การศึกษาแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลโดยใช้การแจกแจงแบบแบร์นูลลีและคะแนนความสามารถ

นายภูมิปฑิต ปาลีนิเวศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

SIMULATION STUDY ON FOOTBALL TOURNAMENT BY USING BERNOULLI DISTRIBUTION AND PERFORMANCE SCORE

Mr.Poompatid Paleenivad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Statistics

Department of Statistics

Faculty of Commerce and Accountancy

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลโดยใช้การแจกแจงแบบแบร์นูลลีและคะแนนความสามารถ
โดย	นายภูมิปฑิต ปาลีนิเวศ
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อนันตณัฐ กันต์ธัญญรัตน์)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง)

ภูมิปฑิต ปาลีนิเวศ: การศึกษาแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลโดยใช้การแจกแจงแบบแบร์นูลลีและคะแนนความสามารถ. (SIMULATION STUDY ON FOOTBALL TOURNAMENT BY USING BERNOULLI DISTRIBUTION AND PERFORMANCE SCORE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี, 86 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคือ (1) เพื่อสร้างเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของรูปแบบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP และ (2) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ เพื่อยืนยันถึงความยุติธรรมของรูปแบบการแข่งขัน ในการศึกษานี้ความยุติธรรมของรูปแบบการแข่งขันถูกนิยามไว้ว่า การที่อันดับผลการแข่งขันมีความสัมพันธ์กับอันดับคะแนนความสามารถของทีม ภายใต้รูปแบบการแข่งขันที่มีความยุติธรรม ทีมที่มีความสามารถสูงควรได้อันดับผลการแข่งขันที่สูงด้วยเช่นกัน นอกจากนี้คะแนนความสามารถของทีม(Performance Score ; PS) ยังถูกแบ่งให้เป็นระดับความสามารถของทีมแบบ 4 ระดับ กับ 8 ระดับ และจากการที่แต่ละอันดับผลการแข่งขันมีความสำคัญที่ไม่เท่ากัน จึงเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman correlation coefficient ; r_S) แบบถ่วงน้ำหนักเป็นตัวสถิติที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดความสัมพันธ์ดังกล่าว ภายใต้การให้น้ำหนักอันดับผลการแข่งขันแต่ละวิธีที่แตกต่างกัน

ศึกษาแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลภายใต้สมมติฐานการแจกแจงแบบแบร์นูลลีด้วยโปรแกรม R มีผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์ที่ค่า PS ของแต่ละลีกมีการแจกแจงที่ต่างกันดังต่อไปนี้: (1) โครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน มีความยุติธรรมมากกว่าโครงสร้างที่แนะนำโดยผู้วิจัยและ (2) ขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนจะมีค่าที่สูงขึ้นเมื่อทีมที่มีคะแนนความสามารถสูงเป็นทีมที่ได้อันดับต้นๆของการแข่งขัน ผลการวิจัยโดยละเอียดจะสรุปภายในเล่ม

ภาควิชาสถิติ สถิติ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา สถิติ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2555

5381866126 : MAJOR STATISTICS

KEYWORDS: BERNOULLI DISTRIBUTION/ FOOTBALL F.A.CUP/ PERFORMANCE SCORE

POOMPATID PALEENIVAD: SIMULATION STUDY ON FOOTBALL TOURNAMENT BY USING BERNOULLI DISTRIBUTION AND PERFORMANCE SCORE. ADVISOR: ANUPAP SOMBOONSAVATDEE, Ph.D., 86 pp.

The objectives of the study are (1) to study the criteria for assessing the fairness of competition format in Thai F.A. Cup and (2) to compare the fairness of the competition formats used in Thai F.A. Cup and an alternative competition format proposed by the researcher. In this study, the fairness of the competition format is defined as the relationship between resulting ranks and the performance of the participating teams. Under a fair competition format, a team with higher performance should have a higher resulting rank. With a performance score (PS) defined as the level of team performance, Spearman correlation coefficient (r_S) of the PS's and the team ranks from the competition can be used to measure the fairness of the competition format. The weighted Spearman correlation coefficient (r_S) are also calculated and studied under different weighting setting.

Simulations of football tournaments are done using the Bernoulli distribution assumption in R program. The results under scenarios of different distribution of PS's of teams from different football leagues are studied. The main findings are the followings: (1) the competition format used by the F.A. Cup is more fair than the alternative competition format proposed by the researcher and (2) The size of the Spearman correlation coefficient (r_S) are higher when ranks and PS from more top teams are used in calculation. The detailed results are discussed within.

Department: Statistics Student's Signature……...

Field of Study: Statistics Advisor's Signature……...……..

Academic Year : 2012 .

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยความเชื่อเหลือ และการเอาใจใส่จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อนุภาพ สมบูรณ์สวัสดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงที่คอยให้คำปรึกษา อบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ทั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช ท่านคณะกรรมการ อาจารย์ ดร.อนันตณัฐ กันต์ธัญญรัตน์ และท่านกรรมการภายนอก อาจารย์ ดร.อรุณี กำลัง เป็นอย่างสูงที่ท่านอาจารย์ทั้งสามท่านได้เสียสละเวลามาสอบและให้คำแนะนำที่ดีและมีประโยชน์ในการปรับปรุงงานของผู้วิจัยต่อไป

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยในระดับปริญญาโท ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในวิทยานิพนธ์ได้อย่างเต็มที่

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ร่วมหลักสูตรที่คอยเป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

1.3 นิยามความยุติธรรมในแง่ของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม..... 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา..... 2

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 14

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 15

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 16

2.1.1 การแจกแจงแบบแบร์นูลลี..... 16

2.1.2 สหสัมพันธ์เชิงเส้นของสเปียร์แมน..... 17

2.1.3 ตัวอย่างการนำไปใช้..... 19

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 21

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา..... 23

3.1 แผนการศึกษาวิจัย..... 23

หน้า

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 24

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 31

4.1 ผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน 31

4.2 ผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ 44

4.3 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน และโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ..... 56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 58

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 58

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย..... 58

5.3 แนวทางในการศึกษาต่อ..... 59

รายการอ้างอิง..... 61

ภาคผนวก..... 62

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 86

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.4.1 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 4 ทีม..... 9
1.4.2 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 8 ทีม..... 10
1.4.3 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 16 ทีม..... 10
1.4.4 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 32 ทีม..... 11
1.4.5 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 36 ทีม..... 12
2.1.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ..... 20
4.1.1 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 31
4.1.2 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 2 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 32
4.1.3 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 3 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 32
4.1.4 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 4 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 33
4.1.5 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 5 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 33

ตารางที่ หน้า

4.1.6 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 6 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 34
4.1.7 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 7 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 34
4.1.8 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 8 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 35
4.1.9 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 9 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 35
4.1.10 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 10 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 36
4.1.11 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ…….. 42
4.2.1 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 11 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…… 44
4.2.2 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 12 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…… 44
4.2.3 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 13 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 45
4.2.4 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 14 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 45

ตารางที่ หน้า

4.2.5 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 15 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 46
4.2.6 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 16 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 46
4.2.7 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 17 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 47
4.2.8 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 18 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 47
4.2.9 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 19 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 48
4.2.10 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 20 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 48
4.2.11 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ……... 55
4.3.1 แสดงค่า r_S เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ…….. 56

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

4.1.1 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 1:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 36
4.1.2 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 2:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 37
4.1.3 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 3:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 37
4.1.4 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 4:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 38
4.1.5 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 5:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 38
4.1.6 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 6:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 39
4.1.7 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 7:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 39
4.1.8 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 8:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ..... 40
4.1.9 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 9:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 40

รูปที่ หน้า

4.1.10 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่10:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกันโดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง8 ระดับ…. 41

4.1.11 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ……. 43

4.2.1 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่11:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…… 49

4.2.2 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่12:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 49

4.2.3 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 13 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…….. 50

4.2.4 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 14 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน(กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…….. 50

4.2.5 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 15 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…… 51

4.2.6 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 16 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…… 51

4.2.7 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 17 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ…… 52

4.2.8 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 18 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ…… 52

รูปที่ หน้า

4.2.9 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 19:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ..... 53

4.2.10 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่20:แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกันโดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ... 53

4.2.11 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ..... 55

4.3.1 กราฟแสดงค่า r_S เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ..... 57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟุตบอลถือเป็นกีฬาที่ได้รับความนิยมสูงสุดในหลายประเทศทั่วโลก โดยโครงสร้างการแข่งขันฟุตบอลในแต่ละประเทศมักจะประกอบไปด้วยการแข่งขันฟุตบอลลีกภายในประเทศ และการแข่งขันฟุตบอลถ้วยภายในประเทศ ปัจจุบันในประเทศไทย การแข่งขันฟุตบอลได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งฟุตบอลลีกและฟุตบอลถ้วย ซึ่งฟุตบอลถ้วยถือว่าเป็นการแข่งขันที่เปิดโอกาสให้ทุกๆ ทีมไม่ว่าจะเป็นทีมจากไทยพรีเมียร์ลีก (Thai Premier League ; TPL) ดิวิชั่น 1 (Division1 ; D1) ดิวิชั่น 2 (Division2 ; D2) หรือแม้แต่ทีมสมัครเล่น (Amateur) ได้มีโอกาสเข้าแข่งขัน

จากการที่สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ มีนโยบายส่งเสริมให้บรรดาสโมสรฟุตบอลในประเทศไทยได้มีโอกาสจัดส่งทีมฟุตบอลเข้าร่วมแข่งขันเป็นประจำ และต่อเนื่องมาโดยตลอด จึงได้ส่งเสริมและจัดให้มีการแข่งขันฟุตบอลชิงถ้วยของ ***สมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์*** เป็นประจำในทุกปี และใช้ชื่อเรียกย่อว่า F.A.CUP

การแข่งขันฟุตบอลถ้วยในประเทศไทย ฟุตบอล F.A.CUP ถือว่าเป็นรายการที่ได้รับความนิยมสูงสุด ด้วยเหตุผลสองประการคือ 1.ทีมที่สามารถเป็นแชมป์ของฟุตบอลรายการนี้ได้ จะได้สิทธิ์เป็นทีมตัวแทนของประเทศไทยเข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลชิงแชมป์สโมสรของทวีปเอเชีย 2.แฟนบอลของแต่ละทีมมีความหลงใหลในรูปแบบการแข่งขันและต้องการให้กำลังใจทีมโปรดของตนเอง ด้วยสองเหตุผลที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงส่งผลให้เกิดแรงจูงใจให้แต่ละทีมทุ่มเทการเล่นในฟุตบอลรายการนี้เป็นอย่างมาก โดยลักษณะการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ในแต่ละรอบนั้น แต่ละทีมจะแข่งเพียงนัดเดียวเพื่อหาทีมผู้ชนะและผ่านเข้ารอบต่อๆ ไป หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นการแข่งขันประเภทแพ้ตกรอบ คนส่วนใหญ่มักได้ยินประโยคที่ว่า F.A.CUP ไม่มีที่สำหรับผู้แพ้นั่นเอง ดังนั้นการที่การแข่งขันเปิดโอกาสให้ทุกทีมที่กล่าวมาข้างต้นได้มีโอกาสเข้าแข่งขัน ผู้วิจัยจึงสนใจในความยุติธรรมของการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นระบบการจับสลากประกบคู่การแข่งขัน โครงสร้างของรอบการแข่งขัน และจำนวนทีมในแต่ละรอบการแข่งขัน เพื่อให้ทุกข้อสนใจข้างต้นเป็นไปอย่างยุติธรรมและเหมาะสมสำหรับทุกทีมที่เข้าร่วมการแข่งขัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. สร้างเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม
2. ศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน กับโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ เพื่อยืนยันถึงความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม

1.3 นิยามความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม

ความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมคือ การที่อันดับผลการแข่งขันมีความสัมพันธ์กับอันดับคะแนนความสามารถของทีม กล่าวคือทีมที่ได้อันดับที่ 1 ควรเป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถสูงที่สุด และทีมที่ได้อันดับ 2 หรือ 3 ควรจะเป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถรองลงมาตามลำดับ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาภายใต้ขอบเขตดังนี้

1. ทีมที่ใช้ในการจำลองเป็นทีมที่เข้าร่วมการแข่งขันฟุตบอลรายการ F.A.CUP ตามที่ส่งรายชื่อและมีสิทธิ์เข้าแข่งขันในปี 2011-2012 โดยมาจาก TPL จำนวน 18 ทีม , D1 จำนวน 18 ทีม, D2 จำนวน 77 ทีม และทีมสมัครเล่นจำนวน 27 ทีม
2. กำหนดให้ทีมที่ใช้ในการจำลองมีคะแนนความสามารถของทีม (Performance score ; PS) ในแต่ละลีกแบ่งเป็น 5 กรณีและมีความหมายดังนี้

ทีมอยู่ในลีก	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3
	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง
TPL	U[1 , 250]	U[175 , 250]	U[175 , 250]
D1	U[1 , 250]	U[125 , 200]	U[125 , 200]
D2	U[1 , 250]	U[75 , 150]	U[75 , 150]
Amateur	U[1 , 250]	U[1 , 100]	U[1 , 150]

ทีมอยู่ในลีก	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5
	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง
TPL	U[175 , 250]	U[175 , 250]
D1	U[125 , 200]	U[125 , 200]
D2	U[75 , 150]	U[75 , 150]
Amateur	U[1 , 200]	U[1 , 250]

กรณีที่ 1 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน

กรณีที่ 2 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน)

กรณีที่ 3 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2

กรณีที่ 4 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1

กรณีที่ 5 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก

3. แต่ละคู่ของการแข่งขันเป็นไปในลักษณะแข่งครั้งเดียวจบ คือ ผลการแข่งขันสนใจเพียง ชนะ กับ แพ้ (เข้ารอบ กับ ตกรอบ) หรือเปรียบกับว่าผลการแข่งขันมีการแจกแจงแบบแบร์นูลลี โดยประยุกต์หาความน่าจะเป็นของทีมเหย้าว่ามีโอกาสที่จะชนะเท่าใดดังนี้

$$p = \frac{PS(Home)}{PS(Home) + PS(Away)}$$

เมื่อ p คือ ความน่าจะเป็นของทีมเหย้าที่จะชนะการแข่งขัน

PS(Home) คือ ค่า Performance Score ของทีมเหย้า

PS(Away) คือ ค่า Performance Score ของทีมเยือน

4. วิธีการจับสลากประกบคู่แข่งขันในแต่ละรอบเป็นไปตามรูปแบบของสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยมีตัวอย่างวิธีการจับสลากดังนี้

4.1 มีโถ 2 ใบ สำหรับการจับสลาก โดยโถใบที่ 1 คือ โถที่บรรจุสลากชื่อทีม และโถใบที่ 2 คือโถที่บรรจุหมายเลขของแต่ละทีม

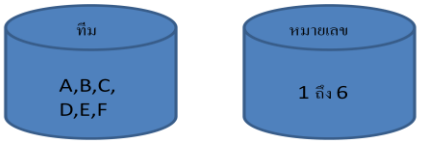
4.2 บล็อกของตำแหน่งหมายเลขมีดังนี้ (ยกตัวอย่างมี 6 ทีม)

1	Vs	2
3	Vs	4
5	Vs	6

4.3 สมมติเหตุการณ์การจับสลากดังนี้ (ยกตัวอย่างมี 6 ทีม)

- จับสลากครั้งที่ 1 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม B และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 4
- จับสลากครั้งที่ 2 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม D และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 5
- จับสลากครั้งที่ 3 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม E และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 1
- จับสลากครั้งที่ 4 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม C และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 3
- จับสลากครั้งที่ 5 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม A และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 2
- จับสลากครั้งที่ 6 จากโถใบที่ 1 ได้ทีม F และโถใบที่ 2 ได้หมายเลข 6

4.4 ผลการจับสลากการประกบคู่แข่งขันที่สมบูรณ์จะเป็นดังภาพนี้



ทีมเหย้า (Home)	VS	ทีมเยือน (Away)
1.E	vs	2.A
3.C	vs	4.B
5.D	vs	6.F

5. โครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ทั้ง 2 แบบมีดังนี้

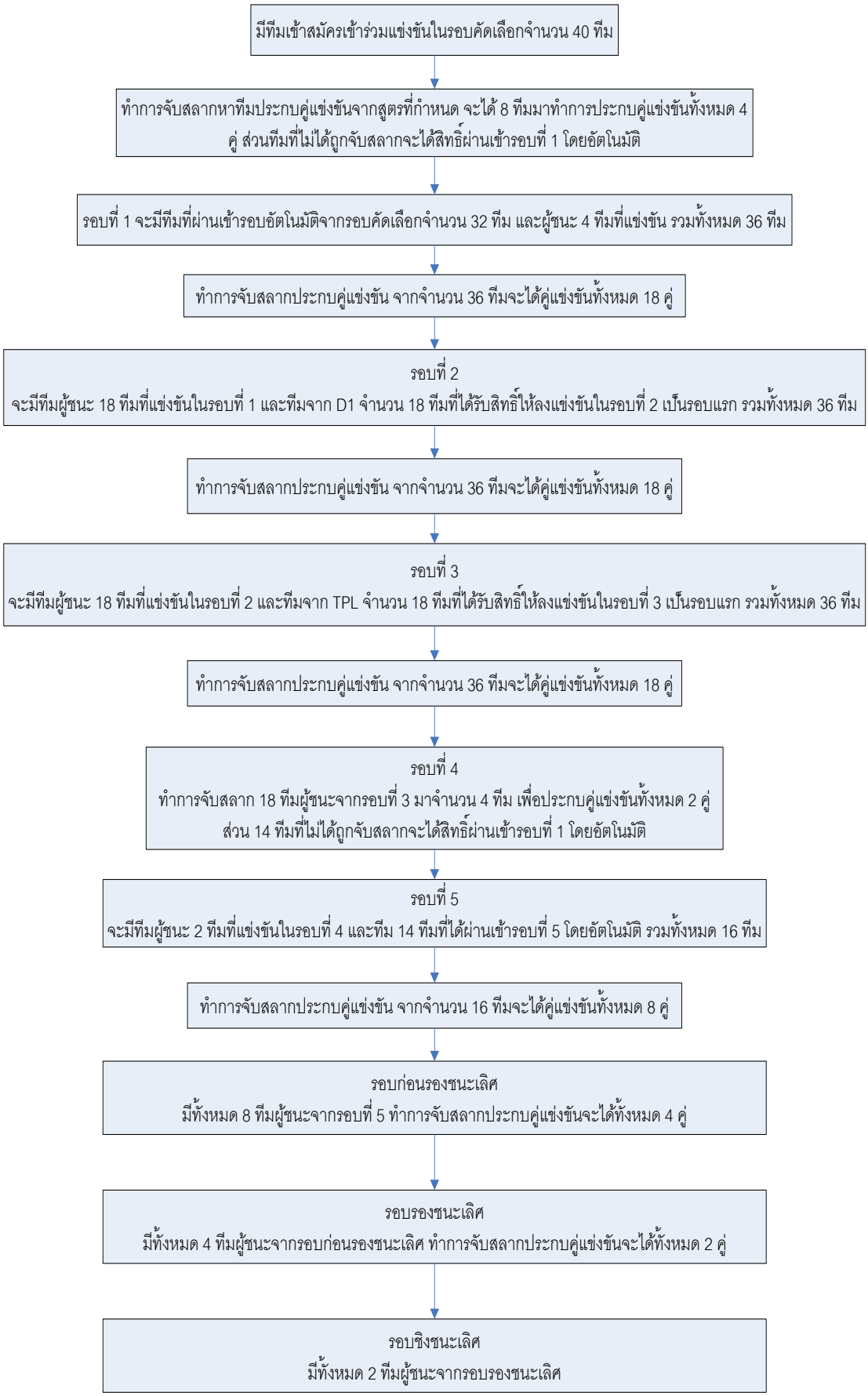
5.1 โครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน (ต่อไปจะเรียกสั้นๆว่าโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบัน) และกำหนดทีมที่ลงทะเบียนเข้าร่วมแข่งขันในรอบ Qualifying Round จำนวน 40 ทีมดังนี้

F.A.CUP	
รอบ	จำนวนทีม
Qualifying Round	กรณีที่มีทีมจาก D2 และทีมสมัครเล่นเกิน 36 ทีม
Round 1	36 ทีมจากการคัดเลือกในรอบ Qualifying Round
Round 2	รวมทั้งหมด 36 ทีม : 18 ทีมที่ชนะจากการคัดเลือกในรอบ Round 1 18 ทีมจาก D1
Round 3	รวมทั้งหมด 36 ทีม : 18 ทีมที่ชนะจากการคัดเลือกในรอบ Round 2 18 ทีมจาก TPL
Round 4	4 ทีม
Round 5	รวมทั้งหมด 16 ทีม : 14 ทีมที่เหลือจากรอบ Round 3 2 ทีมที่ชนะจากรอบ Round 4
Quarter Final	8 ทีมที่ชนะจากรอบ Round 5
Semi Final	4 ทีมที่ชนะจากรอบ Quarter Final
Final	2 ทีมที่ชนะจากรอบ Semi Final

จากรอบการแข่งขันดังกล่าว หากทำการกำหนดจำนวนทีมจากดิวิชั่น 2 และทีมสมัครเล่นในให้ลงทะเบียนเข้าการร่วมแข่งขันจำนวน 40 ทีม ต้องทำการจับสลากหาทีมแข่งขันเพื่อให้เหลือทีมที่จะเข้าสู่รอบที่ 1 จำนวน 36 ทีมตามที่โครางสร้างรอบการแข่งขันกำหนด โดยมีการคำนวณจำนวนทีมที่ต้องจับสลากจากสูตร

จำนวนทีมที่ต้องจับสลาก = (**จำนวนทีมที่ลงทะเบียน** – 36) x 2

และทีมที่ไม่ได้ถูกจับสลากจะได้รับสิทธิ์ให้ผ่านเข้าไปสู่รอบที่ 1 โดยอัตโนมัติ สามารถเขียนแผนผังการดำเนินการแข่งขันตั้งแต่รอบคัดเลือกจนถึงรอบชิงชนะเลิศได้ดังนี้


มีทีมเข้าสมัครเข้าร่วมแข่งขันในรอบคัดเลือกจำนวน 40 ทีม
ทำการจับสลากหาทีมประกบคู่แข่งขันจากสูตรที่กำหนด จะได้ 8 ทีมมาทำการประกบคู่แข่งขันทั้งหมด 4 คู่ ส่วนทีมที่ไม่ได้ถูกจับสลากจะได้สิทธิ์ผ่านเข้ารอบที่ 1 โดยอัตโนมัติ
รอบที่ 1 จะมีทีมที่ผ่านเข้ารอบอัตโนมัติจากรอบคัดเลือกจำนวน 32 ทีม และผู้ชนะ 4 ทีมที่แข่งขัน รวมทั้งหมด 36 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 36 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 18 คู่
รอบที่ 2
จะมีทีมผู้ชนะ 18 ทีมที่แข่งขันในรอบที่ 1 และทีมจาก D1 จำนวน 18 ทีมที่ได้รับสิทธิ์ให้ลงแข่งขันในรอบที่ 2 เป็นรอบแรก รวมทั้งหมด 36 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 36 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 18 คู่
รอบที่ 3
จะมีทีมผู้ชนะ 18 ทีมที่แข่งขันในรอบที่ 2 และทีมจาก TPL จำนวน 18 ทีมที่ได้รับสิทธิ์ให้ลงแข่งขันในรอบที่ 3 เป็นรอบแรก รวมทั้งหมด 36 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 36 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 18 คู่
รอบที่ 4
ทำการจับสลาก 18 ทีมผู้ชนะจากรอบที่ 3 มาจำนวน 4 ทีม เพื่อประกบคู่แข่งขันทั้งหมด 2 คู่ ส่วน 14 ทีมที่ไม่ได้ถูกจับสลากจะได้สิทธิ์ผ่านเข้ารอบที่ 1 โดยอัตโนมัติ
รอบที่ 5
จะมีทีมผู้ชนะ 2 ทีมที่แข่งขันในรอบที่ 4 และทีม 14 ทีมที่ได้ผ่านเข้ารอบที่ 5 โดยอัตโนมัติ รวมทั้งหมด 16 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 16 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 8 คู่
รอบก่อนรองชนะเลิศ
มีทั้งหมด 8 ทีมผู้ชนะจากรอบที่ 5 ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขันจะได้ทั้งหมด 4 คู่
รอบรองชนะเลิศ
มีทั้งหมด 4 ทีมผู้ชนะจากรอบก่อนรองชนะเลิศ ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขันจะได้ทั้งหมด 2 คู่
รอบชิงชนะเลิศ
มีทั้งหมด 2 ทีมผู้ชนะจากรอบรองชนะเลิศ

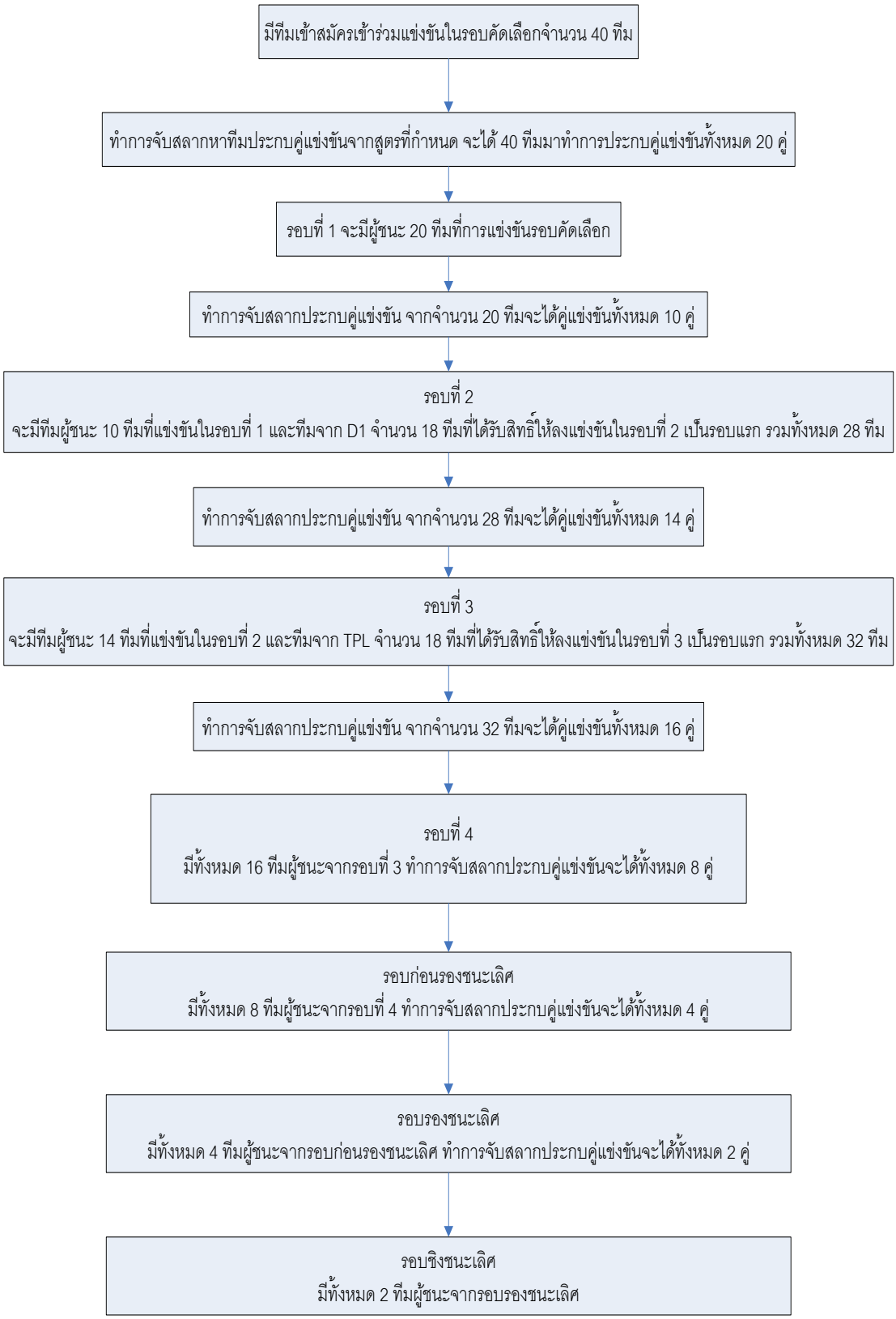
5.2 โครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ (ต่อไปจะเรียกสั้นๆว่า โครงสร้างที่แนะนำ) และกำหนดทีมที่ลงทะเบียนเข้าร่วมแข่งขันในรอบ Qualifying Round จำนวน 40 ทีม โดยเหตุผลที่โครงสร้างของรอบการแข่งขันเป็นเช่นนี้ เพราะคาดว่าโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบันนั้น เกิดความไม่เหมาะสมใน Round 4 ซึ่งเกิดจากการแข่งขันกันเพียง 4 ทีมจากทั้งหมด 18 ทีมอาจมีผลทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในส่วนของจำนวนนัดของการแข่งขัน

F.A.CUP	
รอบ	จำนวนทีม
Qualifying Round	กรณีที่มีทีมจาก D2 และทีมสมัครเล่นเกิน 20 ทีม
Round 1	20 ทีมจากการคัดเลือกในรอบ Qualifying Round
Round 2	รวมทั้งหมด 28 ทีม : 10 ทีมที่ชนะจากการคัดเลือกในรอบ Round 1 18 ทีมจาก D1
Round 3	รวมทั้งหมด 32 ทีม : 14 ทีมที่ชนะจากการคัดเลือกในรอบ Round 2 18 ทีมจาก TPL
Round 4	16 ทีมที่ชนะจากรอบ Round 3
Quarter Final	8 ทีมที่ชนะจากรอบ Round 4
Semi Final	4 ทีมที่ชนะจากรอบ Quarter Final
Final	2 ทีมที่ชนะจากรอบ Semi Final

จากรอบการแข่งขันดังกล่าว หากทำการกำหนดจำนวนทีมจากดิวิชั่น 2 และทีมสมัครเล่นในให้ลงทะเบียนเข้าการร่วมแข่งขันจำนวน 40 ทีม ต้องทำการจับสลากหาทีมแข่งขันเพื่อให้เหลือทีมที่จะเข้าสู่รอบที่ 1 จำนวน 20 ทีมตามที่โครางสร้างรอบการแข่งขันกำหนด โดยมีการคำนวณจำนวนทีมที่ต้องจับสลากจากสูตร

จำนวนทีมที่ต้องจับสลาก = (จำนวนทีมที่ลงทะเบียน – 20) x 2

และทีมที่ไม่ได้ถูกจับสลากจะได้รับสิทธิ์ให้ผ่านเข้าไปสู่รอบที่ 1 โดยอัตโนมัติ สามารถเขียนแผนผังการดำเนินการแข่งขันตั้งแต่รอบคัดเลือกจนถึงรอบชิงชนะเลิศได้ดังนี้


มีทีมเข้าสมัครเข้าร่วมแข่งขันในรอบคัดเลือกจำนวน 40 ทีม
ทำการจับสลากหาทีมประกบคู่แข่งขันจากสูตรที่กำหนด จะได้ 40 ทีมมาทำการประกบคู่แข่งขันทั้งหมด 20 คู่
รอบที่ 1 จะมีผู้ชนะ 20 ทีมที่การแข่งขันรอบคัดเลือก
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 20 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 10 คู่
รอบที่ 2
จะมีทีมผู้ชนะ 10 ทีมที่แข่งขันในรอบที่ 1 และทีมจาก D1 จำนวน 18 ทีมที่ได้รับสิทธิ์ให้ลงแข่งขันในรอบที่ 2 เป็นรอบแรก รวมทั้งหมด 28 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 28 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 14 คู่
รอบที่ 3
จะมีทีมผู้ชนะ 14 ทีมที่แข่งขันในรอบที่ 2 และทีมจาก TPL จำนวน 18 ทีมที่ได้รับสิทธิ์ให้ลงแข่งขันในรอบที่ 3 เป็นรอบแรก รวมทั้งหมด 32 ทีม
ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขัน จากจำนวน 32 ทีมจะได้คู่แข่งขันทั้งหมด 16 คู่
รอบที่ 4
มีทั้งหมด 16 ทีมผู้ชนะจากรอบที่ 3 ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขันจะได้ทั้งหมด 8 คู่
รอบก่อนรองชนะเลิศ
มีทั้งหมด 8 ทีมผู้ชนะจากรอบที่ 4 ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขันจะได้ทั้งหมด 4 คู่
รอบรองชนะเลิศ
มีทั้งหมด 4 ทีมผู้ชนะจากรอบก่อนรองชนะเลิศ ทำการจับสลากประกบคู่แข่งขันจะได้ทั้งหมด 2 คู่
รอบชิงชนะเลิศ
มีทั้งหมด 2 ทีมผู้ชนะจากรอบรองชนะเลิศ

6. ทำการเก็บจำนวนที่สนใจในการจัดอันดับผลการแข่งขัน 4 แบบ คือ 4 ทีม, 8 ทีม, 16 ทีม, และมากกว่า 30 ทีม (โครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันเก็บ 36 ทีม แต่โครงสร้างที่แนะนำจะเก็บ 32 ทีม ทั้งนี้เพราะเกิดจากรูปแบบโครงสร้างรอบการแข่งขันที่กำหนด) และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนเป็นตัวสถิติในการวัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีม
7. วัตถุประสงค์หลักของฟุตบอล F.A.CUP นั้นไม่ได้สนใจการจัดอันดับผลการแข่งขัน (Ranking) แต่จะสนใจเพียงทีมที่เป็นแชมป์เท่านั้น เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม จะเห็นว่าแต่ละอันดับผลการแข่งขันมีความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงพิจารณาวิธีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันทั้ง 4 แบบคือ

   แบบที่ 1 การให้แต่ละทีมมีน้ำหนักเท่ากัน (M1)

   แบบที่ 2 การให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2)

   แบบที่ 3 การให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักแบบเรียงลำดับ (M3)

   แบบที่ 4 การให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักแบบเรียงลำดับทวีคูณ (M4)

มีน้ำหนักแต่ละอันดับผลการแข่งขันแสดงในตารางที่ 1.4.1 – 1.4.5 ดังนี้

<u>ตารางที่ 1.4.1</u> แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 4 ทีม

อันดับผลการแข่งขัน	วิธีการถ่วงน้ำหนัก			
	M1	M2	M3	M4
1	1/4	1/3	4/10	8/15
2	1/4	1/3	3/10	4/15
3	1/4	(1/3)/2	2/10	2/15
3	1/4	(1/3)/3	1/10	1/15

ตารางที่ 1.4.2 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 8 ทีม

อันดับผลการแข่งขัน	วิธีการถ่วงน้ำหนัก			
	M1	M2	M3	M4
1	1/8	1/4	8/36	128/255
2	1/8	1/4	7/36	64/255
3	1/8	(1/4)/2	6/36	32/255
3	1/8	(1/4)/2	5/36	16/255
4	1/8	(1/4)/4	4/36	8/255
4	1/8	(1/4)/4	3/36	4/255
4	1/8	(1/4)/4	2/36	2/255
4	1/8	(1/4)/4	1/36	1/255

ตารางที่ 1.4.3 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 16 ทีม

อันดับผลการแข่งขัน	วิธีการถ่วงน้ำหนัก			
	M1	M2	M3	M4
1	0.063	0.200	0.118	0.500
2	0.063	0.200	0.110	0.250
3	0.063	0.100	0.103	0.125
3	0.063	0.100	0.096	0.063
4	0.063	0.050	0.088	0.031
4	0.063	0.050	0.081	0.016
4	0.063	0.050	0.074	0.008
4	0.063	0.050	0.066	0.004
5	0.063	0.025	0.059	0.002
5	0.063	0.025	0.051	0.001
5	0.063	0.025	0.044	0.000
5	0.063	0.025	0.037	0.000
5	0.063	0.025	0.029	0.000

5	0.063	0.025	0.022	0.000
5	0.063	0.025	0.015	0.000
5	0.063	0.025	0.007	0.000

ตารางที่ 1.4.4 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 32 ทีม

อันดับผลการแข่งขัน	วิธีการถ่วงน้ำหนัก			
	M1	M2	M3	M4
1	0.031	0.167	0.061	0.500
2	0.031	0.167	0.059	0.250
3	0.031	0.083	0.057	0.125
3	0.031	0.083	0.055	0.063
4	0.031	0.042	0.053	0.031
4	0.031	0.042	0.051	0.016
4	0.031	0.042	0.049	0.008
4	0.031	0.042	0.047	0.004
5	0.031	0.021	0.045	0.002
5	0.031	0.021	0.044	0.001
5	0.031	0.021	0.042	0.000
5	0.031	0.021	0.040	0.000
5	0.031	0.021	0.038	0.000
5	0.031	0.021	0.036	0.000
5	0.031	0.021	0.034	0.000
5	0.031	0.021	0.032	0.000
6	0.031	0.010	0.030	0.000
6	0.031	0.010	0.028	0.000
6	0.031	0.010	0.027	0.000
6	0.031	0.010	0.025	0.000
6	0.031	0.010	0.023	0.000
6	0.031	0.010	0.021	0.000

6	0.031	0.010	0.019	0.000
6	0.031	0.010	0.017	0.000
6	0.031	0.010	0.015	0.000
6	0.031	0.010	0.013	0.000
6	0.031	0.010	0.011	0.000
6	0.031	0.010	0.009	0.000
6	0.031	0.010	0.008	0.000
6	0.031	0.010	0.006	0.000
6	0.031	0.010	0.004	0.000
6	0.031	0.010	0.002	0.000

ตารางที่ 1.4.5 แสดงค่าน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันในแต่ละวิธีการถ่วงน้ำหนัก เมื่อเก็บ 36 ทีม

อันดับผลการแข่งขัน	วิธีการถ่วงน้ำหนัก			
	M1	M2	M3	M4
1	0.028	0.167	0.054	0.500
2	0.028	0.167	0.053	0.250
3	0.028	0.083	0.051	0.125
3	0.028	0.083	0.050	0.063
4	0.028	0.042	0.048	0.031
4	0.028	0.042	0.047	0.016
4	0.028	0.042	0.045	0.008
4	0.028	0.042	0.044	0.004
5	0.028	0.021	0.042	0.002
5	0.028	0.021	0.041	0.001
5	0.028	0.021	0.039	0.000
5	0.028	0.021	0.038	0.000
5	0.028	0.021	0.036	0.000
5	0.028	0.021	0.035	0.000
5	0.028	0.021	0.033	0.000

5	0.028	0.021	0.032	0.000
6	0.028	0.008	0.030	0.000
6	0.028	0.008	0.029	0.000
6	0.028	0.008	0.027	0.000
6	0.028	0.008	0.026	0.000
6	0.028	0.008	0.024	0.000
6	0.028	0.008	0.023	0.000
6	0.028	0.008	0.021	0.000
6	0.028	0.008	0.020	0.000
6	0.028	0.008	0.018	0.000
6	0.028	0.008	0.017	0.000
6	0.028	0.008	0.015	0.000
6	0.028	0.008	0.014	0.000
6	0.028	0.008	0.012	0.000
6	0.028	0.008	0.011	0.000
6	0.028	0.008	0.009	0.000
6	0.028	0.008	0.008	0.000
6	0.028	0.008	0.006	0.000
6	0.028	0.008	0.005	0.000
6	0.028	0.008	0.003	0.000
6	0.028	0.008	0.002	0.000

8. ให้อันดับคะแนนความสามารถของทีมแบบแบ่งช่วงของค่า PS โดยแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 แบ่งแบบ 4 ระดับ

4 ระดับ	
ช่วงของค่า PS	อันดับ
201 - 250	4
151 - 200	3
101 - 150	2
1 - 100	1

แบบที่ 2 แบ่งแบบ 8 ระดับ

8 ระดับ	
ช่วงของค่า PS	อันดับ
226 - 250	8
201 - 225	7
176 - 200	6
151 - 175	5
126 - 150	4
101 - 125	3
76 - 100	2
1 - 75	1

9. ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จำลองผลการแข่งขันด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Technique) โดยทดลองซ้ำ 10,000 ครั้งในแต่ละสถานการณ์

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา

1 F.A.CUP หมายถึง การแข่งขันฟุตบอลชิงถ้วยของสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

2 TPL หมายถึง ไทยพรีเมียร์ลีก เป็นลีกฟุตบอลสูงสุดของประเทศ ตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมามีการปรับจำนวนทีมที่อยู่ในลีกนี้จาก 16 ทีม มาเป็น 18 ทีม

3 D1 หมายถึง ลีกดิวิชั่น 1 เป็นลีกฟุตบอลอันดับที่ 2 ของประเทศ ตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมามีการปรับจำนวนทีมที่อยู่ในลีกนี้จาก 16 ทีม มาเป็น 18 ทีม

4 D2 หมายถึง ลีกดิวิชั่น 2 (ลีกภูมิภาค) เป็นลีกฟุตบอลอันดับที่ 3 ของประเทศ และเนื่องจากมีทีมที่เข้าร่วมการแข่งขันจำ นวนมากทั่วประเทศ จึงต้องใช้วิธีการแข่งขันแบบแบ่งภาค (Regional league) และแบ่งออกเป็น 5 โซนดังนี้ โซนภาคเหนือ (16 ทีม) โซนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (16 ทีม) โซนภาคกลางและภาคตะวันออก (16 ทีม) โซนกรุงเทพและปริมณฑล (16 ทีม) และโซนภาคใต้ (13 ทีม)รวมทั้งหมด 77 ทีม

5 ทีมสมัครเล่น หมายถึง ทีมฟุตบอลระดับท้องถิ่นที่ไม่ได้จดทะเบียนทีมขึ้นกับสมาคมฟุตบอลแห่งประเทศไทย

6 ทีมเหย้า หมายถึง ทีมที่ได้แข่งที่สนามของทีมตนเอง

7 ทีมเยือน หมายถึง ทีมที่ไม่ได้แข่งที่สนามของตนเอง แต่ต้องไปแข่งที่สนามของทีมคู่แข่งขัน

8 ระบบกำลังสองของสอง (Power of two) หมายถึง การจัดการแข่งขันที่มีจำนวนทีมที่เข้าร่วมการแข่งขันตั้งแต่รอบคัดเลือกลดลงอย่างเป็นระบบ เช่น 128 , 64 , 32 , 16 , 8 , 4 , 2 , 1 ตามลำดับ ส่วนมากจะเกิดในการจัดการแข่งขันกีฬาแบบแพ้ครั้งเดียวคัดออก (Single elimination)

9 บาย (bye) หมายถึง การที่ทีมใดจับสลากได้บาย จะไม่ต้องเข้าแข่งขันในรอบนั้น และจะผ่านเข้าสู่รอบต่อไปโดยอัตโนมัติ การบายนี้จะเกิดเฉพาะกีฬาที่จัดการแข่งขันแบบไม่เป็นไปตามระบบกำลังสองของสอง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างเกณฑ์อย่างง่ายเพื่อใช้วัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมได้
2. ทราบถึงโครงสร้างที่เหมาะสมของรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ระหว่างโครงสร้างรอบการแข่งขันที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างรอบการแข่งขันที่แนะนำ และสามารถยืนยันถึงความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจำลองผลการแข่งขันขัน คือผลแพ้ ชนะตั้งแต่รอบคัดเลือกจนถึงรอบชิงชนะเลิศของแต่ละโครงสร้างการแข่งขันทั้ง 2 แบบ โดยมีเป้าหมายในการจัดอันดับผลการแข่งขัน และวัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีมด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน ดังนั้นจึงมีทฤษฎีทางสถิติที่สำคัญ 2 ทฤษฎี คือ การแจกแจงแบบแบร์นูลลี และสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การแจกแจงแบบแบร์นูลลี (Bernoulli distribution)

พิจารณาการทดลองสุ่มต่อไปนี้

- เพศของทารกที่กำลังจะคลอด อาจเป็นเพศหญิง หรือชาย
- ผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษา อาจพบว่า ได้รับการคัดเลือก หรือไม่ได้รับการคัดเลือก
- ผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ อาจพบว่าผลเป็นบวก หรือลบ
- ผลการแข่งขันฟุตบอล F.A. CUP ของประเทศอังกฤษ อาจพบว่าทีมใด แพ้ หรือชนะ

จากแต่ละการทดลองสุ่มข้างต้น พบว่าผลลัพธ์มีเพียง 2 ประเภท ดังนั้นถ้าให้ผลลัพธ์ประเภทที่หนึ่งเป็นผลสำเร็จ (success) และผลลัพธ์อีกประเภทหนึ่งเป็นความไม่สำเร็จ (failure) แล้วจะเรียกการทดลองดังกล่าวว่าการทดลองแบบแบร์นูลลี (Bernoulli trial)

นิยามที่ 1 การทดลองแบบแบร์นูลลี คือ การทดลองที่มีลักษณะดังนี้

1. ผลลัพธ์แต่ละครั้งของการทดลอง มีเพียง 2 ประเภท คือ ความสำเร็จ และความไม่สำเร็จ
2. ในแต่ละครั้งของการทดลอง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความสำเร็จเท่ากับ p และความน่าจะเป็นที่จะเกิดความไม่สำเร็จเท่ากับ 1 – p

นิยามที่ 2 ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบแบร์นูลลี และเรียกการแจกแจงความน่าจะเป็นของ X ว่า การแจกแจงแบบแบร์นูลลี (Bernoulli distribution) โดยมีฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น คือ

$$f(x;p) = p^x(1-p)^{1-x} \quad , \quad x = 0,1$$

เนื่องจาก p เป็นพารามิเตอร์ของการแจกแจงแบบแบร์นูลลี ดังนั้นค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวแปรสุ่มแบบแบร์นูลลีจะมีค่าขึ้นอยู่กับ p และจะได้ว่า

$$E(X) = p \quad , \quad Var(X) = p(1-p)$$

2.1.2 **สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน** (Spearman correlation)

สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่องตั้งแต่สองตัวขึ้นไปว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

ในการศึกษาแต่ละครั้ง หากประกอบด้วยตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่องเพียงสองตัว เช่น X และ Y จะเรียกความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรสุ่มว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple correlation) ถ้า X และ Y เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงร่วมกันแบบปกติที่มีความแปรปรวนร่วม σ_{XY} โดย X มีค่าเฉลี่ย μ_X ความแปรปรวน σ_X^2 และ Y มีค่าเฉลี่ย μ_Y ความแปรปรวน σ_Y^2 พารามิเตอร์ที่แสดงถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ได้แก่ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ผลคูณโมเมนต์ของเพียร์สัน หรือเรียกสั้นๆว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) ซึ่งเขียนแทนด้วย ρ โดย

$$\rho = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\mathrm{cov}(X,Y)}{\sigma_X \sigma_Y} \text{.....(1)}$$

โดย ρ มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 หรือ $-1 \le \rho \le 1$ และไม่มีหน่วย

จากตัวอย่าง (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , ... , (x_n, y_n) ได้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างซึ่งเขียนแทนด้วย r เป็นตัวประมาณค่าของ ρ โดย

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)s_x s_y} \text{.....(2)}$$

จากทฤษฎีข้างต้นหากประกอบด้วยตัวแปรสุ่มชนิดไม่ต่อเนื่องสองตัว หรือเป็นอันดับของค่าตัวแปรสุ่ม เช่น อันดับของX และอันดับของY ก็สามารถวัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรสุ่มนี้ได้จากสมการ (2) และจะเรียกว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman correlation coefficient ; r_S)

ทั้งนี้ r มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 หรือ $-1 \le r \le 1$ และไม่มีหน่วย โดย

- ถ้า r มีค่าเป็นลบ หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X และ Y มีความสัมพันธ์แบบผกผัน และ $r = -1$ หมายความว่า X และ Y มีความสัมพันธ์แบบผกผันกันอย่างสมบูรณ์
- ถ้า r มีค่าเป็นบวก หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X และ Y มีความสัมพันธ์แบบทางเดียวกันและ $r = 1$ หมายความว่า X และ Y มีความสัมพันธ์แบบทางเดียวกันอย่างสมบูรณ์
- ถ้า $r = 0$ หมายความว่า ตัวแปรสุ่ม X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

การหาค่าสหสัมพันธ์ข้างต้นจะเหมาะกับข้อมูลที่มีน้ำหนักในแต่ละอันดับข้อมูลเท่ากันคือ $\frac{1}{n}$ ถ้าหากแต่ละอันดับของข้อมูลมีความสำคัญไม่เท่ากัน ก็สามารถ

ประยุกต์ใช้หลักการสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนได้ เพียงแต่จะเพิ่มในส่วนของการถ่วงน้ำหนักเข้าไป และสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$r_S = corr(x, y; w) = \frac{\text{cov}(x, y; w)}{\sqrt{\text{cov}(x, x; w)\,\text{cov}(y, y; w)}} \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่

$m(x; w) = \frac{\sum_i x_i w_i}{\sum_i w_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

$\text{cov}(x, y; w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - m(x; w))(y_i - m(y; w))}{\sum_i w_i}$ คือ ความแปรปรวนร่วมแบบถ่วงน้ำหนัก

w_i คือ ค่าน้ำหนักของข้อมูลในแต่ละอันดับข้อมูลที่ i โดยต้องมีขนาดเท่ากับ n

2.1.3 ตัวอย่างการนำไปใช้

กรณีสนใจจัดอันดับผลการแข่งขัน 4 ทีม ใช้การให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่งช่วงของค่า PS 4 ระดับ และวิธีถ่วงน้ำหนักแบบ M2 (สามารถดูค่าน้ำหนักได้จากตารางที่ 1.4.1) เมื่อจำลองผลการแข่งขันตั้งแต่ Qualifying Round จนถึง Final Round และทำการเก็บผลการแข่งขันตั้งแต่รอบ Semi Final จนถึงรอบ Final มีผลแพ้ชนะดังนี้

รอบ Semi Final	
ทีม A (แพ้)	ทีม D (ชนะ)
ทีม S (ชนะ)	ทีม E (แพ้)
รอบ Final	
ทีม S (แพ้)	ทีม D (ชนะ)

สามารถจัดอันดับผลการแข่งขันได้ดังตารางที่ 2.1.1

ตารางที่ 2.1.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

อันดับทีม	Rank ของอันดับทีม (x_i)	ชื่อทีม	PS	อันดับแบบช่วงค่า PS (y_i)	น้ำหนักข้อมูลแต่ละอันดับแบบ M2 (w_i)
1	1	D	138	2	0.333
2	2	S	210	4	0.333
3	3.5	A	198	3	0.167
3	3.5	E	82	1	0.167

คำนวณค่า r_S แบบไม่ถ่วงน้ำหนักโดยการแทนค่าตัวเลขลงในสมการที่ (2) ได้ดังนี้

$$r_S = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)s_x s_y} = \frac{24-(4)(2.5)(2.5)}{(3-1)(1.22)(1.29)} = -0.21082$$

คำนวณค่า r_S แบบถ่วงน้ำหนักโดยการแทนค่าตัวเลขลงในสมการที่ (3) และมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 คำนวณค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของทั้ง x_i และ y_i ตามลำดับ

$$m(x;w) = \frac{\sum_i w_i x_i}{\sum_i w_i} = \frac{2.168}{1} = 2.168$$

$$m(y;w) = \frac{\sum_i w_i y_i}{\sum_i w_i} = \frac{2.666}{1} = 2.666$$

ขั้นที่ 2 คำนวณความแปรปรวนร่วมของ x และ y , ความแปรปรวนร่วมของ x และ x , ความแปรปรวนร่วมของ y และ y ตามลำดับ

$$\mathrm{cov}(x,y;w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - m(x;w))(y_i - m(y;w))}{\sum_i w_i} = \frac{-0.112}{1} = -0.112$$

$$\mathrm{cov}(x,x;w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - m(x;w))(x_i - m(x;w))}{\sum_i w_i} = \frac{1.056}{1} = 1.056$$

$$\operatorname{cov}(y, y; w) = \frac{\sum_i w_i (y_i - m(y; w))(y_i - m(y; w))}{\sum_i w_i} = \frac{1.222}{1} = 1.222$$

ขั้นที่ 3 ค่า r_S แบบถ่วงน้ำหนัก คือ

$$r_S = corr(x, y; w) = \frac{\operatorname{cov}(x, y; w)}{\sqrt{\operatorname{cov}(x, x; w)\operatorname{cov}(y, y; w)}}$$
$$= \frac{-0.112}{\sqrt{(1.056)(1.222)}}$$
$$= -0.098$$

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

(Bittner, 2007) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า การวิเคราะห์ผลการแข่งขันฟุตบอลด้วยวิธีทางสถิตินั้น สิ่งที่บ่งบอกได้ดีที่สุดก็คือจำนวนประตูที่เกิดขึ้นของแต่ละฝ่ายหลังจบเกมการแข่งขัน ที่กล่าวมานั้นก็สามารถเชื่อมโยงไปถึงการแจงแจงของจำนวนประตูที่เกิดขึ้นของทีมเหย้าและทีมเยือน และจากการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ของลีกฟุตบอลในยุโรป และจากการแข่งขันฟุตบอลระดับชาติ ทำให้พบว่าการแจกแจงแบบแบร์นูลลี(Bernoulli distribution)ไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาอธิบายเกี่ยวกับจำนวนประตูที่จะเกิดขึ้นระหว่างการแข่งขัน หากจะเป็นการเหมาะสมกว่าถ้าใช้ในการอธิบายถึงผลการแข่งขันในตอนจบเกมการแข่งขัน คือมีผล แพ้ หรือชนะ แต่ถ้าหากจะหาการแจกแจงใดการแจกแจงหนึ่งในการอธิบายเกี่ยวกับจำนวนประตูที่จะเกิดขึ้นระหว่างการแข่งขันนั้น ก็ควรจะเป็นการแจกแจงแบบทวินามลบ(Negative binomial distribution)

(Greenhough, 2002) ได้ศึกษาการแจกแจงของจำนวนประตูที่เกิดขึ้นของทีมเหย้า ทีมเยือน และผลรวมประตู ในแต่ละนัดการแข่งขันของฟุตบอลภายในประเทศ รายการ English top division และ F.A. CUP ตั้งแต่ฤดูกาล 1970/71 ถึง 2000/01 พบว่าประตูที่เกิดขึ้นมีลักษณะหางหนา และช่วงของประตูที่เกิดขึ้นนั้นจะครอบคลุมด้วยการแจกแจงแบบทวินามลบ (Negative binomial distribution) หรือการแจกแจงแบบปัวส์ซอง (Poisson distribution)

(Mendes and Malacarne, 2007) ได้ค้นคว้าเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของฟุตบอลในขณะการแข่งขัน และใช้ข้อมูลที่เก็บมาจากเกมการแข่งขันที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแข่งขันในทวีปอเมริกาใต้ ทวีปยุโรป พบว่าประตูที่เกิดขึ้นแต่ละลูกนั้นเกิดจากพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของลูกบอลในลักษณะที่ซับซ้อน ซึ่งก็เกิดจากการรับ-ส่งลูกฟุตบอล ไม่ว่าจะเป็นด้วยศีรษะ หรือด้วยเท้าของผู้เล่นแต่ละทีมในเกมการแข่งขันนั่นเอง ดังนั้นสามารถอธิบายได้โดยวิธีการทางสถิติ คือ การรับ-ส่งลูกฟุตบอลน่าจะมีการแจกแจงแบบ คิว-แกมม่า (q-gamma distribution)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 แผนการศึกษาวิจัย

จากนิยามความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม ทำให้เกิดปัญหาที่น่าสนใจ และมีที่มาของการวางแผนการศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นงานวิจัย การเลือกวิธีทางสถิติมาใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรม ตลอดจนปัญหาในขั้นตอนต่างๆ ทำให้สามารถอธิบายแนวคิดเป็นขั้นตอนของแผนการศึกษาวิจัยได้ดังนี้

1. การแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ในประเทศไทยช่วง 3 ปีที่ผ่านมาได้รับความนิยมอย่างมาก คำถามแรกที่ผู้วิจัยตั้งขึ้น และเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้คือ โครงสร้างรอบการแข่งขันที่ใช้ในปัจจุบันนั้น มีความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมหรือไม่
2. หากกล่าวถึงความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม อะไรคือความยุติธรรม และจะนิยามความยุติธรรมได้อย่างไร จึงเกิดแนวคิดว่า การที่การแข่งขันได้รับความนิยมอย่างมากนั้น น่าจะเกิดจากความเหมาะสมของผลการแข่งขัน ดังนั้นจึงสามารถนิยามความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม ได้ว่า การที่อันดับผลการแข่งขันมีความสัมพันธ์กับอันดับคะแนนความสามารถของทีม กล่าวคือทีมที่ได้อันดับที่ 1 ควรเป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถสูงที่สุด และทีมที่ได้อันดับ 2 หรือ 3 ควรจะเป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถรองลงมาตามลำดับ
3. ทำการเลือกเกณฑ์ทางสถิติที่เหมาะสมกับนิยามความยุติธรรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายปัญหาที่สนใจศึกษา ดังนั้นตัวสถิติที่เหมาะสมกับการวัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีมคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman correlation coefficient ; r_S)
4. เมื่อได้เกณฑ์ทางสถิติแล้ว ปัญหาที่น่าสนใจต่อไปก็คือ โครงสร้างรอบการขันที่ใช้ในปัจจุบันมีความเหมาะสมจริงหรือไม่ หากตอบว่าไม่ สามารถปรับเปลี่ยนอะไรได้บ้าง ผู้วิจัยเห็นว่าโครงสร้างรอบการขันที่ใช้ในปัจจุบันเกิดความไม่เหมาะสมในรอบที่ 4 ซึ่งเกิด

จากการแข่งขันกันเพียง 4 ทีมจากทั้งหมด 18 ทีม จึงทำการปรับรูปแบบโครงสร้างรอบการแข่งขัน และนำเสนอในรูปแบบโครงสร้างรอบการแข่งขันที่แนะนำ

5. การที่วัตถุประสงค์หลักของฟุตบอล F.A.CUP นั้นไม่ได้สนใจการจัดอันดับผลการแข่งขัน (Ranking) แต่จะสนใจเพียงทีมที่เป็นแชมป์เท่านั้น เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม จะเห็นว่าแต่ละอันดับผลการแข่งขันมีความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องวัดระดับความสัมพันธ์ดังกล่าวแบบถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขัน
6. กำหนดคะแนนความสามารถ (Performance score ; PS) เป็นตัวเลขให้แต่ละทีมเพื่อใช้จัดอันดับคะแนนความสามารถ หากในการแข่งขัน ทีม A มีคะแนนความสามารถเป็น 212 แข่งกับทีม B มีคะแนนความสามารถเป็น 210 ผลที่ออกมาคือทีม A แพ้ทีม B จะทำให้อันดับของทีม B สูงกว่าทีม A จากเหตุการณ์ที่ยกตัวอย่างข้างต้น จึงทำการให้อันดับคะแนนความสามารถของทีมแบบแบ่งช่วงของค่า PS 2 แบบคือ 4 ระดับ และ 8 ระดับ เพื่อทำการแก้ปัญหาความแตกต่างของคะแนนความสามารถทีมกรณีที่แต่ละทีมมีค่า PS ต่างกันไม่มาก

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สร้างทีมขึ้นมาจำนวน 140 ทีม โดยมาจาก TPL จำนวน 18 ทีม, D1 จำนวน 18 ทีม, D2 จำนวน 77 ทีม, ทีมสมัครเล่น จำนวน 27 ทีม พร้อมทั้งจัดให้อยู่ตามลีกต่างๆที่มีค่า PS ดังนี้

ทีมอยู่ในลีก	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4	กรณีที่ 5
	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง	ค่า PS อยู่ในช่วง
TPL	U[1 , 250]	U[175 , 250]	U[175 , 250]	U[175 , 250]	U[175 , 250]
D1	U[1 , 250]	U[125 , 200]	U[125 , 200]	U[125 , 200]	U[125 , 200]
D2	U[1 , 250]	U[75 , 150]	U[75 , 150]	U[75 , 150]	U[75 , 150]
Amateur	U[1 , 250]	U[1 , 100]	U[1 , 150]	U[1 , 200]	U[1 , 250]

2. เตรียมทีมที่จะเข้าแข่งขันตั้งแต่ Qualifying round จนถึง Final round โดย
   - สุ่มทีมลงแข่งในรอบ Qualifying round โดยสุ่มจากลีก D2 และ Amateur มาจำนวน 40 ทีมตามขอบเขตของการศึกษาที่กำหนด
   - Stand by ทีมจาก D1 และ TPL ไว้ลงแข่งในรอบถัดไปตามที่กำหนดในโครงสร้างรอบการแข่งขัน
3. จำลองการแข่งขันตั้ง Qualifying round จนถึง Final round
4. เก็บทีมเพื่อไว้ใช้จัดอันดับผลการแข่งขัน โดยเริ่มตั้งแต่รอบ Round 3 จนถึงรอบ Final
5. ทำการจัดอันดับการแข่งขัน ทั้ง 4 แบบ คือ จัดอันดับ 4 ทีม, 8 ทีม, 16 ทีม และมากกว่า 30 ทีม ตามลำดับ
6. คำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีมจากสูตร

   <u>กรณีไม่มีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขัน</u>

$$r_S = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{(n-1)s_x s_y}$$

โดยที่

r_S คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน

x_i คือ อันดับผลการแข่งขันที่ i

y_i คือ อันดับที่ i ของคะแนนความสามารถของทีม

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยอันดับผลการแข่งขัน

$\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ยอันดับคะแนนความสามารถของทีม

s_x คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอันดับผลการแข่งขัน

s_y คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอันดับคะแนนความสามารถของทีม

n คือ จำนวนทีมในการจัดอันดับผลการแข่งขัน

<u>กรณีถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขัน</u>

$$r_S = corr(x, y; w) = \frac{\text{cov}(x, y; w)}{\sqrt{\text{cov}(x, x; w)\,\text{cov}(y, y; w)}}$$

โดยที่

$m(x; w) = \frac{\sum_i x_i w_i}{\sum_i w_i}$ คือ ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

$\text{cov}(x, y; w) = \frac{\sum_i w_i (x_i - m(x; w))(y_i - m(y; w))}{\sum_i w_i}$ คือ ความแปรปรวนร่วมแบบถ่วงน้ำหนัก

w_i คือ ค่าน้ำหนักของข้อมูลในแต่ละอันดับข้อมูลที่ i โดยต้องมีขนาดเท่ากับ n

7. เก็บค่า r_S จนครบ 10,000 ค่าในแต่ละสถานการณ์ โดยมีเงื่อนไข คือ เมื่อใดที่อันดับแบบช่วงของค่า PS มีค่าเท่ากันในทุกอันดับผลการแข่งขัน จะทำให้ไม่สามารถหาค่า r_S ได้ เพราะค่า S_y จะเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้ แต่จะมีโอกาสเกิดน้อยมาก จึงให้ความหมายกรณีที่เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีม จึงให้ค่า r_S เป็นศูนย์
8. คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า r_S
9. สรุปผลการศึกษา

จากขั้นตอนการดำเนินงานที่กล่าวมา ทำให้ได้สถานการณ์ที่จะจำลองในแต่ละโครงสร้างรอบการแข่งขันรวมทั้งหมด 20 สถานการณ์ และมีรายละเอียดดังนี้

<u>สถานการณ์ที่ 1 – 10 ทำการจำลองภายใต้โครงสร้างรอบการแข่งขันที่ใช้ในปัจจุบัน</u>

สถานการณ์ที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 2 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 3 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 4 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 5 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 6 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 7 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 8 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 9 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 10 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

<u>สถานการณ์ที่ 11 – 20 ทำการจำลองภายใต้โครงสร้างรอบการแข่งขันที่แนะนำ</u>

สถานการณ์ที่ 11 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 12 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 13 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 14 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 15 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 16 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

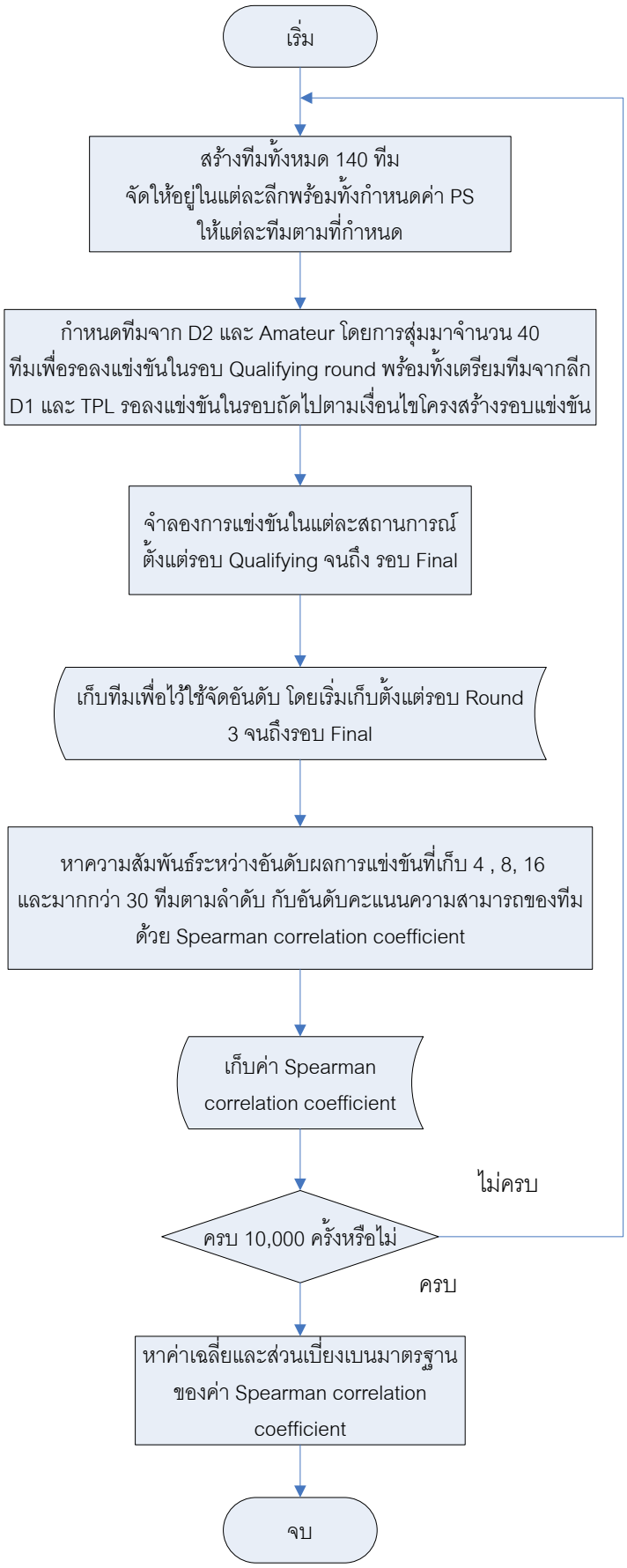
สถานการณ์ที่ 17 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 18 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 19 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

สถานการณ์ที่ 20 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

ในแต่ละสถานการณ์จะมีผังการดำเนินงานวิจัยดังนี้


เริ่ม
สร้างทีมทั้งหมด 140 ทีม
จัดให้อยู่ในแต่ละลีกพร้อมทั้งกำหนดค่า PS
ให้แต่ละทีมตามที่กำหนด
กำหนดทีมจาก D2 และ Amateur โดยการสุ่มมาจำนวน 40
ทีมเพื่อรอลงแข่งขันในรอบ Qualifying round พร้อมทั้งเตรียมทีมจากลีก
D1 และ TPL รอลงแข่งขันในรอบถัดไปตามเงื่อนไขโครงสร้างรอบแข่งขัน
จำลองการแข่งขันในแต่ละสถานการณ์
ตั้งแต่รอบ Qualifying จนถึง รอบ Final
เก็บทีมเพื่อไว้ใช้จัดอันดับ โดยเริ่มเก็บตั้งแต่รอบ Round
3 จนถึงรอบ Final
หาความสัมพันธ์ระหว่างอันดับผลการแข่งขันที่เก็บ 4 , 8, 16
และมากกว่า 30 ทีมตามลำดับ กับอันดับคะแนนความสามารถของทีม
ด้วย Spearman correlation coefficient
เก็บค่า Spearman
correlation coefficient
ไม่ครบ
ครบ 10,000 ครั้งหรือไม่
ครบ
หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของค่า Spearman correlation
coefficient
จบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) สร้างเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างรอบการแข่งขันโดยรวม (2) ศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ เพื่อยืนยันถึงความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวม ทำการจำลองผลการแข่งขันเพื่อหาค่า r_S โดยเฉลี่ยในแต่ละสถานการณ์ทั้ง 20 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 10,000 ครั้ง ด้วยโปรแกรม R

ค่า r_S โดยเฉลี่ยที่แสดงในแต่ละตารางมีทิศทางเป็นลบ เกิดจากอันดับผลการแข่งขันผกผันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีม และผลการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน

ตารางที่ 4.1.1 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกันและให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.206 (0.54)	-0.228 (0.35)	-0.252 (0.24)	-0.276 (0.16)
M2	-0.216 (0.54)	-0.257 (0.37)	-0.300 (0.27)	-0.348 (0.19)
M3	-0.222 (0.57)	-0.249 (0.37)	-0.271 (0.25)	-0.297 (0.16)
M4	-0.231 (0.58)	-0.262 (0.44)	-0.263 (0.41)	-0.263 (0.41)

ตารางที่ 4.1.2 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 2 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.150 (0.55)	-0.177 (0.35)	-0.223 (0.23)	-0.277 (0.14)
M2	-0.169 (0.55)	-0.218 (0.36)	-0.282 (0.26)	-0.363 (0.18)
M3	-0.175 (0.57)	-0.209 (0.37)	-0.250 (0.25)	-0.308 (0.16)
M4	-0.189 (0.59)	-0.232 (0.44)	-0.240 (0.41)	-0.240 (0.41)

ตารางที่ 4.1.3 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 3 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.115 (0.55)	-0.136 (0.37)	-0.152 (0.24)	-0.161 (0.16)
M2	-0.126 (0.55)	-0.162 (0.39)	-0.196 (0.28)	-0.228 (0.21)
M3	-0.131 (0.57)	-0.154 (0.39)	-0.172 (0.26)	-0.184 (0.17)
M4	-0.141 (0.59)	-0.168 (0.47)	-0.171 (0.44)	-0.171 (0.44)

ตารางที่ 4.1.4 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 4 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.136 (0.55)	-0.147 (0.36)	-0.161 (0.24)	-0.174 (0.16)
M2	-0.150 (0.55)	-0.181 (0.38)	-0.213 (0.28)	-0.247 (0.20)
M3	-0.156 (0.58)	-0.172 (0.38)	-0.183 (0.26)	-0.198 (0.17)
M4	-0.166 (0.60)	-0.194 (0.45)	-0.196 (0.42)	-0.196 (0.42)

ตารางที่ 4.1.5 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 5 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.111 (0.55)	-0.127 (0.36)	-0.138 (0.24)	-0.150 (0.16)
M2	-0.123 (0.55)	-0.155 (0.38)	-0.183 (0.28)	-0.213 (0.21)
M3	-0.131 (0.58)	-0.148 (0.38)	-0.159 (0.26)	-0.170 (0.17)
M4	-0.141 (0.60)	-0.167 (0.47)	-0.168 (0.44)	-0.168 (0.44)

ตารางที่ 4.1.6 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 6 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.131 (0.56)	-0.133 (0.36)	-0.151 (0.24)	-0.158 (0.16)
M2	-0.143 (0.56)	-0.168 (0.38)	-0.200 (0.28)	-0.228 (0.20)
M3	-0.149 (0.58)	-0.160 (0.38)	-0.172 (0.26)	-0.180 (0.17)
M4	-0.159 (0.60)	-0.185 (0.45)	-0.187 (0.42)	-0.187 (0.42)

ตารางที่ 4.1.7 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 7 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.107 (0.55)	-0.126 (0.36)	-0.136 (0.24)	-0.143 (0.16)
M2	-0.125 (0.55)	-0.162 (0.38)	-0.185 (0.28)	-0.209 (0.21)
M3	-0.133 (0.57)	-0.153 (0.39)	-0.159 (0.26)	-0.164 (0.18)
M4	-0.147 (0.59)	-0.182 (0.46)	-0.184 (0.44)	-0.184 (0.44)

ตารางที่ 4.1.8 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 8 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.118 (0.56)	-0.132 (0.36)	-0.148 (0.24)	-0.154 (0.16)
M2	-0.134 (0.56)	-0.166 (0.38)	-0.195 (0.28)	-0.222 (0.21)
M3	-0.142 (0.58)	-0.157 (0.38)	-0.168 (0.26)	-0.175 (0.17)
M4	-0.154 (0.60)	-0.183 (0.45)	-0.185 (0.42)	-0.185 (0.42)

ตารางที่ 4.1.9 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 9 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

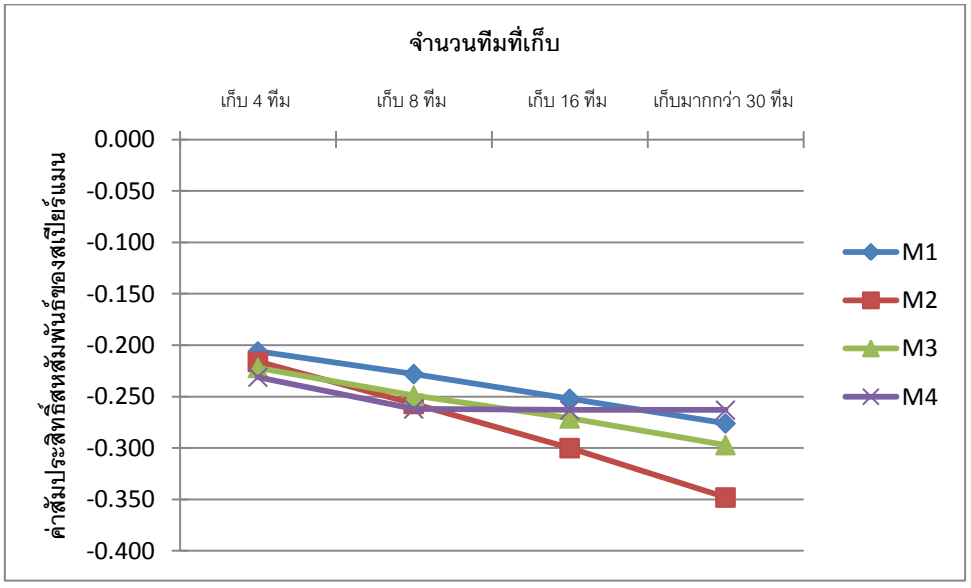
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.117 (0.55)	-0.124 (0.36)	-0.135 (0.24)	-0.144 (0.16)
M2	-0.131 (0.55)	-0.156 (0.39)	-0.180 (0.28)	-0.206 (0.21)
M3	-0.138 (0.57)	-0.145 (0.39)	-0.154 (0.26)	-0.165 (0.17)
M4	-0.149 (0.59)	-0.171 (0.47)	-0.172 (0.44)	-0.172 (0.44)

ตารางที่ 4.1.10 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 10 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

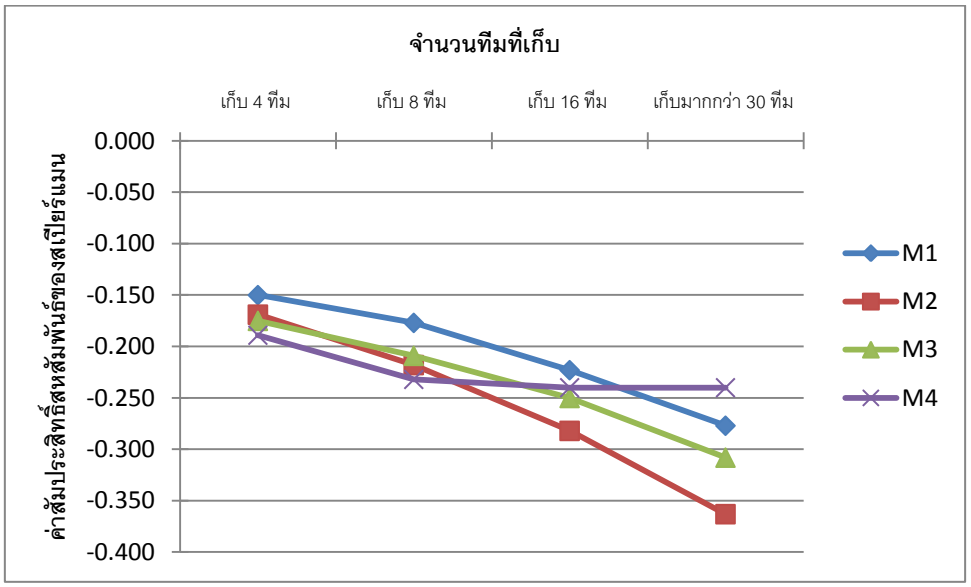
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.128 (0.55)	-0.145 (0.36)	-0.152 (0.24)	-0.155 (0.16)
M2	-0.142 (0.56)	-0.174 (0.38)	-0.199 (0.28)	-0.223 (0.21)
M3	-0.149 (0.58)	-0.166 (0.38)	-0.171 (0.26)	-0.177 (0.17)
M4	-0.160 (0.60)	-0.185 (0.46)	-0.185 (0.43)	-0.185 (0.43)

ใช้ค่า r_S ในแต่ละตารางมาทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขัน และการให้อันดับคะแนนความสามารถของทีมแบบต่างๆ ด้วยรูปดังนี้

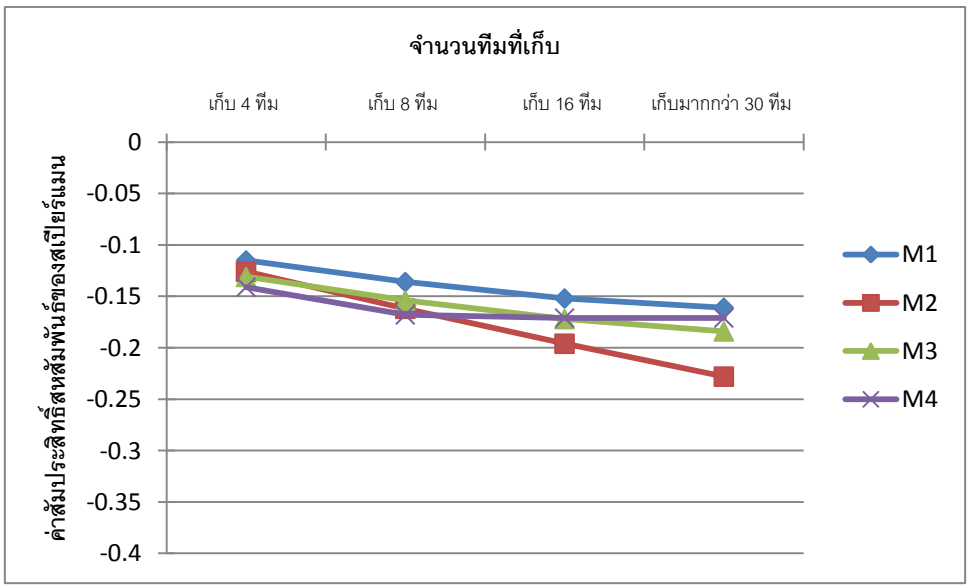
รูปที่ 4.1.1 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



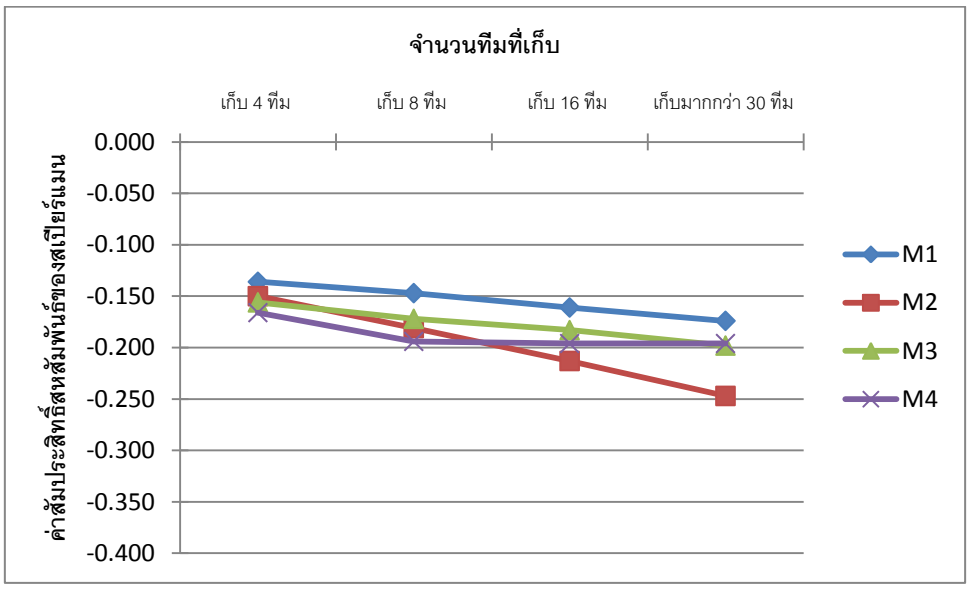
<u>รูปที่ 4.1.2</u> กราฟแสดงค่า r_s ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 2 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



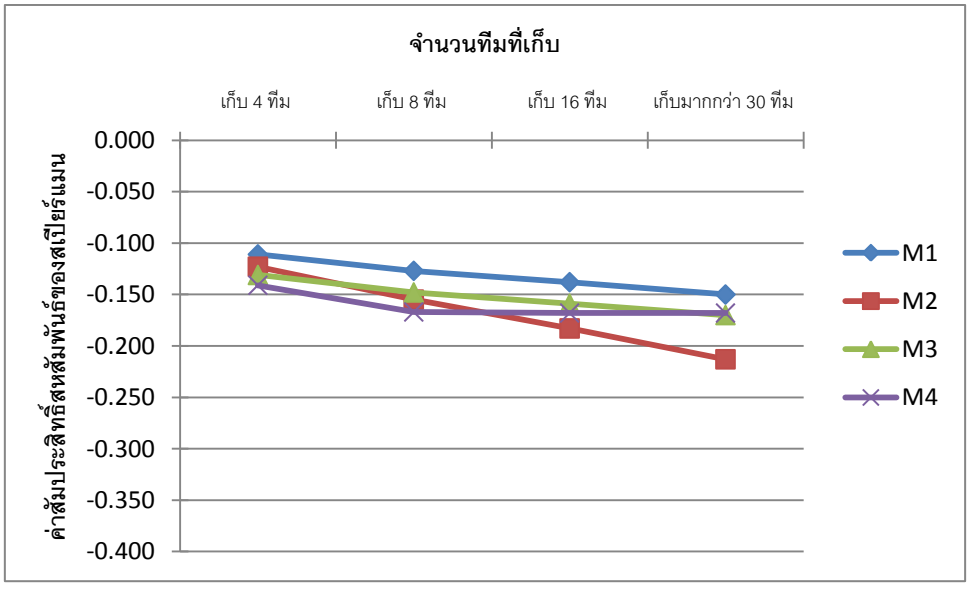
<u>รูปที่ 4.1.3</u> กราฟแสดงค่า r_s ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 3 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



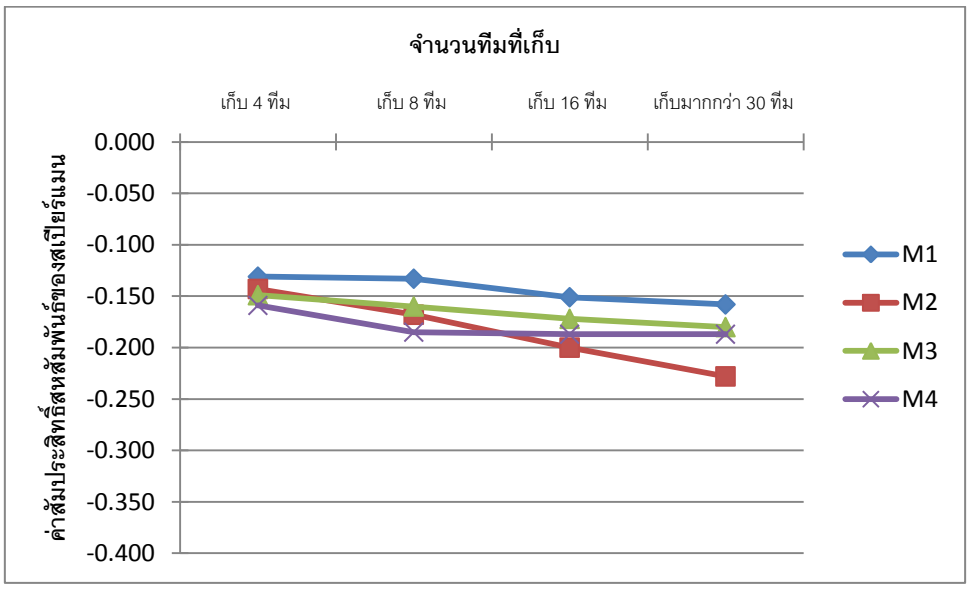
<u>รูปที่ 4.1.4</u> กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 4 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



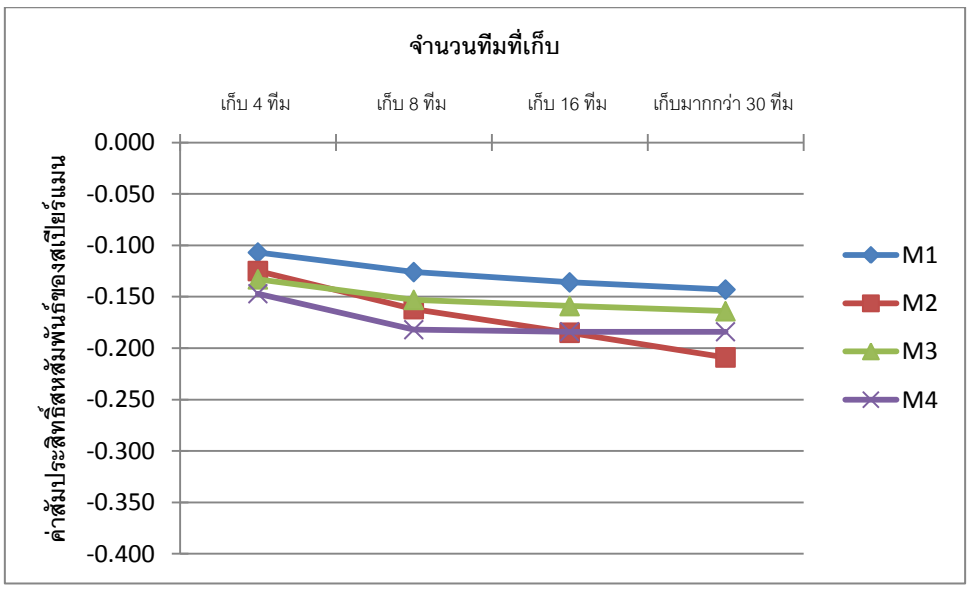
<u>รูปที่ 4.1.5</u> กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 5 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



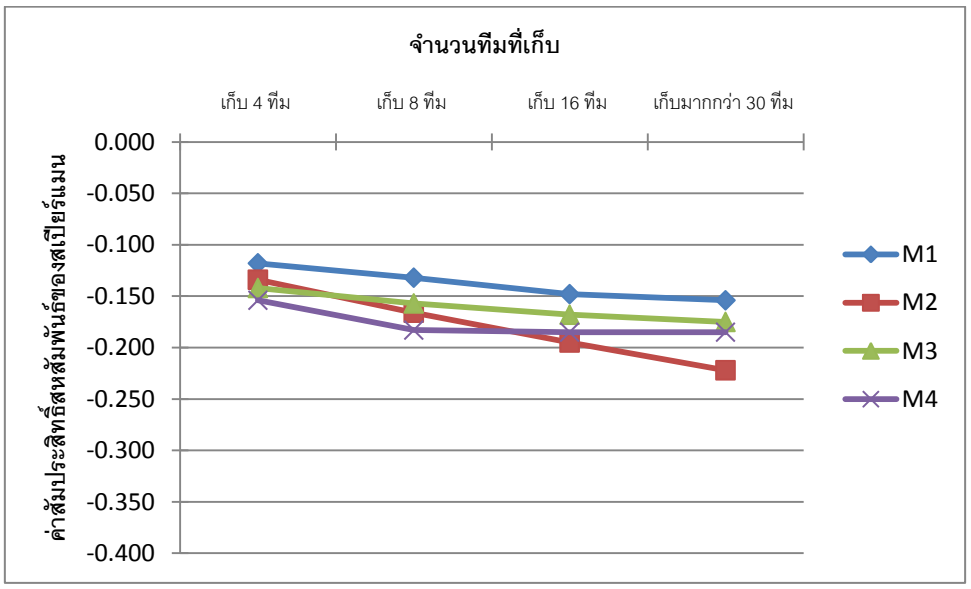
รูปที่ 4.1.6 กราฟแสดงค่า r_s ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 6 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



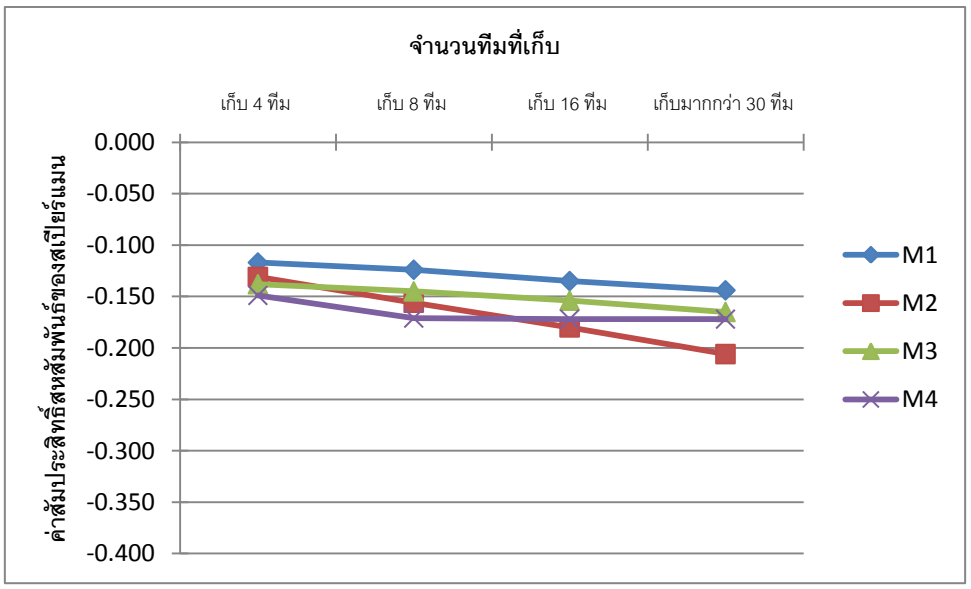
รูปที่ 4.1.7 กราฟแสดงค่า r_s ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 7 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



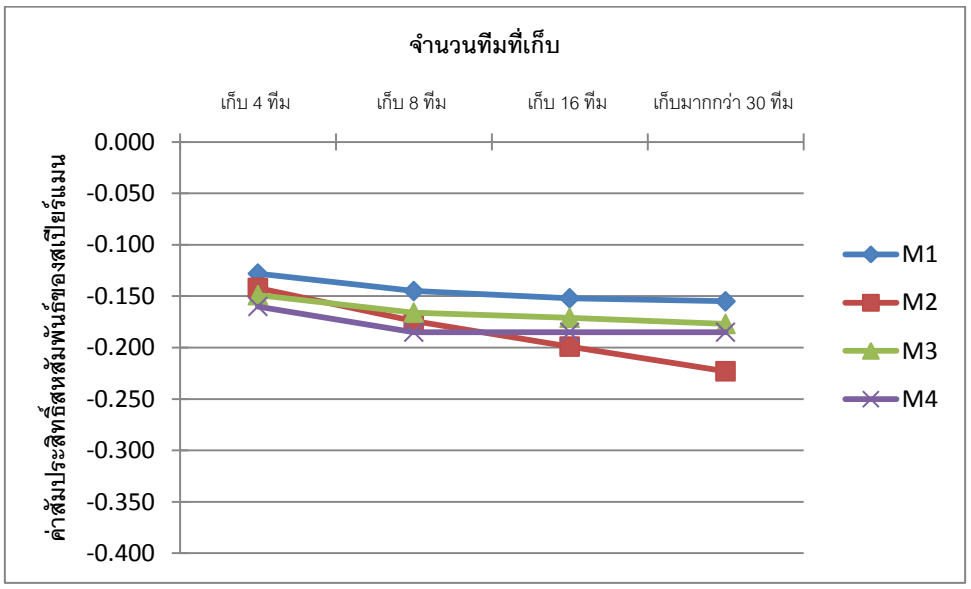
รูปที่ 4.1.8 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 8 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



รูปที่ 4.1.9 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 9 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



<u>รูปที่ 4.1.10</u> กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 10 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



จากตารางและรูปที่ 4.1.1 – 4.1.10 ได้ข้อสรุปที่น่าสนใจดังนี้

1. โดยเฉลี่ยแล้ววิธีการให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) จะให้ค่า r_S สูงที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ และแปรผันตามกับจำนวนทีมที่เก็บเพื่อจัดอันดับผลการแข่งขัน กล่าวคือ เมื่อเก็บจำนวนทีมที่เก็บเพิ่มขึ้น ค่า r_S ที่วัดได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย
2. โดยเฉลี่ยแล้วการแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ จะให้ค่า r_S สูงกว่าแบบแบ่ง 4 ระดับ ทั้งนี้เกิดจากการแบ่งช่วงที่ละเอียดขึ้น ทำให้สามารถจัดกลุ่มของอันดับได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น

จากข้อสรุปข้างต้น เมื่อเลือกใช้วิธีการให้น้ำหนักแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ จึงทำการเปรียบเทียบการกำหนดคะแนนความสามารถของทีมทั้ง 5 กรณี มีผลดังนี้

กรณีที่ 1 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน

กรณีที่ 2 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน)

กรณีที่ 3 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2

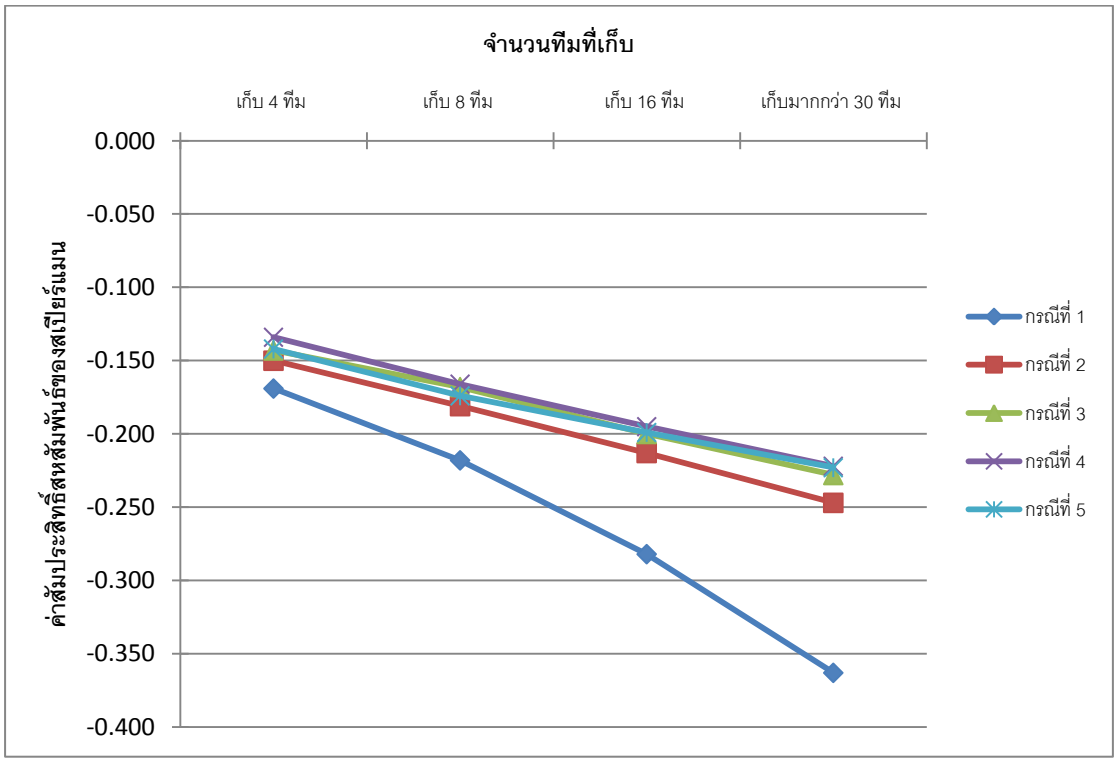
กรณีที่ 4 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1

กรณีที่ 5 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก

ตารางที่ 4.1.11 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ

สถานการณ์ที่ 1				
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
กรณีที่ 1	-0.169 (0.55)	-0.218 (0.36)	-0.282 (0.26)	-0.363 (0.18)
กรณีที่ 2	-0.150 (0.55)	-0.181 (0.38)	-0.213 (0.28)	-0.247 (0.20)
กรณีที่ 3	-0.143 (0.56)	-0.168 (0.38)	-0.200 (0.28)	-0.228 (0.20)
กรณีที่ 4	-0.134 (0.56)	-0.166 (0.38)	-0.195 (0.28)	-0.222 (0.21)
กรณีที่ 5	-0.142 (0.56)	-0.174 (0.38)	-0.199 (0.28)	-0.223 (0.21)

รูปที่ 4.1.11 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ



จากรูปที่ 4.1.11 พบว่าการกำหนดค่า PS กรณีที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน มีค่า r_S โดยเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีที่ 2 – 5 แต่เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อสถานการณ์ในการจำลอง โดยต้องการจำลองสถานการณ์ให้มีความใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในประเทศมากที่สุด จึงทำการพิจารณาการกำหนดค่า PS แต่ละลีกให้มีคะแนนความสามารถแตกต่างกันดังกรณีที่ 2 – 5 ได้ข้อสรุปว่า การกำหนดค่า PS กรณีที่ 2 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน)ให้ค่า r_S โดยเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีที่ 3 – 5 ด้วยเหตุผลที่แสดงทั้งหมดนี้ทำให้สรุปผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันได้ว่า การกำหนดค่า PS กรณีที่ 2 เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ ทำให้ได้ค่า r_S โดยเฉลี่ยเหมาะสมต่อการใช้เป็นเกณฑ์อย่างง่ายในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมมากที่สุด

4.2 ผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ

ตารางที่ 4.2.1 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 11 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.183 (0.55)	-0.214 (0.35)	-0.242 (0.24)	-0.267 (0.16)
M2	-0.194 (0.55)	-0.243 (0.37)	-0.293 (0.27)	-0.343 (0.20)
M3	-0.202 (0.57)	-0.236 (0.37)	-0.263 (0.25)	-0.287 (0.17)
M4	-0.211 (0.59)	-0.247 (0.44)	-0.250 (0.41)	-0.250 (0.41)

ตารางที่ 4.2.2 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 12 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.158 (0.56)	-0.196 (0.35)	-0.240 (0.23)	-0.290 (0.15)
M2	-0.161 (0.56)	-0.215 (0.37)	-0.286 (0.25)	-0.365 (0.18)
M3	-0.165 (0.58)	-0.212 (0.38)	-0.261 (0.24)	-0.313 (0.16)
M4	-0.168 (0.60)	-0.206 (0.45)	-0.213 (0.42)	-0.213 (0.41)

ตารางที่ 4.2.3 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 13 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.107 (0.55)	-0.111 (0.37)	-0.125 (0.25)	-0.137 (0.17)
M2	-0.118 (0.55)	-0.136 (0.39)	-0.163 (0.29)	-0.191 (0.22)
M3	-0.125 (0.57)	-0.130 (0.39)	-0.142 (0.27)	-0.154 (0.18)
M4	-0.134 (0.59)	-0.150 (0.48)	-0.151 (0.45)	-0.151 (0.44)

ตารางที่ 4.2.4 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 14 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.113 (0.56)	-0.126 (0.36)	-0.130 (0.25)	-0.141 (0.17)
M2	-0.124 (0.56)	-0.151 (0.39)	-0.173 (0.29)	-0.199 (0.22)
M3	-0.129 (0.59)	-0.146 (0.39)	-0.150 (0.26)	-0.159 (0.18)
M4	-0.138 (0.60)	-0.161 (0.46)	-0.162 (0.43)	-0.162 (0.43)

ตารางที่ 4.2.5 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 15 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.096 (0.52)	-0.109 (0.36)	-0.126 (0.24)	-0.138 (0.17)
M2	-0.122 (0.52)	-0.158 (0.38)	-0.180 (0.28)	-0.204 (0.22)
M3	-0.132 (0.54)	-0.145 (0.38)	-0.150 (0.26)	-0.157 (0.18)
M4	-0.152 (0.55)	-0.196 (0.45)	-0.200 (0.42)	-0.200 (0.42)

ตารางที่ 4.2.6 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 16 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.122 (0.56)	-0.133 (0.36)	-0.141 (0.25)	-0.153 (0.17)
M2	-0.136 (0.56)	-0.163 (0.38)	-0.189 (0.28)	-0.216 (0.21)
M3	-0.143 (0.58)	-0.156 (0.38)	-0.162 (0.26)	-0.171 (0.18)
M4	-0.154 (0.60)	-0.176 (0.46)	-0.178 (0.43)	-0.178 (0.43)

ตารางที่ 4.2.7 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 17 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.090 (0.54)	-0.094 (0.37)	-0.106 (0.25)	-0.121 (0.17)
M2	-0.096 (0.55)	-0.113 (0.39)	-0.138 (0.29)	-0.166 (0.22)
M3	-0.099 (0.57)	-0.107 (0.39)	-0.121 (0.27)	-0.135 (0.18)
M4	-0.104 (0.59)	-0.116 (0.48)	-0.117 (0.45)	-0.117 (0.45)

ตารางที่ 4.2.8 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 18 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.118 (0.56)	-0.127 (0.36)	-0.137 (0.24)	-0.147 (0.17)
M2	-0.132 (0.56)	-0.158 (0.38)	-0.183 (0.28)	-0.209 (0.22)
M3	-0.136 (0.59)	-0.149 (0.39)	-0.157 (0.26)	-0.166 (0.18)
M4	-0.147 (0.60)	-0.171 (0.46)	-0.172 (0.43)	-0.172 (0.43)

ตารางที่ 4.2.9 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 19 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ

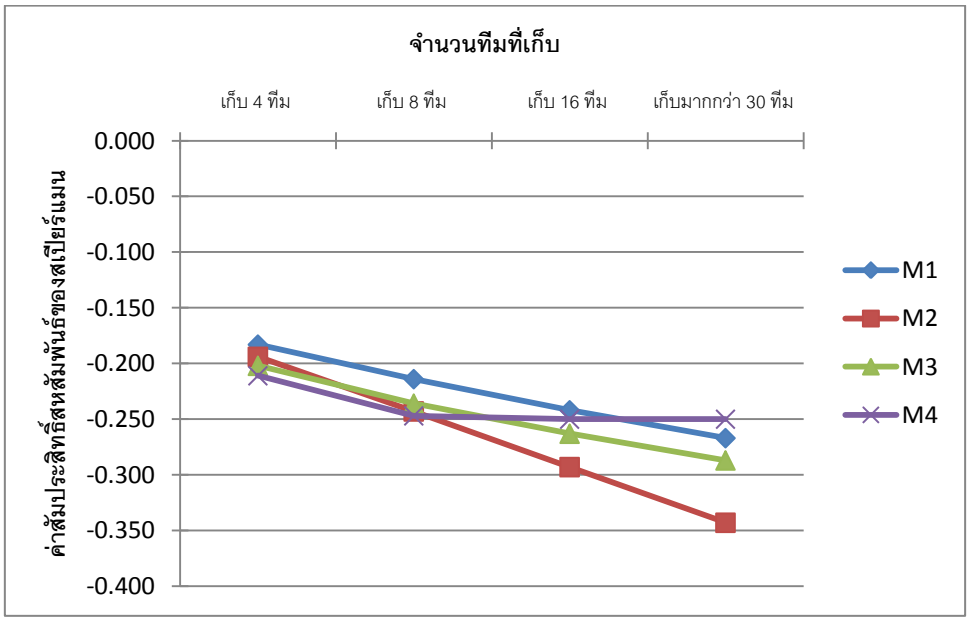
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.111 (0.54)	-0.115 (0.37)	-0.127 (0.25)	-0.133 (0.17)
M2	-0.112 (0.55)	-0.129 (0.39)	-0.159 (0.28)	-0.184 (0.22)
M3	-0.115 (0.57)	-0.125 (0.40)	-0.143 (0.26)	-0.150 (0.18)
M4	-0.117 (0.59)	-0.125 (0.47)	-0.127 (0.44)	-0.127 (0.44)

ตารางที่ 4.2.10 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 20 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ

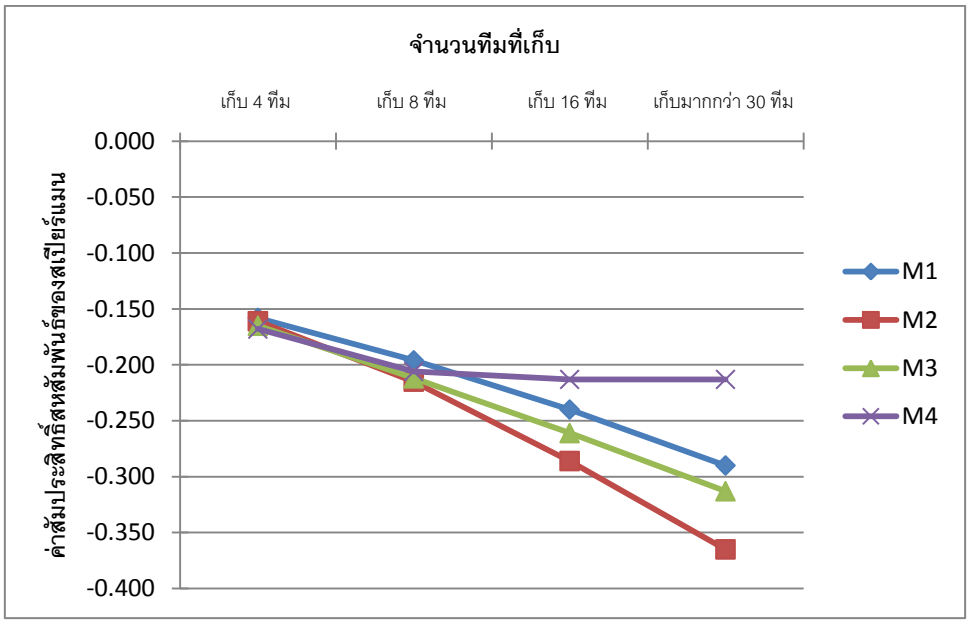
วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
M1	-0.112 (0.56)	-0.128 (0.36)	-0.129 (0.25)	-0.135 (0.17)
M2	-0.121 (0.56)	-0.154 (0.38)	-0.174 (0.28)	-0.195 (0.22)
M3	-0.128 (0.59)	-0.148 (0.38)	-0.151 (0.26)	-0.153 (0.18)
M4	-0.135 (0.61)	-0.160 (0.46)	-0.162 (0.43)	-0.162 (0.43)

ใช้ค่า r_S ในแต่ละตารางมาทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขัน และการให้อันดับคะแนนความสามารถของทีมแบบต่างๆ ด้วยรูปดังนี้

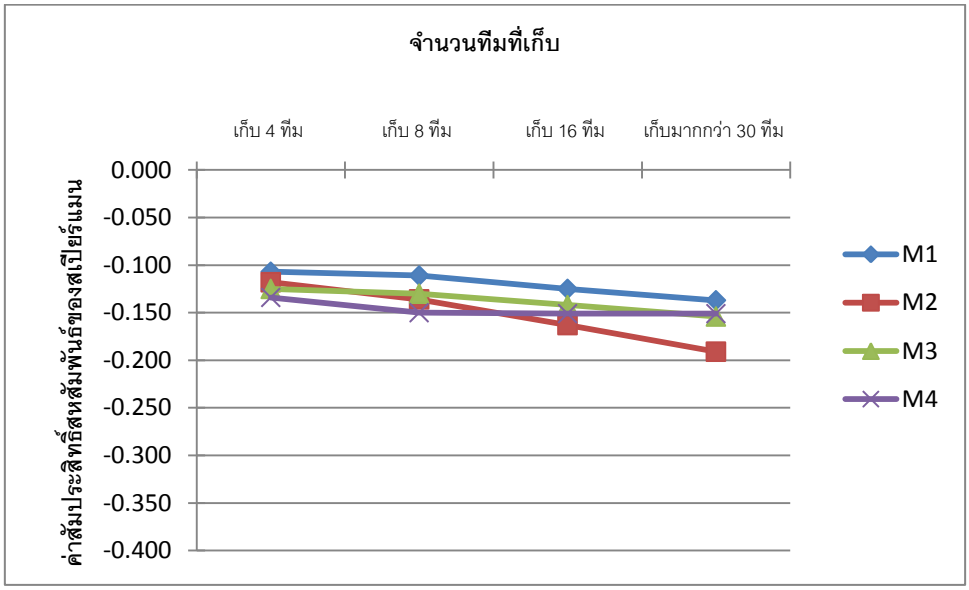
รูปที่ 4.2.1 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 11 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



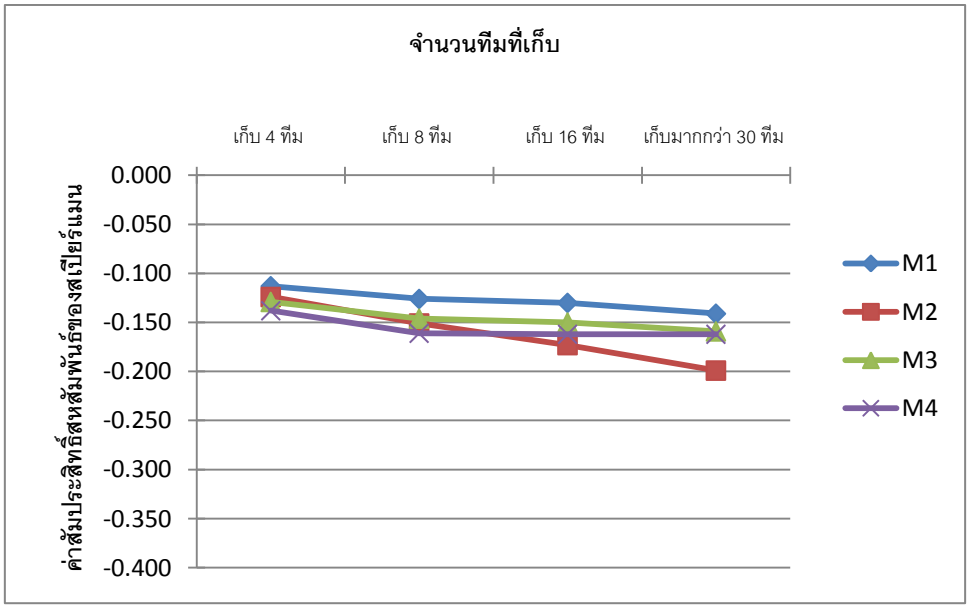
รูปที่ 4.2.2 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 12 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



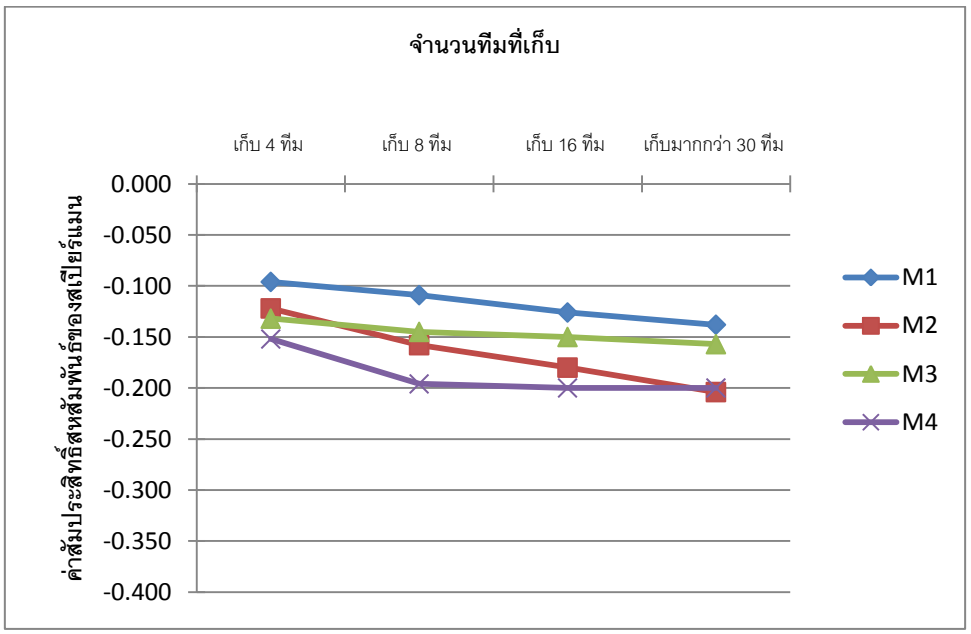
<u>รูปที่ 4.2.3</u> กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 13 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



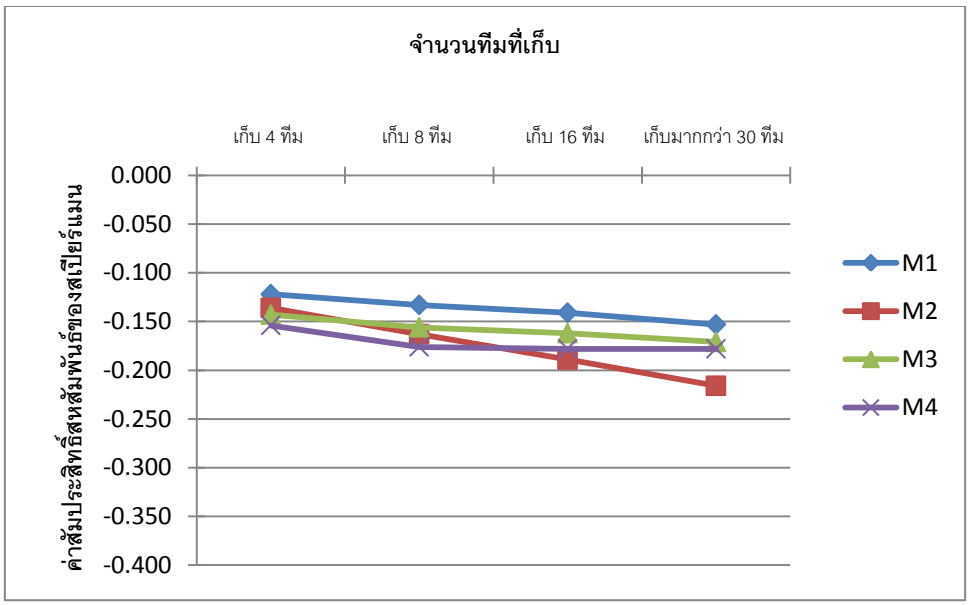
<u>รูปที่ 4.2.4</u> กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 14 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน) และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



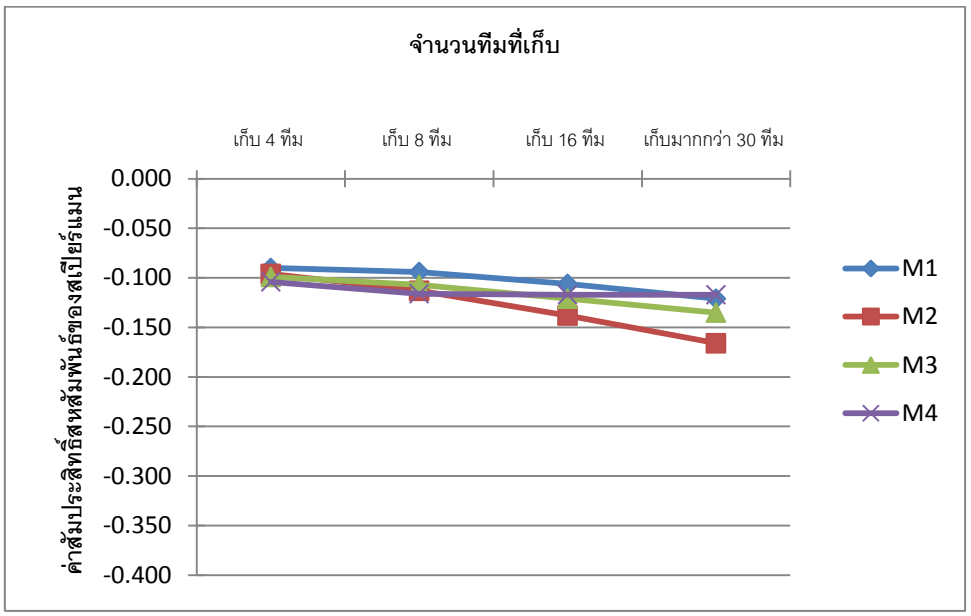
รูปที่ 4.2.5 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 15 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



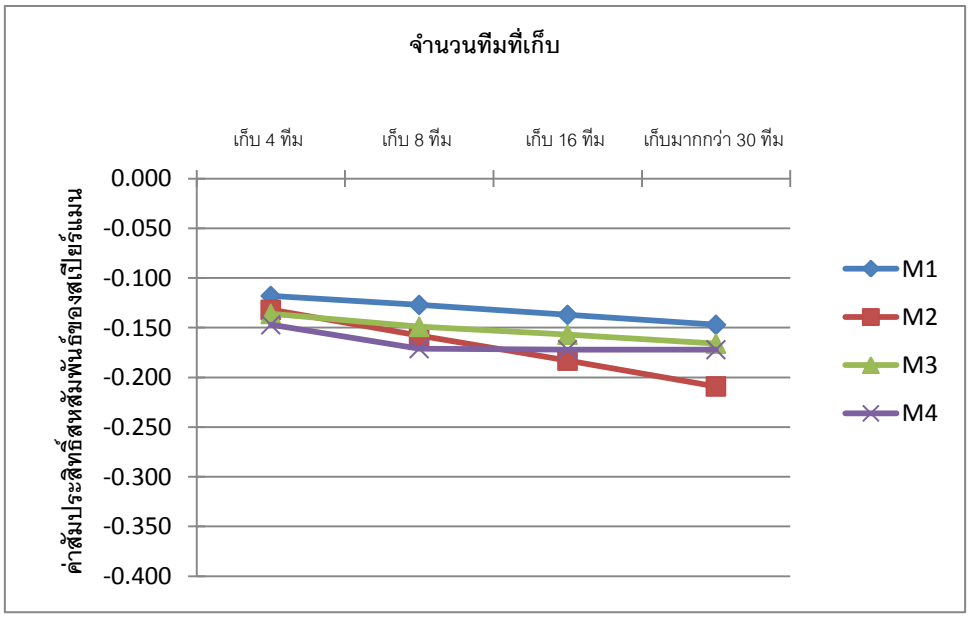
รูปที่ 4.2.6 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 16 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



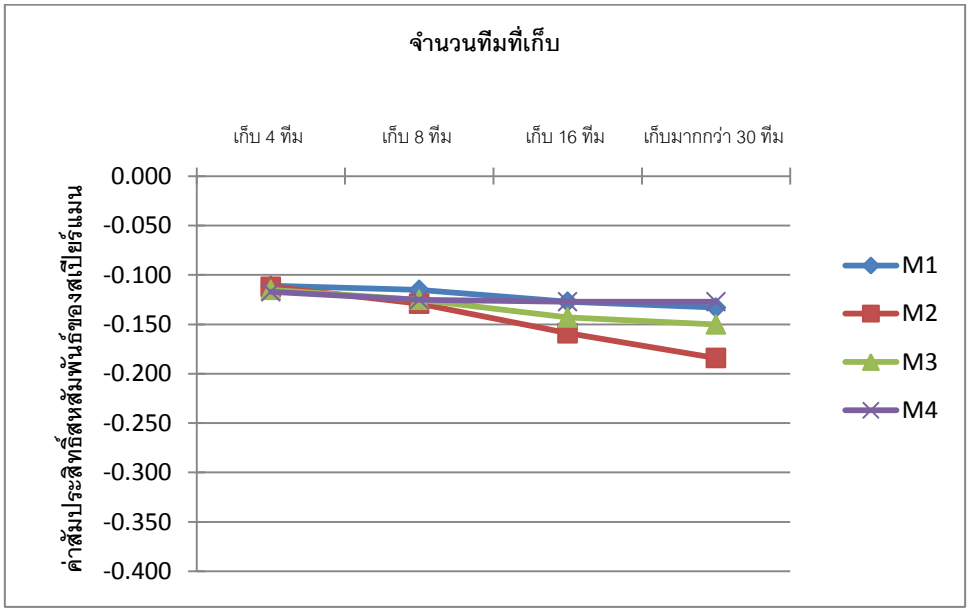
รูปที่ 4.2.7 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 17 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



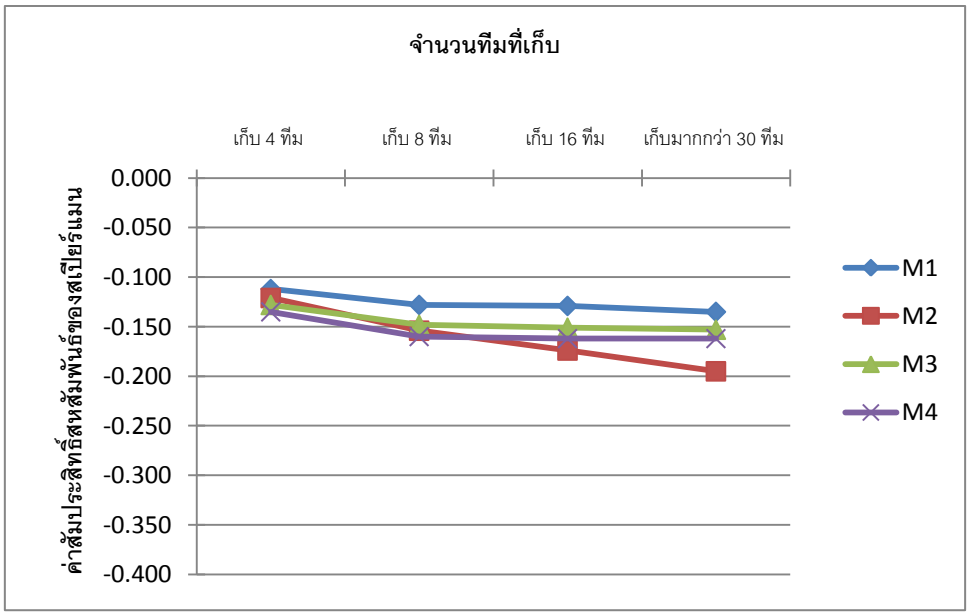
รูปที่ 4.2.8 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 18 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1 และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



รูปที่ 4.2.9 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 19 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 4 ระดับ



รูปที่ 4.2.10 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากสถานการณ์ที่ 20 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน โดยทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก และให้อันดับคะแนนความสามารถแบบแบ่ง 8 ระดับ



จากรูปที่ 4.2.1 – 4.2.10 ได้ข้อสรุปเช่นเดียวกับโครงสร้างที่ใช้ปัจจุบันดังนี้

1. โดยเฉลี่ยแล้ววิธีการให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) จะให้ค่า r_S สูงที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ และแปรผันตามกับจำนวนทีมที่เก็บเพื่อจัดอันดับผลการแข่งขัน กล่าวคือ เมื่อเก็บจำนวนทีมที่เก็บเพิ่มขึ้น ค่า r_S ที่วัดได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย
2. โดยเฉลี่ยแล้วการแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ จะให้ค่า r_S สูงกว่าแบบแบ่ง 4 ระดับ ทั้งนี้เกิดจากการแบ่งช่วงที่ละเอียดขึ้น ทำให้สามารถจัดกลุ่มของอันดับได้ใกล้เคียงกันมากขึ้น

จากข้อสรุปข้างต้น เมื่อเลือกใช้วิธีการให้น้ำหนักแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ จึงทำการเปรียบเทียบการกำหนดคะแนนความสามารถของทีมทั้ง 5 กรณี มีผลดังนี้

กรณีที่ 1 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน

กรณีที่ 2 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน (กรณีนี้ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในปัจจุบัน)

กรณีที่ 3 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 2

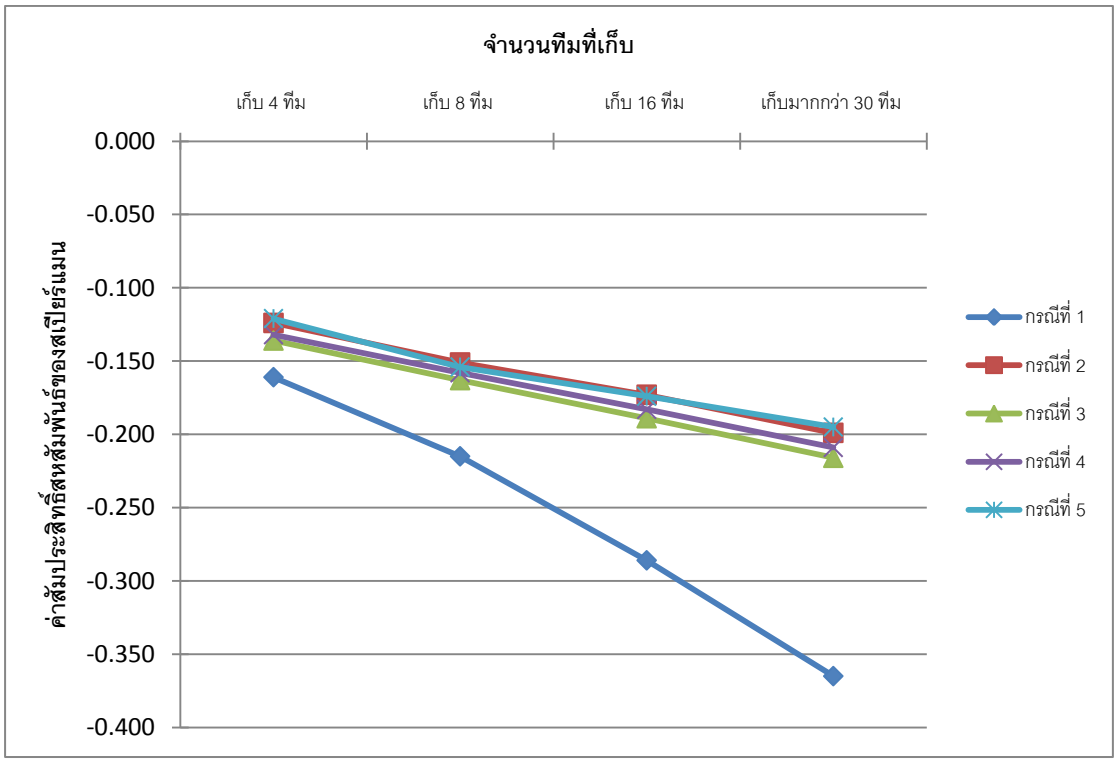
กรณีที่ 4 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในดิวิชั่น 1

กรณีที่ 5 หมายถึง แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถแตกต่างกัน และทีมสมัครเล่นมีความสามารถสูงสุดเทียบเท่ากับทีมที่อยู่ในไทยพรีเมียร์ลีก

ตารางที่ 4.2.11 แสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
กรณีที่ 1	-0.161 (0.56)	-0.215 (0.37)	-0.286 (0.25)	-0.365 (0.18)
กรณีที่ 2	-0.124 (0.56)	-0.151 (0.39)	-0.173 (0.29)	-0.199 (0.22)
กรณีที่ 3	-0.136 (0.56)	-0.163 (0.38)	-0.189 (0.28)	-0.216 (0.21)
กรณีที่ 4	-0.132 (0.56)	-0.158 (0.38)	-0.183 (0.28)	-0.209 (0.22)
กรณีที่ 5	-0.121 (0.56)	-0.154 (0.38)	-0.174 (0.28)	-0.195 (0.22)

รูปที่ 4.2.11 กราฟแสดงค่า r_S ที่เกิดจากการกำหนดค่า PS ทั้ง 5 กรณี เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ



จากรูปที่ 4.2.11 พบว่าการกำหนดค่า PS กรณีที่ 1 : แต่ละลีกมีคะแนนความสามารถไม่ต่างกัน มีค่า r_S โดยเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกรณีที่ 2 – 5 แต่เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อ

สถานการณ์ในการจำลอง โดยต้องการจำลองสถานการณ์ให้มีความใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในประเทศมากที่สุด จึงทำการพิจารณาการกำหนดค่า PS แต่ละลีกให้มีคะแนนความสามารถแตกต่างกันดังกรณีที่ 2 – 5 ได้ข้อสรุปว่า การกำหนดค่า PS กรณีที่ 2 – 5 นั้น ไม่ทำให้ค่า r_S โดยเฉลี่ยแตกต่างกันมากนัก ดังนั้นจึงเลือกการกำหนดค่า PS กรณีที่ 2 เพื่อให้ได้ผลการจำลองในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับวงการฟุตบอลในประเทศมากที่สุด ด้วยเหตุผลที่แสดงทั้งหมดนี้ทำให้สรุปผลการวิเคราะห์จากโครงสร้างที่แนะนำได้ว่า การกำหนดค่า PS กรณีที่ 2 เมื่อใช้การถ่วงน้ำหนักแบบ M2 และแบ่งช่วงของค่า PS 8 ระดับ ทำให้ได้ค่า r_S โดยเฉลี่ยเหมาะสมต่อการใช้เป็นเกณฑ์อย่างง่ายในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมมากที่สุด

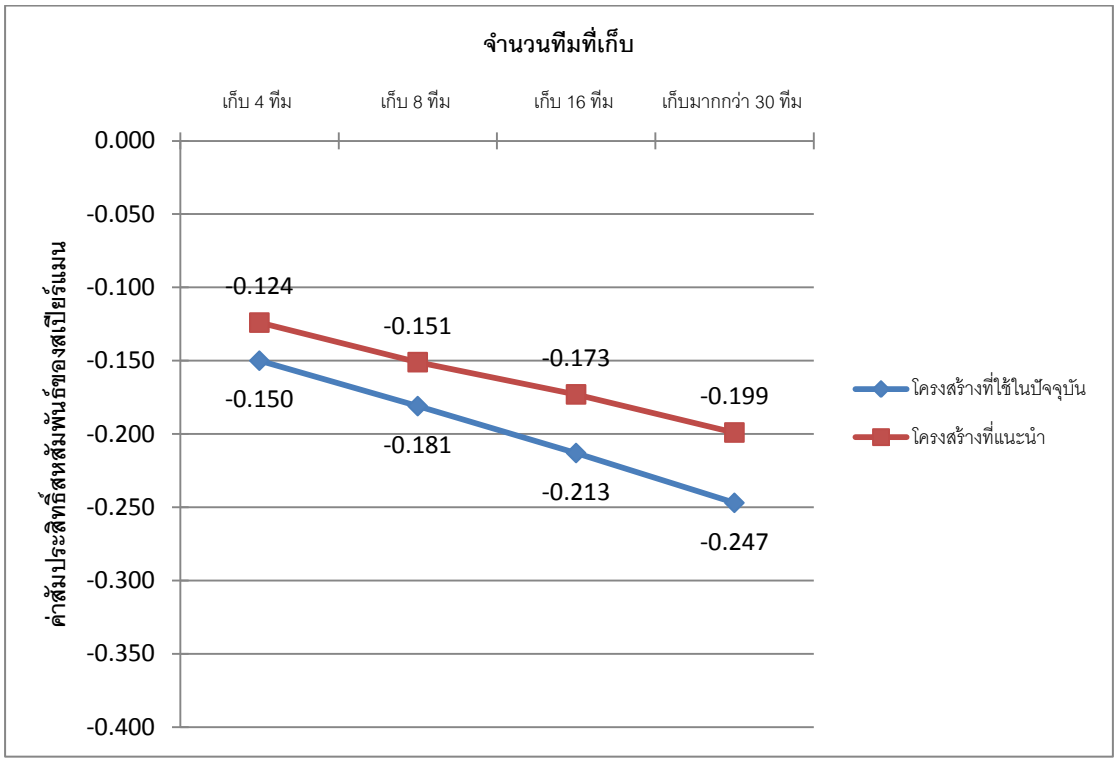
4.3 สรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่ใช้ในปัจจุบัน และโครงสร้างรอบการแข่งขันฟุตบอล F.A.CUP ที่แนะนำ

จากผลสรุปในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 ทำให้ได้ตารางที่ 4.3.1 และ รูปที่ 4.3.1 เพื่อใช้ศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ ได้ผลสรุปดังนี้

ตารางที่ 4.3.1 แสดงค่า r_S เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ

วิธีการถ่วงน้ำหนัก	ค่าเฉลี่ย(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	เก็บ 4 ทีม	เก็บ 8 ทีม	เก็บ 16 ทีม	เก็บมากกว่า 30 ทีม
โครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบัน	-0.150 (0.55)	-0.181 (0.38)	-0.213 (0.28)	-0.247 (0.20)
โครงสร้างที่แนะนำ	-0.124 (0.56)	-0.151 (0.39)	-0.173 (0.29)	-0.199 (0.22)

<u>รูปที่ 4.3.1</u> กราฟแสดงค่า r_S เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำ



จากรูปที่ 4.3.1 พบว่า ไม่ว่าจะเก็บจำนวนทีมที่สนใจเป็นเท่าใด ค่า r_S โดยเฉลี่ยของโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันก็มีค่าสูงกว่าค่า r_S โดยเฉลี่ยของโครงสร้างที่แนะนำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- หากจัดอันดับผลการแข่งขัน 4 ทีม ค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่แนะนำเท่ากับ -0.124 มีค่าน้อยกว่าค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่ใช้ปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.150 คิดเป็น 17.33 %
- หากจัดอันดับผลการแข่งขัน 8 ทีม ค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่แนะนำเท่ากับ -0.151 มีค่าน้อยกว่าค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่ใช้ปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.181 คิดเป็น 16.58 %
- หากจัดอันดับผลการแข่งขัน 16 ทีม ค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่แนะนำเท่ากับ -0.173 มีค่าน้อยกว่าค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่ใช้ปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.213 คิดเป็น 18.78 %
- หากจัดอันดับผลการแข่งขันมากกว่า 30 ทีม ค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่แนะนำเท่ากับ -0.199 มีค่าน้อยกว่าค่า r_S โดยเฉลี่ยโครงสร้างที่ใช้ปัจจุบันซึ่งมีค่าเท่ากับ -0.247 คิดเป็น 19.43 %

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

เครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมตามที่นิยามนั้น จะเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนแบบถ่วงน้ำหนักโดยให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) และใช้การให้อันดับคะแนนความสามารถของทีมแบบแบ่งช่วงของค่าPS 8 ระดับ เพราะเป็นเกณฑ์ที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนโดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าการเลือกเกณฑ์แบบอื่นๆ

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันกับโครงสร้างที่แนะนำนั้น พบว่าโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันมีความเหมาะสมในการนำมาใช้จัดการแข่งขันมากว่าโครงสร้างที่แนะนำ เพราะค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนที่วัดได้จากโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันเมื่อมีการเก็บจำนวนทีมในการจัดอันดับ 4 ทีม, 8 ทีม, 16 ทีม และมากกว่า 30 ทีมมีค่าเท่ากับ -0.150, -0.181, -0.213 และ -0.247 ซึ่งสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนที่วัดได้จากโครงสร้างที่แนะนำ สามารถให้ความหมายทางสถิติได้ว่าอันดับผลการแข่งขันมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอันดับคะแนนความสามารถของทีม กล่าวคือมีความเป็นไปได้ว่าทีมที่ได้อันดับที่ 1 เป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถสูงที่สุด และทีมที่ได้อันดับ 2 หรือ 3 เป็นทีมที่มีคะแนนความสามารถรองลงมาตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงสร้างที่ใช้ในปัจจุบันมีความยุติธรรมของผลการแข่งขันและโครงสร้างการแข่งขันโดยรวมมากกว่าโครงสร้างที่แนะนำ อีกทั้งยังพบว่าโครงสร้างรอบการแข่งขันที่ใช้ในปัจจุบันนั้นจะเกิดความไม่เหมาะก็ต่อเมื่อมีทีมสมัครเล่นที่มีความสามารถสูงๆ จำนวนมาก

5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่วัดได้จากแต่ละโครงสร้างรอบการแข่งขันมีขนาดโดยประมาณ 0.2 หากใช้เกณฑ์วัดระดับความสัมพันธ์ที่ใช้กันทั่วไปอาจถือว่าอันดับผลการแข่งขันมี

ความสัมพันธ์กับอันดับคะแนนความสามารถของทีมในระดับต่ำ แต่ในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดค่าคะแนนความสามารถของทีมให้มีสัดส่วนของทีมที่มีคะแนนความสามารถต่ำสุดต่อทีมที่มีคะแนนความสามารถสูงสุดประมาณ 1 : 4 ซึ่งก็ถือว่ามีความสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่วัดได้โดยประมาณ 0.2 และถือว่ามีความสัมพันธ์กันไม่น้อย เพราะยังมีความผันแปรที่ไม่สามารถคาดเดาได้ในเกมการแข่งขันฟุตบอลหรือแม้กระทั้งเกมกีฬาประเภทอื่นๆ ที่เรามักพบในรูปแบบของผลการแข่งขันพลิกล็อค หรือผลการแข่งขันไม่เป็นไปตามความคาดหมายนั่นเอง

2. ค่าคะแนนความสามารถของทีม (Performance score ; PS) เป็นเพียงการกำหนดอย่างง่ายเพื่อให้สะท้อนถึงความแตกต่างของความสามารถของทีมในแต่ละลีก และมีความหมายสอดคล้องกับแต่ละสถานการณ์ภายในขอบเขตการศึกษาเท่านั้น
3. วิธีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันที่ผู้วิจัยสรุปว่าเหมาะสมและเลือกใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมนแบบถ่วงน้ำหนักคือวิธีการให้ทีมแต่ละอันดับมีน้ำหนักเท่ากัน (M2) เป็นเพียงวิธีที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ (M1,M3,M4) ดังนั้นหากในอนาคตมีการศึกษาต่อก็ควรจะทดลองวิธีการถ่วงน้ำหนักอันดับผลการแข่งขันแบบอื่นๆ เช่น อาจนำวิธี M2 มาประยุกต์ใช้กับวิธี M3 เป็นต้น

5.3 แนวทางในการศึกษาต่อ

1. หาเกณฑ์ในการวัดความยุติธรรมแบบอื่นๆ ที่อาจมีความเหมาะสมกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์เป็นเกณฑ์ในการวัดผล
2. ขยายขอบเขตของการศึกษา เช่น ทำการปรับเพิ่มหรือลดค่า PS ของแต่ละทีมเมื่อสามารถผ่านเข้ารอบต่อไปได้ เพื่อความสมจริงในการมาซึ่งผลการแข่งขัน
3. การที่จะเพิ่มโอกาสให้ทีมจาก D2 และทีมสมัครเล่นสามารถผ่านเข้ารอบลึกๆ ของการแข่งขันฟุตบอลรายการนี้ได้ อาจทดลองปรับลักษณะการแข่งขันในรอบคัดเลือกให้มีการแข่งขันแบบเหย้า - เยือน ทั้งนี้เพื่อการคัดหาทีมที่จะผ่านเข้ารอบต่อไป ให้เป็นทีมที่มีความพร้อมและเหมาะสมในระดับหนึ่งจริงๆ

4. ในโครงสร้างรอบการแข่งขันที่แนะนำนั้น อาจพบว่ามีจุดด้อยอยู่ในรอบที่ 2 และ 3 เพราะจะเห็นได้ว่า จำนวนทีมจาก D1 และ TPL นั้นไม่เท่ากันกับกับจำนวนทีมที่ผ่านมากจากรอบก่อนหน้า จึงทำให้ต้องมีการพบกันเองของทีมในลีกเดียวกัน ดังนั้นจึงอาจทำการปรับรูปแบบของโครงสร้างรอบการแข่งขันให้เหมาะสมกว่านี้ พร้อมทั้งทำการศึกษาหาโครงสร้างรอบการแข่งขันที่มีความเหมาะสมกว่าทั้งโครงสร้างรอบการแข่งขันที่ใช้ในปัจจุบันและโครงสร้างรอบการแข่งขันที่แนะนำ แล้วเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละโครงสร้าง เพื่อพัฒนาวงการฟุตบอลในประเทศ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัชวาล เรืองประพันธ์. สถิติพื้นฐาน. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. ภาควิชาสถิติ. ทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538

ธีระพร วีระถาวร. ความน่าจะเป็นกับการประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: วิทยพัฒน์, 2539.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์. กรุงเทพมหานคร : จามจุรีโปรดักท์, 2552

ภาษาอังกฤษ

Elmar bittner, Andreas nubbaumer, Wolfhard janke, and Martin weigel Self-affirmation modelfor football goal distributions (2007)

Greenhough, P.C. Birch, S.C. Chapman, and G. Rowland, Physica A316 (2002) 615.

Mendes and L.C. Malacarne Statistics of football dynamics (2007)

ภาคผนวก

โปรแกรม R : ชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้

ตัวอย่างชุดคำสั่งกรณีที่ใช้จำลองผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4.1.4

```
win<-function(nteam){
dum1<-c()
for(i in 1:(nteam/2)){
        s1<-Psmatch[i,1]
        s2<-Psmatch[i,2]
        p<-s1/(s1+s2)
        dum1<-c(dum1,p)
        dum1<-round(dum1,4)
        }
dum1
dum2<-c()
dum3<-c()
for(i in 1:(nteam/2)){
        s3<-rbinom(1,1,dum1[i])
        dum2<-c(dum2,s3)
        dum3<-c(dum3,1-s3)
        }
dum2
survivalteam<-c()
for(i in 1:(nteam/2)){
        s4<-ifelse(dum2[i]==1,match[i,1],match[i,2])
        survivalteam<-c(survivalteam,s4)
        }
```

```
survivalteam

survivalps<-c()

for(i in 1:(nteam/2)){

        s4<-survivalteam[i]

                for(j in 1:length(team)){

                        s5<-team[j]

                        s6<-ifelse(s4==s5,Psteam[j],0)

                        survivalps<-c(survivalps,s6)

                        survivalps<-survivalps[survivalps!=0]

        }

        }

return(cbind(survivalteam,survivalps))

}

####################Start Programe#################

Round<-10000

cr1<-c()

cr2<-c()

cr3<-c()

cr4<-c()

cr5<-c()

cr6<-c()

cr7<-c()

cr8<-c()

cr9<-c()

cr10<-c()
```

```
cr11<-c()

cr12<-c()

cr13<-c()

cr14<-c()

cr15<-c()

cr16<-c()

for(i in 1:Round){

allteam<-c(1:140)

TPLteam<-sample(allteam,18,replace=FALSE)

D1team<-sample(allteam[-TPLteam],18,replace=FALSE)

D2team<-sample(allteam[-c(TPLteam,D1team)],77,replace=FALSE)

Amateurteam<-allteam[-c(TPLteam,D1team,D2team)]

PsTPL<-(75*runif(18))+175

PsD1<-(75*runif(18))+125

PsD2<-(75*runif(77))+75

PsAmateur<-(99*runif(27))+1

idx1<-sample((1:104),40)

idx2<-sample((1:40),8)

idx4<-sample((1:36),36)

idx5<-sample((1:36),36)

idx6<-sample((1:36),36)

idx7<-sample((1:18),4)

idx9<-sample((1:16),16)

idx10<-sample((1:8),8)

idx11<-sample((1:4),4)
```

```
idx12<-sample((1:2),2)

ateam<-c(D2team,Amateurteam)

aPsteam<-c(PsD2,PsAmateur)

Qnregister<-40

#idx1<-sample((1:length(ateam)),Qnregister)

team<-ateam[idx1]

Psteam<-aPsteam[idx1]

cbind(team,Psteam)

####################Qualiflying Round#################

nteam<-(Qnregister-36)*2

#idx2<-sample((1:length(team)),nteam)

mteam<-team[idx2]

Ps<-Psteam[idx2]

cbind(mteam,Ps)

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win1<-win(nteam)

win1

idx3<-1:Qnregister

idx3<-idx3[-idx2]

ateam<-team[idx3]

aPsteam<-Psteam[idx3]

team<-c(ateam,win1[,1])

Psteam<-c(aPsteam,win1[,2])

cbind(team,Psteam)
```

```
####################Round 1#################

nteam<-36

#idx4<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx4]

Ps<-Psteam[idx4]

cbind(mteam,Ps)

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win2<-win(nteam)

win2

team<-c(D1team,win2[,1])

Psteam<-c(PsD1,win2[,2])

cbind(team,Psteam)

####################Round 2#################

nteam<-36

#idx5<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx5]

Ps<-Psteam[idx5]

cbind(mteam,Ps)

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win3<-win(nteam)

win3

team<-c(TPLteam,win3[,1])

Psteam<-c(PsTPL,win3[,2])
```

```
cbind(team,Psteam)

####################Round 3#################

nteam<-36

#idx6<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx6]

Ps<-Psteam[idx6]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->rrrrrr

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win4<-win(nteam)

win4

team<-c(win4[,1])

Psteam<-c(win4[,2])

cbind(team,Psteam)

####################Round 4#################

nteam<-4

#idx7<-sample((1:length(team)),nteam)

mteam<-team[idx7]

Ps<-Psteam[idx7]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->rrrrr

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win5<-win(nteam)
```

```
win5

idx8<-1:length(team)

idx8<-idx8[-idx7]

ateam<-team[idx8]

aPsteam<-Psteam[idx8]

team<-c(ateam,win5[,1])

Psteam<-c(aPsteam,win5[,2])

cbind(team,Psteam)

####################Round 5#################

nteam<-16

#idx9<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx9]

Ps<-Psteam[idx9]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->rrrr

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win6<-win(nteam)

win6

team<-c(win6[,1])

Psteam<-c(win6[,2])

cbind(team,Psteam)

####################Quarter Final#################

nteam<-8

#idx10<-sample((1:nteam),nteam)
```

```
mteam<-team[idx10]

Ps<-Psteam[idx10]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->rrr

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win7<-win(nteam)

win7

team<-c(win7[,1])

Psteam<-c(win7[,2])

cbind(team,Psteam)

####################Semi Final##################

nteam<-4

#idx11<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx11]

Ps<-Psteam[idx11]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->r

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win8<-win(nteam)

win8

team<-c(win8[,1])

Psteam<-c(win8[,2])

cbind(team,Psteam)
```

```
####################Final#################

nteam<-2

#idx12<-sample((1:nteam),nteam)

mteam<-team[idx12]

Ps<-Psteam[idx12]

cbind(mteam,Ps)

cbind(mteam,Ps)->rr

match<-matrix(mteam,nteam/2,2)

Psmatch<-matrix(Ps,nteam/2,2)

win9<-win(nteam)

win9[,2]

r1<-c(r[1,1],r[2,1],r[3,1],r[4,1])

r2<-c(r[1,2],r[2,2],r[3,2],r[4,2])

rr1<-c(rr[1,1],rr[2,1])

rr2<-c(rr[1,2],rr[2,2])

rrr1<-c(rrr[1,1],rrr[2,1],rrr[3,1],rrr[4,1],rrr[5,1],rrr[6,1],rrr[7,1],rrr[8,1])

rrr2<-c(rrr[1,2],rrr[2,2],rrr[3,2],rrr[4,2],rrr[5,2],rrr[6,2],rrr[7,2],rrr[8,2])

rrrr1<-
c(rrrr[1,1],rrrr[2,1],rrrr[3,1],rrrr[4,1],rrrr[5,1],rrrr[6,1],rrrr[7,1],rrrr[8,1],rrrr[9,1],rrrr[10,1],rrrr[11,1],rrrr[12,1],rrrr[13,1],rrrr[
14,1],rrrr[15,1],rrrr[16,1])

rrrr2<-
c(rrrr[1,2],rrrr[2,2],rrrr[3,2],rrrr[4,2],rrrr[5,2],rrrr[6,2],rrrr[7,2],rrrr[8,2],rrrr[9,2],rrrr[10,2],rrrr[11,2],rrrr[12,2],rrrr[13,2],rrrr[
14,2],rrrr[15,2],rrrr[16,2])

rrrrrr1<-
c(rrrrrr[1,1],rrrrrr[2,1],rrrrrr[3,1],rrrrrr[4,1],rrrrrr[5,1],rrrrrr[6,1],rrrrrr[7,1],rrrrrr[8,1],rrrrrr[9,1],rrrrrr[10,1],rrrrrr[11,1],rrrrrr[1
2,1],rrrrrr[13,1],rrrrrr[14,1],rrrrrr[15,1],rrrrrr[16,1],rrrrrr[17,1],rrrrrr[18,1],rrrrrr[19,1],rrrrrr[20,1],rrrrrr[21,1],rrrrrr[22,1],rrrrr
r[23,1],rrrrrr[24,1],rrrrrr[25,1],rrrrrr[26,1],rrrrrr[27,1],rrrrrr[28,1],rrrrrr[29,1],rrrrrr[30,1],rrrrrr[31,1],rrrrrr[32,1],rrrrrr[33,1],rr
rrrr[34,1],rrrrrr[35,1],rrrrrr[36,1])
```

```
rrrrrr2<-
c(rrrrrr[1,2],rrrrrr[2,2],rrrrrr[3,2],rrrrrr[4,2],rrrrrr[5,2],rrrrrr[6,2],rrrrrr[7,2],rrrrrr[8,2],rrrrrr[9,2],rrrrrr[10,2],rrrrrr[11,2],rrrrrr[12,2],rrrrrr[13,2],rrrrrr[14,2],rrrrrr[15,2],rrrrrr[16,2],rrrrrr[17,2],rrrrrr[18,2],rrrrrr[19,2],rrrrrr[20,2],rrrrrr[21,2],rrrrrr[22,2],rrrrrr[23,2],rrrrrr[24,2],rrrrrr[25,2],rrrrrr[26,2],rrrrrr[27,2],rrrrrr[28,2],rrrrrr[29,2],rrrrrr[30,2],rrrrrr[31,2],rrrrrr[32,2],rrrrrr[33,2],rrrrrr[34,2],rrrrrr[35,2],rrrrrr[36,2])

t1<-rr1[win9[,1]==rr1]

ps1<-rr2[win9[,2]==rr2]

t2<-rr1[win9[,1]!=rr1]

ps2<-rr2[win9[,2]!=rr2]

t3<-r1[t1!=r1 & t2!=r1]

ps3<-r2[ps1!=r2 & ps2!=r2]

f1<-c(t1,t2,t3)

t4<-c()

for(i in 1:4){

        k1<-f1[i]

                for(j in 1:8){

                        k2<-rrr1[j]

                        k3<-ifelse(k1==k2,0,k2)

                        t4<-c(t4,k3)

}

}

                        k4<-t4[1:8]

                        k5<-t4[9:16]

                        k6<-t4[17:24]

                        k7<-t4[25:32]

                        k8<-ifelse(k4==k5 & k5==k6 & k6==k7,k4,0)

                        k9<-k8[k8!=0]
```

```
                                        t4<-k9
ps4<-c()
for(i in 1:4){
for(j in 1:8){
k1<-ifelse(t4[i]==rrr[j,1],rrr[j,2],0)
ps4<-c(ps4,k1)
ps4<-ps4[ps4!=0]
}
}
ps4
f2<-c(t1,t2,t3,t4)
t5<-c()
for(i in 1:8){
            k1<-f2[i]
                        for(j in 1:16){
                                        k2<-rrrr1[j]
                                        k3<-ifelse(k1==k2,0,k2)
                                        t5<-c(t5,k3)
}
}
                                        k4<-t5[1:16]
                                        k5<-t5[17:32]
                                        k6<-t5[33:48]
                                        k7<-t5[49:64]
                                        k8<-t5[65:80]
```

```
                                k9<-t5[81:96]

                                k10<-t5[97:112]

                                k11<-t5[113:128]

                                k12<-ifelse(k4==k5 & k5==k6 & k6==k7 & k7==k8 & k8==k9 & k9==k10 &
k10==k11,k4,0)

                                k13<-k12[k12!=0]

                                t5<-k13
ps5<-c()
for(i in 1:8){
for(j in 1:16){
k1<-ifelse(t5[i]==rrrr[j,1],rrrr[j,2],0)
ps5<-c(ps5,k1)
ps5<-ps5[ps5!=0]
}
}
ps5
f3<-c(t1,t2,t3,t4,t5)
t6<-c()
for(i in 1:16){
        k1<-f3[i]
                for(j in 1:36){
                                k2<-rrrrrr1[j]
                                k3<-ifelse(k1==k2,0,k2)
                                t6<-c(t6,k3)
}
```

```
}
                                    k4<-t6[1:36]
                                    k5<-t6[37:72]
                                    k6<-t6[73:108]
                                    k7<-t6[109:144]
                                    k8<-t6[145:180]
                                    k9<-t6[181:216]
                                    k10<-t6[217:252]
                                    k11<-t6[253:288]
                                    k12<-t6[289:324]
                                    k13<-t6[325:360]
                                    k14<-t6[361:396]
                                    k15<-t6[397:432]
                                    k16<-t6[433:468]
                                    k17<-t6[469:504]
                                    k18<-t6[505:540]
                                    k19<-t6[541:576]
                                    k20<-ifelse(k4==k5 & k5==k6 & k6==k7 & k7==k8 & k8==k9 & k9==k10 & k10==k11
& k11==k12 & k12==k13 & k13==k14 & k14==k15 & k15==k16 & k16==k17
                                    & k17==k18 & k18==k19,k4,0)
                                    k21<-k20[k20!=0]
                                    t6<-k21
ps6<-c()
for(i in 1:20){
for(j in 1:36){
k1<-ifelse(t6[i]==rrrrrr[j,1],rrrrrr[j,2],0)
```

```
ps6<-c(ps6,k1)

ps6<-ps6[ps6!=0]

}

}

ps6

rr

r

rrr

rrrr

rrrrrr

win9



################################Collected4Team#########################################

rankteam1<-c(t1,t2,t3)

rankps1<-c(ps1,ps2,ps3)

cbind(c(1,2,3.5,3.5),rankteam1,rankps1)

cbind(c(1,2,3.5,3.5),rankteam1,rankps1)->ii1

ii1[,1]->a1

ii1[,3]->b1

e1<-
ifelse(b1<=75,1,ifelse(b1<=100,2,ifelse(b1<=125,3,ifelse(b1<=150,4,ifelse(b1<=175,5,ifelse(b1<=200,6,ifelse(b1<=2
25,7,ifelse(b1<=350,8,0)))))))

ff1<-data.frame(a1,e1)

R1<-cor(a1,e1)

wta<-rep((1/3)/c(1,1,2),c(1,1,2))

R2<-cov.wt(ff1,wt=wta,cor=TRUE)
```

```
R2<-R2$cor[2]

wta<-rep(c(4,3,2,1),c(1,1,1,1))/10

R3<-cov.wt(ff1,wt=wta,cor=TRUE)

R3<-R3$cor[2]

wta<-rep(c(8,4,2,1),c(1,1,1,1))/15

R4<-cov.wt(ff1,wt=wta,cor=TRUE)

R4<-R4$cor[2]

cr1<-c(cr1,R1)

cr2<-c(cr2,R2)

cr3<-c(cr3,R3)

cr4<-c(cr4,R4)

################################Collected8Team##############################

rankteam2<-c(t1,t2,t3,t4)

rankps2<-c(ps1,ps2,ps3,ps4)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5),rankteam2,rankps2)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5),rankteam2,rankps2)->ii2

ii2[,1]->a2

ii2[,3]->b2

e2<-
ifelse(b2<=75,1,ifelse(b2<=100,2,ifelse(b2<=125,3,ifelse(b2<=150,4,ifelse(b2<=175,5,ifelse(b2<=200,6,ifelse(b2<=2
25,7,ifelse(b2<=350,8,0))))))))

ff2<-data.frame(a2,e2)

R5<-cor(a2,e2)

wta<-rep((1/4)/c(1,1,2,4),c(1,1,2,4))

R6<-cov.wt(ff2,wt=wta,cor=TRUE)

R6<-R6$cor[2]
```

```
wta<-rep(c(8,7,6,5,4,3,2,1),c(1,1,1,1,1,1,1,1))/36

R7<-cov.wt(ff2,wt=wta,cor=TRUE)

R7<-R7$cor[2]

wta<-rep(c(128,64,32,16,8,4,2,1),c(1,1,1,1,1,1,1,1))/255

R8<-cov.wt(ff2,wt=wta,cor=TRUE)

R8<-R8$cor[2]

cr5<-c(cr5,R5)

cr6<-c(cr6,R6)

cr7<-c(cr7,R7)

cr8<-c(cr8,R8)

################################Collected16Team#############################################

rankteam3<-c(t1,t2,t3,t4,t5)

rankps3<-c(ps1,ps2,ps3,ps4,ps5)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5),rankteam3,rankps3)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5),rankteam3,rankps3)->ii3

ii3[,1]->a3

ii3[,3]->b3

e3<-
ifelse(b3<=75,1,ifelse(b3<=100,2,ifelse(b3<=125,3,ifelse(b3<=150,4,ifelse(b3<=175,5,ifelse(b3<=200,6,ifelse(b3<=2
25,7,ifelse(b3<=350,8,0)))))))

ff3<-data.frame(a3,e3)

R9<-cor(a3,e3)

wta<-rep(0.2/c(1,1,2,4,8),c(1,1,2,4,8))

R10<-cov.wt(ff3,wt=wta,cor=TRUE)

R10<-R10$cor[2]

wta<-rep(c(16,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1),c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))/136
```

```
R11<-cov.wt(ff3,wt=wta,cor=TRUE)

R11<-R11$cor[2]

wta<-rep(c(32768,16384,8192,4096,2048,1024,512,256,128,64,32,16,8,4,2,1),c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))/65535

R12<-cov.wt(ff3,wt=wta,cor=TRUE)

R12<-R12$cor[2]

cr9<-c(cr9,R9)

cr10<-c(cr10,R10)

cr11<-c(cr11,R11)

cr12<-c(cr12,R12)



################################Collected36Team#####################################

rankteam4<-c(t1,t2,t3,t4,t5,t6)

rankps4<-c(ps1,ps2,ps3,ps4,ps5,ps6)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.
5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5),rankteam4,rankps4)

cbind(c(1,2,3.5,3.5,6.5,6.5,6.5,6.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,12.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.
5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5,26.5),rankteam4,rankps4)->ii4

ii4[,1]->a4

ii4[,3]->b4

e4<-
ifelse(b4<=75,1,ifelse(b4<=100,2,ifelse(b4<=125,3,ifelse(b4<=150,4,ifelse(b4<=175,5,ifelse(b4<=200,6,ifelse(b4<=2
25,7,ifelse(b4<=350,8,0))))))))

ff4<-data.frame(a4,e4)

R13<-cor(a4,e4)

wta<-rep((1/6)/c(1,1,2,4,8,20),c(1,1,2,4,8,20))

R14<-cov.wt(ff4,wt=wta,cor=TRUE)

R14<-R14$cor[2]
```

```
wta<-
rep(c(36,35,34,33,32,31,30,29,28,27,26,25,24,23,22,21,20,19,18,17,16,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1),c(1,1,1,1,
1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1))/666

R15<-cov.wt(ff4,wt=wta,cor=TRUE)

R15<-R15$cor[2]

wta<-
rep(c(34359738368,17179869184,8589934592,4294967296,2147483648,1073741824,536870912,268435456,134217
728,67108864,33554432,16777216,8388608,4194304,2097152,1048576,524288,262144,131072,65536,32768,16384
,8192,4096,2048,1024,512,256,128,64,32,16,8,4,2,1),c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
1,1,1))/68719476735

R16<-cov.wt(ff4,wt=wta,cor=TRUE)

R16<-R16$cor[2]

cr13<-c(cr13,R13)

cr14<-c(cr14,R14)

cr15<-c(cr15,R15)

cr16<-c(cr16,R16)

}

hh1<-is.na(cr1)

o1<-c()

for(i in 1:length(cr1)){

du1<-ifelse(hh1[i]==FALSE,cr1[i],0)

o1<-c(o1,du1)

}

hh2<-is.na(cr2)

o2<-c()

for(i in 1:length(cr2)){

du2<-ifelse(hh2[i]==FALSE,cr2[i],0)

o2<-c(o2,du2)
```

```
}
hh3<-is.na(cr3)
o3<-c()
for(i in 1:length(cr3)){
du3<-ifelse(hh3[i]==FALSE,cr3[i],0)
o3<-c(o3,du3)
}
hh4<-is.na(cr4)
o4<-c()
for(i in 1:length(cr4)){
du4<-ifelse(hh4[i]==FALSE,cr4[i],0)
o4<-c(o4,du4)
}
hh5<-is.na(cr5)
o5<-c()
for(i in 1:length(cr5)){
du5<-ifelse(hh5[i]==FALSE,cr5[i],0)
o5<-c(o5,du5)
}
hh6<-is.na(cr6)
o6<-c()
for(i in 1:length(cr6)){
du6<-ifelse(hh6[i]==FALSE,cr6[i],0)
o6<-c(o6,du6)
}
```

```
hh7<-is.na(cr7)
o7<-c()
for(i in 1:length(cr7)){
du7<-ifelse(hh7[i]==FALSE,cr7[i],0)
o7<-c(o7,du7)
}
hh8<-is.na(cr8)
o8<-c()
for(i in 1:length(cr8)){
du8<-ifelse(hh8[i]==FALSE,cr8[i],0)
o8<-c(o8,du8)
}
hh9<-is.na(cr9)
o9<-c()
for(i in 1:length(cr9)){
du9<-ifelse(hh9[i]==FALSE,cr9[i],0)
o9<-c(o9,du9)
}
hh10<-is.na(cr10)
o10<-c()
for(i in 1:length(cr10)){
du10<-ifelse(hh10[i]==FALSE,cr10[i],0)
o10<-c(o10,du10)
}
hh11<-is.na(cr11)
```

```
o11<-c()
for(i in 1:length(cr11)){
du11<-ifelse(hh11[i]==FALSE,cr11[i],0)
o11<-c(o11,du11)
}
hh12<-is.na(cr12)
o12<-c()
for(i in 1:length(cr12)){
du12<-ifelse(hh12[i]==FALSE,cr12[i],0)
o12<-c(o12,du12)
}
hh13<-is.na(cr13)
o13<-c()
for(i in 1:length(cr13)){
du13<-ifelse(hh13[i]==FALSE,cr13[i],0)
o13<-c(o13,du13)
}
hh14<-is.na(cr14)
o14<-c()
for(i in 1:length(cr14)){
du14<-ifelse(hh14[i]==FALSE,cr14[i],0)
o14<-c(o14,du14)
}
hh15<-is.na(cr15)
o15<-c()
```

```
for(i in 1:length(cr15)){

du15<-ifelse(hh15[i]==FALSE,cr15[i],0)

o15<-c(o15,du15)

}

hh16<-is.na(cr16)

o16<-c()

for(i in 1:length(cr16)){

du16<-ifelse(hh16[i]==FALSE,cr16[i],0)

o16<-c(o16,du16)

}



resultm1<-c(mean(o1),mean(o2),mean(o3),mean(o4))

results1<-c(sd(o1),sd(o2),sd(o3),sd(o4))

resultm1<-round(resultm1,3)

results1<-round(results1,3)

resultm1

results1

resultm2<-c(mean(o5),mean(o6),mean(o7),mean(o8))

results2<-c(sd(o5),sd(o6),sd(o7),sd(o8))

resultm2<-round(resultm2,3)

results2<-round(results2,3)

resultm2

results2

resultm3<-c(mean(o9),mean(o10),mean(o11),mean(o12))

results3<-c(sd(o9),sd(o10),sd(o11),sd(o12))
```

```
resultm3<-round(resultm3,3)

results3<-round(results3,3)

resultm3

results3

resultm4<-c(mean(o13),mean(o14),mean(o15),mean(o16))

results4<-c(sd(o13),sd(o14),sd(o15),sd(o16))

resultm4<-round(resultm4,3)

results4<-round(results4,3)

resultm4

results4

#############################################################################

fac<-c("#","#","#","#")

cbind(fac,resultm1,results1,fac,resultm2,results2,fac,resultm3,results3,fac,resultm4,results4,fac)

#############################################################################

c(length(o1),length(o2),length(o3),length(o4),length(o5),length(o6),length(o7),length(o8),length(o9),length(o10),length
(o11),length(o12),length(o13),length(o14),length(o15),length(o16))
```

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภูมิปฑิต ปาลีนิเวศ เกิดวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2530 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรสถิติศาสตรมหาบัณฑิต (สต.ม.) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553