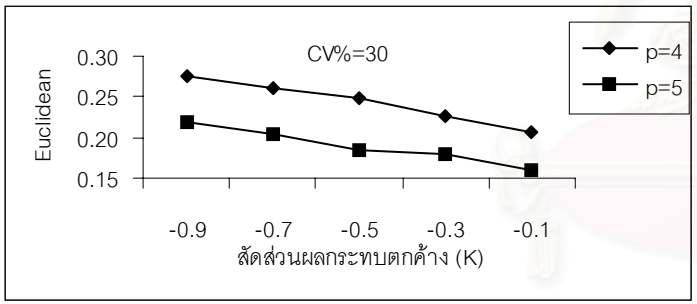


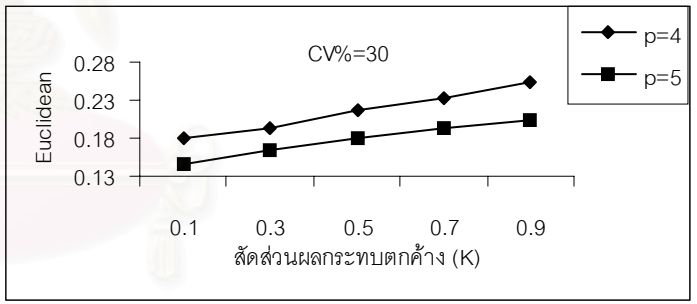
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



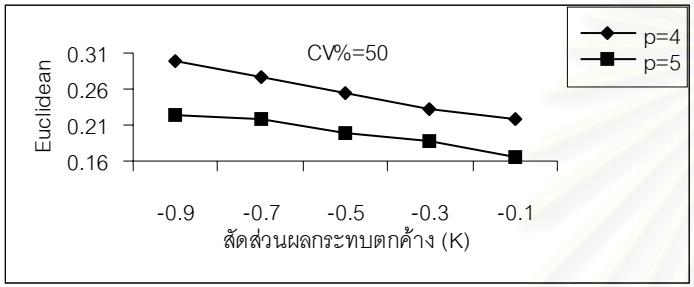


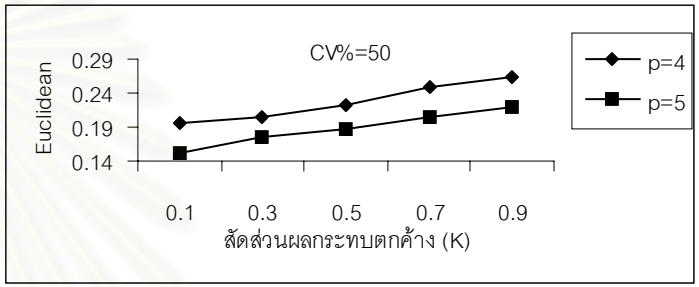


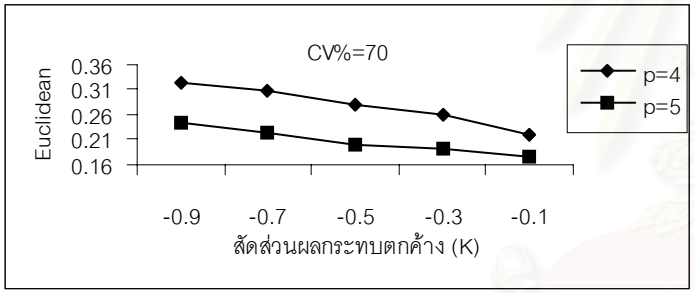


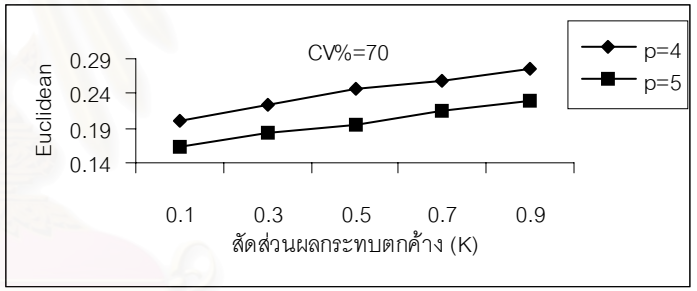
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

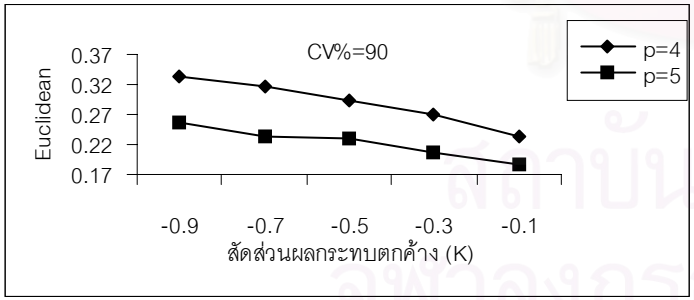
รูปที่ 4.2.8 (ต่อ)

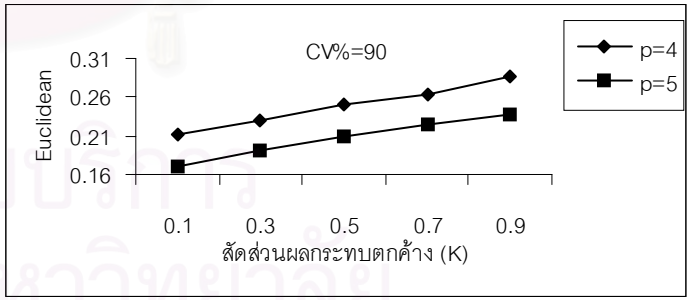






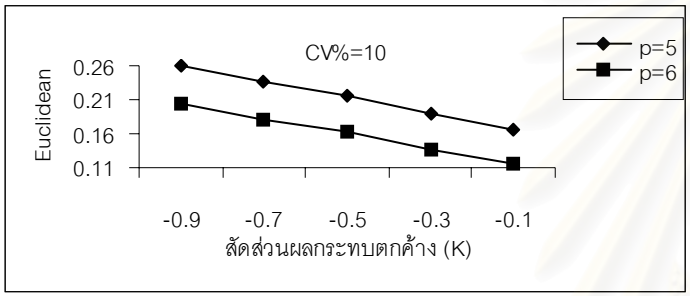


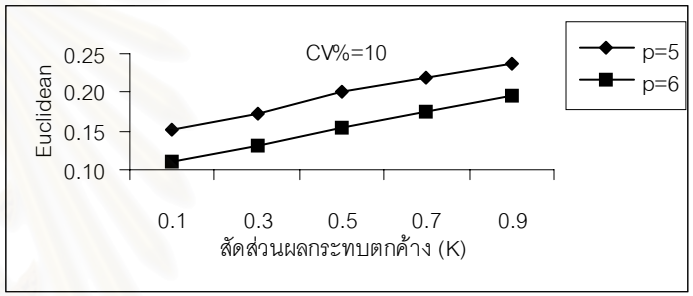


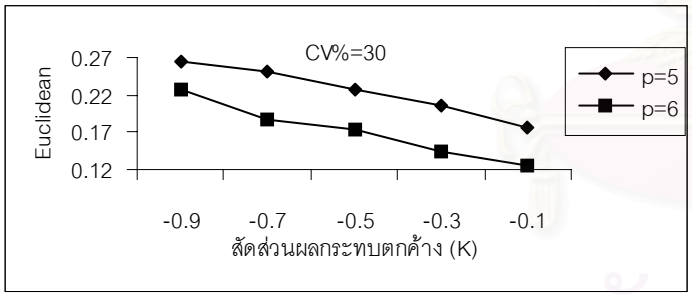


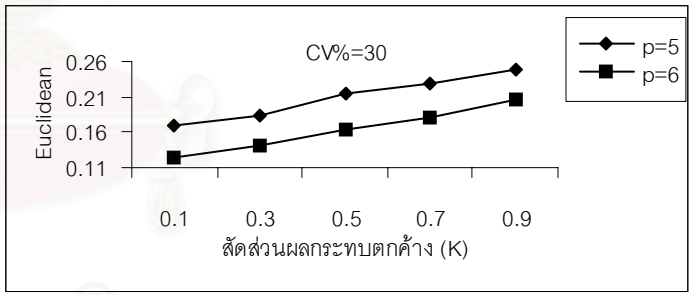
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



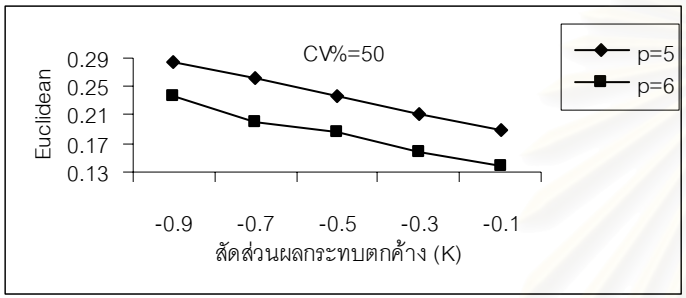


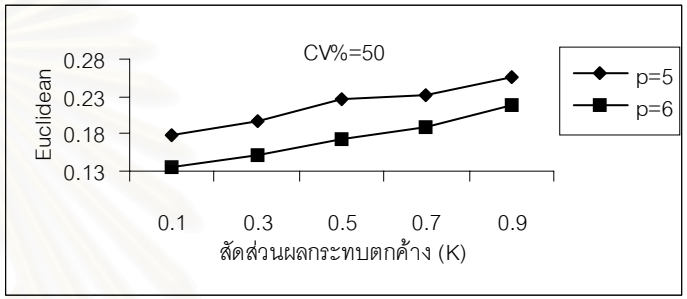


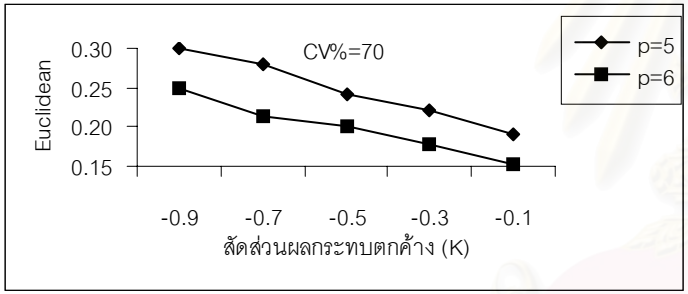


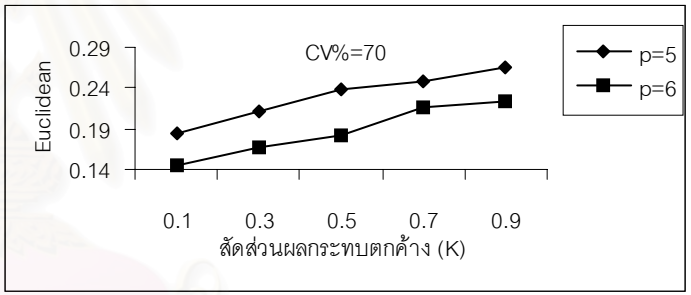
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

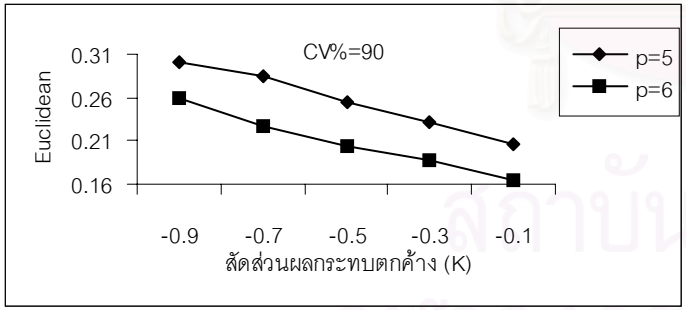
รูปที่ 4.2.9 (ต่อ)

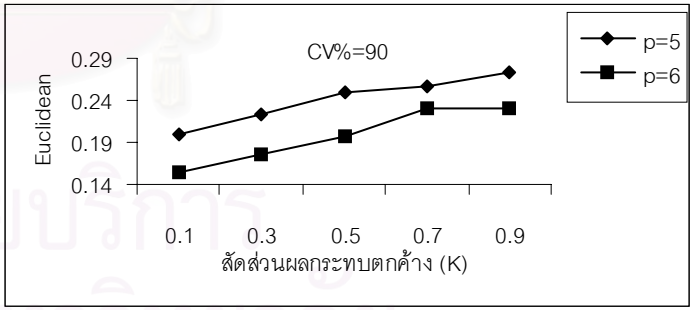






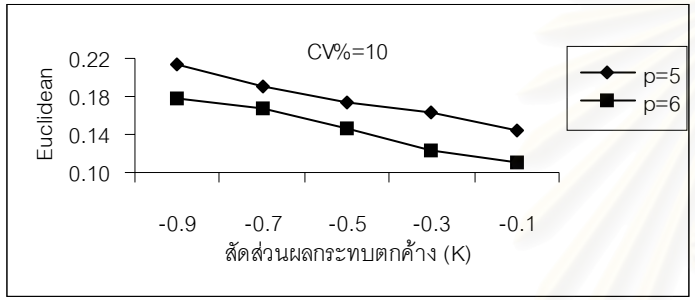


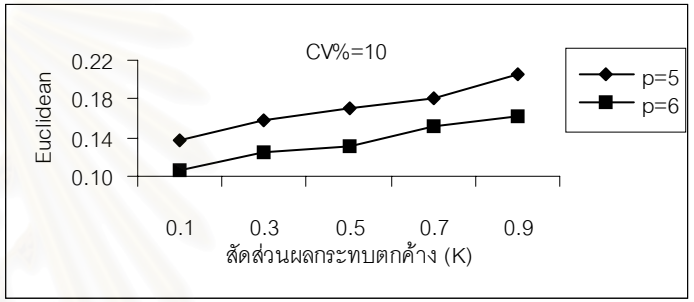


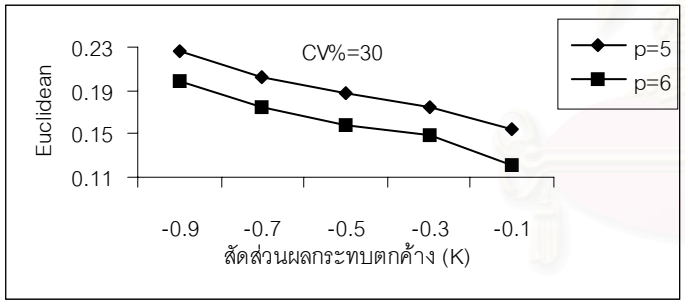


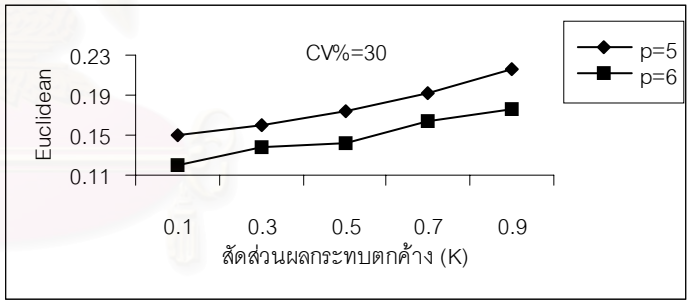
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$



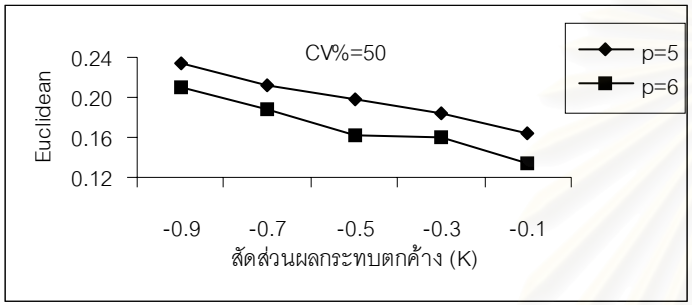


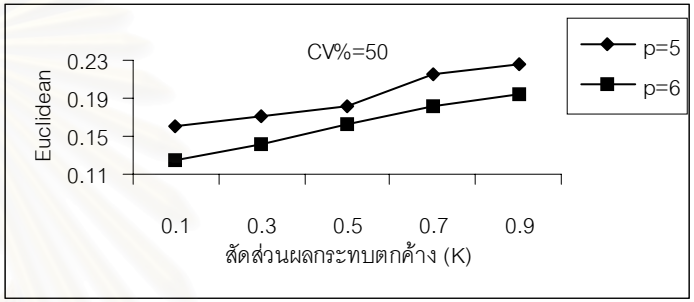


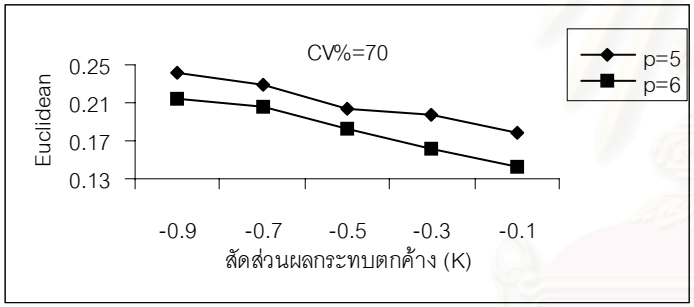


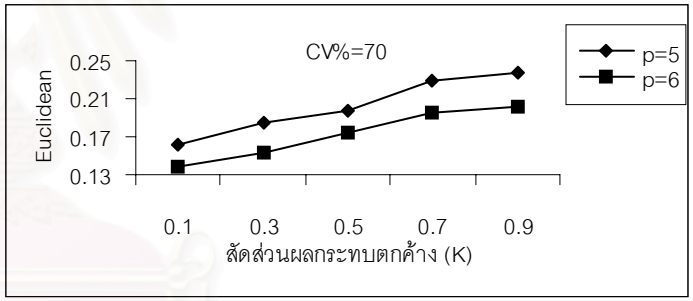
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

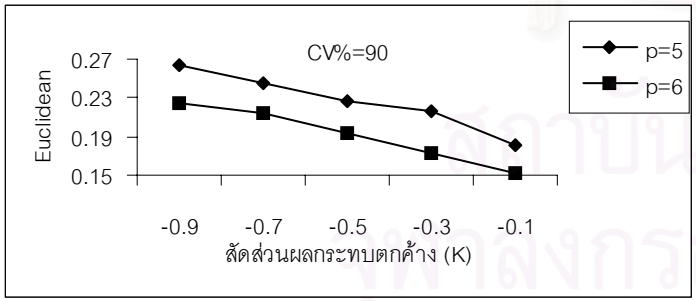
รูปที่ 4.2.10 (ต่อ)

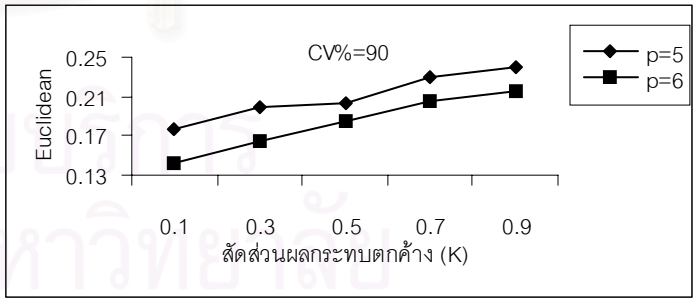












จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

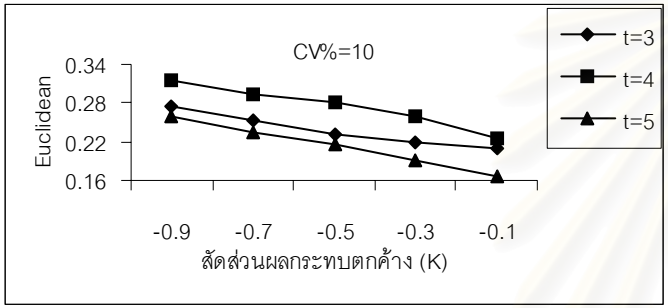
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.2753	0.2532	0.2327	0.2186	0.2087	0.1805	0.1937	0.2147	0.2391	0.2588
	t=4	p=4	0.3165	0.2937	0.2819	0.2586	0.2245	0.2033	0.2247	0.2665	0.2977	0.3173
	t=5	p=5	0.2598	0.2359	0.2146	0.1905	0.1670	0.1505	0.1732	0.2016	0.2177	0.2376
30	t=3	p=3	0.2840	0.2685	0.2481	0.2216	0.2163	0.1879	0.2088	0.2251	0.2471	0.2632
	t=4	p=4	0.3491	0.3144	0.2958	0.2680	0.2367	0.2199	0.2355	0.2772	0.3024	0.3210
	t=5	p=5	0.2652	0.2515	0.2268	0.2048	0.1766	0.1693	0.1847	0.2138	0.2280	0.2497
50	t=3	p=3	0.3160	0.2855	0.2533	0.2333	0.2205	0.1924	0.2126	0.2470	0.2582	0.2792
	t=4	p=4	0.3526	0.3294	0.3078	0.2792	0.2454	0.2235	0.2509	0.2857	0.3193	0.3351
	t=5	p=5	0.2837	0.2627	0.2355	0.2102	0.1898	0.1793	0.1974	0.2273	0.2308	0.2548
70	t=3	p=3	0.3378	0.3151	0.2601	0.2460	0.2311	0.2115	0.2364	0.2598	0.2644	0.2857
	t=4	p=4	0.3636	0.3335	0.3185	0.2845	0.2563	0.2363	0.2697	0.2948	0.3295	0.3426
	t=5	p=5	0.2992	0.2795	0.2406	0.2208	0.1907	0.1848	0.2116	0.2386	0.2474	0.2643
90	t=3	p=3	0.3447	0.3261	0.2761	0.2547	0.2431	0.2236	0.2469	0.2697	0.2733	0.2902
	t=4	p=4	0.3801	0.3547	0.3277	0.3078	0.2653	0.2473	0.2874	0.3156	0.3306	0.3532
	t=5	p=5	0.3013	0.2857	0.2544	0.2319	0.2066	0.1985	0.2245	0.2488	0.2555	0.2736

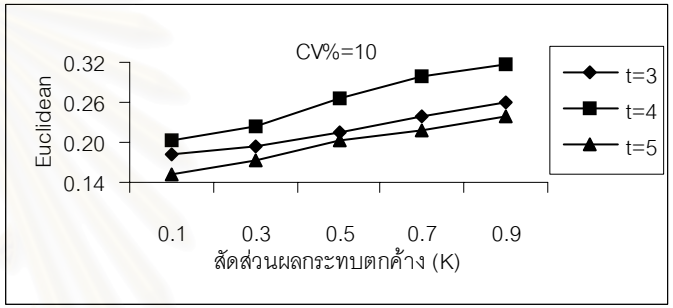
ตารางที่ 4.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

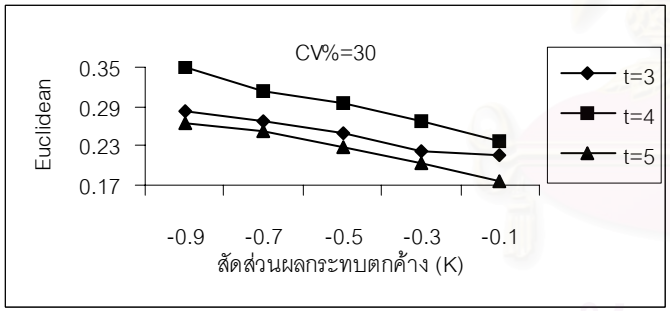
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	0.2180	0.2066	0.1958	0.1706	0.1578	0.1452	0.1680	0.1755	0.1959	0.2052
	t=4	p=5	0.2491	0.2258	0.1962	0.1875	0.1661	0.1535	0.1727	0.1905	0.2132	0.2312
	t=5	p=6	0.2050	0.1792	0.1622	0.1351	0.1148	0.1110	0.1322	0.1532	0.1748	0.1944
30	t=3	p=4	0.2247	0.2152	0.1999	0.1867	0.1622	0.1559	0.1721	0.1865	0.1982	0.2105
	t=4	p=5	0.2578	0.2377	0.2167	0.1963	0.1703	0.1683	0.1825	0.2081	0.2359	0.2495
	t=5	p=6	0.2264	0.1876	0.1734	0.1453	0.1261	0.1234	0.1424	0.1632	0.1814	0.2056
50	t=3	p=4	0.2458	0.2284	0.2017	0.1989	0.1785	0.1657	0.1828	0.1968	0.2163	0.2244
	t=4	p=5	0.2609	0.2480	0.2291	0.2025	0.1825	0.1753	0.1957	0.2105	0.2460	0.2697
	t=5	p=6	0.2374	0.1988	0.1861	0.1571	0.1387	0.1352	0.1527	0.1720	0.1902	0.2171
70	t=3	p=4	0.2565	0.2375	0.2203	0.2060	0.1843	0.1716	0.1909	0.2082	0.2232	0.2440
	t=4	p=5	0.2749	0.2596	0.2368	0.2146	0.1962	0.1807	0.2120	0.2291	0.2506	0.2757
	t=5	p=6	0.2482	0.2139	0.1997	0.1773	0.1520	0.1458	0.1680	0.1815	0.2153	0.2244
90	t=3	p=4	0.2659	0.2411	0.2376	0.2178	0.1912	0.1842	0.2096	0.2178	0.2394	0.2583
	t=4	p=5	0.2967	0.2706	0.2473	0.2297	0.2146	0.1975	0.2276	0.2459	0.2649	0.2818
	t=5	p=6	0.2586	0.2271	0.2041	0.1873	0.1639	0.1544	0.1766	0.1979	0.2294	0.2308

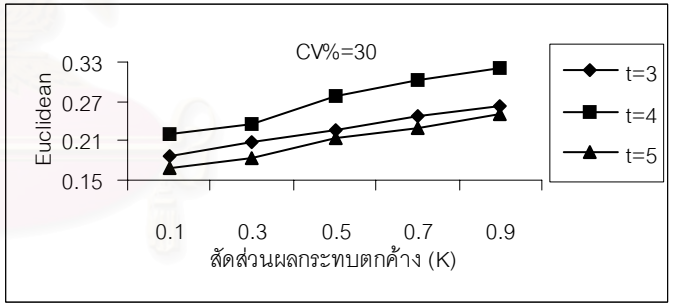
จากตารางที่ 4.2.11 –4.2.12 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดกับระดับปัจจัยทดลองชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.11 –4.2.12 ตามลำดับ

รูปที่ 4.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกัน มาก $\Phi \in [3, \infty)$



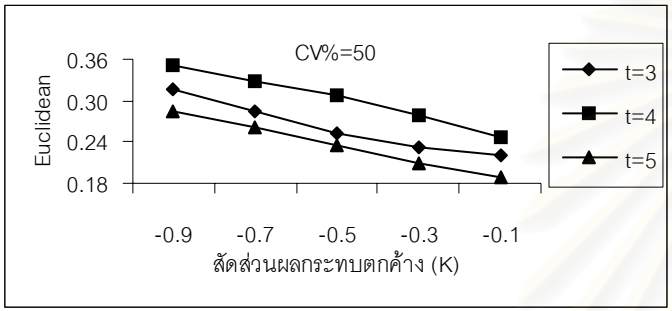


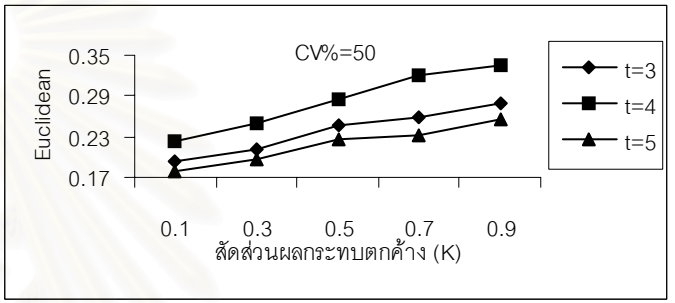


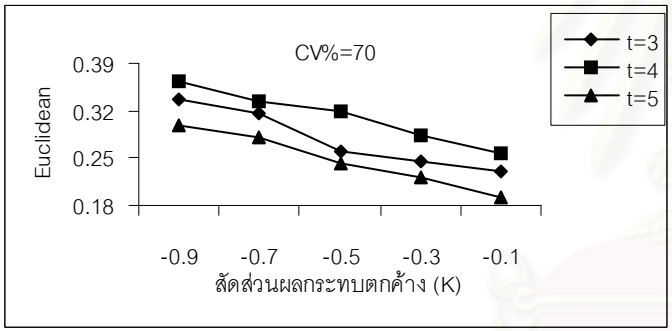


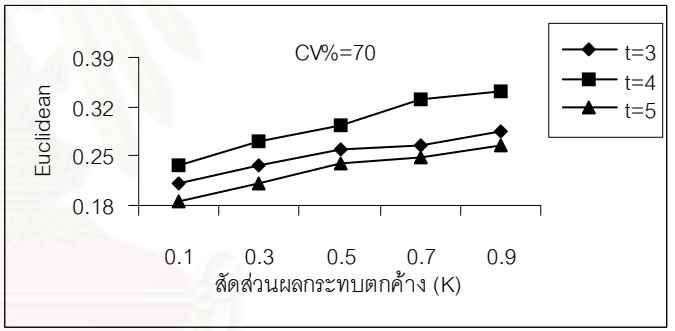
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

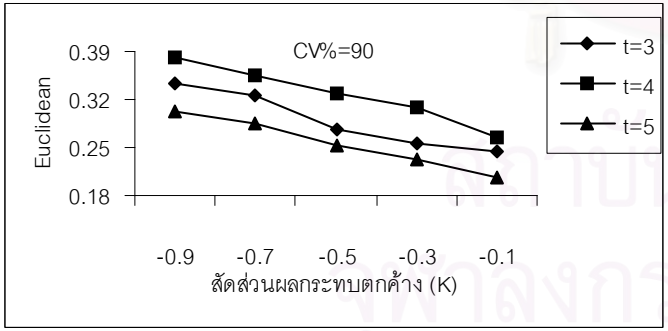
รูปที่ 4.2.11 (ต่อ)

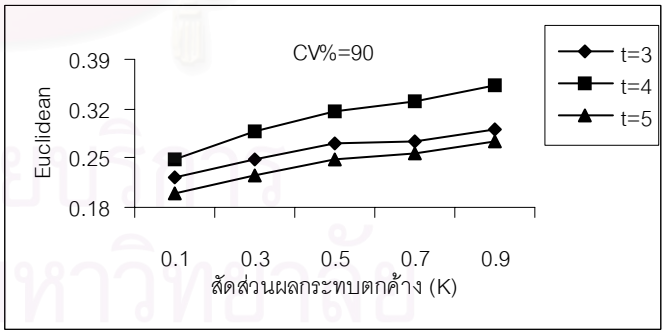






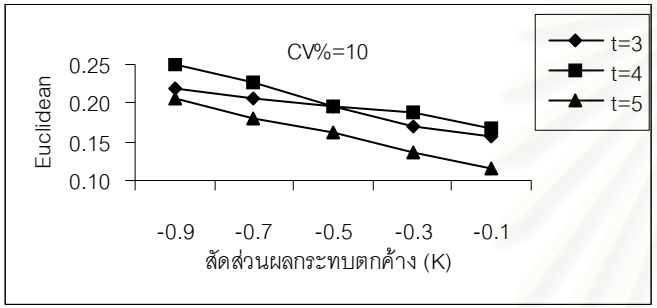


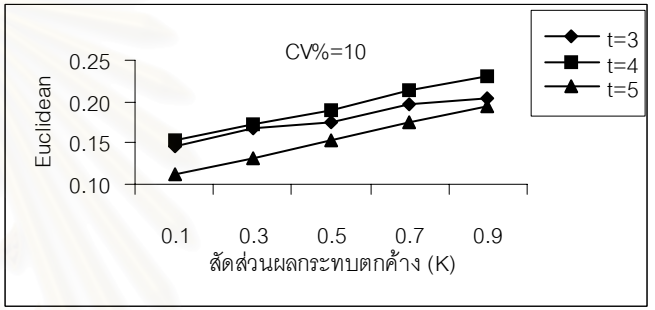


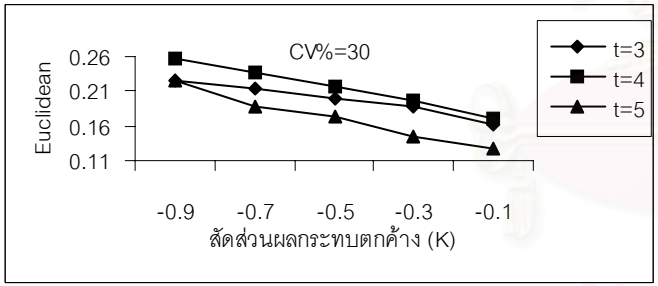


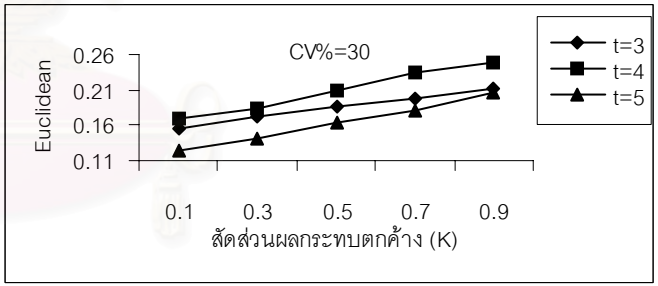
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกัน มาก $\Phi \in [3,\infty)$



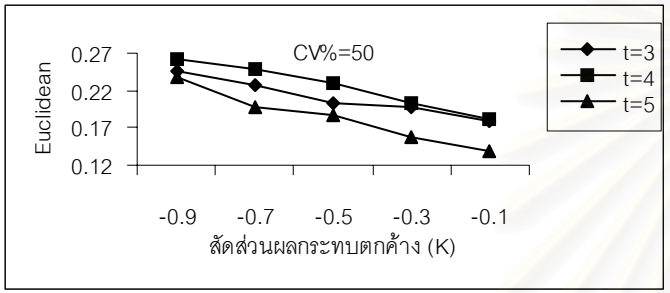


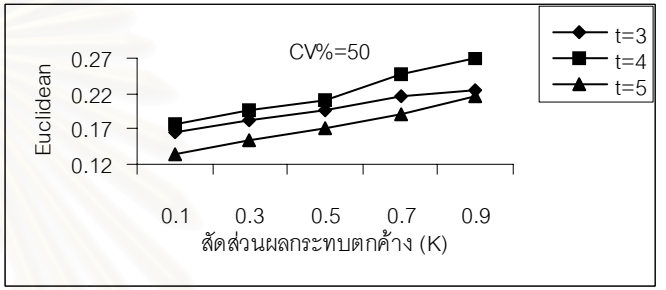


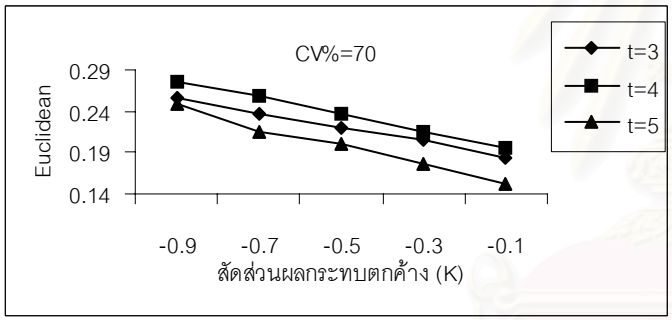


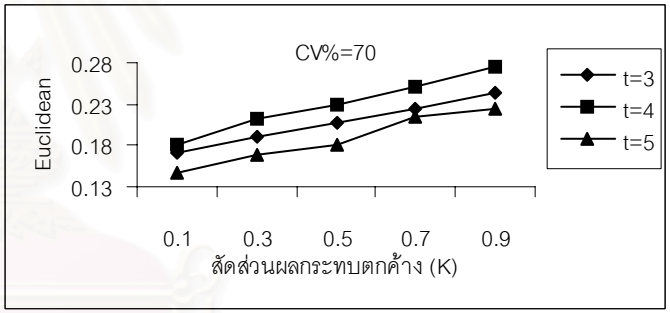
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

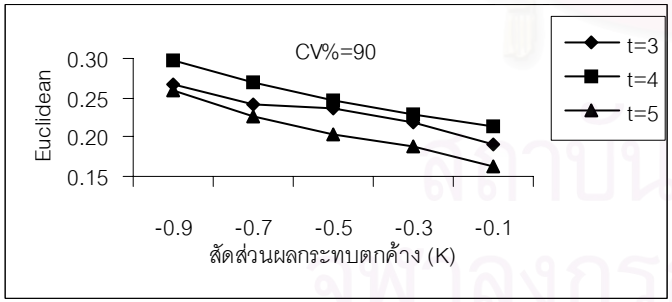
รูปที่ 4.2.12 (ต่อ)

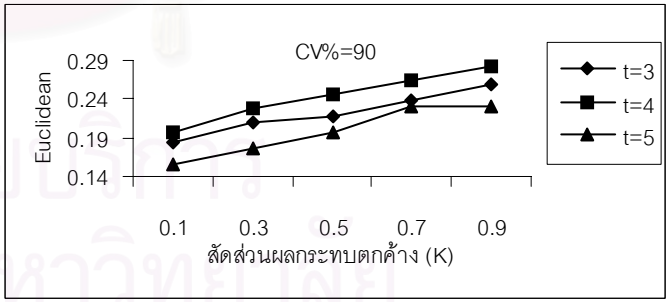












สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

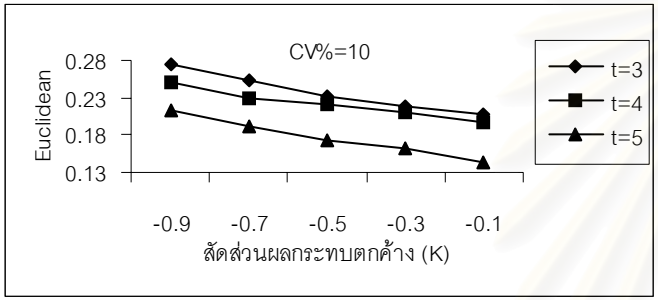
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.2753	0.2532	0.2327	0.2186	0.2087	0.1805	0.1937	0.2147	0.2391	0.2588
	t=4	p=4	0.2514	0.2300	0.2205	0.2103	0.1974	0.1770	0.1849	0.2028	0.2297	0.2461
	t=5	p=5	0.2141	0.1913	0.1740	0.1631	0.1441	0.1378	0.1583	0.1699	0.1810	0.2061
30	t=3	p=3	0.2840	0.2685	0.2481	0.2216	0.2163	0.1879	0.2088	0.2251	0.2471	0.2632
	t=4	p=4	0.2756	0.2595	0.2475	0.2263	0.2073	0.1803	0.1932	0.2166	0.2318	0.2532
	t=5	p=5	0.2266	0.2016	0.1876	0.1747	0.1542	0.1495	0.1609	0.1735	0.1921	0.2163
50	t=3	p=3	0.3160	0.2855	0.2533	0.2333	0.2205	0.1924	0.2126	0.2470	0.2582	0.2792
	t=4	p=4	0.2985	0.2763	0.2532	0.2325	0.2172	0.1957	0.2042	0.2238	0.2476	0.2639
	t=5	p=5	0.2347	0.2128	0.1977	0.1845	0.1645	0.1598	0.1719	0.1806	0.2147	0.2266
70	t=3	p=3	0.3378	0.3151	0.2601	0.2460	0.2311	0.2115	0.2364	0.2598	0.2644	0.2857
	t=4	p=4	0.3224	0.3090	0.2816	0.2616	0.2213	0.2018	0.2233	0.2456	0.2591	0.2761
	t=5	p=5	0.2421	0.2289	0.2042	0.1977	0.1775	0.1608	0.1848	0.1965	0.2284	0.2369
90	t=3	p=3	0.3447	0.3261	0.2761	0.2547	0.2431	0.2236	0.2469	0.2697	0.2733	0.2902
	t=4	p=4	0.3320	0.3170	0.2943	0.2712	0.2328	0.2127	0.2303	0.2514	0.2646	0.2865
	t=5	p=5	0.2645	0.2456	0.2256	0.2168	0.1808	0.1759	0.1985	0.2024	0.2292	0.2407

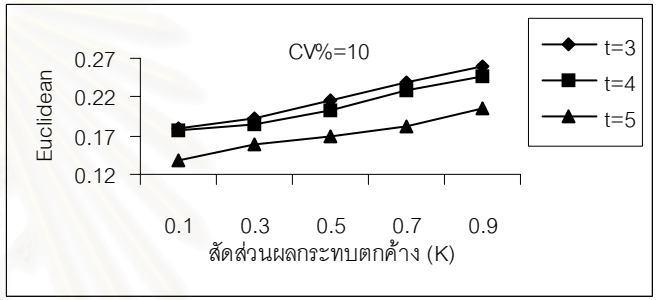
ตารางที่ 4.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p= t+1และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

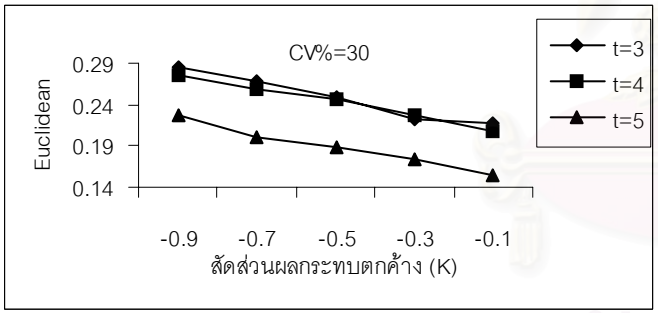
CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	0.2180	0.2066	0.1958	0.1706	0.1578	0.1452	0.1680	0.1755	0.1959	0.2052
	t=4	p=5	0.2084	0.1830	0.1774	0.1631	0.1433	0.1375	0.1586	0.1648	0.1823	0.1918
	t=5	p=6	0.1783	0.1674	0.1456	0.1234	0.1098	0.1057	0.1252	0.1318	0.1524	0.1627
30	t=3	p=4	0.2247	0.2152	0.1999	0.1867	0.1622	0.1559	0.1721	0.1865	0.1982	0.2105
	t=4	p=5	0.2189	0.2052	0.1855	0.1785	0.1587	0.1451	0.1632	0.1792	0.1942	0.2026
	t=5	p=6	0.1983	0.1741	0.1585	0.1488	0.1209	0.1195	0.1372	0.1423	0.1640	0.1754
50	t=3	p=4	0.2458	0.2284	0.2017	0.1989	0.1785	0.1657	0.1828	0.1968	0.2163	0.2244
	t=4	p=5	0.2233	0.2176	0.1989	0.1892	0.1649	0.1530	0.1752	0.1865	0.2035	0.2195
	t=5	p=6	0.2096	0.1887	0.1630	0.1592	0.1332	0.1243	0.1417	0.1628	0.1808	0.1942
70	t=3	p=4	0.2565	0.2375	0.2203	0.2060	0.1843	0.1716	0.1909	0.2082	0.2232	0.2440
	t=4	p=5	0.2451	0.2244	0.2017	0.1923	0.1750	0.1628	0.1837	0.1939	0.2136	0.2285
	t=5	p=6	0.2134	0.2051	0.1832	0.1613	0.1419	0.1389	0.1523	0.1732	0.1945	0.2017
90	t=3	p=4	0.2659	0.2411	0.2376	0.2178	0.1912	0.1842	0.2096	0.2178	0.2394	0.2583
	t=4	p=5	0.2568	0.2345	0.2290	0.2081	0.1883	0.1716	0.1913	0.2099	0.2240	0.2378
	t=5	p=6	0.2253	0.2145	0.1936	0.1724	0.1520	0.1422	0.1653	0.1854	0.2055	0.2146

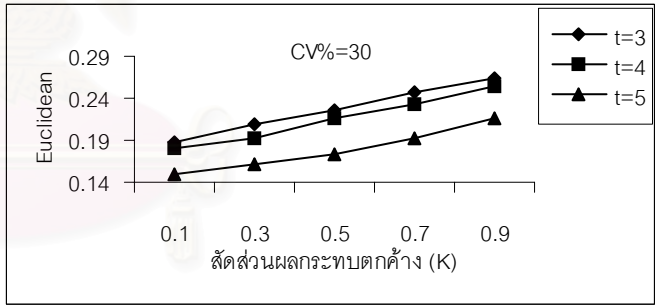
จากตารางที่ 4.2.13 –4.2.14 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดกับระดับปัจจัยทดลองชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.13 –4.2.14 ตามลำดับ

รูปที่ 4.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



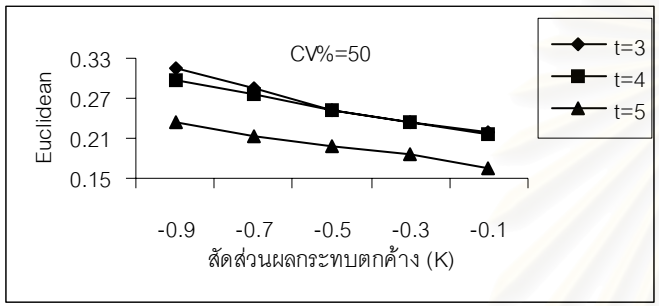


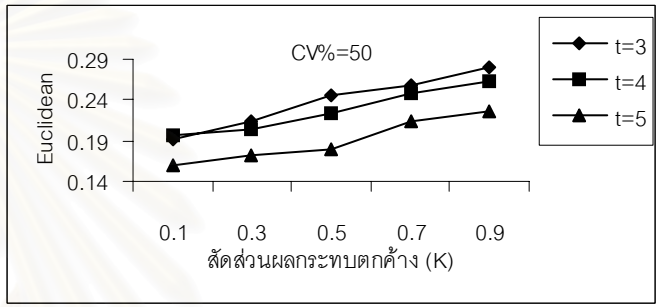


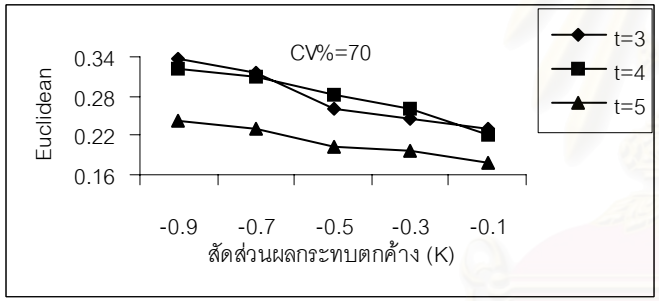


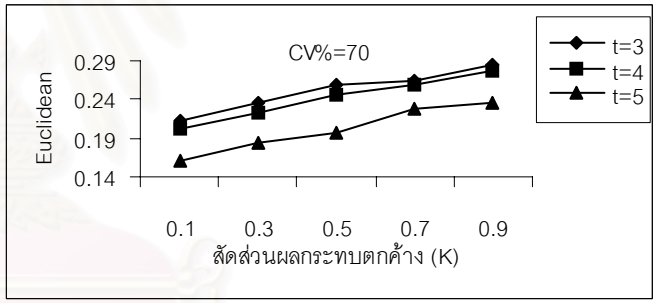
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

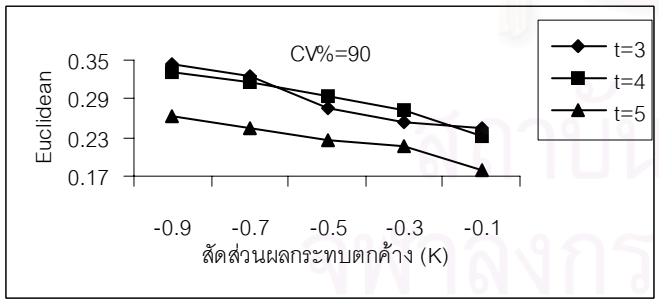
รูปที่ 4.2.13 (ต่อ)

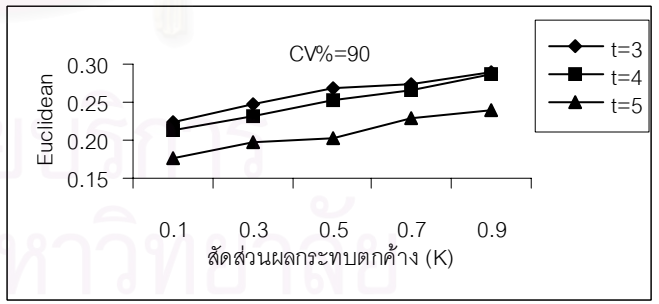






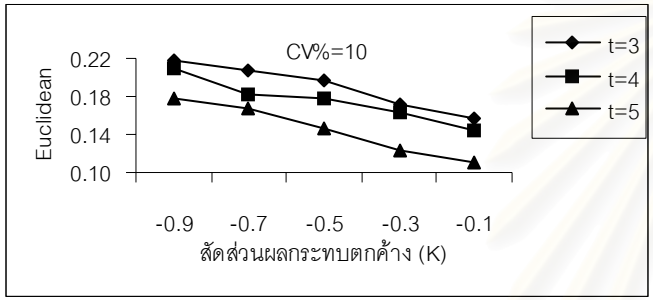


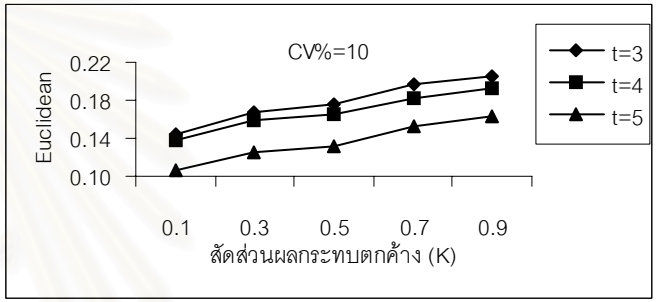


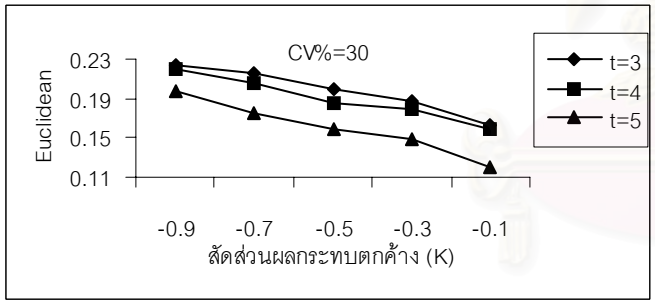


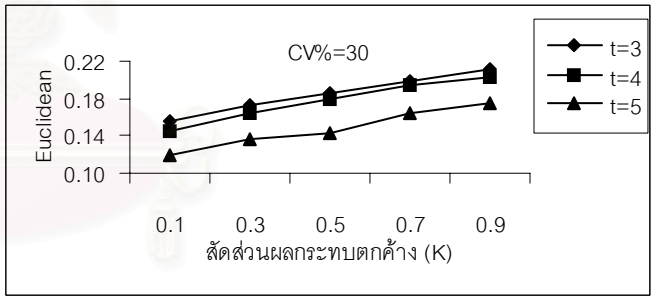
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับของสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



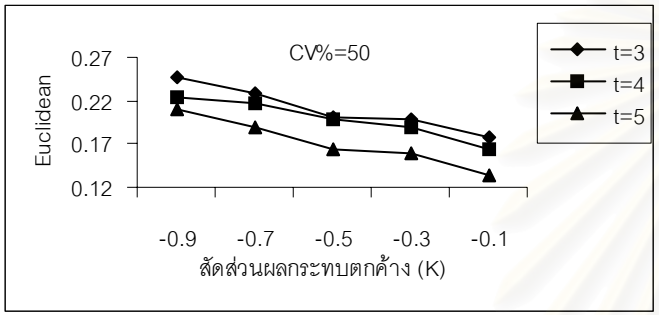


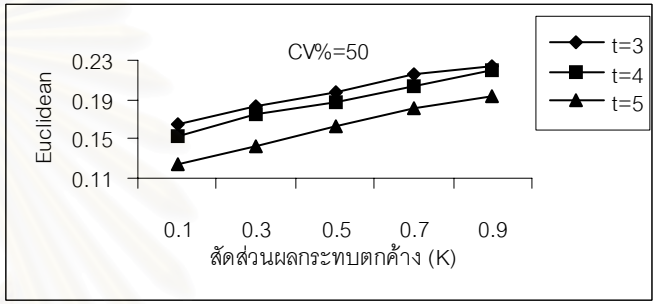


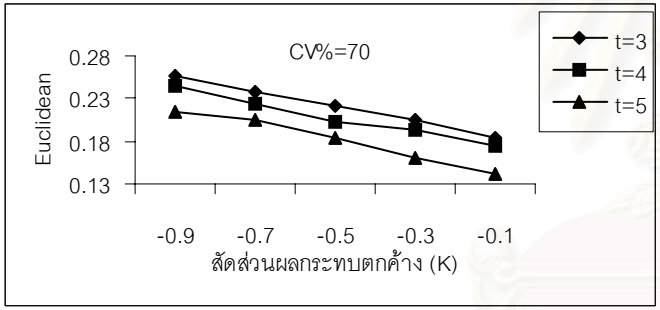


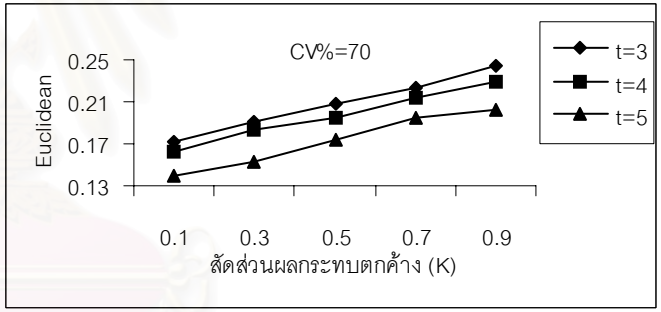
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

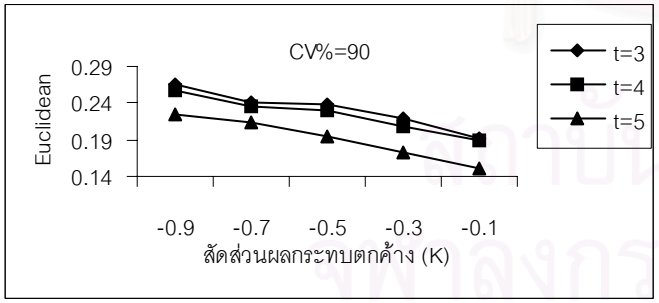
รูปที่ 4.2.14 (ต่อ)

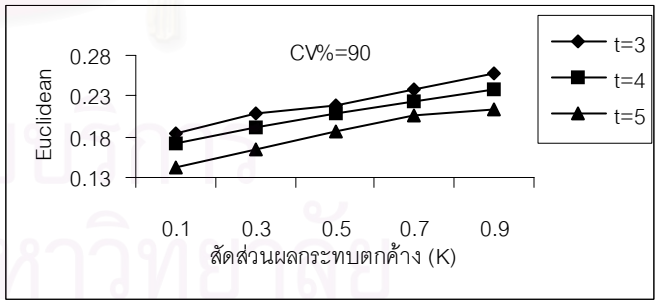












สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับ สัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
		-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	Wld	0.3165	0.2937	0.2819	0.2586	0.2245	0.2033	0.2247	0.2665	0.2977	0.3173
	Otd	0.2514	0.2300	0.2205	0.2103	0.1974	0.1770	0.1849	0.2028	0.2297	0.2461
30	Wld	0.3491	0.3144	0.2958	0.2680	0.2367	0.2199	0.2355	0.2772	0.3024	0.3210
	Otd	0.2756	0.2595	0.2475	0.2263	0.2073	0.1803	0.1932	0.2166	0.2318	0.2532
50	Wld	0.3526	0.3294	0.3078	0.2792	0.2454	0.2235	0.2509	0.2857	0.3193	0.3351
	Otd	0.2985	0.2763	0.2532	0.2325	0.2172	0.1957	0.2042	0.2238	0.2476	0.2639
70	Wld	0.3636	0.3335	0.3185	0.2845	0.2563	0.2363	0.2697	0.2948	0.3295	0.3426
	Otd	0.3224	0.3090	0.2816	0.2616	0.2213	0.2018	0.2233	0.2456	0.2591	0.2761
90	Wld	0.3801	0.3547	0.3277	0.3078	0.2653	0.2473	0.2874	0.3156	0.3306	0.3532
	Otd	0.3320	0.3170	0.2943	0.2712	0.2328	0.2127	0.2303	0.2514	0.2646	0.2865

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

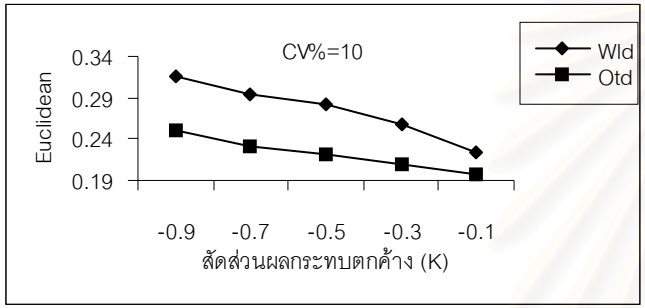
ตารางที่ 4.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

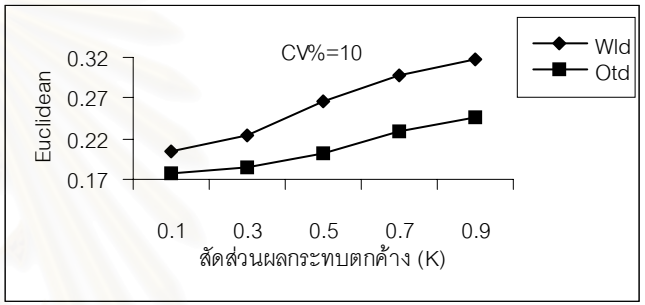
CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
		-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	Wld	0.2491	0.2258	0.1962	0.1875	0.1661	0.1535	0.1727	0.1905	0.2132	0.2312
	Otd	0.2084	0.1830	0.1774	0.1631	0.1433	0.1375	0.1586	0.1648	0.1823	0.1918
30	Wld	0.2578	0.2377	0.2167	0.1963	0.1703	0.1683	0.1825	0.2081	0.2359	0.2495
	Otd	0.2189	0.2052	0.1855	0.1785	0.1587	0.1451	0.1632	0.1792	0.1942	0.2026
50	Wld	0.2609	0.2480	0.2291	0.2025	0.1825	0.1753	0.1957	0.2105	0.2460	0.2697
	Otd	0.2233	0.2176	0.1989	0.1892	0.1649	0.1530	0.1752	0.1865	0.2035	0.2195
70	Wld	0.2749	0.2596	0.2368	0.2146	0.1962	0.1807	0.2120	0.2291	0.2506	0.2757
	Otd	0.2451	0.2244	0.2017	0.1923	0.1750	0.1628	0.1837	0.1939	0.2136	0.2285
90	Wld	0.2967	0.2706	0.2473	0.2297	0.2146	0.1975	0.2276	0.2459	0.2649	0.2818
	Otd	0.2568	0.2345	0.2290	0.2081	0.1883	0.1716	0.1913	0.2099	0.2240	0.2378

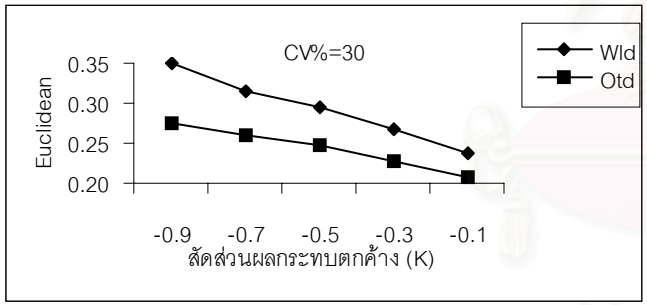
จากตารางที่ 4.2.15 –4.2.16 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.15 –4.2.16 ตามลำดับ

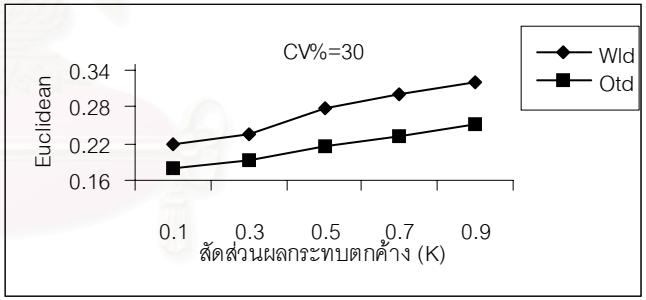
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



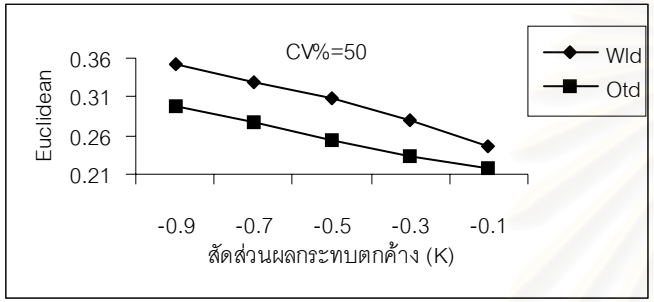


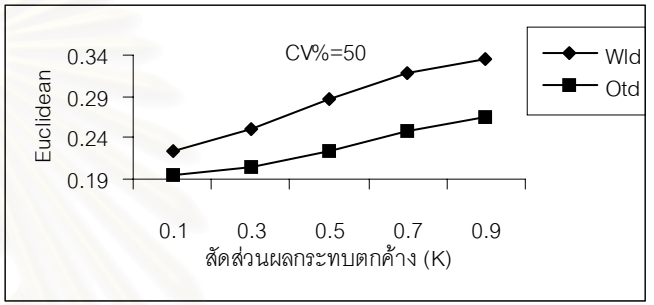


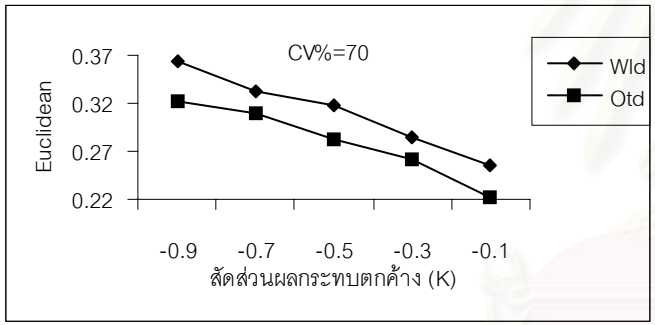


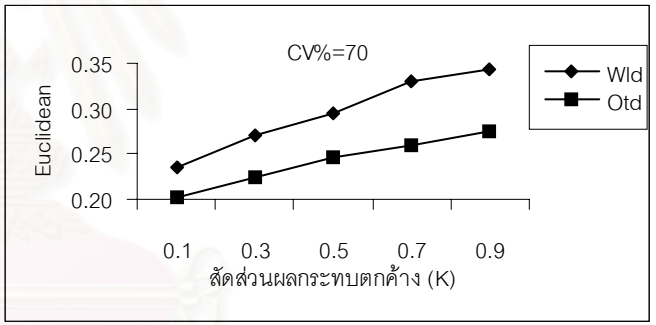
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

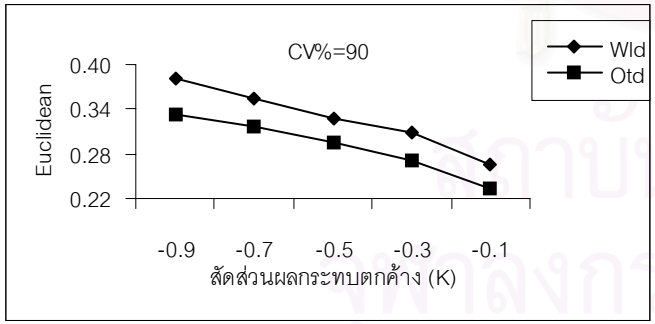
รูปที่ 4.2.15 (ต่อ)

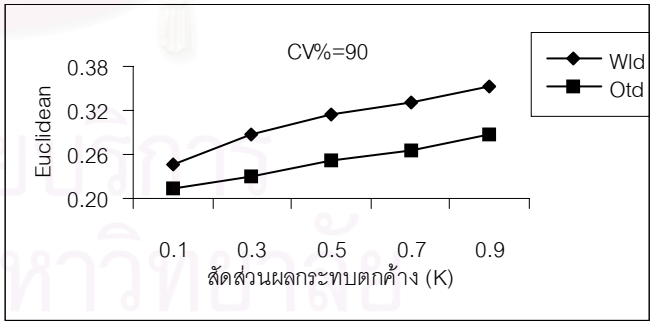






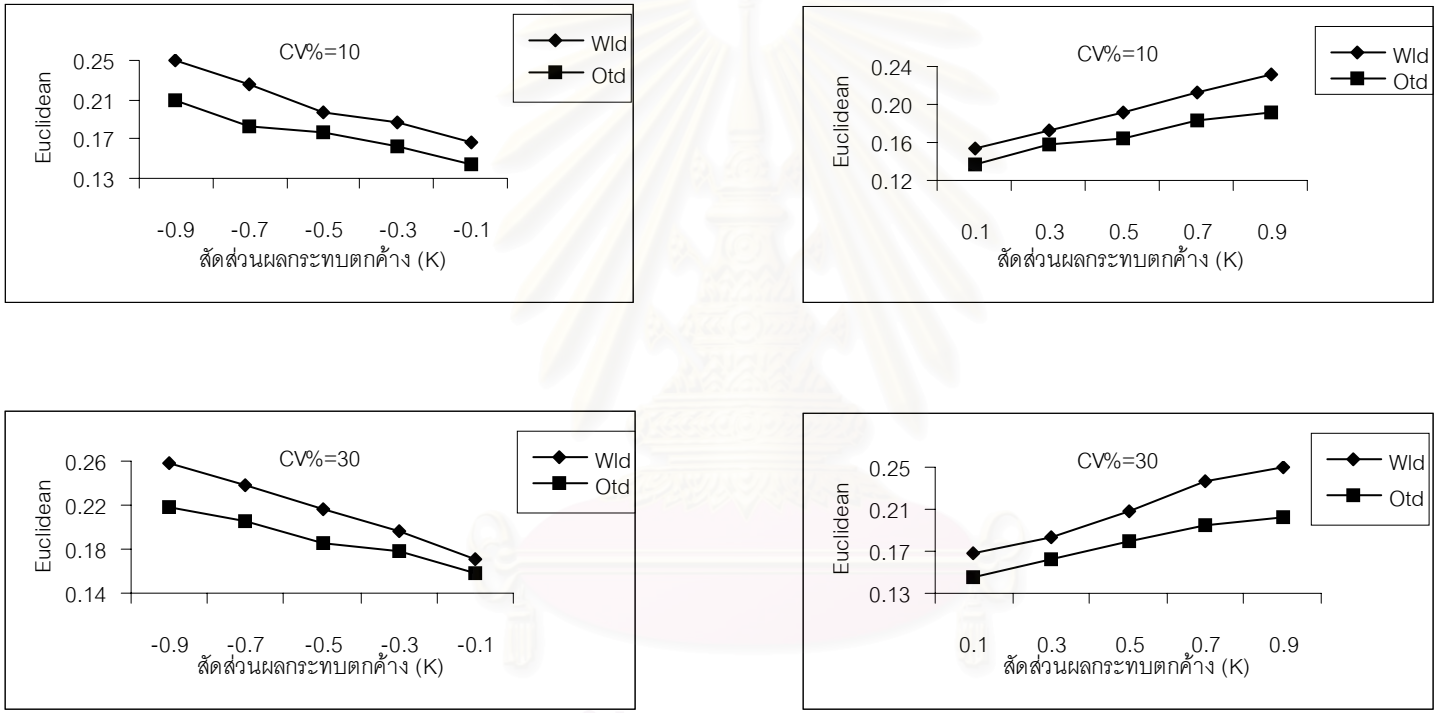






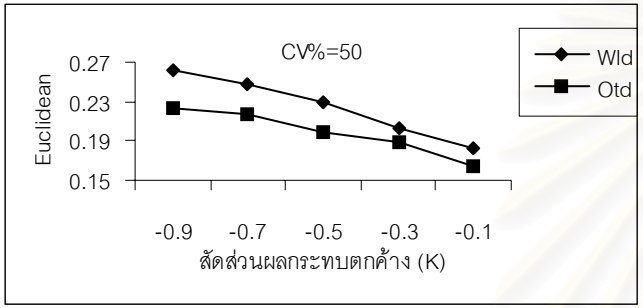
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

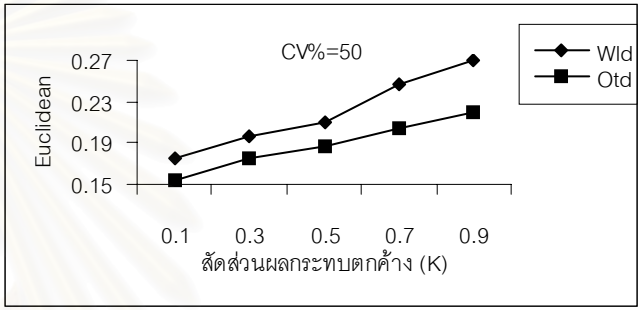
รูปที่ 4.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$

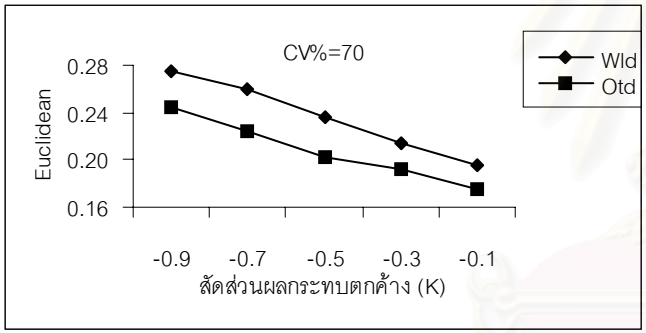


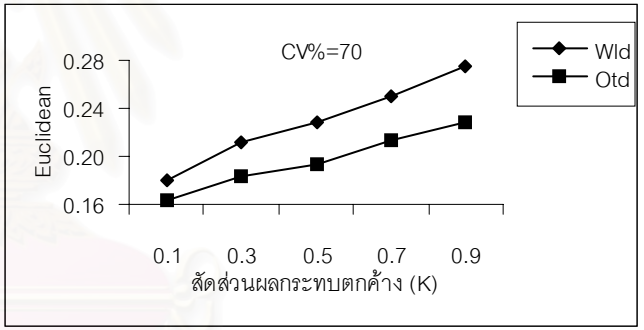
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

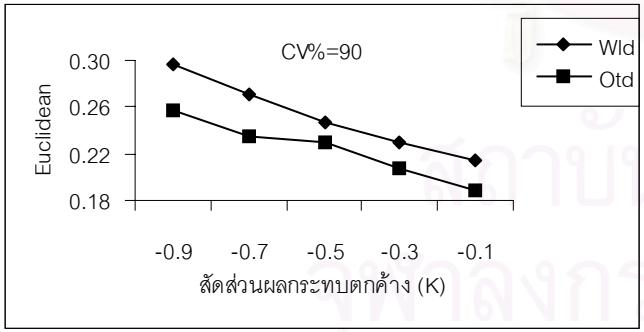
รูปที่ 4.2.16 (ต่อ)

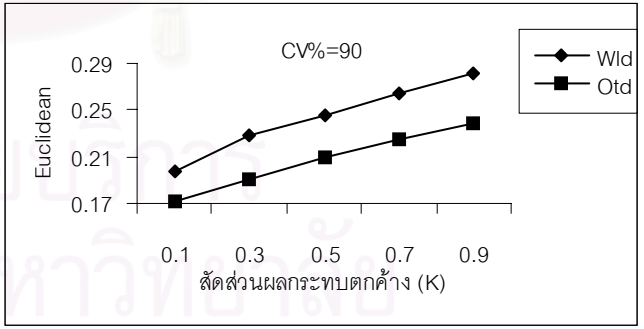












สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับ สัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
		-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	Wld	0.2598	0.2359	0.2146	0.1905	0.1670	0.1505	0.1732	0.2016	0.2177	0.2376
	Otd	0.2141	0.1913	0.1740	0.1631	0.1441	0.1378	0.1583	0.1699	0.1810	0.2061
30	Wld	0.2652	0.2515	0.2268	0.2048	0.1766	0.1693	0.1847	0.2138	0.2280	0.2497
	Otd	0.2266	0.2016	0.1876	0.1747	0.1542	0.1495	0.1609	0.1735	0.1921	0.2163
50	Wld	0.2837	0.2627	0.2355	0.2102	0.1898	0.1793	0.1974	0.2273	0.2308	0.2548
	Otd	0.2347	0.2128	0.1977	0.1845	0.1645	0.1598	0.1719	0.1806	0.2147	0.2266
70	Wld	0.2992	0.2795	0.2406	0.2208	0.1907	0.1848	0.2116	0.2386	0.2474	0.2643
	Otd	0.2421	0.2289	0.2042	0.1977	0.1775	0.1608	0.1848	0.1965	0.2284	0.2369
90	Wld	0.3013	0.2857	0.2544	0.2319	0.2066	0.1985	0.2245	0.2488	0.2555	0.2736
	Otd	0.2645	0.2456	0.2256	0.2168	0.1808	0.1759	0.1985	0.2024	0.2292	0.2407

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

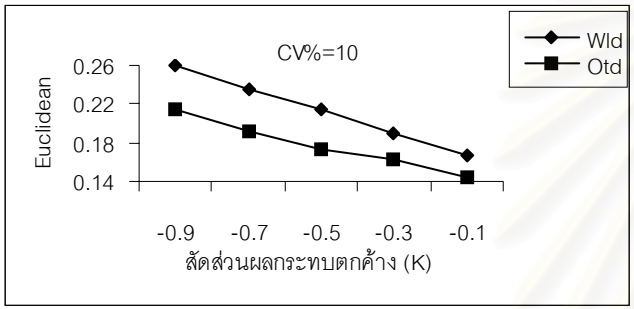
ตารางที่ 4.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับ สัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$

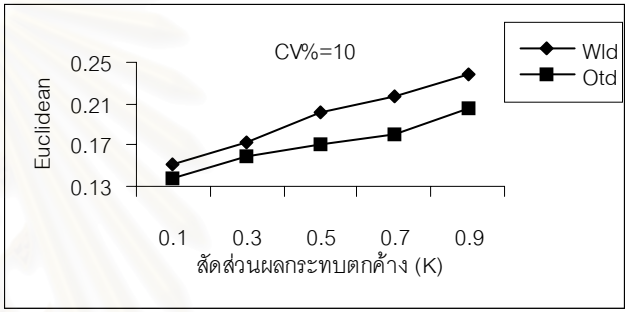
CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
		-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	Wld	0.2050	0.1792	0.1622	0.1351	0.1148	0.1110	0.1322	0.1532	0.1748	0.1944
	Otd	0.1783	0.1674	0.1456	0.1234	0.1098	0.1057	0.1252	0.1318	0.1524	0.1627
30	Wld	0.2264	0.1876	0.1734	0.1453	0.1261	0.1234	0.1424	0.1632	0.1814	0.2056
	Otd	0.1983	0.1741	0.1585	0.1488	0.1209	0.1195	0.1372	0.1423	0.1640	0.1754
50	Wld	0.2374	0.1988	0.1861	0.1571	0.1387	0.1352	0.1527	0.1720	0.1902	0.2171
	Otd	0.2096	0.1887	0.1630	0.1592	0.1332	0.1243	0.1417	0.1628	0.1808	0.1942
70	Wld	0.2482	0.2139	0.1997	0.1773	0.1520	0.1458	0.1680	0.1815	0.2153	0.2244
	Otd	0.2134	0.2051	0.1832	0.1613	0.1419	0.1389	0.1523	0.1732	0.1945	0.2017
90	Wld	0.2586	0.2271	0.2041	0.1873	0.1639	0.1544	0.1766	0.1979	0.2294	0.2308
	Otd	0.2253	0.2145	0.1936	0.1724	0.1520	0.1422	0.1653	0.1854	0.2055	0.2146

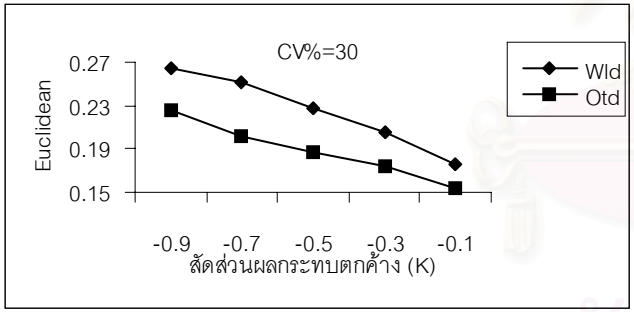
จากตารางที่ 4.2.17 –4.2.18 เพื่อให้เห็นภาพระยะทางยุคลิดของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างชัดเจนยิ่งขึ้นจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.2.17-4.2.18 ตามลำดับ

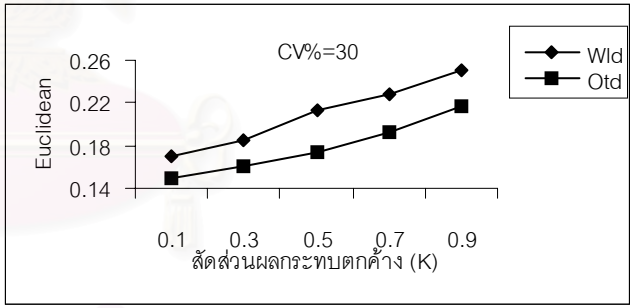
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



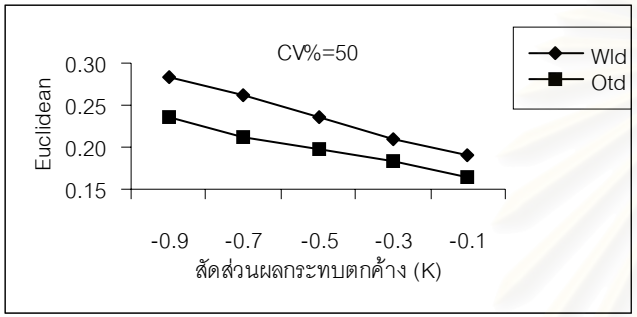


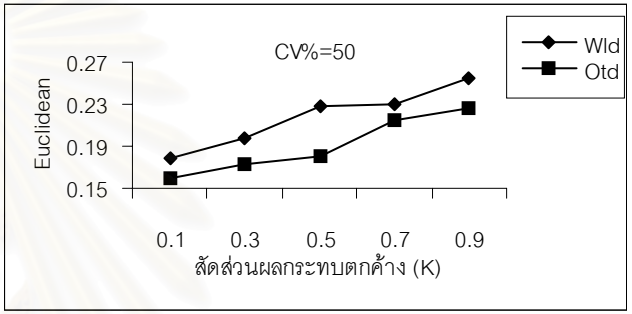


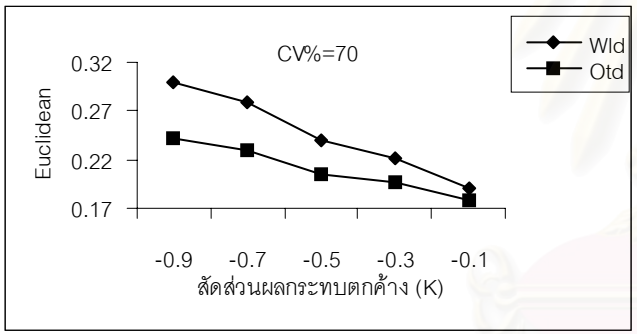


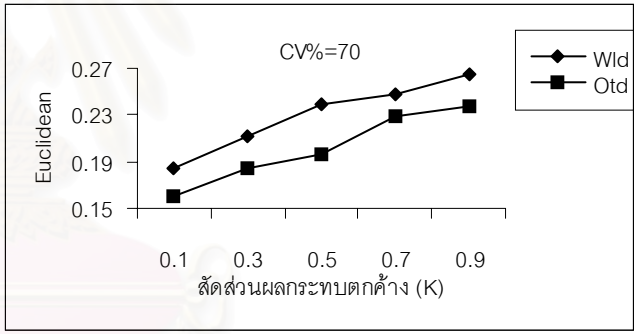
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

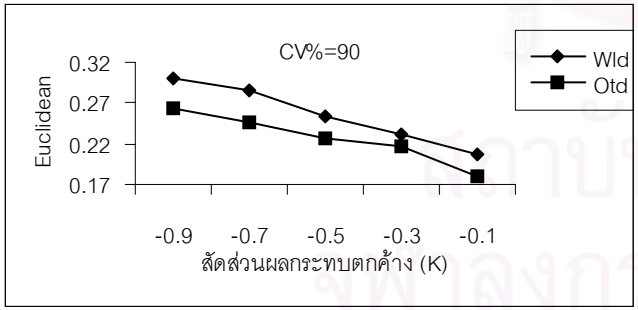
รูปที่ 4.2.17 (ต่อ)

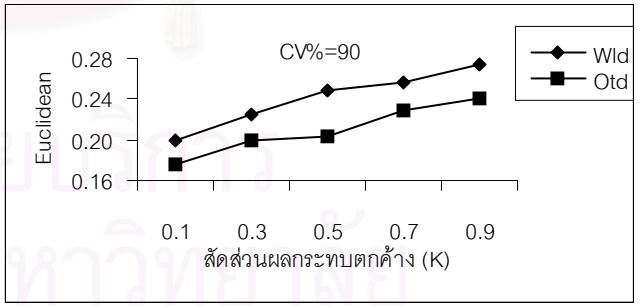






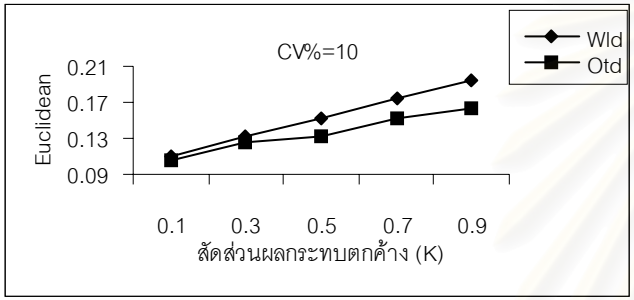


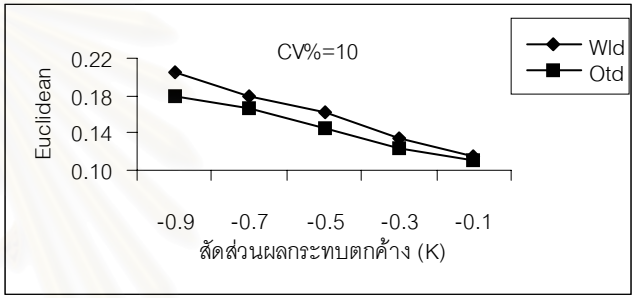


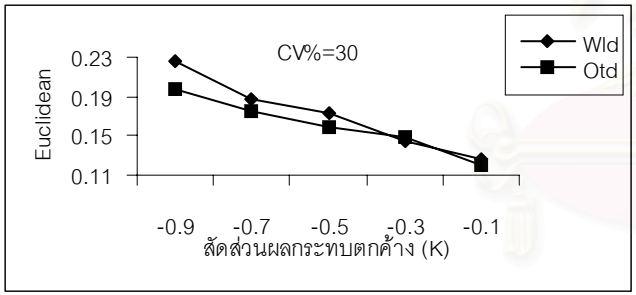


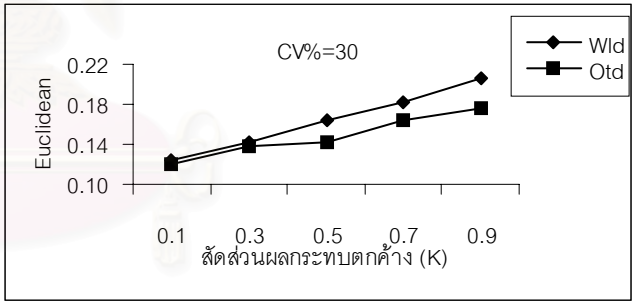
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3, \infty)$



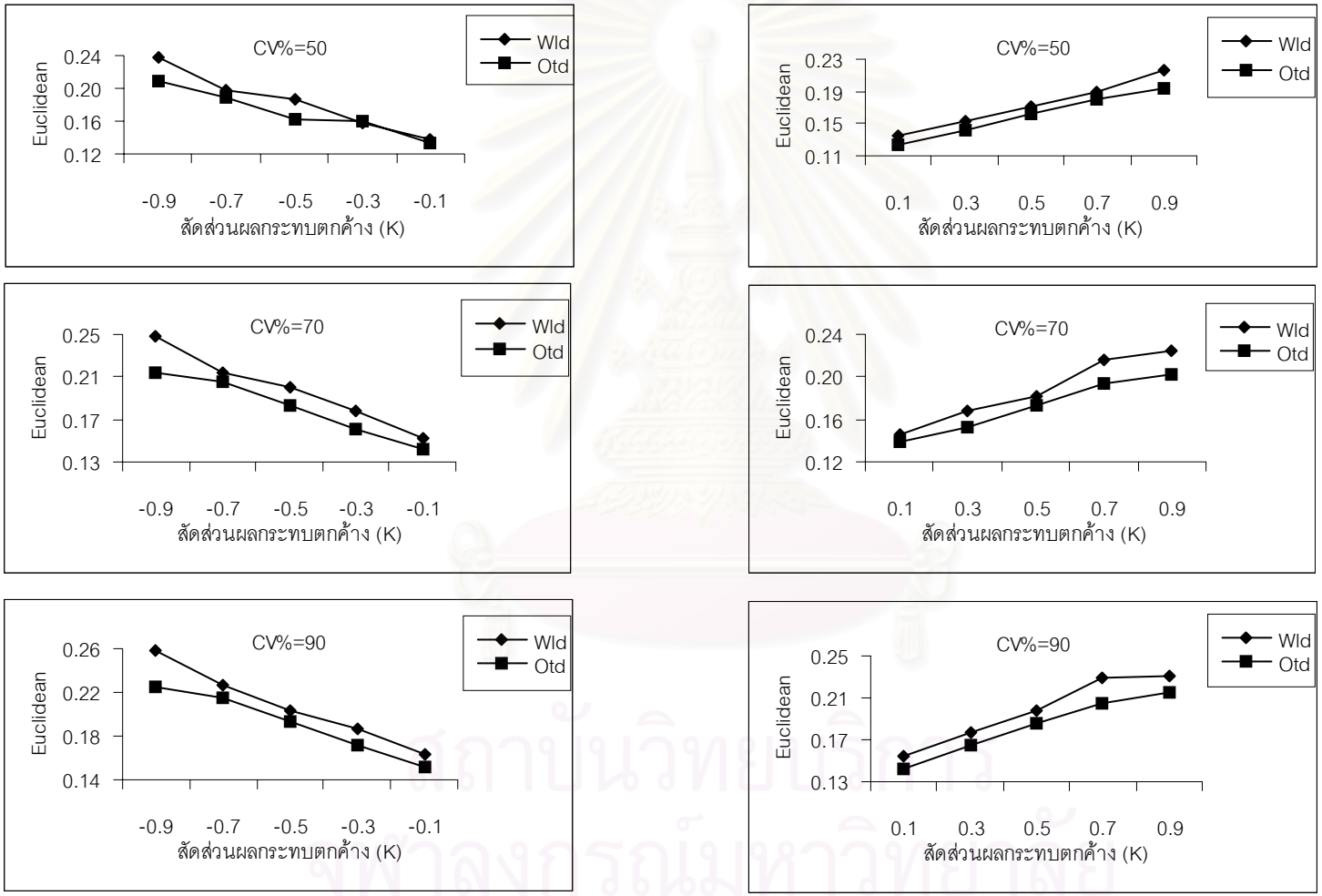






สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.2.18 (ต่อ)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างของแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองแบบสมดุล เมื่อผลกระทบตกค้างเป็นสัดส่วนกับผลกระทบโดยตรงจากปัจจัยทดลอง โดยใช้วิธีการประมาณค่ากำลังสองน้อยสุด ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลจำแนกเป็นการประมาณค่าปัจจัยทดลอง และประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดดังนี้

- ศึกษาในแผนการทดลองข้ามปัจจัยแบบสมดุล เมื่อระดับปัจจัยทดลอง(t) เท่ากับ 3 4 และ 5
- ศึกษาในแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลจัตุรัสละติน ของ William designs และแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองสมดุลจัตุรัสละตินตั้งฉาก
- ศึกษากรณีที่ p = t และ p=t+1
- ศึกษาที่ระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน 5 ระดับ คือ 10% ,30%,50%,70% และ 90% ตามลำดับ
- ศึกษาที่ค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างจากปัจจัยทดลอง เท่ากับ -0.9,-0.7, -0.5,-0.3,-0.1, 0.1,0.3, 0.5,0.7,0.9
- ความแตกต่างของปัจจัยทดลอง 3 ระดับคือ ปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$ ปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$ และปัจจัยทดลองแตกต่างกันมาก $\Phi \in [3,\infty)$
- ใช้ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยในการตัดสินใจ

5.1 ผลการวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลอง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

5.1.1 สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV %)

เมื่อระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพราะเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้นทำให้ข้อมูลมีความผันแปรมาก ทำให้การประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนมากตามไปด้วย

5.1.2 ช่วงระยะเวลา (p)

เมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยลดลง เนื่องจากการเพิ่มช่วงระยะเวลาเข้าไปในการทดลองทำให้แต่ละระดับของปัจจัยทดลองมีโอกาสได้รับผลกระทบตกค้างครบทุกระดับของปัจจัยทดลองรวมทั้งผลกระทบตกค้างจากตัวระดับปัจจัยทดลองเอง ส่งผลให้การประมาณค่าผลกระทบปัจจัยทดลองและการประมาณค่าผลกระทบตกค้างเป็นอิสระกัน ทำให้ค่าประมาณที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น

5.1.3 ระดับปัจจัยทดลอง (t)

จะเห็นว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะทางยุคลิดมีค่าลดลงทั้งในแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองของ Williams designs และแผนการทดลองข้ามปัจจัยจัตุรัสละตินตั้งฉาก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับปัจจัยทดลองทำให้จำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยลดความผันแปรที่ไม่ทราบสาเหตุได้ ทำให้ค่าประมาณที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น ยกเว้นในกรณีของ Williams design ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อระดับปัจจัยเท่ากับ 3 ให้ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยน้อยสุด ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 จะเป็นแผนการทดลองสมดุลแบบสุ่มตลอด ซึ่งทำการทดลองทุกลำดับของการจัดเรียงปัจจัยทดลองที่เป็นไปได้ ในขณะที่ระดับปัจจัยอื่น ๆ จะเป็นการทดลองเฉพาะบางลำดับของการจัดเรียงปัจจัยทดลองเท่านั้น

5.1.4 แผนแบบการทดลอง

จะเห็นว่า ณ ระดับปัจจัยทดลองเดียวกันแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก จะให้ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยน้อยกว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินของ Williams designs เนื่องจากแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากใช้จำนวนตัวอย่างมากกว่า ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าลงได้

5.1.5 ความแตกต่างของปัจจัยทดลอง

จะเห็นว่าเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมากขึ้น ค่าระยะทางยุคลิดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมากขึ้น ทำให้ข้อมูลมีความผันแปรมากขึ้นตามไปด้วย

5.2 ผลการวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง คือ

5.2.1 สัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV %)

เมื่อระดับสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพราะเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้นทำให้ข้อมูลมีความผันแปรมากขึ้น ทำให้การประมาณค่ามีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น

5.2.2 ช่วงระยะเวลา (p)

เมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น วิธีการประมาณค่าจะให้ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยลดลง เนื่องจากการเพิ่มช่วงระยะเวลาเข้าไปในการทดลองทำให้แต่ละระดับของปัจจัยทดลองมีโอกาสได้รับผลกระทบตกค้างครบทุกระดับของปัจจัยทดลองรวมทั้งผลกระทบตกค้างจากตัวปัจจัยทดลองเอง ส่งผลให้การประมาณค่าผลกระทบปัจจัยทดลองและการประมาณค่าผลกระทบตกค้างเป็นอิสระกัน ทำให้ค่าประมาณที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น

5.2.3 ระดับปัจจัยทดลอง (t)

จะเห็นว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้นส่งผลให้ระยะทางยุคลิดมีค่าลดลงทั้งในแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองของ Williams design และแผนการทดลองข้ามปัจจัยทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับปัจจัยทดลองทำให้จำนวนตัวอย่างเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยลดความผันแปรที่ไม่ทราบสาเหตุได้ ทำให้ค่าประมาณที่ได้ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น ยกเว้นในกรณีของ Williams design ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อระดับปัจจัยเท่ากับ 3 ให้ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำสุด ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 จะเป็นแผนการทดลองสมดุลแบบสุ่มตลอด ซึ่งทำการทดลองทุกลำดับของการจัดเรียงปัจจัยทดลองที่เป็นไปได้ ในขณะที่ระดับปัจจัยอื่น ๆ จะเป็นการทดลองเฉพาะบางลำดับของการจัดเรียงปัจจัยทดลองเท่านั้น ในกรณีแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อ p=t+1 ระยะทางยุคลิด ที่ระดับปัจจัยเท่ากับ 3 และ 4 ไม่ต่างกัน

5.2.4 แผนแบบการทดลอง

จะเห็นว่า ณ ระดับปัจจัยทดลองเดียวกันแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก จะให้ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำกว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินของ Williams designs เนื่องจากแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากใช้จำนวนตัวอย่างมากกว่าช่วยลดความผันแปรที่ไม่ทราบสาเหตุได้

5.2.5 ค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง

สำหรับสัดส่วนผลกระทบตกค้างที่เป็นบวกเมื่อสัดส่วนผลกระทบตกค้างมีค่าเพิ่มขึ้นระยะทางยุคลิดมีค่าเพิ่มขึ้น สำหรับสัดส่วนผลกระทบตกค้างที่เป็นลบ เมื่อค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างมีค่าลดลงค่าระยะทางยุคลิดเพิ่มขึ้น

5.2.6 ความแตกต่างของปัจจัยทดลอง

เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันมากขึ้นค่าระยะทางยุคลิดมีค่าลดลง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ด้านการศึกษา

จากการศึกษาผู้ทำการศึกษาพบว่ายังมีการเปรียบเทียบที่ไม่เพียงพอ เมื่อมีการศึกษาในครั้งต่อไปควรที่ทำการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

5.3.1.1 งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการประมาณค่าผลกระทบตกค้างอันดับ 1 เท่านั้นสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษา เมื่อผลกระทบตกค้างมากกว่าอันดับ 1

5.3.1.2 งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเฉพาะระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3,4 และ 5 เท่านั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจทำการศึกษา เมื่อระดับปัจจัยทดลองมากกว่านี้

5.3.1.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณลักษณะของตัวประมาณ เช่น ความแปรปรวนของตัวประมาณ

5.3.2 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์

5.3.2.2 แผนการทดลองจัตุรัสละตินเชิงตั้งฉากให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินของ Williams designs แต่ใช้จำนวนหน่วยทดลองมากกว่ามาก ในการนำไปใช้ควรมีการคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นด้วย

5.3.2.3 การเพิ่มช่วงระยะเวลาในการทดลองช่วยให้ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้นแต่ในการนำไปใช้ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของการทดลองด้วย เนื่องจากการเพิ่มช่วงระยะเวลาทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จรัญ จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช ,2527.

ธีระพร วีระถาวร. การอนุมานเชิงสถิติขั้นกลาง:โครงสร้างและความหมาย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ธีระพร วีระถาวร. ตัวแบบเชิงเส้น :ทฤษฎีและการประยุกต์.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์ดีจำกัด, 2541.

ประชุม สุวัตถี. ทฤษฎีการอนุมานเชิงสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 2 ปรับปรุงแก้ไข. กรุงเทพมหานคร: โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์,2545.

วิลาสินี จันทราวุฒิ. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับแผนแบบสุ่มตลอดในบล็อกสมบูรณ์อิทธิพลคงที่ กรณีข้อมูลระยะยาว .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถิติ พาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุพล ดุรงค์วัฒนา. การวางแผนการทดลองขั้นสูง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2545. (อัดสำเนา)

สุรพล อุปดิสกุล. สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น.กรุงเทพมหานคร:สหมิตรออฟเซท, 2526.

ภาษาต่างประเทศ

Cochran, W. G., and Cox, G. M. Experimental Design. New York: John Hiley and Sons,1976.

Dean, A. M. and Voss, D. T. Design and Analysis of Experiments. New York: Spinger Verlag, 1999.

Kempton,R.A.,Ferris, S.J.,and David,O. Optimal chang-over designs when carryover effects are proportional to directs of treatments Biometrika 88 (2001) : 391-399.

Kuehl,R.O. Statistical Principles of Research and Analysis. Wadsworth,1994.

Montgomery, C. D. Design and analysis of experiments.4th ed. New York: John Wiley And Sons, 1997.

Winer, B. J. Statistical Principle in Experimental Design. 2nd ed. New York : McGraw-Hill,1971.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย

```
#กำหนดค่าให้พารามิเตอร์เริ่มต้น
t <- 3
p <- 3
n <- 6
u   <-40
loops <-1000
sd  _4
q_10
meaneu_array(,dim=c(q,1))
meanes_array(,dim=c(q,1))
meanNNN_array(,dim=c(q,1))
meanMs_array(,dim=c(q,1))
ms_array(,dim=c(loops,q))
NNN_array(,dim=c(loops,q))
#keep value of proportional
                y_array( ,dim=c(p*n,1))
                M_array(,dim=c(q))
                MN_array(,dim=c(loops))
                MMN_array(,dim=c(loops+1,q))
for (e in 1:q)
    {
# กำหนดค่าให้หน่วยทดลอง และช่วงระยะเวลา
    sub1_1
    sub2_-1
    sub3_1
    sub4_-18
    summaH_0
    summaH2_0
    summaH3_0
                meaneu[e,1]_0
                meanes[e,1]_0
                meanNNN[e,1]_0
                    M[1]_-0.9,     M[2]_-0.7,M[3]_-0.5, M[4]_-0.3, M[5]_-0.1
```

```
                M[6]_0.1,M[7]_0.3,    M[8]_0.5,M[9]_0.7,    M[10]_0.9
                trt1_1
                trt2_-1
                trt3_0
                trt4_0
                trt5_0
                carr1_c(M[e])*trt1
                carr2_c(M[e])*trt2
                carr3_c(M[e])*trt3
                carr4_c(M[e])*trt4
                carr5_c(M[e])*trt5
    #หาเมตริกซ์ของ หน่วยทดลอง
matsub_function(n){
S_array(,dim=c(n,n-1))
tsub_array(,dim=c(n,(n-1)*p))
for (j in 1:n)
{    for (k in 1: n-1)
    {    if (j==k)  {S[j,k] _1}    else  if (j==n) { S[j,k]_-1}   else   {S[j,k]_0}
    }    tsub[j,]_rep((S[j,]),p)  }
        if ( n== 4){    sub_cbind(tsub[1,],tsub[2,],tsub[3,],tsub[4,])    }
    elseif ( n== 6){sub_cbind(tsub[1,],tsub[2,],tsub[3,],tsub[4,],tsub[5,],tsub[6,])  }
    else if  (n==12)   {
    sub_cbind(tsub[1,],tsub[2,],tsub[3,],tsub[4,],tsub[5,],tsub[6,],tsub[7,],tsub[8,],tsub[9,],tsub[10,],
tsub[11,],tsub[12,]  )  }else if
    (n==10){sub_cbind(tsub[1,],tsub[2,],tsub[3,],tsub[4,],tsub[5,],tsub[6,],tsub[7,],tsub[8,],tsub[9,],
tsub[10,] )    }    else if (n==20)
{sub1_cbind(tsub[1,],tsub[2,],tsub[3,],tsub[4,],tsub[5,],tsub[6,],tsub[7,],tsub[8,],tsub[9,],tsub[10,] )
sub2_cbind(tsub[11,],tsub[12,],tsub[13,],tsub[14,],tsub[15,],tsub[16,],tsub[17,],tsub[18,],tsub[19,],
tsub[20,] )    sub_cbind(sub1,sub2)
    }else stop("missing value")subject_matrix(sub,ncol=n-1,byrow=T)}
matsubject_matsub(n)# เมตริกซ์ของ ช่วงระยะเวลา
matperiod_function(n,p)
{pe_array(,dim=c(p,p-1))
for (j in 1:p){
    for (k in 1: p-1)    {
```

```
if (j==k)  {pe[j,k] _1}   else  if (j==p)  {pe[j,k] _-1}else   {pe[j,k]_0}
}     }if (n==4){
period_rbind(pe,pe,pe,pe)      }
else if(n==6)  {period_rbind(pe,pe,pe,pe,pe,pe) }
else if (n==10)    {period_rbind(pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe)}
else if (n==12){   period_rbind(pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe) }
else if (n==20){period_rbind(pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe,pe)
}else stop("missing value") } matrixperiod_matperiod(n,p)

#สร้างเมตริกซ์ treatment
mattrt_function(t,n,p){if(t==3&n==6&p==3){
        matT1_array(c(1,0,-1,0,-1,1,-1,1,0,1,-1,0,0,1,-1,-1,0,1),dim=c(p*n,1))
        matT2_array(c(0,1,-1,1,-1,0,-1,0,1,0,-1,1,1,0,-1,-1,1,0),dim=c(p*n,1))
        matT_matrix(cbind(matT1,matT2),ncol=2,nrow=p*n)
        }else       if(t==3&n==6&p==4){
        matT1_array(c(1,0,-1,-1,0,-1,1,1,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,1,-1,-1,-1,0,1,1),dim=c(p*n,1))
        matT2_array(c(0,1,-1,-1,1,-1,0,0,-1,0,1,1,0,-1,1,1,1,0,-1,-1,-1,1,0,0),dim=c(p*n,1))
        matT_matrix(cbind(matT1,matT2),ncol=2,nrow=p*n)
        } else   if(t==4&n==4&p==4){
        matT1_array(c(-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,0,-1,0,1),dim=c(p*n,1))
        matT2_array(c(-1,0,0,1,0,1,-1,0,1,0,0,-1,0,-1,1,0),dim=c(p*n,1))
        matT3_array(c(-1,0,1,0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,1,-1,0,0),dim=c(p*n,1))
        matT_matrix(cbind(matT1,matT2,matT3),ncol=3,nrow=p*n)
        }else       if(t==4&n==4&p==5){
        matT1_array(c(-1,1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,-1,0,-1,0,1,1),dim=c(p*n,1))
        matT2_array(c(-1,0,0,1,1,0,1,-1,0,0,1,0,0,-1,-1,0,-1,1,0,0),dim=c(p*n,1))
        matT3_array(c(-1,0,1,0,0,0,0,-1,1,1,0,1,0,-1,-1,1,-1,0,0,0),dim=c(p*n,1))
        matT_matrix(cbind(matT1,matT2,matT3),ncol=3,nrow=p*n)
        }else    if(t==4&n==12&p==4){
        matT1_array(c(1,0,0,-1,0,1,0,-1,0,0,1,-1),dim=c(t,t-1))
        matT2_array(c(0,1,-1,0,1,0,-1,0,0,0,-1,1),dim=c(t,t-1))
        matT3_array(c(0,-1,1,0,0,-1,0,1,1,-1,0,0),dim=c(t,t-1))
        matT4_array(c(-1,0,0,1,-1,0,1,0,-1,1,0,0),dim=c(t,t-1))
        matT5_array(c(1,-1,0,0,0,-1,1,0,0,-1,0,1),dim=c(t,t-1))
        matT6_array(c(0,0,1,-1,1,0,0,-1,0,1,0,-1),dim=c(t,t-1))
```

```
matT7_array(c(0,0,-1,1,0,1,-1,0,1,0,-1,0),dim=c(t,t-1))
matT8_array(c(-1,1,0,0,-1,0,0,1,-1,0,1,0),dim=c(t,t-1))
matT9_array(c(1,0,-1,0,0,0,-1,1,0,1,-1,0),dim=c(t,t-1))
matT10_array(c(0,-1,0,1,1,-1,0,0,0,-1,1,0),dim=c(t,t-1))
matT11_array(c(0,1,0,-1,0,0,1,-1,1,0,0,-1),dim=c(t,t-1))
matT12_array(c(-1,0,1,0,-1,1,0,0,-1,0,0,1),dim=c(t,t-1))
matT_matrix(rbind(matT1,matT2,matT3,matT4,matT5,matT6,matT7,matT8,matT9,matT10,
matT11,matT12),ncol=t-1)
}else if(t==4&n==12&p==5){
matT1_array(c(1,0,0,-1,-1,0,1,0,-1,-1,0,0,1,-1,-1),dim=c(p,t-1))
matT2_array(c(0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,1),dim=c(p,t-1))
matT3_array(c(0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,1,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT4_array(c(-1,0,0,1,1,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT5_array(c(1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,1),dim=c(p,t-1))
matT6_array(c(0,0,1,-1,-1,1,0,0,-1,-1,0,1,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
matT7_array(c(0,0,-1,1,1,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT8_array(c(-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,1,-1,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT9_array(c(1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,1,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT10_array(c(0,-1,0,1,1,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT11_array(c(0,1,0,-1,-1,0,0,1,-1,-1,1,0,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
matT12_array(c(-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,1),dim=c(p,t-1))
matT_matrix(rbind(matT1,matT2,matT3,matT4,matT5,matT6,matT7,matT8,matT9,matT10,
matT11,matT12),ncol=t-1)}else if(t==5&n==10&p==5){
matT1_array(c(1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
matT2_array(c(0,0,1,1,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
matT3_array(c(0,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
matT4_array(c(0,-1,0,0,1,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT5_array(c(-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
matT6_array(c(1,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
matT7_array(c(0,0,0,1,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
matT8_array(c(0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT9_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT10_array(c(-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
matT_matrix(rbind(matT1 ,matT2 ,matT3 ,matT4 ,matT5 ,matT6 ,matT7 ,matT8 ,matT9 ,matT1 0 ) ,
ncol=t-1)}else if(t==5&n==10&p==6){
```

```
matT1_array(c(1,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,1,0,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT2_array(c(0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,1),dim=c(p,t-1))
matT3_array(c(0,0,1,0,-1,-1,0,0,0,1,-1,-1,1,0,0,0,-1,-1,0,1,0,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
matT4_array(c(0,-1,0,0,1,1,0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,1,-1,0,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT5_array(c(-1,1,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,1,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT6_array(c(1,0,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,1),dim=c(p,t-1))
matT7_array(c(0,0,0,1,-1,-1,1,0,0,0,-1,-1,0,0,1,0,-1,-1,0,1,0,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
matT8_array(c(0,-1,0,0,1,1,0,-1,0,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT9_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,0,1,1,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT10_array(c(-1,0,1,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,1,-1,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT_matrix(rbind(matT1 ,matT2 ,matT3 ,matT4 ,matT5 ,matT6 ,matT7 ,matT8 ,matT9 ,matT1 0 ) ,
ncol=t-1)}else  if(t==5&n==20&p==5)
{matT1_array(c(1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,),dim=c(p,t-1))
matT2_array(c(0,0,0,-1,1,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
matT3_array(c(0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,1,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT4_array(c(0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matT5_array(c(-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,1),dim=c(p,t-1))
matT6_array(c(1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
matT7_array(c(0,0,1,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
matT8_array(c(0,-1,0,0,1,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0),dim=c(p,t-1))
matT9_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
matT10_array(c(-1,0,0,1,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT11_array(c(1,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
matT12_array(c(0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
matT13_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1),dim=c(p,t-1))
matT14_array(c(0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT15_array(c(-1,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,1,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
matT16_array(c(1,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matT17_array(c(0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
matT18_array(c(0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
matT19_array(c(0,0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
matT20_array(c(-1,0,0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matTT1 _matrix(rbind(matT1 ,matT2 ,matT3 ,matT4 ,matT5 ,matT6 ,matT7 ,matT8 ,matT9 ,
matT10),ncol=t-1)
```

```
matTT2 _matrix(rbind(matT1 1 ,matT1 2 ,matT1 3 ,matT1 4 ,matT1 5 ,matT1 6 ,matT1 7 ,matT1 8 ,
matT19,matT20),ncol=t-1) matT_matrix(rbind(matTT1,matTT2),ncol=t-1)}
    else  if(t==5&n==20&p==6)   {
        matT1_array(c(1,0,0,0,-1,-1,0,1,0,0,-1,-1,0,0,1,0,-1,-1,0,0,0,1,-1,-1),dim=c(p,t-1))
        matT2_array(c(0,0,0,-1,1,1,1,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT3_array(c(0,0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,1,1,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT4_array(c(0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,1,1,-1,0,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT5_array(c(-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,1,1),dim=c(p,t-1))
        matT6_array(c(1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,1),dim=c(p,t-1))
        matT7_array(c(0,0,1,0,-1,-1,1,0,0,0,-1,-1,0,0,0,1,-1,-1,0,1,0,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
        matT8_array(c(0,-1,0,0,1,1,0,-1,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT9_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,1,0,0,1,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT10_array(c(-1,0,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,1,-1,0,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT11_array(c(1,0,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,1,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matT12_array(c(0,-1,0,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,1),dim=c(p,t-1))
    matT13_array(c(0,1,0,0,-1,-1,0,0,0,1,-1,-1,1,1,0,0,0,-1,-1,0,0,1,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
    matT14_array(c(0,0,-1,0,1,1,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
    matT15_array(c(-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,1,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
    matT16_array(c(1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,1,0,-1,0,1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
    matT17_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,1,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
    matT18_array(c(0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,1),dim=c(p,t-1))
    matT19_array(c(0,0,0,1,-1,-1,0,0,1,0,-1,-1,0,1,0,0,-1,-1,1,0,0,0,-1,-1),dim=c(p,t-1))
    matT20_array(c(-1,0,0,0,1,1,-1,0,0,1,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matTT1_matrix(rbind(matT1,matT2,matT3,matT4,matT5,matT6,matT7,matT8,matT9,matT10),
ncol=t-1)
matTT2_matrix(rbind(matT11,matT12,matT13,matT14,matT15,matT16,matT17,matT18,
matT19,matT20),ncol=t-1)matT_matrix(rbind(matTT1,matTT2),ncol=t-1)
    }else stop("missing value")}mattreat_mattrt(t,n,p)  matcarr_function(t,n,p)
    {     if(t==3&n==6&p==3){
    matF1_array(c(0,1,0,0,0,-1,0,-1,1,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0),dim=c(p*n,1))
    matF2_array(c(0,0,1,0,1,-1,0,-1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,1),dim=c(p*n,1))
    matF_matrix(cbind(matF1,matF2),ncol=2,nrow=p*n) }
    elseif(t==3&n==6&p==4){
    matF1_array(c(0,1,0,-1,0,0,-1,1,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,1,-1,0,-1,0,1),dim=c(p*n,1))
    matF2_array(c(0,0,1,-1,0,1,-1,0,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0,-1,1,0),dim=c(p*n,1))
```

```
matF_matrix(cbind(matF1,matF2),ncol=2,nrow=p*n)
} else  if(t==4&n==4&p==4)    {
matF1_array(c(0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0,1,0,0,-1,0),dim=c(p*n,1))
matF2_array(c(0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p*n,1))
matF3_array(c(0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,1,-1,0),dim=c(p*n,1))
matF_matrix(cbind(matF1,matF2,matF3),ncol=3,nrow=p*n)
}else      if(t==4&n==4&p==5){
matF1_array(c(0,-1,1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0,-1,0,1),dim=c(p*n,1))
matF2_array(c(0,-1,0,0,1,0,0,1,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,-1,1,0),dim=c(p*n,1))
matF3_array(c(0,-1,0,1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,1,-1,0,0),dim=c(p*n,1))
matF_matrix(cbind(matF1,matF2,matF3),ncol=3,nrow=p*n)
} else      if(t==4&n==12&p==4)    {
matF1_array(c(0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1),dim=c(t,t-1))
matF2_array(c(0,0,1,-1,0,1,0,-1,0,0,0,-1),dim=c(t,t-1))
matF3_array(c(0,0,-1,1,0,0,-1,0,0,1,-1,0),dim=c(t,t-1))
matF4_array(c(0,-1,0,0,0,-1,0,1,0,-1,1,0),dim=c(t,t-1))
matF5_array(c(0,1,-1,0,0,0,-1,1,0,0,-1,0),dim=c(t,t-1))
matF6_array(c(0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,1,0),dim=c(t,t-1))
matF7_array(c(0,0,0,-1,0,0,1,-1,0,1,0,-1),dim=c(t,t-1))
matF8_array(c(0,-1,1,0,0,-1,0,0,0,-1,0,1),dim=c(t,t-1))
matF9_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,-1,0,0,1,-1),dim=c(t,t-1))
matF10_array(c(0,0,-1,0,0,1,-1,0,0,0,-1,1),dim=c(t,t-1))
matF11_array(c(0,0,1,0,0,0,0,1,0,1,0,0),dim=c(t,t-1))
matF12_array(c(0,-1,0,1,0,-1,1,0,0,-1,0,0),dim=c(t,t-1))
matF_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,matF10,
matF11,matF12),ncol=t-1)}else   if(t==4&n==12&p==5){
matF1_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1),dim=c(p,t-1))
matF2_array(c(0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
matF3_array(c(0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
matF4_array(c(0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
matF5_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
matF6_array(c(0,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1),dim=c(p,t-1))
matF7_array(c(0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
matF8_array(c(0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0),dim=c(p,t-1))
matF9_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
```

```
        matF10_array(c(0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF11_array(c(0,0,1,0,-1,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF12_array(c(0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
    matF_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,matF10,
matF11,matF12),ncol=t-1)} else    if(t==5&n==10&p==5){
        matF1_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1),dim=c(p,t-1))
        matF2_array(c(0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF3_array(c(0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF4_array(c(0,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF5_array(c(0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF6_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF7_array(c(0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF8_array(c(0,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF9_array(c(0,0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF10_array(c(0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
    matF_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,matF10),
ncol=t-1)    }else
if(t==5&n==10&p==6){
        matF1_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF2_array(c(0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF3_array(c(0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF4_array(c(0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF5_array(c(0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF6_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
        matF7_array(c(0,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF8_array(c(0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF9_array(c(0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF10_array(c(0,-1,0,1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
    matF_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,
matF10),ncol=t-1)    }else        if(t==5&n==20&p==5){
        matF1_array(c(0,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF2_array(c(0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1),dim=c(p,t-1))
        matF3_array(c(0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF4_array(c(0,0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF5_array(c(0,-1,1,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,),dim=c(p,t-1))
```

```
        matF6_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF7_array(c(0,0,0,1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF8_array(c(0,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF9_array(c(0,0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF10_array(c(0,-1,0,0,1,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,0,0,-1,0,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF11_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF12_array(c(0,0,-1,0,1,0,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF13_array(c(0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF14_array(c(0,0,0,-1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,-1,1,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF15_array(c(0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF16_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF17_array(c(0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,-1,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
        matF18_array(c(0,0,0,1,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF19_array(c(0,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF20_array(c(0,-1,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
    matFF1_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,
matF10),ncol=t-1)
    matFF2_matrix(rbind(matF11,matF12,matF13,matF14,matF15,matF16,matF17,matF18,
matF19,matF20),ncol=t-1)matF_matrix(rbind(matFF1,matFF2),ncol=t-1)}
        else    if(t==5&n==20&p==6){
        matF1_array(c(0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1),dim=c(p,t-1))
        matF2_array(c(0,0,0,0,-1,1,0,1,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF3_array(c(0,0,0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,0,1,0,-1,0,0,0,0,1,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF4_array(c(0,0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,1,-1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF5_array(c(0,-1,1,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,1,1),dim=c(p,t-1))
        matF6_array(c(0,1,0,-1,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF7_array(c(0,0,0,1,0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,1,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
        matF8_array(c(0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,0),dim=c(p,t-1))
        matF9_array(c(0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,1,-1,0,0,1,0,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF10_array(c(0,-1,0,0,1,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF11_array(c(0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF12_array(c(0,0,-1,0,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1),dim=c(p,t-1))
        matF13_array(c(0,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,1,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,0,1,0,-1,0),dim=c(p,t-1))
        matF14_array(c(0,0,0,-1,0,1,0,0,0,1,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1,0,0,1,0,-1,0,0),dim=c(p,t-1))
        matF15_array(c(0,-1,0,1,0,0,0,-1,0,0,0,0,1,0,-1,1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0),dim=c(p,t-1))
```

```
            matF16_array(c(0,1,-1,0,0,0,0,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,1,0,0),dim=c(p,t-1))
            matF17_array(c(0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,1,0),dim=c(p,t-1))
            matF18_array(c(0,0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,0,0,0,0,0,-1,1),dim=c(p,t-1))
            matF19_array(c(0,0,0,0,1,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1),dim=c(p,t-1))
            matF20_array(c(0,-1,0,0,0,1,0,-1,0,0,1,0,0,-1,0,1,0,0,0,-1,1,0,0,0),dim=c(p,t-1))
    matFF1_matrix(rbind(matF1,matF2,matF3,matF4,matF5,matF6,matF7,matF8,matF9,matF10),
ncol=t-1)
    matFF2_matrix(rbind(matF11,matF12,matF13,matF14,matF15,matF16,matF17,matF18,
matF19,matF20),ncol=t-1)matF_matrix(rbind(matFF1,matFF2),ncol=t-1)}
    else stop("missing value") }mattrixcarr_matcarr(t,n,p)
        # กำหนดค่า treatment
    mattrtt_function(t,n,p)
        {   if(t==3&n==6&p==3) {
        treatment_array(c(trt1,trt2,trt3,trt2,trt3,trt1,trt3,trt1,trt2,trt1,trt3,trt2,trt2,trt1,trt3,trt3,trt2,trt1),
dim=c(p*n,1))          }else  if(t==3&n==6&p==4)   {
treatment_array(c(trt1,trt2,trt3,trt3,trt2,trt3,trt1,trt1,trt3,trt1,trt2,trt2,trt1,trt3,trt2,trt2,trt2,trt1,trt3
,trt3, trt3,trt2,trt1,trt1),dim=c(p*n,1))     }else  if(t==4&n==4&p==4){
treatment_array(c(trt4,trt1,trt3,trt2,trt1,trt2,trt4,trt3,trt2,trt3,trt1,trt4,trt3,trt4,trt2,trt1),dim=c(p*n,1))
    }else if(t==4&n==4&p==5){
treatment_array(c(trt4,trt1,trt3,trt2,trt2,trt1,trt2,trt4,trt3,trt3,trt2,trt3,trt1,trt4,trt4,trt3,trt4,trt2,trt1,trt1),
dim=c(p*n,1))    }else   if(t==4&n==12&p==4){
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt3,trt4,trt2,trt1,trt4,trt3,trt3,trt4,trt1,trt2,trt4,trt3,trt2,trt1),dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt4,trt2,trt3,trt2,trt3,trt1,trt4,trt3,trt2,trt4,trt1,trt4,trt1,trt3,trt2),dim=c(p*t,1))
treatment3_array(c(trt1,trt3,trt4,trt2,trt2,trt4,trt3,trt1,trt3,trt1,trt2,trt4,trt4,trt2,trt1,trt3),dim=c(p*t,1))
treatment_rbind(treatment1,treatment2,treatment3)   }else   if(t==4&n==12&p==5){
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt3,trt4,trt4,trt2,trt1,trt4,trt3,trt3,trt3,trt4,trt1,trt2,trt2,trt4,trt3,trt2,trt1,trt1),
dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt4,trt2,trt3,trt3,trt2,trt3,trt1,trt4,trt4,trt3,trt2,trt4,trt1,trt1,trt4,trt1,trt3,trt2,trt2),
dim=c(p*t,1))
treatment3_array(c(trt1,trt3,trt4,trt2,trt2,trt2,trt4,trt3,trt1,trt1,trt3,trt1,trt2,trt4,trt4,trt4,trt2,trt1,trt3,trt3)
,dim=c(p*t,1))     treatment_rbind(treatment1,treatment2,treatment3)}
else       if(t==5&n==10&p==5)     {
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt4,trt5,trt3,trt2,trt3,trt5,trt1,trt4,trt3,trt4,trt1,trt2,trt5,trt4,trt5,trt2,trt3,trt1,trt5
trt1,trt3,trt4,trt2),dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt3,trt2,trt5,trt4,trt2,trt4,trt3,trt1,trt5,trt3,trt5,trt4,trt2,trt1,trt4,trt1,trt5,trt3,trt2,trt5
```

```
,trt2,trt1,trt4,trt3),dim=c(p*t,1)) treatment_rbind(treatment1,treatment2)}
            else       if(t==5&n==10&p==6){
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt4,trt5,trt3,trt3,trt2,trt3,trt5,trt1,trt4,trt4,trt3,trt4,trt1,trt2,trt5,trt5,trt4,trt5,trt2
,trt3,trt1,trt1,trt5,trt1,trt3,trt4,trt2,trt2),dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt3,trt2,trt5,trt4,trt4,trt2,trt4,trt3,trt1,trt5,trt5,trt3,trt5,trt4,trt2,trt1,trt1,trt4,trt1,trt5,
trt3,trt2,trt2,trt5,trt2,trt1,trt4,trt3,trt3),dim=c(p*t,1))
treatment_rbind(treatment1,treatment2)}
else    if(t==5&n==20&p==5){
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt3,trt4,trt5,trt2,trt3,trt4,trt5,trt1,trt3,trt4,trt5,trt1,trt2,trt4,trt5,trt1,trt2,trt3,trt5,
trt1,trt2,trt3,trt4),dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt3,trt5,trt2,trt4,trt2,trt4,trt1,trt3,trt5,trt3,trt5,trt2,trt4,trt1,trt4,trt1,trt3,trt5,trt2,trt5,
trt2,trt4,trt1,trt3),dim=c(p*t,1))
treatment3_array(c(trt1,trt4,trt2,trt5,trt3,trt2,trt5,trt3,trt1,trt4,trt3,trt1,trt4,trt2,trt5,trt4,trt2,trt5,trt3,trt1,trt5,
trt3,trt1,trt4,trt2),dim=c(p*t,1))
treatment4_array(c(trt1,trt5,trt4,trt3,trt2,trt2,trt1,trt5,trt4,trt3,trt3,trt2,trt1,trt5,trt4,trt4,trt3,trt2,trt1,trt5,trt5,
trt4,trt3,trt2,trt1),dim=c(p*t,1))
treatment_rbind(treatment1,treatment2,treatment3,treatment4)}else if(t==5&n==20&p==6)   {
treatment1_array(c(trt1,trt2,trt3,trt4,trt5,trt5,trt2,trt3,trt4,trt5,trt1,trt1,trt3,trt4,trt5,trt1,trt2,trt2,trt4,trt5,trt1
,trt2,trt3,trt3,trt5,trt1,trt2,trt3,trt4,trt4),dim=c(p*t,1))
treatment2_array(c(trt1,trt3,trt5,trt2,trt4,trt4,trt2,trt4,trt1,trt3,trt5,trt5,trt3,trt5,trt2,trt4,trt1,trt1,trt4,trt1,trt3,
trt5,trt2,trt2,trt5,trt2,trt4,trt1,trt3,trt3),dim=c(p*t,1))
treatment3_array(c(trt1,trt4,trt2,trt5,trt3,trt3,trt2,trt5,trt3,trt1,trt4,trt4,trt3,trt1,trt4,trt2,trt5,trt5,trt4,trt2
,trt5,trt3,trt1,trt1,trt5,trt3,trt1,trt4,trt2,trt2),dim=c(p*t,1))
treatment4_array(c(trt1,trt5,trt4,trt3,trt2,trt2,trt2,trt1,trt5,trt4,trt3,trt3,trt3,trt2,trt1,trt5,trt4,trt4,trt4,trt3,
trt2,trt1,trt5,trt5,trt5,trt4,trt3,trt2,trt1,trt1),dim=c(p*t,1))
treatment_rbind(treatment1,treatment2,treatment3,treatment4)}}mattreatment_mattrtt(t,n,p)
            # กำหนดค่า ผลกระทบตกค้าง
      matcarry_function(t,n,p)
            { if(t==3&n==6&p==3){
carryover_array(c(0,carr1,carr2,0,carr2,carr3,0,carr3,carr1,0,carr1,carr3,0,carr2,carr1,0,
carr3, carr2),dim=c(p*n,1))}else   if(t==3&n==6&p==4)   {
carryover_array(c(0,carr1,carr2,carr3,0,carr2,carr3,carr1,0,carr3,carr1,carr2,0,carr1,carr3,carr2,0,
carr2,carr1,carr3,0,carr3,carr2,carr1),dim=c(p*n,1))}else  if(t==4&n==4&p==4)      {
carryover_array(c(0,carr4,carr1,carr3,0,carr1,carr2,carr4,0,carr2,carr3,carr1,0,carr3,carr4,carr2),
dim=c(p*n,1))}else if(t==4&n==4&p==5){
```

```
carryover_array(c(0,carr4,carr1,carr3,carr2,0,carr1,carr2,carr4,carr3,0,carr2,carr3,carr1,carr4,0,
carr3,carr4,carr2,carr1),dim=c(p*n,1))}else  if(t==4&n==12&p==4){
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr3,0,carr2,carr1,carr4,0,carr3,carr4,carr1,0,carr4,carr3,carr2),
dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr4,carr2,0,carr2,carr3,carr1,0,carr3,carr2,carr4,0,carr4,carr1,carr3),
dim=c(p*t,1))
carryover3_array(c(0,carr1,carr3,carr4,0,carr2,carr4,carr3,0,carr3,carr1,carr2,0,carr4,carr2,carr1),
dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2,carryover3)}else   if(t==4&n==12&p==5){
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr3,carr4,0,carr2,carr1,carr4,carr3,0,carr3,carr4,carr1,carr2,0,
carr4,carr3,carr2,carr1),dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr4,carr2,carr3,0,carr2,carr3,carr1,carr4,0,carr3,carr2,carr4,carr1,0,
carr4,carr1,carr3,carr2),dim=c(p*t,1))
carryover3_array(c(0,carr1,carr3,carr4,carr2,0,carr2,carr4,carr3,carr1,0,carr3,carr1,carr2,carr4,0,
carr4,carr2,carr1,carr3),dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2,carryover3)}else if(t==5&n==10&p==5){
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr4,carr5,0,carr2,carr3,carr5,carr1,0,carr3,carr4,carr1,carr2,0,
carr4,carr5,carr2,carr3,0,carr5,carr1,carr3,carr4),dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr3,carr2,carr5,0,carr2,carr4,carr3,carr1,0,carr3,carr5,carr4,carr2,0,
carr4,carr1,carr5,carr3,0,carr5,carr2,carr1,carr4),dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2)}      else if(t==5&n==10&p==6){
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr4,carr5,carr3,0,carr2,carr3,carr5,carr1,carr4,0,carr3,
carr4, carr1,carr2,carr5,0,carr4,carr5,carr2,carr3,carr1,0,carr5,carr1,carr3,carr4,carr2),dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr3,carr2,carr5,carr4,0,carr2,carr4,carr3,carr1,carr5,0,carr3,
carr5, carr4,carr2,carr1,0,carr4,carr1,carr5,carr3,carr2,0,carr5,carr2,carr1,carr4,carr3),dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2)}else     if(t==5&n==20&p==5){
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr3,carr4,0,carr2,carr3,carr4,carr5,0,carr3,carr4,carr5,carr1,0,
carr4,carr5,carr1,carr2,0,carr5,carr1,carr2,carr3),dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr3,carr5,carr2,0,carr2,carr4,carr1,carr3,0,carr3,carr5,carr2,carr4,0,
carr4,carr1,carr3,carr5,0,carr5,carr2,carr4,carr1),dim=c(p*t,1))
carryover3_array(c(0,carr1,carr4,carr2,carr5,0,carr2,carr5,carr3,carr1,0,carr3,carr1,carr4,carr2,0,
carr4,carr2,carr5,carr3,0,carr5,carr3,carr1,carr4),dim=c(p*t,1))
carryover4_array(c(0,carr1,carr5,carr4,carr3,0,carr2,carr1,carr5,carr4,0,carr3,carr2,carr1,carr5,0,
carr4,carr3,carr2,carr1,0,carr5,carr4,carr3,carr2),dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2,carryover3,carryover4)} else if(t==5&n==20&p==6){
```

```
carryover1_array(c(0,carr1,carr2,carr3,carr4,carr5,0,carr2,carr3,carr4,carr5,carr1,0,carr3,carr4,
carr5,carr1,carr2,0,carr4,carr5,carr1,carr2,carr3,0,carr5,carr1,carr2,carr3,carr4),dim=c(p*t,1))
carryover2_array(c(0,carr1,carr3,carr5,carr2,carr4,0,carr2,carr4,carr1,carr3,carr5,0,carr3,carr5,
carr2,carr4,carr1,0,carr4,carr1,carr3,carr5,carr2,0,carr5,carr2,carr4,carr1,carr3),dim=c(p*t,1))
carryover3_array(c(0,carr1,carr4,carr2,carr5,carr3,0,carr2,carr5,carr3,carr1,carr4,0,carr3,carr1,
carr4,carr2,carr5,0,carr4,carr2,carr5,carr3,carr1,0,carr5,carr3,carr1,carr4,carr2),dim=c(p*t,1))
carryover4_array(c(0,carr1,carr5,carr4,carr3,carr2,0,carr2,carr1,carr5,carr4,carr3,0,carr3,carr2,
carr1,carr5,carr4,0,carr4,carr3,carr2,carr1,carr5,0,carr5,carr4,carr3,carr2,carr1),dim=c(p*t,1))
carryover_rbind(carryover1,carryover2,carryover3,carryover4)}}matcarryover_matcarry(t,n,p)
for (i  in 1:loops)
                {er_array(rnorm(p*n,0,sd),dim=c(p*n,1))
                        #Generate Data
                            for (j  in 1:(p*n))   {
                            y[j]_u+period[j]+subject[j]+mattreatment[j]+matcarryover[j]+er[j]
                            }#Least square method
                matu_matrix(rep(1,p*n),ncol=1,nrow=p*n)
matX_matrix(cbind(matu,matsubject,matrixperiod,mattreat,mattrixcarr),nrow=p*n)
                tmatx_t(matX)
                matXX_(tmatx%*%matX)
                imatXX_solve(matXX)
                maty_matrix(c(y),ncol=1,nrow=p*n)
                matXY_tmatx%*%maty
                beta2_imatXX%*%matXY
if (t==3&n==6&p==3) {  NN1_beta2[11]/beta2[9]      NN2_beta2[12]/beta2[10]
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[9])*(trt1-beta2[9]))+((trt2-beta2[10])*(trt2-beta2[10])))
NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2)/2))*(c(M[e])-((NN1+NN2)/2)))} else  if (t==3&n==6&p==4)
{  NN1_((beta2[12])/(beta2[10]))     NN2_((beta2[13])/(beta2[11]))
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[10])*(trt1-beta2[10]))+((trt2-beta2[11])*(trt2-beta2[11])))
NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2)/2))*(c(M[e])-((NN1+NN2)/2)))}  else  if (t==4&n==4&p==4)
 {     NN1_beta2[11]/beta2[8],NN2_beta2[12]/beta2[9],NN3_beta2[13]/beta2[10]
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[8])*(trt1-beta2[8]))+((trt2-beta2[9])*(trt2-beta2[9]))+((trt3-beta2[10])
*(trt3-beta2[10])))
NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3)))
}else  if (t==4&n==4&p==5)
 {  NN1_beta2[12]/beta2[9],NN2_beta2[13]/beta2[10],NN3_beta2[14]/beta2[11]
```

```
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[9])*(trt1-beta2[9]))+((trt2-beta2[10])*(trt2-beta2[10]))+
((trt3-beta2[11])*(trt3-beta2[11])))
NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3)))
}  else if (t==4&n==12&p==4)
{  NN1_beta2[19]/beta2[16],NNN2_beta2[20]/beta2[17],NN3_beta2[21]/beta2[18]
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[16])*(trt1-beta2[16]))+((trt2-beta2[17])*(trt2-beta2[17]))+
((trt3-beta2[18])*(trt3-beta2[18])))
NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3)))
}   else  if (t==4&n==12&p==5)
{  NN1_beta2[20]/beta2[17],NN2_beta2[21]/beta2[18],NN3_beta2[22]/beta2[19]
      ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[17])*(trt1-beta2[17]))+((trt2-beta2[18])*(trt2-beta2[18]))
+((trt3-beta2[19])*(trt3-beta2[19])))
      NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3)/3)))
  } else if (t==5&n==10&p==5)
{     NN1_beta2[19]/beta2[15],NN2_beta2[20]/beta2[16],NN3_beta2[21]/beta2[17]
      NN4_beta2[22]/beta2[18]
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[25])*(trt1-beta2[25]))+((trt2-beta2[26])*(trt2-beta2[26]))+
((trt3-beta2[27])*(trt3-beta2[27]))+((trt4-beta2[28])*(trt4-beta2[28])))
      NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4)))
 } else  if (t==5&n==10&p==6)
{     NN1_beta2[20]/beta2[16],NN2_beta2[21]/beta2[17],NN3_beta2[22]/beta2[18]
      NN4_beta2[23]/beta2[19]
      ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[25])*(trt1-beta2[25]))+((trt2-beta2[26])*(trt2-beta2[26]))+
((trt3-beta2[27])*(trt3-beta2[27]))+((trt4-beta2[28])*(trt4-beta2[28])))
      NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4)))
      }else  if (t==5&n==20&p==5)
       { NN1_beta2[29]/beta2[25],NN2_beta2[30]/beta2[26],NN3_beta2[31]/beta2[27]
      NN4_beta2[32]/beta2[28]
      ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[25])*(trt1-beta2[25]))+((trt2-beta2[26])*(trt2-beta2[26]))+
((trt3-beta2[27])*(trt3-beta2[27]))+((trt4-beta2[28])*(trt4-beta2[28])))
      NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4)))
      }   else  if (t==5&n==20&p==6)
      {     NN1_beta2[30]/beta2[26],NN2_beta2[31]/beta2[27],NN3_beta2[32]/beta2[28]
NN4_beta2[33]/beta2[29]
ms[i,e]_sqrt(((trt1-beta2[26])*(trt1-beta2[26]))+((trt2-beta2[27])*(trt2-beta2[27]))+
```

```
((trt3-beta2[28])*(trt3-beta2[28]))+((trt4-beta2[29])*(trt4-beta2[29])))
      NNN[i,e]_sqrt((c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4))*(c(M[e])-((NN1+NN2+NN3+NN4)/4)))
                }
                tbeta_t(beta2)
                tmaty_t(maty)
                tbetmat_tbeta%*%tmatx
                matyty_tmaty%*%maty
      if (t==3&p==3&n==6){
initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,period[1],period[2],trt1,trt2,carr1,carr2),dim=c(1,12))}
      else  if (t==3&p==4&n==6)
      {initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,period[1],period[2],period[3],trt1,trt2,carr1,carr2),
dim=c(1,13))}
else if (t==4&p==4&n==4)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,period[1],period[2],period[3],trt1,trt2,trt3,carr1,carr2,carr1),
dim=c(1,13))}
else  if (t==4&p==5&n==4)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,period[1],period[2],period[3],period[4],trt1,trt2,trt3,carr1,
carr2,carr1),dim=c(1,14))}
else if (t==4&p==4&n==12)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,period[1],period[2],
period[3],trt1,trt2,trt3,carr1,carr2,carr3),dim=c(1,21))}
else  if (t==4&p==5&n==12)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,period[1],
period[2],period[3],period[4],trt1,trt2,trt3,carr1,carr2,carr3),dim=c(1,22))}
else if (t==5&p==5&n==10)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,period[1],period[2],
period[3], period[4],trt1,trt2,trt3,trt4,carr1,carr2,carr3,carr4),dim=c(1,22))}
else  if (t==5&p==6&n==10)
{initial_array(c(u,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,sub2,sub3,sub4,sub1,period[1],period[2],
period[3], period[4],period[5],trt1,trt2,trt3,trt4,carr1,carr2,carr3,carr4),dim=c(1,23))}
else if (t==5&p==5&n==20)
{subb_array(rep(c(sub1,sub2,sub3,sub4),4))
initial_array(c(u,subb,sub1,sub2,sub3,period[1],period[2],period[3],period[4],trt1,trt2,
trt3,trt4, carr1,carr2,carr3,carr4),dim=c(1,32))}
else  if (t==5&p==6&n==20)
```

```
{   subb_array(rep(c(sub1,sub2,sub3,sub4),4))
      initial_array(c(u,subb,sub1,sub2,sub3,period[1],period[2],period[3],period[4],period[5]
,trt1,trt2,trt3,trt4,carr1,carr2,carr3,carr4),dim=c(1,33))}
                estimat_(initial-tbeta) %*% t(initial-tbeta)       eu_sqrt(estimat)
      mse_t(maty-(matX%*%beta2))%*%(maty-(matX%*%beta2))/((p*n)-((p-1)+(n-1)+(2*(t-1))+1))
                summaH2_summaH2+eu
                summaH3_summaH3+mse
                }meaneu[e,1]_round((summaH2)/c(loops),dig=4)
                meanes[e,1]_round((summaH3)/c(loops),dig=4)
                meanNNN[e,1]_mean(NNN[,e])
                meanMs[e,1]_mean(ms[,e])                  }
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.1 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ข.1.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง ข.1.1 – ข.1.5 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในทุกสถานการณ์ของการทดลอง นั่นคือ เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าน้อยค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่ามาก

ข.1.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง ข.1.6– ข.1.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะลดลงในทุกสถานการณ์ของการทดลดลอง นั่นคือเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 ช่วงระยะเวลาส่งผลให้ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง

ข.1.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs เมื่อ p=t,p=t+1 นำเสนอดังตาราง ข.1.11- ข.1.12 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำที่สุด ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 4 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยสูงสุด และระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยปานกลาง

ข.1.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อ p=t,p=t+1นำเสนอดังตาราง ข.1.13-ข.1.14 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อ p=t ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้น แต่เมื่อ p=t+1 ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5ค่าระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยที่สุดในทุกระดับของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

ข.1.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5 และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง ข.1.15-ข.1.18 ตามลำดับ

พบว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยกว่าแผนการทดลอง Williams design ทุกระดับของปัจจัยทดลอง และทุกสถานการณ์ของการทดลอง

ข.2 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ผลสรุปเช่นเดียวกับผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย รายละเอียดของตารางมีดังนี้

ข.2.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง ข.2.1 – ข.2.5

ข.2.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง ข.1.6– ข.1.10 และรูปที่ ข.2.6 – ข.2.10 ตามลำดับ

ข.2.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs เมื่อ p=t,p=t+1 นำเสนอดังตาราง ข.2.11- ข.2.12 ตามลำดับ

ข.2.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อ p=t,p=t+1นำเสนอดังตาราง ข.2.13-ข.2.13 ตามลำดับ

ข.2.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5 และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง ข.2.15-ข.2.18 และรูปที่ ข.2.15-ข.2.18 ตามลำดับ

ข.3 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับความแตกต่างของปัจจัยทดลองระดับต่าง ๆ ได้นำเสนอดังตารางที่ ข.3.1 – ข.3.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อความแตกต่างของปัจจัยทดลองมากขึ้นระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.1 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\in$ [0,1.5)

ตารางที่ ข.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in$ [0,1.5)

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	P=3	10	1.8275	1.7467	1.7325	1.7833	1.7441	1.8054	1.8181	1.8384	1.7256	1.8157
		30	5.5436	5.3633	5.1617	5.2121	5.3863	5.3677	5.3247	5.3981	5.4102	5.2846
		50	9.1253	9.1128	9.0642	8.8510	8.5202	8.7865	8.9360	8.9231	9.1767	9.1055
		70	12.7052	12.6703	12.7896	12.6559	12.3907	12.5171	12.4108	12.6811	12.8116	12.6240
		90	16.6044	16.1144	16.4590	16.3877	16.1897	16.3368	16.2575	16.2829	16.1931	16.1507
	P=4	10	1.4267	1.4482	1.4437	1.4471	1.4487	1.3465	1.3625	1.4126	1.4294	1.3515
		30	4.2361	4.3385	4.2688	4.2611	4.3405	4.2804	4.2946	4.3703	4.1502	4.3483
		50	7.5099	7.2611	7.3712	7.1305	7.2765	7.2154	7.1820	7.2310	7.1347	7.3449
		70	10.2801	10.2736	9.7845	9.6580	9.8777	9.7853	9.8745	9.7860	10.1713	10.1454
		90	13.1157	12.7457	12.7204	13.1963	13.3293	12.8192	12.7987	12.6544	13.2713	12.8341

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	2.7631	2.6155	2.7155	2.7808	2.7555	2.7859	2.8302	2.7700	2.6619	2.7885
		30	8.3483	8.4187	8.6382	8.3403	8.3786	8.3672	8.3070	8.6613	8.4192	8.4535
		50	14.3007	14.1931	13.9932	13.9547	14.0587	13.8713	14.2552	14.2243	14.0775	14.3093
		70	19.8140	19.8796	19.7845	19.8775	19.2864	19.8365	19.9653	19.9356	19.4885	20.1938
		90	25.3845	25.1847	25.1799	25.6345	25.2876	25.4282	25.2422	25.1830	25.5412	25.4857
	p=5	10	2.4324	2.5310	2.3375	2.4150	2.4508	2.3861	2.4350	2.4013	2.3974	2.4478
		30	7.2206	7.4278	7.4746	7.4112	7.3622	7.3427	7.3439	7.3151	7.1507	7.2687
		50	11.9943	12.4331	12.2894	12.0908	13.2333	12.3849	12.3572	12.2082	12.3457	12.2578
		70	16.7106	17.3641	17.1017	16.8924	17.2083	16.7991	17.3398	17.0847	17.7237	17.3859
		90	22.4035	22.6524	22.3586	22.2540	21.6598	21.7957	22.1771	22.2524	21.8547	21.9838

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	1.6054	1.6384	1.6466	1.6148	1.6067	1.6352	1.6245	1.6430	1.6278	1.6147
		30	4.8481	4.9757	4.7863	4.8063	4.8326	4.8624	4.8442	4.9033	4.8100	4.9159
		50	8.1479	8.2411	8.1514	8.3060	8.1029	8.0571	8.1091	8.1452	8.1256	8.1381
		70	11.5527	11.3514	11.4215	11.5014	11.4801	11.4898	11.2415	11.5748	11.2542	11.2445
		90	14.6214	14.3415	14.6214	15.0415	14.9528	14.2517	14.3220	14.8475	15.0214	14.8871
	p=5	10	1.4155	1.3941	1.4325	1.4271	1.4168	1.4026	1.4222	1.4476	1.4017	1.4121
		30	4.2722	4.1120	4.3758	4.2728	4.2117	4.2339	4.2375	4.2625	4.3355	4.1564
		50	7.1212	7.0323	7.2006	7.0587	7.1509	7.1897	7.0261	7.1257	6.9273	7.0841
		70	10.1578	9.9874	9.9357	9.8748	9.9578	10.0874	9.8674	9.6879	9.8564	9.8773
		90	12.8274	12.6233	12.8566	12.7235	12.8547	12.8545	12.5714	12.6874	12.4327	12.7845

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	2.0942	2.0706	2.0539	2.0970	2.1718	2.1388	2.0486	2.1556	2.0461	2.1457
		30	6.2769	6.4371	6.2651	6.2821	6.3669	6.4086	6.1346	6.4566	6.1203	6.4179
		50	10.4712	10.5230	10.4797	10.4850	10.6589	10.6942	10.7143	10.7779	10.2308	10.7288
		70	15.5648	15.6647	15.4875	15.8241	15.5548	15.4315	15.8544	15.7325	15.6245	15.4345
		90	18.8480	18.3552	18.7549	18.8728	19.2359	19.2495	18.5347	19.4001	18.4152	19.3116
	p=6	10	1.8985	1.8885	1.9286	1.9241	1.9325	1.9324	1.9219	1.9128	1.9289	1.9124
		30	5.8154	5.6536	5.8047	5.7424	5.8875	5.7173	5.6569	5.6485	5.7867	5.7627
		50	9.6923	9.4857	9.6874	9.5586	9.8126	9.4587	9.6095	9.9141	9.6446	9.7845
		70	13.3627	13.3827	13.5247	13.5174	13.7376	13.2369	13.4533	13.8798	13.5024	13.3874
		90	17.4461	17.4023	17.4567	17.3591	17.5427	17.1918	17.2971	17.6545	17.3360	17.4548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	1.4632	1.4657	1.4524	1.4678	1.4576	1.4413	1.5388	1.5083	1.4987	1.4863
		30	4.2975	4.4550	4.5919	4.4655	4.5294	4.6390	4.5020	4.3547	4.5356	4.5426
		50	7.6318	7.2884	7.4102	7.3392	7.4270	7.3563	7.5344	7.5415	7.6239	7.4313
		70	10.5564	10.1157	10.3743	10.2749	10.4832	10.2888	10.6819	10.5581	10.4855	10.4038
		90	13.5530	13.1827	13.3383	13.2106	13.4784	13.2614	13.6588	13.5747	13.6684	13.3764
	p=5	10	1.3146	1.3457	1.3878	1.3132	1.3519	1.3342	1.3361	1.3202	1.3422	1.3209
		30	4.0405	4.0598	4.0316	4.1379	4.1221	4.0594	3.9752	4.0471	4.1025	3.9857
		50	6.5627	6.4857	6.7643	6.8274	6.7904	6.7562	6.8562	6.6593	6.9049	6.8438
		70	9.3865	9.5542	9.2800	9.5584	9.5066	9.6267	9.3986	9.4578	9.6669	9.4813
		90	12.2598	12.2754	12.1347	12.2893	12.2227	12.1672	12.3411	12.5447	12.3589	12.4489

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	1.8275	1.7467	1.7325	1.7833	1.7441	1.8054	1.8181	1.8384	1.7256	1.8157
		p=4	1.4267	1.4482	1.4437	1.4471	1.4487	1.3465	1.3625	1.4126	1.4294	1.3515
	30	p=3	5.5436	5.3633	5.1617	5.2121	5.3863	5.3677	5.3247	5.3981	5.4102	5.2846
		p=4	4.2361	4.3385	4.2688	4.2611	4.3405	4.2804	4.2946	4.3703	4.1502	4.3483
	50	p=3	9.1253	9.1128	9.0642	8.8510	8.5202	8.7865	8.9360	8.9231	9.1767	9.1055
		p=4	7.5099	7.2611	7.3712	7.1305	7.2765	7.2154	7.1820	7.2310	7.1347	7.3449
	70	p=3	12.7052	12.6703	12.7896	12.6559	12.3907	12.5171	12.4108	12.6811	12.8116	12.6240
		p=4	10.2801	10.2736	9.7845	9.6580	9.8777	9.7853	9.8745	9.7860	10.1713	10.1454
	90	p=3	16.6044	16.1144	16.4590	16.3877	16.1897	16.3368	16.2575	16.2829	16.1931	16.1507
		p=4	13.1157	12.7457	12.7204	13.1963	13.3293	12.8192	12.7987	12.6544	13.2713	12.8341

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	2.7631	2.6155	2.7155	2.7808	2.7555	2.7859	2.8302	2.7700	2.6619	2.7885
		p=5	2.4324	2.5310	2.3375	2.4150	2.4508	2.3861	2.4350	2.4013	2.3974	2.4478
	30	p=4	8.3483	8.4187	8.6382	8.3403	8.3786	8.3672	8.3070	8.6613	8.4192	8.4535
		p=5	7.2206	7.4278	7.4746	7.4112	7.3622	7.3427	7.3439	7.3151	7.1507	7.2687
	50	p=4	14.3007	14.1931	13.9932	13.9547	14.0587	13.8713	14.2552	14.2243	14.0775	14.3093
		p=5	11.9943	12.4331	12.2894	12.0908	13.2333	12.3849	12.3572	12.2082	12.3457	12.2578
	70	p=4	19.8140	19.8796	19.7845	19.8775	19.2864	19.8365	19.9653	19.9356	19.4885	20.1938
		p=5	16.7106	17.3641	17.1017	16.8924	17.2083	16.7991	17.3398	17.0847	17.7237	17.3859
	90	p=4	25.3845	25.1847	25.1799	25.6345	25.2876	25.4282	25.2422	25.1830	25.5412	25.4857
		p=5	22.4035	22.6524	22.3586	22.2540	21.6598	21.7957	22.1771	22.2524	21.8547	21.9838

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t =4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	1.6054	1.6384	1.6466	1.6148	1.6067	1.6352	1.6245	1.6430	1.6278	1.6147
		p=5	1.4155	1.3941	1.4325	1.4271	1.4168	1.4026	1.4222	1.4476	1.4017	1.4121
	30	p=4	4.8481	4.9757	4.7863	4.8063	4.8326	4.8624	4.8442	4.9033	4.8100	4.9159
		p=5	4.2722	4.1120	4.3758	4.2728	4.2117	4.2339	4.2375	4.2625	4.3355	4.1564
	50	p=4	8.1479	8.2411	8.1514	8.3060	8.1029	8.0571	8.1091	8.1452	8.1256	8.1381
		p=5	7.1212	7.0323	7.2006	7.0587	7.1509	7.1897	7.0261	7.1257	6.9273	7.0841
	70	p=4	11.5527	11.3514	11.4215	11.5014	11.4801	11.4898	11.2415	11.5748	11.2542	11.2445
		p=5	10.1578	9.9874	9.9357	9.8748	9.9578	10.0874	9.8674	9.6879	9.8564	9.8773
	90	p=4	14.6214	14.3415	14.6214	15.0415	14.9528	14.2517	14.3220	14.8475	15.0214	14.8871
		p=5	12.8274	12.6233	12.8566	12.7235	12.8547	12.8545	12.5714	12.6874	12.4327	12.7845

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	2.0942	2.0706	2.0539	2.0970	2.1718	2.1388	2.0486	2.1556	2.0461	2.1457
		p=6	1.8985	1.8885	1.9286	1.9241	1.9325	1.9324	1.9219	1.9128	1.9289	1.9124
	30	p=5	6.2769	6.4371	6.2651	6.2821	6.3669	6.4086	6.1346	6.4566	6.1203	6.4179
		p=6	5.8154	5.6536	5.8047	5.7424	5.8875	5.7173	5.6569	5.6485	5.7867	5.7627
	50	p=5	10.4712	10.5230	10.4797	10.4850	10.6589	10.6942	10.7143	10.7779	10.2308	10.7288
		p=6	9.6923	9.4857	9.6874	9.5586	9.8126	9.4587	9.6095	9.9141	9.6446	9.7845
	70	p=5	15.5648	15.6647	15.4875	15.8241	15.5548	15.4315	15.8544	15.7325	15.6245	15.4345
		p=6	13.3627	13.3827	13.5247	13.5174	13.7376	13.2369	13.4533	13.8798	13.5024	13.3874
	90	p=5	18.8480	18.3552	18.7549	18.8728	19.2359	19.2495	18.5347	19.4001	18.4152	19.3116
		p=6	17.4461	17.4023	17.4567	17.3591	17.5427	17.1918	17.2971	17.6545	17.3360	17.4548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	1.4632	1.4657	1.4524	1.4678	1.4576	1.4413	1.5388	1.5083	1.4987	1.4863
		p=6	1.3146	1.3457	1.3878	1.3132	1.3519	1.3342	1.3361	1.3202	1.3422	1.3209
	30	p=5	4.2975	4.4550	4.5919	4.4655	4.5294	4.6390	4.5020	4.3547	4.5356	4.5426
		p=6	4.0405	4.0598	4.0316	4.1379	4.1221	4.0594	3.9752	4.0471	4.1025	3.9857
	50	p=5	7.6318	7.2884	7.4102	7.3392	7.4270	7.3563	7.5344	7.5415	7.6239	7.4313
		p=6	6.5627	6.4857	6.7643	6.8274	6.7904	6.7562	6.8562	6.6593	6.9049	6.8438
	70	p=5	10.5564	10.1157	10.3743	10.2749	10.4832	10.2888	10.6819	10.5581	10.4855	10.4038
		p=6	9.3865	9.5542	9.2800	9.5584	9.5066	9.6267	9.3986	9.4578	9.6669	9.4813
	90	p=5	13.5530	13.1827	13.3383	13.2106	13.4784	13.2614	13.6588	13.5747	13.6684	13.3764
		p=6	12.2598	12.2754	12.1347	12.2893	12.2227	12.1672	12.3411	12.5447	12.3589	12.4489

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8275	1.7467	1.7325	1.7833	1.7441	1.8054	1.8181	1.8384	1.7256	1.8157
	t=4	p=4	2.7631	2.6155	2.7155	2.7808	2.7555	2.7859	2.8302	2.7700	2.6619	2.7885
	t=5	p=5	2.0942	2.0706	2.0539	2.0970	2.1718	2.1388	2.0486	2.1556	2.0461	2.1457
30	t=3	p=3	5.5436	5.3633	5.1617	5.2121	5.3863	5.3677	5.3247	5.3981	5.4102	5.2846
	t=4	p=4	8.3483	8.4187	8.6382	8.3403	8.3786	8.3672	8.3070	8.6613	8.4192	8.4535
	t=5	p=5	6.2769	6.4371	6.2651	6.2821	6.3669	6.4086	6.1346	6.4566	6.1203	6.4179
50	t=3	p=3	9.1253	9.1128	9.0642	8.8510	8.5202	8.7865	8.9360	8.9231	9.1767	9.1055
	t=4	p=4	14.3007	14.1931	13.9932	13.9547	14.0587	13.8713	14.2552	14.2243	14.0775	14.3093
	t=5	p=5	10.4712	10.5230	10.4797	10.4850	10.6589	10.6942	10.7143	10.7779	10.2308	10.7288
70	t=3	p=3	12.7052	12.6703	12.7896	12.6559	12.3907	12.5171	12.4108	12.6811	12.8116	12.6240
	t=4	p=4	19.8140	19.8796	19.7845	19.8775	19.2864	19.8365	19.9653	19.9356	19.4885	20.1938
	t=5	p=5	15.5648	15.6647	15.4875	15.8241	15.5548	15.4315	15.8544	15.7325	15.6245	15.4345
90	t=3	p=3	16.6044	16.1144	16.4590	16.3877	16.1897	16.3368	16.2575	16.2829	16.1931	16.1507
	t=4	p=4	25.3845	25.1847	25.1799	25.6345	25.2876	25.4282	25.2422	25.1830	25.5412	25.4857
	t=5	p=5	18.8480	18.3552	18.7549	18.8728	19.2359	19.2495	18.5347	19.4001	18.4152	19.3116

ตารางที่ ข.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.4267	1.4482	1.4437	1.4471	1.4487	1.3465	1.3625	1.4126	1.4294	1.3515
	t=4	p=4	2.4324	2.5310	2.3375	2.4150	2.4508	2.3861	2.4350	2.4013	2.3974	2.4478
	t=5	p=5	1.8985	1.8885	1.9286	1.9241	1.9325	1.9324	1.9219	1.9128	1.9289	1.9124
30	t=3	p=3	4.2361	4.3385	4.2688	4.2611	4.3405	4.2804	4.2946	4.3703	4.1502	4.3483
	t=4	p=4	7.2206	7.4278	7.4746	7.4112	7.3622	7.3427	7.3439	7.3151	7.1507	7.2687
	t=5	p=5	5.8154	5.6536	5.8047	5.7424	5.8875	5.7173	5.6569	5.6485	5.7867	5.7627
50	t=3	p=3	7.5099	7.2611	7.3712	7.1305	7.2765	7.2154	7.1820	7.2310	7.1347	7.3449
	t=4	p=4	11.9943	12.4331	12.2894	12.0908	13.2333	12.3849	12.3572	12.2082	12.3457	12.2578
	t=5	p=5	9.6923	9.4857	9.6874	9.5586	9.8126	9.4587	9.6095	9.9141	9.6446	9.7845
70	t=3	p=3	10.2801	10.2736	9.7845	9.6580	9.8777	9.7853	9.8745	9.7860	10.1713	10.1454
	t=4	p=4	16.7106	17.3641	17.1017	16.8924	17.2083	16.7991	17.3398	17.0847	17.7237	17.3859
	t=5	p=5	13.3627	13.3827	13.5247	13.5174	13.7376	13.2369	13.4533	13.8798	13.5024	13.3874
90	t=3	p=3	13.1157	12.7457	12.7204	13.1963	13.3293	12.8192	12.7987	12.6544	13.2713	12.8341
	t=4	p=4	22.4035	22.6524	22.3586	22.2540	21.6598	21.7957	22.1771	22.2524	21.8547	21.9838
	t=5	p=5	17.4461	17.4023	17.4567	17.3591	17.5427	17.1918	17.2971	17.6545	17.3360	17.4548

ตารางที่ ข.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8275	1.7467	1.7325	1.7833	1.7441	1.8054	1.8181	1.8384	1.7256	1.8157
	t=4	p=4	1.6054	1.6384	1.6466	1.6148	1.6067	1.6352	1.6245	1.6430	1.6278	1.6147
	t=5	p=5	1.4632	1.4657	1.4524	1.4678	1.4576	1.4413	1.5388	1.5083	1.4987	1.4863
30	t=3	p=3	5.5436	5.3633	5.1617	5.2121	5.3863	5.3677	5.3247	5.3981	5.4102	5.2846
	t=4	p=4	4.8481	4.9757	4.7863	4.8063	4.8326	4.8624	4.8442	4.9033	4.8100	4.9159
	t=5	p=5	4.2975	4.4550	4.5919	4.4655	4.5294	4.6390	4.5020	4.3547	4.5356	4.5426
50	t=3	p=3	9.1253	9.1128	9.0642	8.8510	8.5202	8.7865	8.9360	8.9231	9.1767	9.1055
	t=4	p=4	8.1479	8.2411	8.1514	8.3060	8.1029	8.0571	8.1091	8.1452	8.1256	8.1381
	t=5	p=5	7.6318	7.2884	7.4102	7.3392	7.4270	7.3563	7.5344	7.5415	7.6239	7.4313
70	t=3	p=3	12.7052	12.6703	12.7896	12.6559	12.3907	12.5171	12.4108	12.6811	12.8116	12.6240
	t=4	p=4	11.5527	11.3514	11.4215	11.5014	11.4801	11.4898	11.2415	11.5748	11.2542	11.2445
	t=5	p=5	10.5564	10.1157	10.3743	10.2749	10.4832	10.2888	10.6819	10.5581	10.4855	10.4038
90	t=3	p=3	16.6044	16.1144	16.4590	16.3877	16.1897	16.3368	16.2575	16.2829	16.1931	16.1507
	t=4	p=4	14.6214	14.3415	14.6214	15.0415	14.9528	14.2517	14.3220	14.8475	15.0214	14.8871
	t=5	p=5	13.5530	13.1827	13.3383	13.2106	13.4784	13.2614	13.6588	13.5747	13.6684	13.3764

ตารางที่ ข.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.4267	1.4482	1.4437	1.4471	1.4487	1.3465	1.3625	1.4126	1.4294	1.3515
	t=4	p=4	1.4155	1.3941	1.4325	1.4271	1.4168	1.4026	1.4222	1.4476	1.4017	1.4121
	t=5	p=5	1.3146	1.3457	1.3878	1.3132	1.3519	1.3342	1.3361	1.3202	1.3422	1.3209
30	t=3	p=3	4.2361	4.3385	4.2688	4.2611	4.3405	4.2804	4.2946	4.3703	4.1502	4.3483
	t=4	p=4	4.2722	4.1120	4.3758	4.2728	4.2117	4.2339	4.2375	4.2625	4.3355	4.1564
	t=5	p=5	4.0405	4.0598	4.0316	4.1379	4.1221	4.0594	3.9752	4.0471	4.1025	3.9857
50	t=3	p=3	7.5099	7.2611	7.3712	7.1305	7.2765	7.2154	7.1820	7.2310	7.1347	7.3449
	t=4	p=4	7.1212	7.0323	7.2006	7.0587	7.1509	7.1897	7.0261	7.1257	6.9273	7.0841
	t=5	p=5	6.5627	6.4857	6.7643	6.8274	6.7904	6.7562	6.8562	6.6593	6.9049	6.8438
70	t=3	p=3	10.2801	10.2736	9.7845	9.6580	9.8777	9.7853	9.8745	9.7860	10.1713	10.1454
	t=4	p=4	10.1578	9.9874	9.9357	9.8748	9.9578	10.0874	9.8674	9.6879	9.8564	9.8773
	t=5	p=5	9.3865	9.5542	9.2800	9.5584	9.5066	9.6267	9.3986	9.4578	9.6669	9.4813
90	t=3	p=3	13.1157	12.7457	12.7204	13.1963	13.3293	12.8192	12.7987	12.6544	13.2713	12.8341
	t=4	p=4	12.8274	12.6233	12.8566	12.7235	12.8547	12.8545	12.5714	12.6874	12.4327	12.7845
	t=5	p=5	12.2598	12.2754	12.1347	12.2893	12.2227	12.1672	12.3411	12.5447	12.3589	12.4489

ตารางที่ ข.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.7631	2.6155	2.7155	2.7808	2.7555	2.7859	2.8302	2.7700	2.6619	2.7885
		Otd	1.6054	1.6384	1.6466	1.6148	1.6067	1.6352	1.6245	1.6430	1.6278	1.6147
	30	Wld	8.3483	8.4187	8.6382	8.3403	8.3786	8.3672	8.3070	8.6613	8.4192	8.4535
		Otd	4.8481	4.9757	4.7863	4.8063	4.8326	4.8624	4.8442	4.9033	4.8100	4.9159
	50	Wld	14.3007	14.1931	13.9932	13.9547	14.0587	13.8713	14.2552	14.2243	14.0775	14.3093
		Otd	8.1479	8.2411	8.1514	8.3060	8.1029	8.0571	8.1091	8.1452	8.1256	8.1381
	70	Wld	19.8140	19.8796	19.7845	19.8775	19.2864	19.8365	19.9653	19.9356	19.4885	20.1938
		Otd	11.5527	11.3514	11.4215	11.5014	11.4801	11.4898	11.2415	11.5748	11.2542	11.2445
	90	Wld	25.3845	25.1847	25.1799	25.6345	25.2876	25.4282	25.2422	25.1830	25.5412	25.4857
		Otd	14.6214	14.3415	14.6214	15.0415	14.9528	14.2517	14.3220	14.8475	15.0214	14.8871

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.4324	2.5310	2.3375	2.4150	2.4508	2.3861	2.4350	2.4013	2.3974	2.4478
		Otd	1.4155	1.3941	1.4325	1.4271	1.4168	1.4026	1.4222	1.4476	1.4017	1.4121
	30	Wld	7.2206	7.4278	7.4746	7.4112	7.3622	7.3427	7.3439	7.3151	7.1507	7.2687
		Otd	4.2722	4.1120	4.3758	4.2728	4.2117	4.2339	4.2375	4.2625	4.3355	4.1564
	50	Wld	11.9943	12.4331	12.2894	12.0908	13.2333	12.3849	12.3572	12.2082	12.3457	12.2578
		Otd	7.1212	7.0323	7.2006	7.0587	7.1509	7.1897	7.0261	7.1257	6.9273	7.0841
	70	Wld	16.7106	17.3641	17.1017	16.8924	17.2083	16.7991	17.3398	17.0847	17.7237	17.3859
		Otd	10.1578	9.9874	9.9357	9.8748	9.9578	10.0874	9.8674	9.6879	9.8564	9.8773
	90	Wld	22.4035	22.6524	22.3586	22.2540	21.6598	21.7957	22.1771	22.2524	21.8547	21.9838
		Otd	12.8274	12.6233	12.8566	12.7235	12.8547	12.8545	12.5714	12.6874	12.4327	12.7845

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.0942	2.0706	2.0539	2.0970	2.1718	2.1388	2.0486	2.1556	2.0461	2.1457
		Otd	1.4632	1.4657	1.4524	1.4678	1.4576	1.4413	1.5388	1.5083	1.4987	1.4863
	30	Wld	6.2769	6.4371	6.2651	6.2821	6.3669	6.4086	6.1346	6.4566	6.1203	6.4179
		Otd	4.2975	4.4550	4.5919	4.4655	4.5294	4.6390	4.5020	4.3547	4.5356	4.5426
	50	Wld	10.4712	10.5230	10.4797	10.4850	10.6589	10.6942	10.7143	10.7779	10.2308	10.7288
		Otd	7.6318	7.2884	7.4102	7.3392	7.4270	7.3563	7.5344	7.5415	7.6239	7.4313
	70	Wld	15.5648	15.6647	15.4875	15.8241	15.5548	15.4315	15.8544	15.7325	15.6245	15.4345
		Otd	10.5564	10.1157	10.3743	10.2749	10.4832	10.2888	10.6819	10.5581	10.4855	10.4038
	90	Wld	18.8480	18.3552	18.7549	18.8728	19.2359	19.2495	18.5347	19.4001	18.4152	19.3116
		Otd	13.5530	13.1827	13.3383	13.2106	13.4784	13.2614	13.6588	13.5747	13.6684	13.3764

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	1.8985	1.8885	1.9286	1.9241	1.9325	1.9324	1.9219	1.9128	1.9289	1.9124
		Otd	1.3146	1.3457	1.3878	1.3132	1.3519	1.3342	1.3361	1.3202	1.3422	1.3209
	30	Wld	5.8154	5.6536	5.8047	5.7424	5.8875	5.7173	5.6569	5.6485	5.7867	5.7627
		Otd	4.0405	4.0598	4.0316	4.1379	4.1221	4.0594	3.9752	4.0471	4.1025	3.9857
	50	Wld	9.6923	9.4857	9.6874	9.5586	9.8126	9.4587	9.6095	9.9141	9.6446	9.7845
		Otd	6.5627	6.4857	6.7643	6.8274	6.7904	6.7562	6.8562	6.6593	6.9049	6.8438
	70	Wld	13.3627	13.3827	13.5247	13.5174	13.7376	13.2369	13.4533	13.8798	13.5024	13.3874
		Otd	9.3865	9.5542	9.2800	9.5584	9.5066	9.6267	9.3986	9.4578	9.6669	9.4813
	90	Wld	17.4461	17.4023	17.4567	17.3591	17.5427	17.1918	17.2971	17.6545	17.3360	17.4548
		Otd	12.2598	12.2754	12.1347	12.2893	12.2227	12.1672	12.3411	12.5447	12.3589	12.4489

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.2 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ตารางที่ ข.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	p=3	10	1.8329	1.7519	1.7617	1.7966	1.7796	1.8467	1.8482	1.8438	1.7581	1.8210
		30	5.5988	5.5895	5.2638	5.5086	5.4272	5.4933	5.6141	5.5147	5.4712	5.3571
		50	9.2059	9.1465	9.1580	8.9909	8.9566	9.1270	9.0373	9.5384	9.2734	9.2261
		70	12.7547	12.7351	12.8196	12.6960	12.8092	12.5815	12.8192	12.7014	13.3470	12.7298
		90	16.6209	16.2548	16.5013	16.6436	16.2065	16.7123	16.3953	16.4305	16.4333	16.2097
	p=4	10	1.4328	1.4564	1.4905	1.4516	1.4678	1.3658	1.4934	1.4548	1.5061	1.3932
		30	4.3690	4.4253	4.3315	4.2886	4.3510	4.3371	4.3627	4.4409	4.4549	4.3534
		50	7.5763	7.2807	7.3885	7.2199	7.2909	7.4008	7.2750	7.2678	7.2991	7.4158
		70	10.2898	10.3362	9.8862	9.6875	10.1730	9.8942	10.0653	9.9655	10.2589	10.2138
		90	13.1349	12.8743	12.8168	13.1975	13.3429	12.9294	13.1568	12.7868	13.3197	12.9151

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	2.8321	2.7250	2.7352	2.8310	2.8182	2.7960	2.8679	2.7854	2.7057	2.7913
		30	8.5665	8.4900	8.6436	8.6943	8.4275	8.4575	8.3101	8.7000	8.5093	8.5383
		50	14.3033	14.2950	14.3945	13.9656	14.1184	14.0240	14.2847	14.5401	14.2852	14.3146
		70	20.1914	20.1644	19.9271	20.1777	19.3980	19.9144	20.0285	19.9377	20.0975	20.2164
		90	25.4635	25.2168	25.4466	25.7084	25.3574	25.5321	25.2436	25.3133	25.6706	25.5172
	p=5	10	2.4483	2.5592	2.3452	2.4352	2.5124	2.4052	2.5495	2.4509	2.4455	2.4609
		30	7.5047	7.4283	7.5505	7.4508	7.4184	7.3541	7.3602	7.4293	7.2913	7.4988
		50	12.2738	12.5155	12.3623	12.2636	12.4536	12.4185	12.4927	12.2283	12.4927	12.2612
		70	17.5334	17.5645	17.2156	17.2723	17.2361	16.8524	17.3586	17.1297	17.8688	17.4256
		90	22.6349	21.6373	22.4002	22.3119	21.7093	22.5521	22.3332	22.4195	22.0003	22.2806

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	1.6142	1.6406	1.6556	1.6230	1.6178	1.6471	1.6286	1.6579	1.6342	1.6180
		30	4.8520	4.9845	4.8541	4.8266	4.8615	4.8755	4.9847	4.9533	4.8512	4.9178
		50	8.3524	8.3124	8.2488	8.3451	8.1244	8.2133	8.1241	8.2866	8.1756	8.1845
		70	11.6251	11.4155	11.6781	11.5632	11.4982	11.4940	11.3250	11.7815	11.2663	11.3083
		90	14.8872	14.4315	14.6845	15.1415	14.9657	14.5246	14.4124	14.8845	15.1715	15.1624
	p=5	10	1.4207	1.4059	1.4472	1.4401	1.4260	1.4152	1.4275	1.4546	1.4114	1.4311
		30	4.4517	4.1248	4.3941	4.3156	4.2478	4.3212	4.3021	4.3524	4.4518	4.1625
		50	7.1433	7.2185	7.3214	7.1015	7.2384	7.2122	7.0811	7.1542	7.2088	7.0937
		70	10.2192	10.0267	10.0284	10.0380	10.0457	10.1537	10.0315	9.7821	10.0822	9.9040
		90	12.8547	13.0378	12.9357	12.8295	12.9475	13.1245	13.0824	12.8984	12.5217	12.8644

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	2.1864	2.1048	2.0992	2.1683	2.1511	2.1573	2.0771	2.1590	2.1474	2.1537
		30	6.3241	6.5417	6.2938	6.4874	6.4464	6.4620	6.2235	6.4634	6.4272	6.4481
		50	10.5548	10.6745	10.4962	10.8417	10.7555	10.7865	10.3856	10.7952	10.7372	10.7687
		70	15.6412	15.7445	15.5012	15.8842	15.6345	15.5411	15.8645	15.7448	15.5412	15.5421
		90	19.2145	18.6684	18.8930	19.5148	19.3598	19.4155	18.6939	19.4313	19.3267	19.3835
	p=5	10	1.9061	1.9048	1.9346	1.9338	1.9381	1.9434	1.9829	1.9486	1.9466	1.9164
		30	5.8321	5.7418	5.8386	5.7537	5.9425	5.7402	5.6949	5.6958	5.8398	5.8907
		50	9.7341	9.6541	9.7310	9.6691	9.9041	9.5670	9.7443	9.9930	9.7331	9.8178
		70	13.4518	13.4578	13.6235	13.5367	13.7657	13.3939	13.6600	13.9902	13.6263	13.3949
		90	17.6545	17.4286	17.5159	17.4044	17.5869	17.2207	17.8457	17.7035	17.3520	17.5021

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	1.4721	1.4766	1.4678	1.4754	1.4866	1.4810	1.5327	1.5179	1.5028	1.4932
		30	4.3211	4.4741	4.6857	4.5015	4.5306	4.6595	4.5727	4.4392	4.6671	4.5549
		50	7.6844	7.3415	7.5539	7.4871	7.4331	7.4050	7.5735	7.6023	7.6498	7.6380
		70	10.6415	10.2145	10.5754	10.8880	10.4064	10.3670	10.7290	10.6005	10.5198	10.5273
		90	13.6548	13.2225	13.5970	13.7689	13.3796	13.3290	13.7944	13.6257	13.7697	13.4267
	p=6	10	1.3715	1.3525	1.3872	1.3279	1.3693	1.3490	1.3569	1.3460	1.3506	1.3386
		30	4.1245	4.0815	4.1369	4.1648	4.1862	4.1288	4.0817	4.0972	4.1159	4.0478
		50	6.6645	6.5748	6.8045	6.8819	6.8100	6.8999	6.8681	6.6779	6.9167	7.0179
		70	9.4718	9.5815	9.3262	9.6346	9.5495	9.6421	9.4153	9.5711	9.6834	9.5051
		90	12.2847	12.3841	12.1480	12.3873	12.4359	12.2199	12.3625	12.4343	12.3800	12.4322

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	1.8329	1.7519	1.7617	1.7966	1.7796	1.8467	1.8482	1.8438	1.7581	1.8210
		p=4	1.4328	1.4564	1.4905	1.4516	1.4678	1.3658	1.4934	1.4548	1.5061	1.3932
	30	p=3	5.5988	5.5895	5.2638	5.5086	5.4272	5.4933	5.6141	5.5147	5.4712	5.3571
		p=4	4.3690	4.4253	4.3315	4.2886	4.3510	4.3371	4.3627	4.4409	4.4549	4.3534
	50	p=3	9.2059	9.1465	9.1580	8.9909	8.9566	9.1270	9.0373	9.5384	9.2734	9.2261
		p=4	7.5763	7.2807	7.3885	7.2199	7.2909	7.4008	7.2750	7.2678	7.2991	7.4158
	70	p=3	12.7547	12.7351	12.8196	12.6960	12.8092	12.5815	12.8192	12.7014	13.3470	12.7298
		p=4	10.2898	10.3362	9.8862	9.6875	10.1730	9.8942	10.0653	9.9655	10.2589	10.2138
	90	p=3	16.6209	16.2548	16.5013	16.6436	16.2065	16.7123	16.3953	16.4305	16.4333	16.2097
		p=4	13.1349	12.8743	12.8168	13.1975	13.3429	12.9294	13.1568	12.7868	13.3197	12.9151

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	2.8321	2.7250	2.7352	2.8310	2.8182	2.7960	2.8679	2.7854	2.7057	2.7913
		p=5	2.4483	2.5592	2.3452	2.4352	2.5124	2.4052	2.5495	2.4509	2.4455	2.4609
	30	p=4	8.5665	8.4900	8.6436	8.6943	8.4275	8.4575	8.3101	8.7000	8.5093	8.5383
		p=5	7.5047	7.4283	7.5505	7.4508	7.4184	7.3541	7.3602	7.4293	7.2913	7.4988
	50	p=4	14.3033	14.2950	14.3945	13.9656	14.1184	14.0240	14.2847	14.5401	14.2852	14.3146
		p=5	12.2738	12.5155	12.3623	12.2636	12.4536	12.4185	12.4927	12.2283	12.4927	12.2612
	70	p=4	20.1914	20.1644	19.9271	20.1777	19.3980	19.9144	20.0285	19.9377	20.0975	20.2164
		p=5	17.5334	17.5645	17.2156	17.2723	17.2361	16.8524	17.3586	17.1297	17.8688	17.4256
	90	p=4	25.4635	25.2168	25.4466	25.7084	25.3574	25.5321	25.2436	25.3133	25.6706	25.5172
		p=5	22.6349	21.6373	22.4002	22.3119	21.7093	22.5521	22.3332	22.4195	22.0003	22.2806

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	1.6142	1.6406	1.6556	1.6230	1.6178	1.6471	1.6286	1.6579	1.6342	1.6180
		p=5	1.4207	1.4059	1.4472	1.4401	1.4260	1.4152	1.4275	1.4546	1.4114	1.4311
	30	p=4	4.8520	4.9845	4.8541	4.8266	4.8615	4.8755	4.9847	4.9533	4.8512	4.9178
		p=5	4.4517	4.1248	4.3941	4.3156	4.2478	4.3212	4.3021	4.3524	4.4518	4.1625
	50	p=4	8.3524	8.3124	8.2488	8.3451	8.1244	8.2133	8.1241	8.2866	8.1756	8.1845
		p=5	7.1433	7.2185	7.3214	7.1015	7.2384	7.2122	7.0811	7.1542	7.2088	7.0937
	70	p=4	11.6251	11.4155	11.6781	11.5632	11.4982	11.4940	11.3250	11.7815	11.2663	11.3083
		p=5	10.2192	10.0267	10.0284	10.0380	10.0457	10.1537	10.0315	9.7821	10.0822	9.9040
	90	p=4	14.8872	14.4315	14.6845	15.1415	14.9657	14.5246	14.4124	14.8845	15.1715	15.1624
		p=5	12.8547	13.0378	12.9357	12.8295	12.9475	13.1245	13.0824	12.8984	12.5217	12.8644

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	2.1864	2.1048	2.0992	2.1683	2.1511	2.1573	2.0771	2.1590	2.1474	2.1537
		p=6	1.9061	1.9048	1.9346	1.9338	1.9381	1.9434	1.9829	1.9486	1.9466	1.9164
	30	p=5	6.3241	6.5417	6.2938	6.4874	6.4464	6.4620	6.2235	6.4634	6.4272	6.4481
		p=6	5.8321	5.7418	5.8386	5.7537	5.9425	5.7402	5.6949	5.6958	5.8398	5.8907
	50	p=5	10.5548	10.6745	10.4962	10.8417	10.7555	10.7865	10.3856	10.7952	10.7372	10.7687
		p=6	9.7341	9.6541	9.7310	9.6691	9.9041	9.5670	9.7443	9.9930	9.7331	9.8178
	70	p=5	15.6412	15.7445	15.5012	15.8842	15.6345	15.5411	15.8645	15.7448	15.5412	15.5421
		p=6	13.4518	13.4578	13.6235	13.5367	13.7657	13.3939	13.6600	13.9902	13.6263	13.3949
	90	p=5	19.2145	18.6684	18.8930	19.5148	19.3598	19.4155	18.6939	19.4313	19.3267	19.3835
		p=6	17.6545	17.4286	17.5159	17.4044	17.5869	17.2207	17.8457	17.7035	17.3520	17.5021

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	1.4721	1.4766	1.4678	1.4754	1.4866	1.4810	1.5327	1.5179	1.5028	1.4932
		p=6	1.3715	1.3525	1.3872	1.3279	1.3693	1.3490	1.3569	1.3460	1.3506	1.3386
	30	p=5	4.3211	4.4741	4.6857	4.5015	4.5306	4.6595	4.5727	4.4392	4.6671	4.5549
		p=6	4.1245	4.0815	4.1369	4.1648	4.1862	4.1288	4.0817	4.0972	4.1159	4.0478
	50	p=5	7.6844	7.3415	7.5539	7.4871	7.4331	7.4050	7.5735	7.6023	7.6498	7.6380
		p=6	6.6645	6.5748	6.8045	6.8819	6.8100	6.8999	6.8681	6.6779	6.9167	7.0179
	70	p=5	10.6415	10.2145	10.5754	10.8880	10.4064	10.3670	10.7290	10.6005	10.5198	10.5273
		p=6	9.4718	9.5815	9.3262	9.6346	9.5495	9.6421	9.4153	9.5711	9.6834	9.5051
	90	p=5	13.6548	13.2225	13.5970	13.7689	13.3796	13.3290	13.7944	13.6257	13.7697	13.4267
		p=6	12.2847	12.3841	12.1480	12.3873	12.4359	12.2199	12.3625	12.4343	12.3800	12.4322

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8329	1.7519	1.7617	1.7966	1.7796	1.8467	1.8482	1.8438	1.7581	1.8210
	t=4	p=4	2.8321	2.7250	2.7352	2.8310	2.8182	2.7960	2.8679	2.7854	2.7057	2.7913
	t=5	p=5	2.1864	2.1048	2.0992	2.1683	2.1511	2.1573	2.0771	2.1590	2.1474	2.1537
30	t=3	p=3	5.5988	5.5895	5.2638	5.5086	5.4272	5.4933	5.6141	5.5147	5.4712	5.3571
	t=4	p=4	8.5665	8.4900	8.6436	8.6943	8.4275	8.4575	8.3101	8.7000	8.5093	8.5383
	t=5	p=5	6.3241	6.5417	6.2938	6.4874	6.4464	6.4620	6.2235	6.4634	6.4272	6.4481
50	t=3	p=3	9.2059	9.1465	9.1580	8.9909	8.9566	9.1270	9.0373	9.5384	9.2734	9.2261
	t=4	p=4	14.3033	14.2950	14.3945	13.9656	14.1184	14.0240	14.2847	14.5401	14.2852	14.3146
	t=5	p=5	10.5548	10.6745	10.4962	10.8417	10.7555	10.7865	10.3856	10.7952	10.7372	10.7687
70	t=3	p=3	12.7547	12.7351	12.8196	12.6960	12.8092	12.5815	12.8192	12.7014	13.3470	12.7298
	t=4	p=4	20.1914	20.1644	19.9271	20.1777	19.3980	19.9144	20.0285	19.9377	20.0975	20.2164
	t=5	p=5	15.6412	15.7445	15.5012	15.8842	15.6345	15.5411	15.8645	15.7448	15.5412	15.5421
90	t=3	p=3	16.6209	16.2548	16.5013	16.6436	16.2065	16.7123	16.3953	16.4305	16.4333	16.2097
	t=4	p=4	25.4635	25.2168	25.4466	25.7084	25.3574	25.5321	25.2436	25.3133	25.6706	25.5172
	t=5	p=5	19.2145	18.6684	18.8930	19.5148	19.3598	19.4155	18.6939	19.4313	19.3267	19.3835

ตารางที่ ข.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	1.4328	1.4564	1.4905	1.4516	1.4678	1.3658	1.4934	1.4548	1.5061	1.3932
	t=4	p=5	2.4483	2.5592	2.3452	2.4352	2.5124	2.4052	2.5495	2.4509	2.4455	2.4609
	t=5	p=6	1.9061	1.9048	1.9346	1.9338	1.9381	1.9434	1.9829	1.9486	1.9466	1.9164
30	t=3	p=4	4.3690	4.4253	4.3315	4.2886	4.3510	4.3371	4.3627	4.4409	4.4549	4.3534
	t=4	p=5	7.5047	7.4283	7.5505	7.4508	7.4184	7.3541	7.3602	7.4293	7.2913	7.4988
	t=5	p=6	5.8321	5.7418	5.8386	5.7537	5.9425	5.7402	5.6949	5.6958	5.8398	5.8907
50	t=3	p=4	7.5763	7.2807	7.3885	7.2199	7.2909	7.4008	7.2750	7.2678	7.2991	7.4158
	t=4	p=5	12.2738	12.5155	12.3623	12.2636	12.4536	12.4185	12.4927	12.2283	12.4927	12.2612
	t=5	p=6	9.7341	9.6541	9.7310	9.6691	9.9041	9.5670	9.7443	9.9930	9.7331	9.8178
70	t=3	p=4	10.2898	10.3362	9.8862	9.6875	10.1730	9.8942	10.0653	9.9655	10.2589	10.2138
	t=4	p=5	17.5334	17.5645	17.2156	17.2723	17.2361	16.8524	17.3586	17.1297	17.8688	17.4256
	t=5	p=6	13.4518	13.4578	13.6235	13.5367	13.7657	13.3939	13.6600	13.9902	13.6263	13.3949
90	t=3	p=4	13.1349	12.8743	12.8168	13.1975	13.3429	12.9294	13.1568	12.7868	13.3197	12.9151
	t=4	p=5	22.6349	21.6373	22.4002	22.3119	21.7093	22.5521	22.3332	22.4195	22.0003	22.2806
	t=5	p=6	17.6545	17.4286	17.5159	17.4044	17.5869	17.2207	17.8457	17.7035	17.3520	17.5021

ตารางที่ ข.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	1.8329	1.7519	1.7617	1.7966	1.7796	1.8467	1.8482	1.8438	1.7581	1.8210
	t=4	p=4	1.6142	1.6406	1.6556	1.6230	1.6178	1.6471	1.6286	1.6579	1.6342	1.6180
	t=5	p=5	1.4721	1.4766	1.4678	1.4754	1.4866	1.4810	1.5327	1.5179	1.5028	1.4932
30	t=3	p=3	5.5988	5.5895	5.2638	5.5086	5.4272	5.4933	5.6141	5.5147	5.4712	5.3571
	t=4	p=4	4.8520	4.9845	4.8541	4.8266	4.8615	4.8755	4.9847	4.9533	4.8512	4.9178
	t=5	p=5	4.3211	4.4741	4.6857	4.5015	4.5306	4.6595	4.5727	4.4392	4.6671	4.5549
50	t=3	p=3	9.2059	9.1465	9.1580	8.9909	8.9566	9.1270	9.0373	9.5384	9.2734	9.2261
	t=4	p=4	8.3524	8.3124	8.2488	8.3451	8.1244	8.2133	8.1241	8.2866	8.1756	8.1845
	t=5	p=5	7.6844	7.3415	7.5539	7.4871	7.4331	7.4050	7.5735	7.6023	7.6498	7.6380
70	t=3	p=3	12.7547	12.7351	12.8196	12.6960	12.8092	12.5815	12.8192	12.7014	13.3470	12.7298
	t=4	p=4	11.6251	11.4155	11.6781	11.5632	11.4982	11.4940	11.3250	11.7815	11.2663	11.3083
	t=5	p=5	10.6415	10.2145	10.5754	10.8880	10.4064	10.3670	10.7290	10.6005	10.5198	10.5273
90	t=3	p=3	16.6209	16.2548	16.5013	16.6436	16.2065	16.7123	16.3953	16.4305	16.4333	16.2097
	t=4	p=4	14.8872	14.4315	14.6845	15.1415	14.9657	14.5246	14.4124	14.8845	15.1715	15.1624
	t=5	p=5	13.6548	13.2225	13.5970	13.7689	13.3796	13.3290	13.7944	13.6257	13.7697	13.4267

ตารางที่ ข.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=4	1.4328	1.4564	1.4905	1.4516	1.4678	1.3658	1.4934	1.4548	1.5061	1.3932
	t=4	p=5	1.4207	1.4059	1.4472	1.4401	1.4260	1.4152	1.4275	1.4546	1.4114	1.4311
	t=5	p=6	1.3715	1.3525	1.3872	1.3279	1.3693	1.3490	1.3569	1.3460	1.3506	1.3386
30	t=3	p=4	4.3690	4.4253	4.3315	4.2886	4.3510	4.3371	4.3627	4.4409	4.4549	4.3534
	t=4	p=5	4.4517	4.1248	4.3941	4.3156	4.2478	4.3212	4.3021	4.3524	4.4518	4.1625
	t=5	p=6	4.1245	4.0815	4.1369	4.1648	4.1862	4.1288	4.0817	4.0972	4.1159	4.0478
50	t=3	p=4	7.5763	7.2807	7.3885	7.2199	7.2909	7.4008	7.2750	7.2678	7.2991	7.4158
	t=4	p=5	7.1433	7.2185	7.3214	7.1015	7.2384	7.2122	7.0811	7.1542	7.2088	7.0937
	t=5	p=6	6.6645	6.5748	6.8045	6.8819	6.8100	6.8999	6.8681	6.6779	6.9167	7.0179
70	t=3	p=4	10.2898	10.3362	9.8862	9.6875	10.1730	9.8942	10.0653	9.9655	10.2589	10.2138
	t=4	p=5	10.2192	10.0267	10.0284	10.0380	10.0457	10.1537	10.0315	9.7821	10.0822	9.9040
	t=5	p=6	9.4718	9.5815	9.3262	9.6346	9.5495	9.6421	9.4153	9.5711	9.6834	9.5051
90	t=3	p=4	13.1349	12.8743	12.8168	13.1975	13.3429	12.9294	13.1568	12.7868	13.3197	12.9151
	t=4	p=5	12.8547	13.0378	12.9357	12.8295	12.9475	13.1245	13.0824	12.8984	12.5217	12.8644
	t=5	p=6	12.2847	12.3841	12.1480	12.3873	12.4359	12.2199	12.3625	12.4343	12.3800	12.4322

ตารางที่ ข.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.8321	2.7250	2.7352	2.8310	2.8182	2.7960	2.8679	2.7854	2.7057	2.7913
		Otd	1.6142	1.6406	1.6556	1.6230	1.6178	1.6471	1.6286	1.6579	1.6342	1.6180
	30	Wld	8.5665	8.4900	8.6436	8.6943	8.4275	8.4575	8.3101	8.7000	8.5093	8.5383
		Otd	4.8520	4.9845	4.8541	4.8266	4.8615	4.8755	4.9847	4.9533	4.8512	4.9178
	50	Wld	14.3033	14.2950	14.3945	13.9656	14.1184	14.0240	14.2847	14.5401	14.2852	14.3146
		Otd	8.3524	8.3124	8.2488	8.3451	8.1244	8.2133	8.1241	8.2866	8.1756	8.1845
	70	Wld	20.1914	20.1644	19.9271	20.1777	19.3980	19.9144	20.0285	19.9377	20.0975	20.2164
		Otd	11.6251	11.4155	11.6781	11.5632	11.4982	11.4940	11.3250	11.7815	11.2663	11.3083
	90	Wld	25.4635	25.2168	25.4466	25.7084	25.3574	25.5321	25.2436	25.3133	25.6706	25.5172
		Otd	14.8872	14.4315	14.6845	15.1415	14.9657	14.5246	14.4124	14.8845	15.1715	15.1624

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.4483	2.5592	2.3452	2.4352	2.5124	2.4052	2.5495	2.4509	2.4455	2.4609
		Otd	1.4207	1.4059	1.4472	1.4401	1.4260	1.4152	1.4275	1.4546	1.4114	1.4311
	30	Wld	7.5047	7.4283	7.5505	7.4508	7.4184	7.3541	7.3602	7.4293	7.2913	7.4988
		Otd	4.4517	4.1248	4.3941	4.3156	4.2478	4.3212	4.3021	4.3524	4.4518	4.1625
	50	Wld	12.2738	12.5155	12.3623	12.2636	12.4536	12.4185	12.4927	12.2283	12.4927	12.2612
		Otd	7.1433	7.2185	7.3214	7.1015	7.2384	7.2122	7.0811	7.1542	7.2088	7.0937
	70	Wld	17.5334	17.5645	17.2156	17.2723	17.2361	16.8524	17.3586	17.1297	17.8688	17.4256
		Otd	10.2192	10.0267	10.0284	10.0380	10.0457	10.1537	10.0315	9.7821	10.0822	9.9040
	90	Wld	22.6349	21.6373	22.4002	22.3119	21.7093	22.5521	22.3332	22.4195	22.0003	22.2806
		Otd	12.8547	13.0378	12.9357	12.8295	12.9475	13.1245	13.0824	12.8984	12.5217	12.8644

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	2.1864	2.1048	2.0992	2.1683	2.1511	2.1573	2.0771	2.1590	2.1474	2.1537
		Otd	1.4721	1.4766	1.4678	1.4754	1.4866	1.4810	1.5327	1.5179	1.5028	1.4932
	30	Wld	6.3241	6.5417	6.2938	6.4874	6.4464	6.4620	6.2235	6.4634	6.4272	6.4481
		Otd	4.3211	4.4741	4.6857	4.5015	4.5306	4.6595	4.5727	4.4392	4.6671	4.5549
	50	Wld	10.5548	10.6745	10.4962	10.8417	10.7555	10.7865	10.3856	10.7952	10.7372	10.7687
		Otd	7.6844	7.3415	7.5539	7.4871	7.4331	7.4050	7.5735	7.6023	7.6498	7.6380
	70	Wld	15.6412	15.7445	15.5012	15.8842	15.6345	15.5411	15.8645	15.7448	15.5412	15.5421
		Otd	10.6415	10.2145	10.5754	10.8880	10.4064	10.3670	10.7290	10.6005	10.5198	10.5273
	90	Wld	19.2145	18.6684	18.8930	19.5148	19.3598	19.4155	18.6939	19.4313	19.3267	19.3835
		Otd	13.6548	13.2225	13.5970	13.7689	13.3796	13.3290	13.7944	13.6257	13.7697	13.4267

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	1.9061	1.9048	1.9346	1.9338	1.9381	1.9434	1.9829	1.9486	1.9466	1.9164
		Otd	1.3715	1.3525	1.3872	1.3279	1.3693	1.3490	1.3569	1.3460	1.3506	1.3386
	30	Wld	5.8321	5.7418	5.8386	5.7537	5.9425	5.7402	5.6949	5.6958	5.8398	5.8907
		Otd	4.1245	4.0815	4.1369	4.1648	4.1862	4.1288	4.0817	4.0972	4.1159	4.0478
	50	Wld	9.7341	9.6541	9.7310	9.6691	9.9041	9.5670	9.7443	9.9930	9.7331	9.8178
		Otd	6.6645	6.5748	6.8045	6.8819	6.8100	6.8999	6.8681	6.6779	6.9167	7.0179
	70	Wld	13.4518	13.4578	13.6235	13.5367	13.7657	13.3939	13.6600	13.9902	13.6263	13.3949
		Otd	9.4718	9.5815	9.3262	9.6346	9.5495	9.6421	9.4153	9.5711	9.6834	9.5051
	90	Wld	17.6545	17.4286	17.5159	17.4044	17.5869	17.2207	17.8457	17.7035	17.3520	17.5021
		Otd	12.2847	12.3841	12.1480	12.3873	12.4359	12.2199	12.3625	12.4343	12.3800	12.4322

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6,p=3

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	น้อย	1.8275	1.7467	1.7325	1.7833	1.7441	1.8054	1.8181	1.8384	1.7256	1.8157
		ปานกลาง	1.8329	1.7519	1.7617	1.7966	1.7796	1.8467	1.8482	1.8438	1.7581	1.8210
		มาก	1.8426	1.7528	1.7624	1.8556	1.7888	1.8197	1.8627	1.8421	1.8700	1.8557
	30	น้อย	5.5436	5.3633	5.1617	5.2121	5.3863	5.3677	5.3247	5.3981	5.4102	5.2846
		ปานกลาง	5.5988	5.5895	5.2638	5.5086	5.4272	5.4933	5.6141	5.5147	5.4712	5.3571
		มาก	5.6117	5.7499	5.6495	5.5218	5.4476	5.5019	5.3303	5.4200	5.4965	5.6779
	50	น้อย	9.1253	9.1128	9.0642	8.8510	8.5202	8.7865	8.9360	8.9231	9.1767	9.1055
		ปานกลาง	9.2059	9.1465	9.1580	8.9909	8.9566	9.1270	9.0373	9.5384	9.2734	9.2261
		มาก	9.1555	9.2187	9.2636	9.2505	9.0611	8.9732	9.2724	8.9493	9.4757	9.3762
	70	น้อย	12.7052	12.6703	12.7896	12.6559	12.3907	12.5171	12.4108	12.6811	12.8116	12.6240
		ปานกลาง	12.7547	12.7351	12.8196	12.6960	12.8092	12.5815	12.8192	12.7014	13.3470	12.7298
		มาก	12.9223	12.8553	12.3581	13.1702	12.8483	12.6366	12.8838	12.7075	12.5592	12.9585
	90	น้อย	16.6044	16.1144	16.4590	16.3877	16.1897	16.3368	16.2575	16.2829	16.1931	16.1507
		ปานกลาง	16.6209	16.2548	16.5013	16.6436	16.2065	16.7123	16.3953	16.4305	16.4333	16.2097
		มาก	16.6127	16.2779	16.0374	16.7536	16.3590	16.4225	17.0740	16.4422	16.2126	16.4207

ตารางที่ ข.3.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	น้อย	1.4267	1.4482	1.4437	1.4471	1.4487	1.3465	1.3625	1.4126	1.4294	1.3515
		ปานกลาง	1.4328	1.4564	1.4905	1.4516	1.4678	1.3658	1.4934	1.4548	1.5061	1.3932
		มาก	1.4404	1.4645	1.4591	1.4552	1.5093	1.4535	1.4068	1.4569	1.5262	1.4205
	30	น้อย	4.2361	4.3385	4.2688	4.2611	4.3405	4.2804	4.2946	4.3703	4.1502	4.3483
		ปานกลาง	4.3690	4.4253	4.3315	4.2886	4.3510	4.3371	4.3627	4.4409	4.4549	4.3534
		มาก	4.2503	4.5491	4.3784	4.2276	4.3789	4.4271	4.4288	4.8273	4.2071	4.3665
	50	น้อย	7.5099	7.2611	7.3712	7.1305	7.2765	7.2154	7.1820	7.2310	7.1347	7.3449
		ปานกลาง	7.5763	7.2807	7.3885	7.2199	7.2909	7.4008	7.2750	7.2678	7.2991	7.4158
		มาก	7.5230	7.2839	7.4481	7.1275	7.3958	7.7620	7.2851	7.3864	6.7833	7.3847
	70	น้อย	10.2801	10.2736	9.7845	9.6580	9.8777	9.7853	9.8745	9.7860	10.1713	10.1454
		ปานกลาง	10.2898	10.3362	9.8862	9.6875	10.1730	9.8942	10.0653	9.9655	10.2589	10.2138
		มาก	10.3743	10.3622	9.9258	10.0454	10.1749	10.0829	11.0167	10.2703	10.5503	10.5597
	90	น้อย	13.1157	12.7457	12.7204	13.1963	13.3293	12.8192	12.7987	12.6544	13.2713	12.8341
		ปานกลาง	13.1349	12.8743	12.8168	13.1975	13.3429	12.9294	13.1568	12.7868	13.3197	12.9151
		มาก	13.2107	13.2926	13.7423	13.1725	13.3370	12.9819	13.0048	13.3051	13.3351	13.1990

ตารางที่ ข.3.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	2.7631	2.6155	2.7155	2.7808	2.7555	2.7859	2.8302	2.7700	2.6619	2.7885
		ปานกลาง	2.8321	2.7250	2.7352	2.8310	2.8182	2.7960	2.8679	2.7854	2.7057	2.7913
		มาก	2.9283	2.7995	2.7511	2.9040	2.9414	2.7978	2.8524	2.8288	2.7065	2.8028
	30	น้อย	8.3483	8.4187	8.6382	8.3403	8.3786	8.3672	8.3070	8.6613	8.4192	8.4535
		ปานกลาง	8.5665	8.4900	8.6436	8.6943	8.4275	8.4575	8.3101	8.7000	8.5093	8.5383
		มาก	8.8066	8.5011	8.7068	8.7756	8.5128	8.7796	8.6052	8.7058	8.4876	8.8366
	50	น้อย	14.3007	14.1931	13.9932	13.9547	14.0587	13.8713	14.2552	14.2243	14.0775	14.3093
		ปานกลาง	14.3033	14.2950	14.3945	13.9656	14.1184	14.0240	14.2847	14.5401	14.2852	14.3146
		มาก	14.6467	14.5391	14.0846	14.3603	14.2456	14.5451	14.3579	14.7991	14.4275	14.3298
	70	น้อย	19.8140	19.8796	19.7845	19.8775	19.2864	19.8365	19.9653	19.9356	19.4885	20.1938
		ปานกลาง	20.1914	20.1644	19.9271	20.1777	19.3980	19.9144	20.0285	19.9377	20.0975	20.2164
		มาก	19.2840	20.6075	20.4497	20.4655	19.6080	20.2354	19.5981	19.9495	19.0313	20.3566
	90	น้อย	25.3845	25.1847	25.1799	25.6345	25.2876	25.4282	25.2422	25.1830	25.5412	25.4857
		ปานกลาง	25.4635	25.2168	25.4466	25.7084	25.3574	25.5321	25.2436	25.3133	25.6706	25.5172
		มาก	26.0722	25.8973	26.1879	25.7286	25.3938	25.1711	25.2501	24.5285	25.9516	25.6645

ตารางที่ ข.3.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	2.4324	2.5310	2.3375	2.4150	2.4508	2.3861	2.4350	2.4013	2.3974	2.4478
		ปานกลาง	2.4483	2.5592	2.3452	2.4352	2.5124	2.4052	2.5495	2.4509	2.4455	2.4609
		มาก	2.4655	2.5462	2.3877	2.4430	2.5206	2.4353	2.4423	2.4837	2.5062	2.5450
	30	น้อย	7.2206	7.4278	7.4746	7.4112	7.3622	7.3427	7.3439	7.3151	7.1507	7.2687
		ปานกลาง	7.5047	7.4283	7.5505	7.4508	7.4184	7.3541	7.3602	7.4293	7.2913	7.4988
		มาก	7.7490	7.4360	7.6405	7.4901	7.4747	7.3733	7.4562	7.4381	7.6089	7.4616
	50	น้อย	11.9943	12.4331	12.2894	12.0908	13.2333	12.3849	12.3572	12.2082	12.3457	12.2578
		ปานกลาง	12.2738	12.5155	12.3623	12.2636	12.4536	12.4185	12.4927	12.2283	12.4927	12.2612
		มาก	11.8065	12.6354	12.0249	12.3872	12.5102	12.4722	12.8413	12.2493	12.7148	12.0933
	70	น้อย	16.7106	17.3641	17.1017	16.8924	17.2083	16.7991	17.3398	17.0847	17.7237	17.3859
		ปานกลาง	17.5334	17.5645	17.2156	17.2723	17.2361	16.8524	17.3586	17.1297	17.8688	17.4256
		มาก	17.6242	17.9068	17.0876	17.5350	17.8103	16.8836	17.3640	17.7017	17.9364	17.5193
	90	น้อย	22.4035	22.6524	22.3586	22.2540	21.6598	21.7957	22.1771	22.2524	21.8547	21.9838
		ปานกลาง	22.6349	21.6373	22.4002	22.3119	21.7093	22.5521	22.3332	22.4195	22.0003	22.2806
		มาก	22.7075	22.7155	22.6333	23.2991	22.1106	22.5693	23.1640	23.1091	22.5250	22.6874

ตารางที่ ข.3.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	1.6054	1.6384	1.6466	1.6148	1.6067	1.6352	1.6245	1.6430	1.6278	1.6147
		ปานกลาง	1.6142	1.6406	1.6556	1.6230	1.6178	1.6471	1.6286	1.6579	1.6342	1.6180
		มาก	1.6291	1.7192	1.6027	1.6531	1.6294	1.6522	1.6320	1.6671	1.6760	1.6254
	30	น้อย	4.8481	4.9757	4.7863	4.8063	4.8326	4.8624	4.8442	4.9033	4.8100	4.9159
		ปานกลาง	4.8520	4.9845	4.8541	4.8266	4.8615	4.8755	4.9847	4.9533	4.8512	4.9178
		มาก	4.9409	5.0571	4.9253	4.8343	4.9625	4.9777	5.0514	5.0840	4.8860	4.9213
	50	น้อย	8.1479	8.2411	8.1514	8.3060	8.1029	8.0571	8.1091	8.1452	8.1256	8.1381
		ปานกลาง	8.3524	8.3124	8.2488	8.3451	8.1244	8.2133	8.1241	8.2866	8.1756	8.1845
		มาก	8.4530	8.4535	8.2582	8.3745	8.0242	8.3450	8.1941	8.3013	8.0339	8.1911
	70	น้อย	11.5527	11.3514	11.4215	11.5014	11.4801	11.4898	11.2415	11.5748	11.2542	11.2445
		ปานกลาง	11.6251	11.4155	11.6781	11.5632	11.4982	11.4940	11.3250	11.7815	11.2663	11.3083
		มาก	11.6653	11.8512	11.3389	11.6153	11.5084	11.5090	11.7757	11.9645	11.2685	11.8162
	90	น้อย	14.6214	14.3415	14.6214	15.0415	14.9528	14.2517	14.3220	14.8475	15.0214	14.8871
		ปานกลาง	14.8872	14.4315	14.6845	15.1415	14.9657	14.5246	14.4124	14.8845	15.1715	15.1624
		มาก	15.4050	14.5389	14.4269	15.2345	15.1048	14.7343	14.4302	15.2403	15.2239	15.5458

ตารางที่ ข.3.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	1.4155	1.3941	1.4325	1.4271	1.4168	1.4026	1.4222	1.4476	1.4017	1.4121
		ปานกลาง	1.4207	1.4059	1.4472	1.4401	1.4260	1.4152	1.4275	1.4546	1.4114	1.4311
		มาก	1.4527	1.4457	1.4396	1.5082	1.4569	1.4394	1.4284	1.4655	1.4180	1.3517
	30	น้อย	4.2722	4.1120	4.3758	4.2728	4.2117	4.2339	4.2375	4.2625	4.3355	4.1564
		ปานกลาง	4.4517	4.1248	4.3941	4.3156	4.2478	4.3212	4.3021	4.3524	4.4518	4.1625
		มาก	4.5105	4.4534	4.3811	4.2941	4.3116	4.4016	4.3164	4.4489	4.4532	4.2910
	50	น้อย	7.1212	7.0323	7.2006	7.0587	7.1509	7.1897	7.0261	7.1257	6.9273	7.0841
		ปานกลาง	7.1433	7.2185	7.3214	7.1015	7.2384	7.2122	7.0811	7.1542	7.2088	7.0937
		มาก	7.1548	7.2249	7.4450	7.1360	7.2413	7.2892	7.0903	7.0893	7.2911	7.0942
	70	น้อย	10.1578	9.9874	9.9357	9.8748	9.9578	10.0874	9.8674	9.6879	9.8564	9.8773
		ปานกลาง	10.2192	10.0267	10.0284	10.0380	10.0457	10.1537	10.0315	9.7821	10.0822	9.9040
		มาก	9.9847	10.1964	10.0304	10.0428	10.0525	10.2645	10.0468	9.8992	9.9400	10.2261
	90	น้อย	12.8274	12.6233	12.8566	12.7235	12.8547	12.8545	12.5714	12.6874	12.4327	12.7845
		ปานกลาง	12.8547	13.0378	12.9357	12.8295	12.9475	13.1245	13.0824	12.8984	12.5217	12.8644
		มาก	13.1464	13.0231	12.9627	12.8480	13.1047	13.1808	12.6456	13.0396	12.5548	12.9477

ตารางที่ ข.3.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	2.0942	2.0706	2.0539	2.0970	2.1718	2.1388	2.0486	2.1556	2.0461	2.1457
		ปานกลาง	2.1864	2.1048	2.0992	2.1683	2.1511	2.1573	2.0771	2.1590	2.1474	2.1537
		มาก	2.2650	2.2980	2.2798	2.2895	2.2578	2.2540	2.3008	2.2536	2.2587	2.2637
	30	น้อย	6.2769	6.4371	6.2651	6.2821	6.3669	6.4086	6.1346	6.4566	6.1203	6.4179
		ปานกลาง	6.3241	6.5417	6.2938	6.4874	6.4464	6.4620	6.2235	6.4634	6.4272	6.4481
		มาก	6.6280	6.7940	6.8683	6.7810	6.7846	6.9723	6.9648	6.6855	6.7896	6.6719
	50	น้อย	10.4712	10.5230	10.4797	10.4850	10.6589	10.6942	10.7143	10.7779	10.2308	10.7288
		ปานกลาง	10.5548	10.6745	10.4962	10.8417	10.7555	10.7865	10.3856	10.7952	10.7372	10.7687
		มาก	11.3238	11.4110	11.3995	11.3897	11.3699	11.3776	11.3361	11.2619	11.5000	11.4946
	70	น้อย	15.5648	15.6647	15.4875	15.8241	15.5548	15.4315	15.8544	15.7325	15.6245	15.4345
		ปานกลาง	15.6412	15.7445	15.5012	15.8842	15.6345	15.5411	15.8645	15.7448	15.5412	15.5421
		มาก	15.7179	15.7636	15.7376	15.9591	15.6481	15.8013	16.0132	15.7565	15.7771	15.5535
	90	น้อย	18.8480	18.3552	18.7549	18.8728	19.2359	19.2495	18.5347	19.4001	18.4152	19.3116
		ปานกลาง	19.2145	18.6684	18.8930	19.5148	19.3598	19.4155	18.6939	19.4313	19.3267	19.3835
		มาก	20.4365	20.5547	19.9993	21.1454	20.4077	20.3296	19.9829	20.3774	20.5919	20.3382

ตารางที่ ข.3.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10,p=6

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	1.8985	1.8885	1.9286	1.9241	1.9325	1.9324	1.9219	1.9128	1.9289	1.9124
		ปานกลาง	1.9061	1.9048	1.9346	1.9338	1.9381	1.9434	1.9829	1.9486	1.9466	1.9164
		มาก	1.9215	2.0015	1.9349	1.9534	1.9413	1.9672	1.8952	1.9144	1.9549	1.9297
	30	น้อย	5.8154	5.6536	5.8047	5.7424	5.8875	5.7173	5.6569	5.6485	5.7867	5.7627
		ปานกลาง	5.8321	5.7418	5.8386	5.7537	5.9425	5.7402	5.6949	5.6958	5.8398	5.8907
		มาก	5.9405	5.8531	5.8472	5.7554	6.0093	6.0026	5.7548	5.7103	5.9001	5.9895
	50	น้อย	9.6923	9.4857	9.6874	9.5586	9.8126	9.4587	9.6095	9.9141	9.6446	9.7845
		ปานกลาง	9.7341	9.6541	9.7310	9.6691	9.9041	9.5670	9.7443	9.9930	9.7331	9.8178
		มาก	9.8400	9.5662	9.8113	9.8107	9.9451	9.6608	9.8931	9.3860	9.7648	10.0684
	70	น้อย	13.3627	13.3827	13.5247	13.5174	13.7376	13.2369	13.4533	13.8798	13.5024	13.3874
		ปานกลาง	13.4518	13.4578	13.6235	13.5367	13.7657	13.3939	13.6600	13.9902	13.6263	13.3949
		มาก	13.4720	13.6531	13.8419	13.5492	13.7746	13.6259	13.8021	14.0839	13.8361	13.4026
	90	น้อย	17.4461	17.4023	17.4567	17.3591	17.5427	17.1918	17.2971	17.6545	17.3360	17.4548
		ปานกลาง	17.6545	17.4286	17.5159	17.4044	17.5869	17.2207	17.8457	17.7035	17.3520	17.5021
		มาก	17.8008	17.4370	17.0845	17.5021	17.6062	17.4474	18.0459	17.7290	17.3586	17.5725

ตารางที่ ข.3.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	1.4632	1.4657	1.4524	1.4678	1.4576	1.4413	1.5388	1.5083	1.4987	1.4863
		ปานกลาง	1.4721	1.4766	1.4678	1.4754	1.4866	1.4810	1.5327	1.5179	1.5028	1.4932
		มาก	1.4779	1.5064	1.4709	1.4816	1.5304	1.5311	1.5571	1.5269	1.5179	1.5062
	30	น้อย	4.2975	4.4550	4.5919	4.4655	4.5294	4.6390	4.5020	4.3547	4.5356	4.5426
		ปานกลาง	4.3211	4.4741	4.6857	4.5015	4.5306	4.6595	4.5727	4.4392	4.6671	4.5549
		มาก	4.6469	4.5227	4.6775	4.6014	4.5766	4.7112	4.6259	4.5482	4.6688	4.5574
	50	น้อย	7.6318	7.2884	7.4102	7.3392	7.4270	7.3563	7.5344	7.5415	7.6239	7.4313
		ปานกลาง	7.6844	7.3415	7.5539	7.4871	7.4331	7.4050	7.5735	7.6023	7.6498	7.6380
		มาก	7.7087	7.6435	7.6810	7.5600	7.6241	7.6842	7.5880	7.6949	7.6727	7.6422
	70	น้อย	10.5564	10.1157	10.3743	10.2749	10.4832	10.2888	10.6819	10.5581	10.4855	10.4038
		ปานกลาง	10.6415	10.2145	10.5754	10.8880	10.4064	10.3670	10.7290	10.6005	10.5198	10.5273
		มาก	10.7868	10.7462	10.7025	10.8956	10.8654	10.6720	10.7475	10.6209	10.6686	10.6063
	90	น้อย	13.5530	13.1827	13.3383	13.2106	13.4784	13.2614	13.6588	13.5747	13.6684	13.3764
		ปานกลาง	13.6548	13.2225	13.5970	13.7689	13.3796	13.3290	13.7944	13.6257	13.7697	13.4267
		มาก	13.7942	13.6603	13.6832	13.9438	13.8505	13.7707	13.8317	13.6884	13.7083	13.4703

ตารางที่ ข.3.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20,p=6

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	1.3146	1.3457	1.3878	1.3132	1.3519	1.3342	1.3361	1.3202	1.3422	1.3209
		ปานกลาง	1.3715	1.3525	1.3872	1.3279	1.3693	1.3490	1.3569	1.3460	1.3506	1.3386
		มาก	1.3979	1.3664	1.3804	1.3342	1.4051	1.3937	1.3689	1.3635	1.3566	1.3867
	30	น้อย	4.0405	4.0598	4.0316	4.1379	4.1221	4.0594	3.9752	4.0471	4.1025	3.9857
		ปานกลาง	4.1245	4.0815	4.1369	4.1648	4.1862	4.1288	4.0817	4.0972	4.1159	4.0478
		มาก	4.1992	4.1225	4.1912	4.1904	4.1938	4.1751	4.1763	4.0956	4.1164	4.0657
	50	น้อย	6.5627	6.4857	6.7643	6.8274	6.7904	6.7562	6.8562	6.6593	6.9049	6.8438
		ปานกลาง	6.6645	6.5748	6.8045	6.8819	6.8100	6.8999	6.8681	6.6779	6.9167	7.0179
		มาก	6.8599	6.8519	6.8877	6.8903	6.8346	7.0144	6.8570	6.7871	6.9417	6.8809
	70	น้อย	9.3865	9.5542	9.2800	9.5584	9.5066	9.6267	9.3986	9.4578	9.6669	9.4813
		ปานกลาง	9.4718	9.5815	9.3262	9.6346	9.5495	9.6421	9.4153	9.5711	9.6834	9.5051
		มาก	9.5383	9.5827	9.8082	9.7437	9.6336	9.6561	9.5553	9.6876	9.8063	9.5387
	90	น้อย	12.2598	12.2754	12.1347	12.2893	12.2227	12.1672	12.3411	12.5447	12.3589	12.4489
		ปานกลาง	12.2847	12.3841	12.1480	12.3873	12.4359	12.2199	12.3625	12.4343	12.3800	12.4322
		มาก	12.3422	12.7103	12.3860	12.5562	12.5050	12.6151	12.5267	12.6209	12.4029	12.5270

ภาคผนวก ค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ค.1.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง ค.1.1 – ค.1.5 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในทุกสถานการณ์ของการทดลอง นั่นคือ เมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่าน้อยค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อสัมประสิทธิ์ความแปรผันมีค่ามาก

ค.1.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลา ได้นำเสนอดังตาราง ค.1.6–ค.1.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยจะลดลงในทุกสถานการณ์ของการทดลดลอง นั่นคือ เมื่อช่วงระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1 ช่วงระยะเวลาส่งผลให้ค่าประมาณใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าเมื่อช่วงระยะเวลาเท่ากับระดับปัจจัยทดลอง

ค.1.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs เมื่อ p=t และ p=t+1 นำเสนอดังตาราง ค.1.11- ค.1.12 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยต่ำที่สุด ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 4 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยสูงสุด และระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5 ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยปานกลาง

ค.1.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อ p=t และp=t+1นำเสนอดังตาราง ค.1.13-ค.1.14 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อ p=t ระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลงเมื่อระดับปัจจัยทดลองเพิ่มขึ้น แต่เมื่อ p=t+1 ค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยเมื่อระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับปัจจัยทดลองเท่ากับ 5ค่าระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยที่สุดในทุกระดับของสัมประสิทธิ์ความแปรผัน

ค.1.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5 และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง ค.1.15-ค.1.18 ตามลำดับ

พบว่าแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ระยะทางยุคลิดมีค่าน้อยกว่าแผนการทดลอง Williams design ทุกระดับของปัจจัยทดลอง และทุกสถานการณ์ของการทดลอง

ค.2 ผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ผลสรุปเหมือนกับผลการวิจัยเมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย รายละเอียดของตารางมีดังนี้

ค.2.1 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV%) ได้นำเสนอดังตาราง ค.2.1 – ค.2.5

ค.2.2 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับช่วงระยะเวลาได้นำเสนอดังตาราง ค.1.6–ค.1.10 และรูปที่ ค.2.6 – ค.2.10 ตามลำดับ

ค.2.3 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลอง Williams designs เมื่อ p=t และ p=t+1 นำเสนอดังตาราง ค.2.11- ค.2.12 ตามลำดับ

ค.2.4 การนำเสนอค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก เมื่อ p=t และ p=t+1นำเสนอดังตาราง ค.2.13-ค.2.13 ตามลำดับ

ค.2.5 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับแผนการทดลอง เมื่อ t=4,5 และ p=t,p=t+1 ตามลำดับ ได้นำเสนอดังตาราง ค.2.15-ค.2.18 และรูปที่ ค.2.15-ค.2.18 ตามลำดับ

ค.3 การนำเสนอระยะทางยุคลิดเฉลี่ยกับความแตกต่างของปัจจัยทดลองระดับต่าง ๆ ได้นำเสนอดังตารางที่ ค.3.1 – ค.3.10 ตามลำดับ

พบว่าเมื่อความแตกต่างของปัจจัยทดลองมากขึ้นระยะทางยุคลิดเฉลี่ยมีค่าลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1 ผลการวิจัยการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ตารางที่ ค.1.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t =3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	p=3	10	0.5324	0.5127	0.4875	0.4686	0.4357	0.4235	0.4537	0.4879	0.4935	0.5204
		30	0.5587	0.5248	0.4944	0.4714	0.4466	0.4356	0.4628	0.4958	0.5127	0.5301
		50	0.5675	0.5368	0.5138	0.4866	0.4531	0.4429	0.4789	0.5024	0.5278	0.5452
		70	0.5712	0.5477	0.5230	0.4924	0.4621	0.4526	0.4824	0.5148	0.5327	0.5527
		90	0.5858	0.5539	0.5348	0.5023	0.4732	0.4617	0.4927	0.5347	0.5568	0.5627
	p=4	10	0.3378	0.3244	0.3045	0.2947	0.2788	0.2654	0.2842	0.3086	0.3367	0.3594
		30	0.3562	0.3386	0.3237	0.3022	0.2869	0.2719	0.2957	0.3127	0.3482	0.3633
		50	0.3618	0.3502	0.3467	0.3112	0.2927	0.2831	0.3126	0.3346	0.3521	0.3785
		70	0.3789	0.3625	0.3527	0.3315	0.3014	0.2927	0.3244	0.3428	0.3674	0.3829
		90	0.3957	0.3758	0.3638	0.3458	0.3215	0.3041	0.3386	0.3564	0.3715	0.3940

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.7413	0.7262	0.6872	0.6574	0.6135	0.5742	0.6240	0.6474	0.6882	0.7067
		30	0.7833	0.7577	0.7242	0.6837	0.6493	0.5983	0.6480	0.6642	0.7215	0.7619
		50	0.8078	0.7755	0.7454	0.6982	0.6636	0.6373	0.6742	0.7189	0.7669	0.7827
		70	0.8275	0.8023	0.7866	0.7398	0.6852	0.6714	0.6979	0.7366	0.7803	0.8141
		90	0.8516	0.8245	0.7928	0.7584	0.7275	0.6976	0.7268	0.7515	0.8175	0.8407
	p=5	10	0.4686	0.4265	0.3778	0.3533	0.3284	0.3132	0.3358	0.3587	0.4084	0.4435
		30	0.4790	0.4337	0.3859	0.3665	0.3352	0.3270	0.3581	0.3890	0.4326	0.4614
		50	0.4814	0.4599	0.4329	0.3799	0.3485	0.3349	0.3606	0.3996	0.4472	0.4868
		70	0.4939	0.4677	0.4423	0.3992	0.3536	0.3465	0.3779	0.4011	0.4580	0.4923
		90	0.5015	0.4785	0.4593	0.4084	0.3602	0.3513	0.3850	0.4239	0.4688	0.5021

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t =4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.3987	0.3724	0.3688	0.3455	0.3168	0.3047	0.3209	0.3438	0.3655	0.3878
		30	0.4063	0.3868	0.3784	0.3585	0.3239	0.3121	0.3393	0.3568	0.3754	0.3987
		50	0.4223	0.4063	0.3814	0.3618	0.3377	0.3208	0.3413	0.3687	0.3887	0.4161
		70	0.4325	0.4112	0.3928	0.3787	0.3489	0.3325	0.3578	0.3722	0.3957	0.4249
		90	0.4432	0.4221	0.40957	0.3818	0.3517	0.3478	0.3647	0.3823	0.4037	0.4367
	p=5	10	0.3121	0.3075	0.2939	0.2721	0.2498	0.2334	0.2581	0.2834	0.2921	0.3117
		30	0.3321	0.3294	0.3027	0.2845	0.2532	0.2458	0.2618	0.2987	0.3019	0.3214
		50	0.3522	0.3314	0.3296	0.2989	0.2634	0.2517	0.2798	0.3197	0.3292	0.3368
		70	0.3615	0.3438	0.3387	0.3076	0.2765	0.2657	0.2817	0.3209	0.3353	0.3487
		90	0.3723	0.3657	0.3494	0.3199	0.2920	0.2745	0.2953	0.3367	0.3457	0.3631

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.3529	0.3370	0.3173	0.2819	0.2690	0.2533	0.2741	0.2865	0.2977	0.3173
		30	0.3641	0.3412	0.3236	0.2924	0.2731	0.2642	0.2851	0.3029	0.3233	0.3487
		50	0.3758	0.3687	0.3435	0.3082	0.2854	0.2749	0.2967	0.3146	0.3354	0.3788
		70	0.3889	0.3715	0.3568	0.3325	0.2939	0.2852	0.3285	0.3414	0.3642	0.3882
		90	0.4126	0.3984	0.3745	0.3551	0.3024	0.2975	0.3431	0.3674	0.3821	0.4083
	p=6	10	0.2889	0.2452	0.2283	0.1944	0.1788	0.1654	0.1845	0.2005	0.2280	0.2588
		30	0.2923	0.2694	0.2332	0.2098	0.1882	0.1745	0.1968	0.2263	0.2542	0.2711
		50	0.3072	0.2886	0.2445	0.2134	0.1935	0.1828	0.2145	0.2317	0.2682	0.2941
		70	0.3198	0.2923	0.2556	0.2283	0.2024	0.1975	0.2242	0.2489	0.2711	0.3087
		90	0.3213	0.3022	0.2679	0.2336	0.2175	0.2031	0.2376	0.2534	0.2843	0.3122

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.3124	0.2924	0.2758	0.2548	0.2377	0.2212	0.2415	0.2686	0.2822	0.3224
		30	0.3257	0.3057	0.2834	0.2617	0.2444	0.2317	0.2595	0.2746	0.2921	0.3389
		50	0.3364	0.3256	0.2985	0.2722	0.2564	0.2452	0.2634	0.2837	0.3024	0.3452
		70	0.3471	0.3382	0.3087	0.2841	0.2627	0.2539	0.2749	0.2954	0.3198	0.3563
		90	0.3684	0.3459	0.3259	0.3025	0.2734	0.2642	0.2850	0.3256	0.3361	0.3697
	p=6	10	0.2147	0.2048	0.1912	0.1824	0.1624	0.1505	0.1745	0.1820	0.2113	0.2207
		30	0.2321	0.2224	0.2179	0.1939	0.1796	0.1665	0.1886	0.2054	0.2218	0.2395
		50	0.2452	0.2324	0.2224	0.2034	0.1862	0.1712	0.1957	0.2163	0.2392	0.2544
		70	0.2746	0.2542	0.2321	0.2168	0.1928	0.1881	0.2038	0.2272	0.2524	0.2786
		90	0.2867	0.2687	0.2432	0.2267	0.2003	0.1954	0.2172	0.2466	0.2696	0.2856

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	0.5324	0.5127	0.4875	0.4686	0.4357	0.4235	0.4537	0.4879	0.4935	0.5204
		p=4	0.3378	0.3244	0.3045	0.2947	0.2788	0.2654	0.2842	0.3086	0.3367	0.3594
	30	p=3	0.5587	0.5248	0.4944	0.4714	0.4466	0.4356	0.4628	0.4958	0.5127	0.5301
		p=4	0.3562	0.3386	0.3237	0.3022	0.2869	0.2719	0.2957	0.3127	0.3482	0.3633
	50	p=3	0.5675	0.5368	0.5138	0.4866	0.4531	0.4429	0.4789	0.5024	0.5278	0.5452
		p=4	0.3618	0.3502	0.3467	0.3112	0.2927	0.2831	0.3126	0.3346	0.3521	0.3785
	70	p=3	0.5712	0.5477	0.5230	0.4924	0.4621	0.4526	0.4824	0.5148	0.5327	0.5527
		p=4	0.3789	0.3625	0.3527	0.3315	0.3014	0.2927	0.3244	0.3428	0.3674	0.3829
	90	p=3	0.5858	0.5539	0.5348	0.5023	0.4732	0.4617	0.4927	0.5347	0.5568	0.5627
		p=4	0.3957	0.3758	0.3638	0.3458	0.3215	0.3041	0.3386	0.3564	0.3715	0.3940

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.7413	0.7262	0.6872	0.6574	0.6135	0.5742	0.6240	0.6474	0.6882	0.7067
		p=5	0.4686	0.4265	0.3778	0.3533	0.3284	0.3132	0.3358	0.3587	0.4084	0.4435
	30	p=4	0.7833	0.7577	0.7242	0.6837	0.6493	0.5983	0.6480	0.6642	0.7215	0.7619
		p=5	0.4790	0.4337	0.3859	0.3665	0.3352	0.3270	0.3581	0.3890	0.4326	0.4614
	50	p=4	0.8078	0.7755	0.7454	0.6982	0.6636	0.6373	0.6742	0.7189	0.7669	0.7827
		p=5	0.4814	0.4599	0.4329	0.3799	0.3485	0.3349	0.3606	0.3996	0.4472	0.4868
	70	p=4	0.8275	0.8023	0.7866	0.7398	0.6852	0.6714	0.6979	0.7366	0.7803	0.8141
		p=5	0.4939	0.4677	0.4423	0.3992	0.3536	0.3465	0.3779	0.4011	0.4580	0.4923
	90	p=4	0.8516	0.8245	0.7928	0.7584	0.7275	0.6976	0.7268	0.7515	0.8175	0.8407
		p=5	0.5015	0.4785	0.4593	0.4084	0.3602	0.3513	0.3850	0.4239	0.4688	0.5021

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

วิธีทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.3987	0.3724	0.3688	0.3455	0.3168	0.3047	0.3209	0.3438	0.3655	0.3878
		p=5	0.3121	0.3075	0.2939	0.2721	0.2498	0.2334	0.2581	0.2834	0.2921	0.3117
	30	p=4	0.4063	0.3868	0.3784	0.3585	0.3239	0.3121	0.3393	0.3568	0.3754	0.3987
		p=5	0.3321	0.3294	0.3027	0.2845	0.2532	0.2458	0.2618	0.2987	0.3019	0.3214
	50	p=4	0.4223	0.4063	0.3814	0.3618	0.3377	0.3208	0.3413	0.3687	0.3887	0.4161
		p=5	0.3522	0.3314	0.3296	0.2989	0.2634	0.2517	0.2798	0.3197	0.3292	0.3368
	70	p=4	0.4325	0.4112	0.3928	0.3787	0.3489	0.3325	0.3578	0.3722	0.3957	0.4249
		p=5	0.3615	0.3438	0.3387	0.3076	0.2765	0.2657	0.2817	0.3209	0.3353	0.3487
	90	p=4	0.4432	0.4221	0.40957	0.3818	0.3517	0.3478	0.3647	0.3823	0.4037	0.4367
		p=5	0.3823	0.3657	0.3494	0.3199	0.2920	0.2745	0.2953	0.3367	0.3457	0.3631

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	0.3529	0.3370	0.3173	0.2819	0.2690	0.2533	0.2741	0.2865	0.2977	0.3173
		p=6	0.2889	0.2452	0.2283	0.1944	0.1788	0.1654	0.1845	0.2005	0.2280	0.2588
	30	p=5	0.3641	0.3412	0.3236	0.2924	0.2731	0.2642	0.2851	0.3029	0.3233	0.3487
		p=6	0.2923	0.2694	0.2332	0.2098	0.1882	0.1745	0.1968	0.2263	0.2542	0.2711
	50	p=5	0.3758	0.3687	0.3435	0.3082	0.2854	0.2749	0.2967	0.3146	0.3354	0.3788
		p=6	0.3072	0.2886	0.2445	0.2134	0.1935	0.1828	0.2145	0.2317	0.2682	0.2941
	70	p=5	0.3889	0.3715	0.3568	0.3325	0.2939	0.2852	0.3285	0.3414	0.3642	0.3882
		p=6	0.3198	0.2923	0.2556	0.2283	0.2024	0.1975	0.2242	0.2489	0.2711	0.3087
	90	p=5	0.4126	0.3984	0.3745	0.3551	0.3024	0.2975	0.3431	0.3674	0.3821	0.4083
		p=6	0.3213	0.3022	0.2679	0.2336	0.2175	0.2031	0.2376	0.2534	0.2843	0.3122

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	0.3124	0.2924	0.2758	0.2548	0.2377	0.2212	0.2415	0.2686	0.2822	0.3224
		p=6	0.2147	0.2048	0.1912	0.1824	0.1624	0.1505	0.1745	0.1820	0.2113	0.2207
	30	p=5	0.3257	0.3057	0.2834	0.2617	0.2444	0.2317	0.2595	0.2746	0.2921	0.3389
		p=6	0.2321	0.2224	0.2179	0.1939	0.1796	0.1665	0.1886	0.2054	0.2218	0.2395
	50	p=5	0.3364	0.3256	0.2985	0.2722	0.2564	0.2452	0.2634	0.2837	0.3024	0.3452
		p=6	0.2452	0.2324	0.2224	0.2034	0.1862	0.1712	0.1957	0.2163	0.2392	0.2544
	70	p=5	0.3471	0.3382	0.3087	0.2841	0.2627	0.2539	0.2749	0.2954	0.3198	0.3563
		p=6	0.2746	0.2542	0.2321	0.2168	0.1928	0.1881	0.2038	0.2272	0.2524	0.2786
	90	p=5	0.3684	0.3459	0.3259	0.3025	0.2734	0.2642	0.2850	0.3256	0.3361	0.3697
		p=6	0.2867	0.2687	0.2432	0.2267	0.2003	0.1954	0.2172	0.2466	0.2696	0.2856

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.5324	0.5127	0.4875	0.4686	0.4357	0.4235	0.4537	0.4879	0.4935	0.5204
	t=4	p=4	0.7413	0.7262	0.6872	0.6574	0.6135	0.5742	0.6240	0.6474	0.6882	0.7067
	t=5	p=5	0.3529	0.3370	0.3173	0.2819	0.2690	0.2533	0.2741	0.2865	0.2977	0.3173
30	t=3	p=3	0.5587	0.5248	0.4944	0.4714	0.4466	0.4356	0.4628	0.4958	0.5127	0.5301
	t=4	p=4	0.7833	0.7577	0.7242	0.6837	0.6493	0.5983	0.6480	0.6642	0.7215	0.7619
	t=5	p=5	0.3641	0.3412	0.3236	0.2924	0.2731	0.2642	0.2851	0.3029	0.3233	0.3487
50	t=3	p=3	0.5675	0.5368	0.5138	0.4866	0.4531	0.4429	0.4789	0.5024	0.5278	0.5452
	t=4	p=4	0.8078	0.7755	0.7454	0.6982	0.6636	0.6373	0.6742	0.7189	0.7669	0.7827
	t=5	p=5	0.3758	0.3687	0.3435	0.3082	0.2854	0.2749	0.2967	0.3146	0.3354	0.3788
70	t=3	p=3	0.5712	0.5477	0.5230	0.4924	0.4621	0.4526	0.4824	0.5148	0.5327	0.5527
	t=4	p=4	0.8275	0.8023	0.7866	0.7398	0.6852	0.6714	0.6979	0.7366	0.7803	0.8141
	t=5	p=5	0.3889	0.3715	0.3568	0.3325	0.2939	0.2852	0.3285	0.3414	0.3642	0.3882
90	t=3	p=3	0.5858	0.5539	0.5348	0.5023	0.4732	0.4617	0.4927	0.5347	0.5568	0.5627
	t=4	p=4	0.8516	0.8245	0.7928	0.7584	0.7275	0.6976	0.7268	0.7515	0.8175	0.8407
	t=5	p=5	0.4126	0.3984	0.3745	0.3551	0.3024	0.2975	0.3431	0.3674	0.3821	0.4083

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.3378	0.3244	0.3045	0.2947	0.2788	0.2654	0.2842	0.3086	0.3367	0.3594
	t=4	p=4	0.4686	0.4265	0.3778	0.3533	0.3284	0.3132	0.3358	0.3587	0.4084	0.4435
	t=5	p=5	0.2889	0.2452	0.2283	0.1944	0.1788	0.1654	0.1845	0.2005	0.2280	0.2588
30	t=3	p=3	0.3562	0.3386	0.3237	0.3022	0.2869	0.2719	0.2957	0.3127	0.3482	0.3633
	t=4	p=4	0.4790	0.4337	0.3859	0.3665	0.3352	0.3270	0.3581	0.3890	0.4326	0.4614
	t=5	p=5	0.2923	0.2694	0.2332	0.2098	0.1882	0.1745	0.1968	0.2263	0.2542	0.2711
50	t=3	p=3	0.3618	0.3502	0.3467	0.3112	0.2927	0.2831	0.3126	0.3346	0.3521	0.3785
	t=4	p=4	0.4814	0.4599	0.4329	0.3799	0.3485	0.3349	0.3606	0.3996	0.4472	0.4868
	t=5	p=5	0.3072	0.2886	0.2445	0.2134	0.1935	0.1828	0.2145	0.2317	0.2682	0.2941
70	t=3	p=3	0.3789	0.3625	0.3527	0.3315	0.3014	0.2927	0.3244	0.3428	0.3674	0.3829
	t=4	p=4	0.4939	0.4677	0.4423	0.3992	0.3536	0.3465	0.3779	0.4011	0.4580	0.4923
	t=5	p=5	0.3198	0.2923	0.2556	0.2283	0.2024	0.1975	0.2242	0.2489	0.2711	0.3087
90	t=3	p=3	0.3957	0.3758	0.3638	0.3458	0.3215	0.3041	0.3386	0.3564	0.3715	0.3940
	t=4	p=4	0.5015	0.4785	0.4593	0.4084	0.3602	0.3513	0.3850	0.4239	0.4688	0.5021
	t=5	p=5	0.3213	0.3022	0.2679	0.2336	0.2175	0.2031	0.2376	0.2534	0.2843	0.3122

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.5324	0.5127	0.4875	0.4686	0.4357	0.4235	0.4537	0.4879	0.4935	0.5204
	t=4	p=4	0.3987	0.3724	0.3688	0.3455	0.3168	0.3047	0.3209	0.3438	0.3655	0.3878
	t=5	p=5	0.3124	0.2924	0.2758	0.2548	0.2377	0.2212	0.2415	0.2686	0.2822	0.3224
30	t=3	p=3	0.5587	0.5248	0.4944	0.4714	0.4466	0.4356	0.4628	0.4958	0.5127	0.5301
	t=4	p=4	0.4063	0.3868	0.3784	0.3585	0.3239	0.3121	0.3393	0.3568	0.3754	0.3987
	t=5	p=5	0.2147	0.2048	0.1912	0.1824	0.1624	0.1505	0.1745	0.1820	0.2113	0.2207
50	t=3	p=3	0.5675	0.5368	0.5138	0.4866	0.4531	0.4429	0.4789	0.5024	0.5278	0.5452
	t=4	p=4	0.4223	0.4063	0.3814	0.3618	0.3377	0.3208	0.3413	0.3687	0.3887	0.4161
	t=5	p=5	0.3257	0.3057	0.2834	0.2617	0.2444	0.2317	0.2595	0.2746	0.2921	0.3389
70	t=3	p=3	0.5712	0.5477	0.5230	0.4924	0.4621	0.4526	0.4824	0.5148	0.5327	0.5527
	t=4	p=4	0.4325	0.4112	0.3928	0.3787	0.3489	0.3325	0.3578	0.3722	0.3957	0.4249
	t=5	p=5	0.2321	0.2224	0.2179	0.1939	0.1796	0.1665	0.1886	0.2054	0.2218	0.2395
90	t=3	p=3	0.5858	0.5539	0.5348	0.5023	0.4732	0.4617	0.4927	0.5347	0.5568	0.5627
	t=4	p=4	0.4432	0.4221	0.40957	0.3818	0.3517	0.3478	0.3647	0.3823	0.4037	0.4367
	t=5	p=5	0.3364	0.3256	0.2985	0.2722	0.2564	0.2452	0.2634	0.2837	0.3024	0.3452

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.3378	0.3244	0.3045	0.2947	0.2788	0.2654	0.2842	0.3086	0.3367	0.3594
	t=4	p=4	0.3121	0.3075	0.2939	0.2721	0.2498	0.2334	0.2581	0.2834	0.2921	0.3117
	t=5	p=5	0.2452	0.2324	0.2224	0.2034	0.1862	0.1712	0.1957	0.2163	0.2392	0.2544
30	t=3	p=3	0.3562	0.3386	0.3237	0.3022	0.2869	0.2719	0.2957	0.3127	0.3482	0.3633
	t=4	p=4	0.3321	0.3294	0.3027	0.2845	0.2532	0.2458	0.2618	0.2987	0.3019	0.3214
	t=5	p=5	0.3471	0.3382	0.3087	0.2841	0.2627	0.2539	0.2749	0.2954	0.3198	0.3563
50	t=3	p=3	0.3618	0.3502	0.3467	0.3112	0.2927	0.2831	0.3126	0.3346	0.3521	0.3785
	t=4	p=4	0.3522	0.3314	0.3296	0.2989	0.2634	0.2517	0.2798	0.3197	0.3292	0.3368
	t=5	p=5	0.2746	0.2542	0.2321	0.2168	0.1928	0.1881	0.2038	0.2272	0.2524	0.2786
70	t=3	p=3	0.3789	0.3625	0.3527	0.3315	0.3014	0.2927	0.3244	0.3428	0.3674	0.3829
	t=4	p=4	0.3615	0.3438	0.3387	0.3076	0.2765	0.2657	0.2817	0.3209	0.3353	0.3487
	t=5	p=5	0.3684	0.3459	0.3259	0.3025	0.2734	0.2642	0.2850	0.3256	0.3361	0.3697
90	t=3	p=3	0.3957	0.3758	0.3638	0.3458	0.3215	0.3041	0.3386	0.3564	0.3715	0.3940
	t=4	p=4	0.3723	0.3657	0.3494	0.3199	0.2920	0.2745	0.2953	0.3367	0.3457	0.3631
	t=5	p=5	0.2867	0.2687	0.2432	0.2267	0.2003	0.1954	0.2172	0.2466	0.2696	0.2856

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4 และ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.7413	0.7262	0.6872	0.6574	0.6135	0.5742	0.6240	0.6474	0.6882	0.7067
		Otd	0.3987	0.3724	0.3688	0.3455	0.3168	0.3047	0.3209	0.3438	0.3655	0.3878
	30	Wld	0.7833	0.7577	0.7242	0.6837	0.6493	0.5983	0.6480	0.6642	0.7215	0.7619
		Otd	0.4063	0.3868	0.3784	0.3585	0.3239	0.3121	0.3393	0.3568	0.3754	0.3987
	50	Wld	0.8078	0.7755	0.7454	0.6982	0.6636	0.6373	0.6742	0.7189	0.7669	0.7827
		Otd	0.4223	0.4063	0.3814	0.3618	0.3377	0.3208	0.3413	0.3687	0.3887	0.4161
	70	Wld	0.8275	0.8023	0.7866	0.7398	0.6852	0.6714	0.6979	0.7366	0.7803	0.8141
		Otd	0.4325	0.4112	0.3928	0.3787	0.3489	0.3325	0.3578	0.3722	0.3957	0.4249
	90	Wld	0.8516	0.8245	0.7928	0.7584	0.7275	0.6976	0.7268	0.7515	0.8175	0.8407
		Otd	0.4432	0.4221	0.40957	0.3818	0.3517	0.3478	0.3647	0.3823	0.4037	0.4367

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4และ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.4686	0.4265	0.3778	0.3533	0.3284	0.3132	0.3358	0.3587	0.4084	0.4435
		Otd	0.3121	0.3075	0.2939	0.2721	0.2498	0.2334	0.2581	0.2834	0.2921	0.3117
	30	Wld	0.4790	0.4337	0.3859	0.3665	0.3352	0.3270	0.3581	0.3890	0.4326	0.4614
		Otd	0.3321	0.3294	0.3027	0.2845	0.2532	0.2458	0.2618	0.2987	0.3019	0.3214
	50	Wld	0.4814	0.4599	0.4329	0.3799	0.3485	0.3349	0.3606	0.3996	0.4472	0.4868
		Otd	0.3522	0.3314	0.3296	0.2989	0.2634	0.2517	0.2798	0.3197	0.3292	0.3368
	70	Wld	0.4939	0.4677	0.4423	0.3992	0.3536	0.3465	0.3779	0.4011	0.4580	0.4923
		Otd	0.3615	0.3438	0.3387	0.3076	0.2765	0.2657	0.2817	0.3209	0.3353	0.3487
	90	Wld	0.5015	0.4785	0.4593	0.4084	0.3602	0.3513	0.3850	0.4239	0.4688	0.5021
		Otd	0.3723	0.3657	0.3494	0.3199	0.2920	0.2745	0.2953	0.3367	0.3457	0.3631

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5 และ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.3529	0.3370	0.3173	0.2819	0.2690	0.2533	0.2741	0.2865	0.2977	0.3173
		Otd	0.3124	0.2924	0.2758	0.2548	0.2377	0.2212	0.2415	0.2686	0.2822	0.3224
	30	Wld	0.3641	0.3412	0.3236	0.2924	0.2731	0.2642	0.2851	0.3029	0.3233	0.3487
		Otd	0.3257	0.3057	0.2834	0.2617	0.2444	0.2317	0.2595	0.2746	0.2921	0.3389
	50	Wld	0.3758	0.3687	0.3435	0.3082	0.2854	0.2749	0.2967	0.3146	0.3354	0.3788
		Otd	0.3364	0.3256	0.2985	0.2722	0.2564	0.2452	0.2634	0.2837	0.3024	0.3452
	70	Wld	0.3889	0.3715	0.3568	0.3325	0.2939	0.2852	0.3285	0.3414	0.3642	0.3882
		Otd	0.3471	0.3382	0.3087	0.2841	0.2627	0.2539	0.2749	0.2954	0.3198	0.3563
	90	Wld	0.4126	0.3984	0.3745	0.3551	0.3024	0.2975	0.3431	0.3674	0.3821	0.4083
		Otd	0.3684	0.3459	0.3259	0.3025	0.2734	0.2642	0.2850	0.3256	0.3361	0.3697

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5 และ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันน้อย $\Phi \in [0,1.5)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.2889	0.2452	0.2283	0.1944	0.1788	0.1654	0.1845	0.2005	0.2280	0.2588
		Otd	0.2147	0.2048	0.1912	0.1824	0.1624	0.1505	0.1745	0.1820	0.2113	0.2207
	30	Wld	0.2923	0.2694	0.2332	0.2098	0.1882	0.1745	0.1968	0.2263	0.2542	0.2711
		Otd	0.2321	0.2224	0.2179	0.1939	0.1796	0.1665	0.1886	0.2054	0.2218	0.2395
	50	Wld	0.3072	0.2886	0.2445	0.2134	0.1935	0.1828	0.2145	0.2317	0.2682	0.2941
		Otd	0.2452	0.2324	0.2224	0.2034	0.1862	0.1712	0.1957	0.2163	0.2392	0.2544
	70	Wld	0.3198	0.2923	0.2556	0.2283	0.2024	0.1975	0.2242	0.2489	0.2711	0.3087
		Otd	0.2746	0.2542	0.2321	0.2168	0.1928	0.1881	0.2038	0.2272	0.2524	0.2786
	90	Wld	0.3213	0.3022	0.2679	0.2336	0.2175	0.2031	0.2376	0.2534	0.2843	0.3122
		Otd	0.2867	0.2687	0.2432	0.2267	0.2003	0.1954	0.2172	0.2466	0.2696	0.2856

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.2 ผลการวิจัยการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ตารางที่ ค.2.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	p=3	10	0.3321	0.3012	0.2774	0.2515	0.2254	0.2166	0.2356	0.2578	0.2846	0.3105
		30	0.3467	0.3142	0.2912	0.2622	0.2315	0.2247	0.2548	0.2675	0.2926	0.3315
		50	0.3575	0.3274	0.3018	0.2747	0.2442	0.2357	0.2678	0.2775	0.3045	0.3412
		70	0.3742	0.3381	0.3142	0.2837	0.2599	0.2587	0.2856	0.3015	0.3354	0.3547
		90	0.3829	0.3545	0.3424	0.2972	0.2741	0.2615	0.2972	0.3254	0.3415	0.3746
	p=4	10	0.2627	0.2432	0.2235	0.2048	0.1847	0.1718	0.1934	0.2148	0.2366	0.2574
		30	0.2739	0.2544	0.2361	0.2177	0.1925	0.1875	0.2157	0.2357	0.2489	0.2607
		50	0.2872	0.2659	0.2486	0.2267	0.2002	0.1968	0.2287	0.2417	0.2567	0.2718
		70	0.2914	0.2782	0.2642	0.2348	0.2132	0.2123	0.2367	0.2537	0.2689	0.2866
		90	0.3047	0.2874	0.2758	0.2648	0.2358	0.2254	0.2415	0.2681	0.2732	0.2952

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.5711	0.5469	0.5164	0.4834	0.4624	0.4512	0.4812	0.5124	0.5365	0.5562
		30	0.5935	0.5712	0.5274	0.5064	0.4852	0.4721	0.4988	0.5312	0.56715	0.5918
		50	0.6039	0.5882	0.5612	0.5417	0.5292	0.4879	0.5148	0.5684	0.6145	0.6415
		70	0.6215	0.6090	0.5863	0.5567	0.5324	0.4957	0.5257	0.5722	0.6578	0.6876
		90	0.6496	0.6112	0.5931	0.5610	0.5418	0.5124	0.5417	0.5841	0.6718	0.7188
	p=5	10	0.3647	0.3285	0.3013	0.2884	0.2614	0.2546	0.2713	0.2937	0.3281	0.3429
		30	0.3766	0.3318	0.3128	0.2927	0.2758	0.2645	0.2848	0.3047	0.3352	0.3548
		50	0.3862	0.3427	0.3230	0.3097	0.2814	0.2784	0.2977	0.3157	0.3466	0.3615
		70	0.3984	0.3596	0.3367	0.3128	0.2914	0.2841	0.3124	0.3214	0.3655	0.3847
		90	0.4068	0.3683	0.3469	0.3297	0.3014	0.3012	0.3347	0.3524	0.3712	0.4067

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่างๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	C.V.	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	p=4	10	0.2987	0.2724	0.2588	0.2347	0.2168	0.2084	0.2268	0.2414	0.2638	0.2885
		30	0.3063	0.2868	0.2684	0.2485	0.2239	0.2165	0.2374	0.2647	0.2717	0.2978
		50	0.3123	0.3063	0.2714	0.2518	0.2377	0.2287	0.2497	0.2784	0.2898	0.3018
		70	0.3252	0.3112	0.2824	0.2687	0.2489	0.2354	0.2568	0.2857	0.2962	0.3121
		90	0.3324	0.3221	0.2957	0.2718	0.2517	0.2426	0.2643	0.2989	0.3137	0.3378
	p=5	10	0.2523	0.2385	0.2172	0.1987	0.1742	0.1634	0.1887	0.2054	0.2279	0.2424
		30	0.2668	0.2421	0.2283	0.2098	0.1868	0.1768	0.1974	0.2122	0.2357	0.2575
		50	0.2781	0.2535	0.2341	0.2170	0.1924	0.1854	0.2024	0.2277	0.2412	0.2685
		70	0.2857	0.2687	0.2552	0.2224	0.2034	0.1942	0.2179	0.2324	0.2532	0.2734
		90	0.2922	0.2714	0.2687	0.2335	0.2165	0.2035	0.2294	0.2457	0.2667	0.2835

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	C.V.	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.2829	0.2637	0.2427	0.2296	0.2042	0.1963	0.2187	0.2312	0.2558	0.2766
		30	0.2941	0.2717	0.2565	0.2342	0.2198	0.2075	0.2228	0.2454	0.2648	0.2957
		50	0.3041	0.2858	0.2648	0.2458	0.2267	0.2184	0.2317	0.2587	0.2741	0.3024
		70	0.3290	0.2946	0.2718	0.2567	0.2347	0.2241	0.2512	0.2685	0.2807	0.3125
		90	0.3329	0.3018	0.2881	0.2675	0.2467	0.2328	0.2636	0.2785	0.2964	0.3259
	p=6	10	0.2179	0.1939	0.1776	0.1523	0.1488	0.1425	0.1668	0.1701	0.1980	0.2078
		30	0.2352	0.2139	0.1932	0.1798	0.1647	0.1585	0.1742	0.1918	0.2048	0.2192
		50	0.2537	0.2383	0.2173	0.1967	0.1748	0.1667	0.1813	0.2004	0.2188	0.2205
		70	0.2635	0.2424	0.2289	0.2068	0.1862	0.1735	0.1985	0.2174	0.2284	0.2345
		90	0.2774	0.2541	0.2345	0.2282	0.1957	0.1884	0.2036	0.2218	0.2313	0.2584

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าสัดส่วนผลกระทบตกค้างกับสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	CV%	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	p=5	10	0.2465	0.2358	0.2161	0.1984	0.1787	0.1693	0.1847	0.2023	0.2276	0.2395
		30	0.2595	0.2402	0.2284	0.2012	0.1891	0.1702	0.1948	0.2168	0.2363	0.2486
		50	0.2634	0.2513	0.2393	0.2184	0.1941	0.1866	0.2068	0.2218	0.2458	0.2597
		70	0.2983	0.2654	0.2423	0.2210	0.2090	0.1987	0.2190	0.2303	0.2577	0.2687
		90	0.3019	0.2757	0.2586	0.2322	0.2190	0.2022	0.2256	0.2493	0.2613	0.2944
	p=6	10	0.1916	0.1783	0.1527	0.1431	0.1353	0.1235	0.1301	0.1491	0.1683	0.1805
		30	0.2153	0.1852	0.1749	0.1542	0.1445	0.1321	0.1445	0.1636	0.1895	0.2081
		50	0.2270	0.1971	0.1846	0.1634	0.1554	0.1425	0.1539	0.1768	0.1902	0.2171
		70	0.2364	0.2173	0.1931	0.1823	0.1687	0.1534	0.1822	0.1934	0.2081	0.2254
		90	0.2450	0.2283	0.2025	0.1997	0.1720	0.1624	0.1940	0.2171	0.2341	0.2464

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV %	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	p=3	0.3321	0.3012	0.2774	0.2515	0.2254	0.2166	0.2356	0.2578	0.2846	0.3105
		p=4	0.2627	0.2432	0.2235	0.2048	0.1847	0.1718	0.1934	0.2148	0.2366	0.2574
	30	p=3	0.3467	0.3142	0.2912	0.2622	0.2315	0.2247	0.2548	0.2675	0.2926	0.3315
		p=4	0.2739	0.2544	0.2361	0.2177	0.1925	0.1875	0.2157	0.2357	0.2489	0.2607
	50	p=3	0.3575	0.3274	0.3018	0.2747	0.2442	0.2357	0.2678	0.2775	0.3045	0.3412
		p=4	0.2872	0.2659	0.2486	0.2267	0.2002	0.1968	0.2287	0.2417	0.2567	0.2718
	70	p=3	0.3742	0.3381	0.3142	0.2837	0.2599	0.2587	0.2856	0.3015	0.3354	0.3547
		p=4	0.2914	0.2782	0.2642	0.2348	0.2132	0.2123	0.2367	0.2537	0.2689	0.2866
	90	p=3	0.3829	0.3545	0.3424	0.2972	0.2741	0.2615	0.2972	0.3254	0.3415	0.3746
		p=4	0.3047	0.2874	0.2758	0.2648	0.2358	0.2254	0.2415	0.2681	0.2732	0.2952

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.5711	0.5469	0.5164	0.4834	0.4624	0.4512	0.4812	0.5124	0.5365	0.5562
		p=5	0.3647	0.3285	0.3013	0.2884	0.2614	0.2546	0.2713	0.2937	0.3281	0.3429
	30	p=4	0.5935	0.5712	0.5274	0.5064	0.4852	0.4721	0.4988	0.5312	0.56715	0.5918
		p=5	0.3766	0.3318	0.3128	0.2927	0.2758	0.2645	0.2848	0.3047	0.3352	0.3548
	50	p=4	0.6039	0.5882	0.5612	0.5417	0.5292	0.4879	0.5148	0.5684	0.6145	0.6415
		p=5	0.3862	0.3427	0.3230	0.3097	0.2814	0.2784	0.2977	0.3157	0.3466	0.3615
	70	p=4	0.6215	0.6090	0.5863	0.5567	0.5324	0.4957	0.5257	0.5722	0.6578	0.6876
		p=5	0.3984	0.3596	0.3367	0.3128	0.2914	0.2841	0.3124	0.3214	0.3655	0.3847
	90	p=4	0.6496	0.6112	0.5931	0.5610	0.5418	0.5124	0.5417	0.5841	0.6718	0.7188
		p=5	0.4068	0.3683	0.3469	0.3297	0.3014	0.3012	0.3347	0.3524	0.3712	0.4067

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

วิธีทดลอง	C.V.	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	p=4	0.2987	0.2724	0.2588	0.2347	0.2168	0.2084	0.2268	0.2414	0.2638	0.2885
		p=5	0.2523	0.2385	0.2172	0.1987	0.1742	0.1634	0.1887	0.2054	0.2279	0.2424
	30	p=4	0.3063	0.2868	0.2684	0.2485	0.2239	0.2165	0.2374	0.2647	0.2717	0.2978
		p=5	0.2668	0.2421	0.2283	0.2098	0.1868	0.1768	0.1974	0.2122	0.2357	0.2575
	50	p=4	0.3123	0.3063	0.2714	0.2518	0.2377	0.2287	0.2497	0.2784	0.2898	0.3018
		p=5	0.2781	0.2535	0.2341	0.2170	0.1924	0.1854	0.2024	0.2277	0.2412	0.2685
	70	p=4	0.3252	0.3112	0.2824	0.2687	0.2489	0.2354	0.2568	0.2857	0.2962	0.3121
		p=5	0.2857	0.2687	0.2552	0.2224	0.2034	0.1942	0.2179	0.2324	0.2532	0.2734
	90	p=4	0.3324	0.3221	0.2957	0.2718	0.2517	0.2426	0.2643	0.2989	0.3137	0.3378
		p=5	0.2922	0.2714	0.2687	0.2335	0.2165	0.2035	0.2294	0.2457	0.2667	0.2835

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	p=5	0.2829	0.2637	0.2427	0.2296	0.2042	0.1963	0.2187	0.2312	0.2558	0.2766
		p=6	0.2179	0.1939	0.1776	0.1523	0.1488	0.1425	0.1668	0.1701	0.1980	0.2078
	30	p=5	0.2941	0.2717	0.2565	0.2342	0.2198	0.2075	0.2228	0.2454	0.2648	0.2957
		p=6	0.2352	0.2139	0.1932	0.1798	0.1647	0.1585	0.1742	0.1918	0.2048	0.2192
	50	p=5	0.3041	0.2858	0.2648	0.2458	0.2267	0.2184	0.2317	0.2587	0.2741	0.3024
		p=6	0.2537	0.2383	0.2173	0.1967	0.1748	0.1667	0.1813	0.2004	0.2188	0.2205
	70	p=5	0.3290	0.2946	0.2718	0.2567	0.2347	0.2241	0.2512	0.2685	0.2807	0.3125
		p=6	0.2635	0.2424	0.2289	0.2068	0.1862	0.1735	0.1985	0.2174	0.2284	0.2345
	90	p=5	0.3329	0.3018	0.2881	0.2675	0.2467	0.2328	0.2636	0.2785	0.2964	0.3259
		p=6	0.2774	0.2541	0.2345	0.2282	0.1957	0.1884	0.2036	0.2218	0.2313	0.2584

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับช่วงระยะเวลา ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
5	10	p=5	0.2465	0.2358	0.2161	0.1984	0.1787	0.1693	0.1847	0.2023	0.2276	0.2395
		p=6	0.1916	0.1783	0.1527	0.1431	0.1353	0.1235	0.1301	0.1491	0.1683	0.1805
	30	p=5	0.2595	0.2402	0.2284	0.2012	0.1891	0.1702	0.1948	0.2168	0.2363	0.2486
		p=6	0.2153	0.1852	0.1749	0.1542	0.1445	0.1321	0.1445	0.1636	0.1895	0.2081
	50	p=5	0.2634	0.2513	0.2393	0.2184	0.1941	0.1866	0.2068	0.2218	0.2458	0.2597
		p=6	0.2270	0.1971	0.1846	0.1634	0.1554	0.1425	0.1539	0.1768	0.1902	0.2171
	70	p=5	0.2983	0.2654	0.2423	0.2210	0.2090	0.1987	0.2190	0.2303	0.2577	0.2687
		p=6	0.2364	0.2173	0.1931	0.1823	0.1687	0.1534	0.1822	0.1934	0.2081	0.2254
	90	p=5	0.3019	0.2757	0.2586	0.2322	0.2190	0.2022	0.2256	0.2493	0.2613	0.2944
		p=6	0.2450	0.2283	0.2025	0.1997	0.1720	0.1624	0.1940	0.2171	0.2341	0.2464

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.11 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.3321	0.3012	0.2774	0.2515	0.2254	0.2166	0.2356	0.2578	0.2846	0.3105
	t=4	p=4	0.5711	0.5469	0.5164	0.4834	0.4624	0.4512	0.4812	0.5124	0.5365	0.5562
	t=5	p=5	0.2829	0.2637	0.2427	0.2296	0.2042	0.1963	0.2187	0.2312	0.2558	0.2766
30	t=3	p=3	0.3467	0.3142	0.2912	0.2622	0.2315	0.2247	0.2548	0.2675	0.2926	0.3315
	t=4	p=4	0.5935	0.5712	0.5274	0.5064	0.4852	0.4721	0.4988	0.5312	0.56715	0.5918
	t=5	p=5	0.2941	0.2717	0.2565	0.2342	0.2198	0.2075	0.2228	0.2454	0.2648	0.2957
50	t=3	p=3	0.3575	0.3274	0.3018	0.2747	0.2442	0.2357	0.2678	0.2775	0.3045	0.3412
	t=4	p=4	0.6039	0.5882	0.5612	0.5417	0.5292	0.4879	0.5148	0.5684	0.6145	0.6415
	t=5	p=5	0.3041	0.2858	0.2648	0.2458	0.2267	0.2184	0.2317	0.2587	0.2741	0.3024
70	t=3	p=3	0.3742	0.3381	0.3142	0.2837	0.2599	0.2587	0.2856	0.3015	0.3354	0.3547
	t=4	p=4	0.6215	0.6090	0.5863	0.5567	0.5324	0.4957	0.5257	0.5722	0.6578	0.6876
	t=5	p=5	0.3290	0.2946	0.2718	0.2567	0.2347	0.2241	0.2512	0.2685	0.2807	0.3125
90	t=3	p=3	0.3829	0.3545	0.3424	0.2972	0.2741	0.2615	0.2972	0.3254	0.3415	0.3746
	t=4	p=4	0.6496	0.6112	0.5931	0.5610	0.5418	0.5124	0.5417	0.5841	0.6718	0.7188
	t=5	p=5	0.3329	0.3018	0.2881	0.2675	0.2467	0.2328	0.2636	0.2785	0.2964	0.3259

ตารางที่ ค.2.12 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองแบบ Williams designs ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.2627	0.2432	0.2235	0.2048	0.1847	0.1718	0.1934	0.2148	0.2366	0.2574
	t=4	p=4	0.3647	0.3285	0.3013	0.2884	0.2614	0.2546	0.2713	0.2937	0.3281	0.3429
	t=5	p=5	0.2179	0.1939	0.1776	0.1523	0.1488	0.1425	0.1668	0.1701	0.1980	0.2078
30	t=3	p=3	0.2739	0.2544	0.2361	0.2177	0.1925	0.1875	0.2157	0.2357	0.2489	0.2607
	t=4	p=4	0.3766	0.3318	0.3128	0.2927	0.2758	0.2645	0.2848	0.3047	0.3352	0.3548
	t=5	p=5	0.2352	0.2139	0.1932	0.1798	0.1647	0.1585	0.1742	0.1918	0.2048	0.2192
50	t=3	p=3	0.2872	0.2659	0.2486	0.2267	0.2002	0.1968	0.2287	0.2417	0.2567	0.2718
	t=4	p=4	0.3862	0.3427	0.3230	0.3097	0.2814	0.2784	0.2977	0.3157	0.3466	0.3615
	t=5	p=5	0.2537	0.2383	0.2173	0.1967	0.1748	0.1667	0.1813	0.2004	0.2188	0.2205
70	t=3	p=3	0.2914	0.2782	0.2642	0.2348	0.2132	0.2123	0.2367	0.2537	0.2689	0.2866
	t=4	p=4	0.3984	0.3596	0.3367	0.3128	0.2914	0.2841	0.3124	0.3214	0.3655	0.3847
	t=5	p=5	0.2635	0.2424	0.2289	0.2068	0.1862	0.1735	0.1985	0.2174	0.2284	0.2345
90	t=3	p=3	0.3047	0.2874	0.2758	0.2648	0.2358	0.2254	0.2415	0.2681	0.2732	0.2952
	t=4	p=4	0.4068	0.3683	0.3469	0.3297	0.3014	0.3012	0.3347	0.3524	0.3712	0.4067
	t=5	p=5	0.2774	0.2541	0.2345	0.2282	0.1957	0.1884	0.2036	0.2218	0.2313	0.2584

ตารางที่ ค.2.13 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉาก ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.3321	0.3012	0.2774	0.2515	0.2254	0.2166	0.2356	0.2578	0.2846	0.3105
	t=4	p=4	0.2987	0.2724	0.2588	0.2347	0.2168	0.2084	0.2268	0.2414	0.2638	0.2885
	t=5	p=5	0.2465	0.2358	0.2161	0.1984	0.1787	0.1693	0.1847	0.2023	0.2276	0.2395
30	t=3	p=3	0.3467	0.3142	0.2912	0.2622	0.2315	0.2247	0.2548	0.2675	0.2926	0.3315
	t=4	p=4	0.3063	0.2868	0.2684	0.2485	0.2239	0.2165	0.2374	0.2647	0.2717	0.2978
	t=5	p=5	0.2595	0.2402	0.2284	0.2012	0.1891	0.1702	0.1948	0.2168	0.2363	0.2486
50	t=3	p=3	0.3575	0.3274	0.3018	0.2747	0.2442	0.2357	0.2678	0.2775	0.3045	0.3412
	t=4	p=4	0.3123	0.3063	0.2714	0.2518	0.2377	0.2287	0.2497	0.2784	0.2898	0.3018
	t=5	p=5	0.2634	0.2513	0.2393	0.2184	0.1941	0.1866	0.2068	0.2218	0.2458	0.2597
70	t=3	p=3	0.3742	0.3381	0.3142	0.2837	0.2599	0.2587	0.2856	0.3015	0.3354	0.3547
	t=4	p=4	0.3252	0.3112	0.2824	0.2687	0.2489	0.2354	0.2568	0.2857	0.2962	0.3121
	t=5	p=5	0.2983	0.2654	0.2423	0.2210	0.2090	0.1987	0.2190	0.2303	0.2577	0.2687
90	t=3	p=3	0.3829	0.3545	0.3424	0.2972	0.2741	0.2615	0.2972	0.3254	0.3415	0.3746
	t=4	p=4	0.3324	0.3221	0.2957	0.2718	0.2517	0.2426	0.2643	0.2989	0.3137	0.3378
	t=5	p=5	0.3019	0.2757	0.2586	0.2322	0.2190	0.2022	0.2256	0.2493	0.2613	0.2944

ตารางที่ ค.2.14 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับระดับปัจจัยทดลองในแผนการทดลองจัตุรัสละตินตั้งฉากณสัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

CV%	ปัจจัยทดลอง	ช่วงระยะเวลา	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	t=3	p=3	0.2627	0.2432	0.2235	0.2048	0.1847	0.1718	0.1934	0.2148	0.2366	0.2574
	t=4	p=4	0.2523	0.2385	0.2172	0.1987	0.1742	0.1634	0.1887	0.2054	0.2279	0.2424
	t=5	p=5	0.1916	0.1783	0.1527	0.1431	0.1353	0.1235	0.1301	0.1491	0.1683	0.1805
30	t=3	p=3	0.2739	0.2544	0.2361	0.2177	0.1925	0.1875	0.2157	0.2357	0.2489	0.2607
	t=4	p=4	0.2668	0.2421	0.2283	0.2098	0.1868	0.1768	0.1974	0.2122	0.2357	0.2575
	t=5	p=5	0.2153	0.1852	0.1749	0.1542	0.1445	0.1321	0.1445	0.1636	0.1895	0.2081
50	t=3	p=3	0.2872	0.2659	0.2486	0.2267	0.2002	0.1968	0.2287	0.2417	0.2567	0.2718
	t=4	p=4	0.2781	0.2535	0.2341	0.2170	0.1924	0.1854	0.2024	0.2277	0.2412	0.2685
	t=5	p=5	0.2270	0.1971	0.1846	0.1634	0.1554	0.1425	0.1539	0.1768	0.1902	0.2171
70	t=3	p=3	0.2914	0.2782	0.2642	0.2348	0.2132	0.2123	0.2367	0.2537	0.2689	0.2866
	t=4	p=4	0.2857	0.2687	0.2552	0.2224	0.2034	0.1942	0.2179	0.2324	0.2532	0.2734
	t=5	p=5	0.2364	0.2173	0.1931	0.1823	0.1687	0.1534	0.1822	0.1934	0.2081	0.2254
90	t=3	p=3	0.3047	0.2874	0.2758	0.2648	0.2358	0.2254	0.2415	0.2681	0.2732	0.2952
	t=4	p=4	0.2922	0.2714	0.2687	0.2335	0.2165	0.2035	0.2294	0.2457	0.2667	0.2835
	t=5	p=5	0.2450	0.2283	0.2025	0.1997	0.1720	0.1624	0.1940	0.2171	0.2341	0.2464

ตารางที่ ค.2.15 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.5711	0.5469	0.5164	0.4834	0.4624	0.4512	0.4812	0.5124	0.5365	0.5562
		Otd	0.2987	0.2724	0.2588	0.2347	0.2168	0.2084	0.2268	0.2414	0.2638	0.2885
	30	Wld	0.5935	0.5712	0.5274	0.5064	0.4852	0.4721	0.4988	0.5312	0.56715	0.5918
		Otd	0.3063	0.2868	0.2684	0.2485	0.2239	0.2165	0.2374	0.2647	0.2717	0.2978
	50	Wld	0.6039	0.5882	0.5612	0.5417	0.5292	0.4879	0.5148	0.5684	0.6145	0.6415
		Otd	0.3123	0.3063	0.2714	0.2518	0.2377	0.2287	0.2497	0.2784	0.2898	0.3018
	70	Wld	0.6215	0.6090	0.5863	0.5567	0.5324	0.4957	0.5257	0.5722	0.6578	0.6876
		Otd	0.3252	0.3112	0.2824	0.2687	0.2489	0.2354	0.2568	0.2857	0.2962	0.3121
	90	Wld	0.6496	0.6112	0.5931	0.5610	0.5418	0.5124	0.5417	0.5841	0.6718	0.7188
		Otd	0.3324	0.3221	0.2957	0.2718	0.2517	0.2426	0.2643	0.2989	0.3137	0.3378

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.16 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4 และ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.3647	0.3285	0.3013	0.2884	0.2614	0.2546	0.2713	0.2937	0.3281	0.3429
		Otd	0.2523	0.2385	0.2172	0.1987	0.1742	0.1634	0.1887	0.2054	0.2279	0.2424
	30	Wld	0.3766	0.3318	0.3128	0.2927	0.2758	0.2645	0.2848	0.3047	0.3352	0.3548
		Otd	0.2668	0.2421	0.2283	0.2098	0.1868	0.1768	0.1974	0.2122	0.2357	0.2575
	50	Wld	0.3862	0.3427	0.3230	0.3097	0.2814	0.2784	0.2977	0.3157	0.3466	0.3615
		Otd	0.2781	0.2535	0.2341	0.2170	0.1924	0.1854	0.2024	0.2277	0.2412	0.2685
	70	Wld	0.3984	0.3596	0.3367	0.3128	0.2914	0.2841	0.3124	0.3214	0.3655	0.3847
		Otd	0.2857	0.2687	0.2552	0.2224	0.2034	0.1942	0.2179	0.2324	0.2532	0.2734
	90	Wld	0.4068	0.3683	0.3469	0.3297	0.3014	0.3012	0.3347	0.3524	0.3712	0.4067
		Otd	0.2922	0.2714	0.2687	0.2335	0.2165	0.2035	0.2294	0.2457	0.2667	0.2835

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.17 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5และ p=t และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	Wld	0.2829	0.2637	0.2427	0.2296	0.2042	0.1963	0.2187	0.2312	0.2558	0.2766
		Otd	0.2465	0.2358	0.2161	0.1984	0.1787	0.1693	0.1847	0.2023	0.2276	0.2395
	30	Wld	0.2941	0.2717	0.2565	0.2342	0.2198	0.2075	0.2228	0.2454	0.2648	0.2957
		Otd	0.2595	0.2402	0.2284	0.2012	0.1891	0.1702	0.1948	0.2168	0.2363	0.2486
	50	Wld	0.3041	0.2858	0.2648	0.2458	0.2267	0.2184	0.2317	0.2587	0.2741	0.3024
		Otd	0.2634	0.2513	0.2393	0.2184	0.1941	0.1866	0.2068	0.2218	0.2458	0.2597
	70	Wld	0.3290	0.2946	0.2718	0.2567	0.2347	0.2241	0.2512	0.2685	0.2807	0.3125
		Otd	0.2983	0.2654	0.2423	0.2210	0.2090	0.1987	0.2190	0.2303	0.2577	0.2687
	90	Wld	0.3329	0.3018	0.2881	0.2675	0.2467	0.2328	0.2636	0.2785	0.2964	0.3259
		Otd	0.3019	0.2757	0.2586	0.2322	0.2190	0.2022	0.2256	0.2493	0.2613	0.2944

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2.18 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับแผนการทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5และ p=t+1 และปัจจัยทดลองแตกต่างกันปานกลาง $\Phi \in [1.5,3)$

ปัจจัยทดลอง	CV%	ตัวแบบ	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	-0.1	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9
t=4	10	Wld	0.2179	0.1939	0.1776	0.1523	0.1488	0.1425	0.1668	0.1701	0.1980	0.2078
		Otd	0.1916	0.1783	0.1527	0.1431	0.1353	0.1235	0.1301	0.1491	0.1683	0.1805
	30	Wld	0.2352	0.2139	0.1932	0.1798	0.1647	0.1585	0.1742	0.1918	0.2048	0.2192
		Otd	0.2153	0.1852	0.1749	0.1542	0.1445	0.1321	0.1445	0.1636	0.1895	0.2081
	50	Wld	0.2537	0.2383	0.2173	0.1967	0.1748	0.1667	0.1813	0.2004	0.2188	0.2205
		Otd	0.2270	0.1971	0.1846	0.1634	0.1554	0.1425	0.1539	0.1768	0.1902	0.2171
	70	Wld	0.2635	0.2424	0.2289	0.2068	0.1862	0.1735	0.1985	0.2174	0.2284	0.2345
		Otd	0.2364	0.2173	0.1931	0.1823	0.1687	0.1534	0.1822	0.1934	0.2081	0.2254
	90	Wld	0.2774	0.2541	0.2345	0.2282	0.1957	0.1884	0.2036	0.2218	0.2313	0.2584
		Otd	0.2450	0.2283	0.2025	0.1997	0.1720	0.1624	0.1940	0.2171	0.2341	0.2464

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.1 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6,p=3

CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
		-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
10	น้อย	0.5324	0.5127	0.4875	0.4686	0.4357	0.4235	0.4537	0.4879	0.4935	0.5204
	ปานกลาง	0.3321	0.3012	0.2774	0.2515	0.2254	0.2166	0.2356	0.2578	0.2846	0.3105
	มาก	0.2753	0.2532	0.2327	0.2186	0.2087	0.1805	0.1937	0.2147	0.2391	0.2588
30	น้อย	0.5587	0.5248	0.4944	0.4714	0.4466	0.4356	0.4628	0.4958	0.5127	0.5301
	ปานกลาง	0.3467	0.3142	0.2912	0.2622	0.2315	0.2247	0.2548	0.2675	0.2926	0.3315
	มาก	0.2840	0.2685	0.2481	0.2216	0.2163	0.1879	0.2088	0.2251	0.2471	0.2632
50	น้อย	0.5675	0.5368	0.5138	0.4866	0.4531	0.4429	0.4789	0.5024	0.5278	0.5452
	ปานกลาง	0.3575	0.3274	0.3018	0.2747	0.2442	0.2357	0.2678	0.2775	0.3045	0.3412
	มาก	0.3160	0.2855	0.2533	0.2333	0.2205	0.1924	0.2126	0.2470	0.2582	0.2792
70	น้อย	0.5712	0.5477	0.5230	0.4924	0.4621	0.4526	0.4824	0.5148	0.5327	0.5527
	ปานกลาง	0.3742	0.3381	0.3142	0.2837	0.2599	0.2587	0.2856	0.3015	0.3354	0.3547
	มาก	0.3378	0.3151	0.2601	0.2460	0.2311	0.2115	0.2364	0.2598	0.2644	0.2857
90	น้อย	0.5858	0.5539	0.5348	0.5023	0.4732	0.4617	0.4927	0.5347	0.5568	0.5627
	ปานกลาง	0.3829	0.3545	0.3424	0.2972	0.2741	0.2615	0.2972	0.3254	0.3415	0.3746
	มาก	0.3447	0.3261	0.2761	0.2547	0.2431	0.2236	0.2469	0.2697	0.2733	0.2902

ตารางที่ ค.3.2 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=3,n=6,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=3	10	น้อย	0.3378	0.3244	0.3045	0.2947	0.2788	0.2654	0.2842	0.3086	0.3367	0.3594
		ปานกลาง	0.2627	0.2432	0.2235	0.2048	0.1847	0.1718	0.1934	0.2148	0.2366	0.2574
		มาก	0.2180	0.2066	0.1958	0.1706	0.1578	0.1452	0.1680	0.1755	0.1959	0.2052
	30	น้อย	0.3562	0.3386	0.3237	0.3022	0.2869	0.2719	0.2957	0.3127	0.3482	0.3633
		ปานกลาง	0.2739	0.2544	0.2361	0.2177	0.1925	0.1875	0.2157	0.2357	0.2489	0.2607
		มาก	0.2247	0.2152	0.1999	0.1867	0.1622	0.1559	0.1721	0.1865	0.1982	0.2105
	50	น้อย	0.3618	0.3502	0.3467	0.3112	0.2927	0.2831	0.3126	0.3346	0.3521	0.3785
		ปานกลาง	0.2872	0.2659	0.2486	0.2267	0.2002	0.1968	0.2287	0.2417	0.2567	0.2718
		มาก	0.2458	0.2284	0.2017	0.1989	0.1785	0.1657	0.1828	0.1968	0.2163	0.2244
	70	น้อย	0.3789	0.3625	0.3527	0.3315	0.3014	0.2927	0.3244	0.3428	0.3674	0.3829
		ปานกลาง	0.2914	0.2782	0.2642	0.2348	0.2132	0.2123	0.2367	0.2537	0.2689	0.2866
		มาก	0.2565	0.2375	0.2203	0.2060	0.1843	0.1716	0.1909	0.2082	0.2232	0.2440
	90	น้อย	0.3957	0.3758	0.3638	0.3458	0.3215	0.3041	0.3386	0.3564	0.3715	0.3940
		ปานกลาง	0.3047	0.2874	0.2758	0.2648	0.2358	0.2254	0.2415	0.2681	0.2732	0.2952
		มาก	0.2659	0.2411	0.2376	0.2178	0.1912	0.1842	0.2096	0.2178	0.2394	0.2583

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.3 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	0.7413	0.7262	0.6872	0.6574	0.6135	0.5742	0.6240	0.6474	0.6882	0.7067
		ปานกลาง	0.5711	0.5469	0.5164	0.4834	0.4624	0.4512	0.4812	0.5124	0.5365	0.5562
		มาก	0.3165	0.2937	0.2819	0.2586	0.2245	0.2033	0.2247	0.2665	0.2977	0.3173
	30	น้อย	0.7833	0.7577	0.7242	0.6837	0.6493	0.5983	0.6480	0.6642	0.7215	0.7619
		ปานกลาง	0.5935	0.5712	0.5274	0.5064	0.4852	0.4721	0.4988	0.5312	0.56715	0.5918
		มาก	0.3491	0.3144	0.2958	0.2680	0.2367	0.2199	0.2355	0.2772	0.3024	0.3210
	50	น้อย	0.8078	0.7755	0.7454	0.6982	0.6636	0.6373	0.6742	0.7189	0.7669	0.7827
		ปานกลาง	0.6039	0.5882	0.5612	0.5417	0.5292	0.4879	0.5148	0.5684	0.6145	0.6415
		มาก	0.3526	0.3294	0.3078	0.2792	0.2454	0.2235	0.2509	0.2857	0.3193	0.3351
	70	น้อย	0.8275	0.8023	0.7866	0.7398	0.6852	0.6714	0.6979	0.7366	0.7803	0.8141
		ปานกลาง	0.6215	0.6090	0.5863	0.5567	0.5324	0.4957	0.5257	0.5722	0.6578	0.6876
		มาก	0.3636	0.3335	0.3185	0.2845	0.2563	0.2363	0.2697	0.2948	0.3295	0.3426
	90	น้อย	0.8516	0.8245	0.7928	0.7584	0.7275	0.6976	0.7268	0.7515	0.8175	0.8407
		ปานกลาง	0.6496	0.6112	0.5931	0.5610	0.5418	0.5124	0.5417	0.5841	0.6718	0.7188
		มาก	0.3801	0.3547	0.3277	0.3078	0.2653	0.2473	0.2874	0.3156	0.3306	0.3532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.4 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=4,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	0.4686	0.4265	0.3778	0.3533	0.3284	0.3132	0.3358	0.3587	0.4084	0.4435
		ปานกลาง	0.3647	0.3285	0.3013	0.2884	0.2614	0.2546	0.2713	0.2937	0.3281	0.3429
		มาก	0.2491	0.2258	0.1962	0.1875	0.1661	0.1535	0.1727	0.1905	0.2132	0.2312
	30	น้อย	0.4790	0.4337	0.3859	0.3665	0.3352	0.3270	0.3581	0.3890	0.4326	0.4614
		ปานกลาง	0.3766	0.3318	0.3128	0.2927	0.2758	0.2645	0.2848	0.3047	0.3352	0.3548
		มาก	0.2578	0.2377	0.2167	0.1963	0.1703	0.1683	0.1825	0.2081	0.2359	0.2495
	50	น้อย	0.4814	0.4599	0.4329	0.3799	0.3485	0.3349	0.3606	0.3996	0.4472	0.4868
		ปานกลาง	0.3862	0.3427	0.3230	0.3097	0.2814	0.2784	0.2977	0.3157	0.3466	0.3615
		มาก	0.2609	0.2480	0.2291	0.2025	0.1825	0.1753	0.1957	0.2105	0.2460	0.2697
	70	น้อย	0.4939	0.4677	0.4423	0.3992	0.3536	0.3465	0.3779	0.4011	0.4580	0.4923
		ปานกลาง	0.3984	0.3596	0.3367	0.3128	0.2914	0.2841	0.3124	0.3214	0.3655	0.3847
		มาก	0.2749	0.2596	0.2368	0.2146	0.1962	0.1807	0.2120	0.2291	0.2506	0.2757
	90	น้อย	0.5015	0.4785	0.4593	0.4084	0.3602	0.3513	0.3850	0.4239	0.4688	0.5021
		ปานกลาง	0.4068	0.3683	0.3469	0.3297	0.3014	0.3012	0.3347	0.3524	0.3712	0.4067
		มาก	0.2967	0.2706	0.2473	0.2297	0.2146	0.1975	0.2276	0.2459	0.2649	0.2818

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.5 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12,p=4

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	0.3987	0.3724	0.3688	0.3455	0.3168	0.3047	0.3209	0.3438	0.3655	0.3878
		ปานกลาง	0.2987	0.2724	0.2588	0.2347	0.2168	0.2084	0.2268	0.2414	0.2638	0.2885
		มาก	0.2514	0.2300	0.2205	0.2103	0.1974	0.1770	0.1849	0.2028	0.2297	0.2461
	30	น้อย	0.4063	0.3868	0.3784	0.3585	0.3239	0.3121	0.3393	0.3568	0.3754	0.3987
		ปานกลาง	0.3063	0.2868	0.2684	0.2485	0.2239	0.2165	0.2374	0.2647	0.2717	0.2978
		มาก	0.2756	0.2595	0.2475	0.2263	0.2073	0.1803	0.1932	0.2166	0.2318	0.2532
	50	น้อย	0.4223	0.4063	0.3814	0.3618	0.3377	0.3208	0.3413	0.3687	0.3887	0.4161
		ปานกลาง	0.3123	0.3063	0.2714	0.2518	0.2377	0.2287	0.2497	0.2784	0.2898	0.3018
		มาก	0.2985	0.2763	0.2532	0.2325	0.2172	0.1957	0.2042	0.2238	0.2476	0.2639
	70	น้อย	0.4325	0.4112	0.3928	0.3787	0.3489	0.3325	0.3578	0.3722	0.3957	0.4249
		ปานกลาง	0.3252	0.3112	0.2824	0.2687	0.2489	0.2354	0.2568	0.2857	0.2962	0.3121
		มาก	0.3224	0.3090	0.2816	0.2616	0.2213	0.2018	0.2233	0.2456	0.2591	0.2761
	90	น้อย	0.4432	0.4221	0.40957	0.3818	0.3517	0.3478	0.3647	0.3823	0.4037	0.4367
		ปานกลาง	0.3324	0.3221	0.2957	0.2718	0.2517	0.2426	0.2643	0.2989	0.3137	0.3378
		มาก	0.3320	0.3170	0.2943	0.2712	0.2328	0.2127	0.2303	0.2514	0.2646	0.2865

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.6 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=4,n=12,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=4	10	น้อย	0.3121	0.3075	0.2939	0.2721	0.2498	0.2334	0.2581	0.2834	0.2921	0.3117
		ปานกลาง	0.2523	0.2385	0.2172	0.1987	0.1742	0.1634	0.1887	0.2054	0.2279	0.2424
		มาก	0.2084	0.1830	0.1774	0.1631	0.1433	0.1375	0.1586	0.1648	0.1823	0.1918
	30	น้อย	0.3321	0.3294	0.3027	0.2845	0.2532	0.2458	0.2618	0.2987	0.3019	0.3214
		ปานกลาง	0.2668	0.2421	0.2283	0.2098	0.1868	0.1768	0.1974	0.2122	0.2357	0.2575
		มาก	0.2189	0.2052	0.1855	0.1785	0.1587	0.1451	0.1632	0.1792	0.1942	0.2026
	50	น้อย	0.3522	0.3314	0.3296	0.2989	0.2634	0.2517	0.2798	0.3197	0.3292	0.3368
		ปานกลาง	0.2781	0.2535	0.2341	0.2170	0.1924	0.1854	0.2024	0.2277	0.2412	0.2685
		มาก	0.2233	0.2176	0.1989	0.1892	0.1649	0.1530	0.1752	0.1865	0.2035	0.2195
	70	น้อย	0.3615	0.3438	0.3387	0.3076	0.2765	0.2657	0.2817	0.3209	0.3353	0.3487
		ปานกลาง	0.2857	0.2687	0.2552	0.2224	0.2034	0.1942	0.2179	0.2324	0.2532	0.2734
		มาก	0.2451	0.2244	0.2017	0.1923	0.1750	0.1628	0.1837	0.1939	0.2136	0.2285
	90	น้อย	0.3723	0.3657	0.3494	0.3199	0.2920	0.2745	0.2953	0.3367	0.3457	0.3631
		ปานกลาง	0.2922	0.2714	0.2687	0.2335	0.2165	0.2035	0.2294	0.2457	0.2667	0.2835
		มาก	0.2568	0.2345	0.2290	0.2081	0.1883	0.1716	0.1913	0.2099	0.2240	0.2378

ตารางที่ ค.3.7 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	0.3529	0.3370	0.3173	0.2819	0.2690	0.2533	0.2741	0.2865	0.2977	0.3173
		ปานกลาง	0.2829	0.2637	0.2427	0.2296	0.2042	0.1963	0.2187	0.2312	0.2558	0.2766
		มาก	0.2598	0.2359	0.2146	0.1905	0.1670	0.1505	0.1732	0.2016	0.2177	0.2376
	30	น้อย	0.3641	0.3412	0.3236	0.2924	0.2731	0.2642	0.2851	0.3029	0.3233	0.3487
		ปานกลาง	0.2941	0.2717	0.2565	0.2342	0.2198	0.2075	0.2228	0.2454	0.2648	0.2957
		มาก	0.2652	0.2515	0.2268	0.2048	0.1766	0.1693	0.1847	0.2138	0.2280	0.2497
	50	น้อย	0.3758	0.3687	0.3435	0.3082	0.2854	0.2749	0.2967	0.3146	0.3354	0.3788
		ปานกลาง	0.3041	0.2858	0.2648	0.2458	0.2267	0.2184	0.2317	0.2587	0.2741	0.3024
		มาก	0.2837	0.2627	0.2355	0.2102	0.1898	0.1793	0.1974	0.2273	0.2308	0.2548
	70	น้อย	0.3889	0.3715	0.3568	0.3325	0.2939	0.2852	0.3285	0.3414	0.3642	0.3882
		ปานกลาง	0.3290	0.2946	0.2718	0.2567	0.2347	0.2241	0.2512	0.2685	0.2807	0.3125
		มาก	0.2992	0.2795	0.2406	0.2208	0.1907	0.1848	0.2116	0.2386	0.2474	0.2643
	90	น้อย	0.4126	0.3984	0.3745	0.3551	0.3024	0.2975	0.3431	0.3674	0.3821	0.4083
		ปานกลาง	0.3329	0.3018	0.2881	0.2675	0.2467	0.2328	0.2636	0.2785	0.2964	0.3259
		มาก	0.3013	0.2857	0.2544	0.2319	0.2066	0.1985	0.2245	0.2488	0.2555	0.2736

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.8 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=10,p=6

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	0.2889	0.2452	0.2283	0.1944	0.1788	0.1654	0.1845	0.2005	0.2280	0.2588
		ปานกลาง	0.2179	0.1939	0.1776	0.1523	0.1488	0.1425	0.1668	0.1701	0.1980	0.2078
		มาก	0.2050	0.1792	0.1622	0.1351	0.1148	0.1110	0.1322	0.1532	0.1748	0.1944
	30	น้อย	0.2923	0.2694	0.2332	0.2098	0.1882	0.1745	0.1968	0.2263	0.2542	0.2711
		ปานกลาง	0.2352	0.2139	0.1932	0.1798	0.1647	0.1585	0.1742	0.1918	0.2048	0.2192
		มาก	0.2264	0.1876	0.1734	0.1453	0.1261	0.1234	0.1424	0.1632	0.1814	0.2056
	50	น้อย	0.3072	0.2886	0.2445	0.2134	0.1935	0.1828	0.2145	0.2317	0.2682	0.2941
		ปานกลาง	0.2537	0.2383	0.2173	0.1967	0.1748	0.1667	0.1813	0.2004	0.2188	0.2205
		มาก	0.2374	0.1988	0.1861	0.1571	0.1387	0.1352	0.1527	0.1720	0.1902	0.2171
	70	น้อย	0.3198	0.2923	0.2556	0.2283	0.2024	0.1975	0.2242	0.2489	0.2711	0.3087
		ปานกลาง	0.2635	0.2424	0.2289	0.2068	0.1862	0.1735	0.1985	0.2174	0.2284	0.2345
		มาก	0.2482	0.2139	0.1997	0.1773	0.1520	0.1458	0.1680	0.1815	0.2153	0.2244
	90	น้อย	0.3213	0.3022	0.2679	0.2336	0.2175	0.2031	0.2376	0.2534	0.2843	0.3122
		ปานกลาง	0.2774	0.2541	0.2345	0.2282	0.1957	0.1884	0.2036	0.2218	0.2313	0.2584
		มาก	0.2586	0.2271	0.2041	0.1873	0.1639	0.1544	0.1766	0.1979	0.2294	0.2308

ตารางที่ ค.3.9 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20,p=5

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	0.3124	0.2924	0.2758	0.2548	0.2377	0.2212	0.2415	0.2686	0.2822	0.3224
		ปานกลาง	0.2465	0.2358	0.2161	0.1984	0.1787	0.1693	0.1847	0.2023	0.2276	0.2395
		มาก	0.2141	0.1913	0.1740	0.1631	0.1441	0.1378	0.1583	0.1699	0.1810	0.2061
	30	น้อย	0.3257	0.3057	0.2834	0.2617	0.2444	0.2317	0.2595	0.2746	0.2921	0.3389
		ปานกลาง	0.2595	0.2402	0.2284	0.2012	0.1891	0.1702	0.1948	0.2168	0.2363	0.2486
		มาก	0.2266	0.2016	0.1876	0.1747	0.1542	0.1495	0.1609	0.1735	0.1921	0.2163
	50	น้อย	0.3364	0.3256	0.2985	0.2722	0.2564	0.2452	0.2634	0.2837	0.3024	0.3452
		ปานกลาง	0.2634	0.2513	0.2393	0.2184	0.1941	0.1866	0.2068	0.2218	0.2458	0.2597
		มาก	0.2347	0.2128	0.1977	0.1845	0.1645	0.1598	0.1719	0.1806	0.2147	0.2266
	70	น้อย	0.3471	0.3382	0.3087	0.2841	0.2627	0.2539	0.2749	0.2954	0.3198	0.3563
		ปานกลาง	0.2983	0.2654	0.2423	0.2210	0.2090	0.1987	0.2190	0.2303	0.2577	0.2687
		มาก	0.2421	0.2289	0.2042	0.1977	0.1775	0.1608	0.1848	0.1965	0.2284	0.2369
	90	น้อย	0.3684	0.3459	0.3259	0.3025	0.2734	0.2642	0.2850	0.3256	0.3361	0.3697
		ปานกลาง	0.3019	0.2757	0.2586	0.2322	0.2190	0.2022	0.2256	0.2493	0.2613	0.2944
		มาก	0.2645	0.2456	0.2256	0.2168	0.1808	0.1759	0.1985	0.2024	0.2292	0.2407

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.3.10 แสดงค่าระยะทางยุคลิดเฉลี่ยของการประมาณค่าปัจจัยทดลองกับความแตกต่างของปัจจัยทดลอง ณ สัมประสิทธิ์ความแปรผันระดับต่าง ๆ ทุกระดับสัดส่วนผลกระทบตกค้าง เมื่อ t=5,n=20,p=6

ปัจจัยทดลอง	CV%	ความแตกต่าง	สัดส่วนผลกระทบตกค้าง (K)									
			-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
t=5	10	น้อย	0.2147	0.2048	0.1912	0.1824	0.1624	0.1505	0.1745	0.1820	0.2113	0.2207
		ปานกลาง	0.1916	0.1783	0.1527	0.1431	0.1353	0.1235	0.1301	0.1491	0.1683	0.1805
		มาก	0.1783	0.1674	0.1456	0.1234	0.1098	0.1057	0.1252	0.1318	0.1524	0.1627
	30	น้อย	0.2321	0.2224	0.2179	0.1939	0.1796	0.1665	0.1886	0.2054	0.2218	0.2395
		ปานกลาง	0.2153	0.1852	0.1749	0.1542	0.1445	0.1321	0.1445	0.1636	0.1895	0.2081
		มาก	0.1983	0.1741	0.1585	0.1488	0.1209	0.1195	0.1372	0.1423	0.1640	0.1754
	50	น้อย	0.2452	0.2324	0.2224	0.2034	0.1862	0.1712	0.1957	0.2163	0.2392	0.2544
		ปานกลาง	0.2270	0.1971	0.1846	0.1634	0.1554	0.1425	0.1539	0.1768	0.1902	0.2171
		มาก	0.2096	0.1887	0.1630	0.1592	0.1332	0.1243	0.1417	0.1628	0.1808	0.1942
	70	น้อย	0.2746	0.2542	0.2321	0.2168	0.1928	0.1881	0.2038	0.2272	0.2524	0.2786
		ปานกลาง	0.2364	0.2173	0.1931	0.1823	0.1687	0.1534	0.1822	0.1934	0.2081	0.2254
		มาก	0.2134	0.2051	0.1832	0.1613	0.1419	0.1389	0.1523	0.1732	0.1945	0.2017
	90	น้อย	0.2867	0.2687	0.2432	0.2267	0.2003	0.1954	0.2172	0.2466	0.2696	0.2856
		ปานกลาง	0.2450	0.2283	0.2025	0.1997	0.1720	0.1624	0.1940	0.2171	0.2341	0.2464
		มาก	0.2253	0.2145	0.1936	0.1724	0.1520	0.1422	0.1653	0.1854	0.2055	0.2146

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมาลัย แสวงทรัพย์ เกิดเมื่อวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติ) จากภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย