



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การกีฬา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การกีฬา

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของตำแหน่งตั้งลูกและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลนอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู

The Effects of Position and Approach Angle of Football Kick Outside the Penalty Area on the Accuracy in Football Shooting

نامผู้วิจัย นายโสภณ สาธุแก้ว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑกุล, Ph.D. )

กรรมการ

( รองศาสตราจารย์บรรจบ ภิมย์คำ, M.Ed. )

กรรมการ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิลมณี ศรีบุญ, Ph.D. )

ประธานสาขาวิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิเมณฑกุล, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของตำแหน่งตั้งลูกและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลนอกเขตโทษ  
ที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู

The Effects of Position and Approach Angle of Football Kick Outside the Penalty Area on the  
Accuracy in Football Shooting

โดย

นายโสภณ สาธุแก้ว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการกีฬา)  
พ.ศ. 2552

โสมณ สาธุแก้ว 2552: ผลของตำแหน่งตั้งลูกและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล  
นอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
(วิทยาศาสตร์การกีฬา) สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา โครงการสหวิทยาการระดับ  
บัณฑิตศึกษา ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริพร ศศิณทลกุล, Ph.D.  
72 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูก  
ฟุตบอลด้วยมุมที่แตกต่างกัน คือ มุม 15 30 และ 45 องศา พร้อมทั้งสังเกตและเปรียบเทียบ ความ  
แม่นยำในการยิงลูกโทษ เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมที่แตกต่างกัน และเมื่อวาง ลูก  
ฟุตบอลในตำแหน่งตั้งเตะที่แตกต่างกัน คือ ตั้งลูกฟุตบอล ด้วยมุมที่กระทำกับเส้นที่ลากจาก เส้น  
หลังประตูเท่ากับ 30 60 และ 90 องศา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักกีฬาฟุตบอลที่มีความ  
สามารถอยู่ในระดับดิวิชั่น 1 หรือสูงกว่า ทั้งหมดนัดเท้าขวาและมีประสบการณ์ในการเตะ ลูก  
โทษอย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป ทำการเก็บข้อมูลโดยให้นักกีฬาทำการยิงลูกโทษที่อยู่ห่างจาก เส้นประตู  
25 หลาและให้อิงลูกโทษเข้าที่มุมบนซ้ายและขวาของประตู โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งที่ ตำแหน่ง 30  
60 และ 90 องศา จากเส้นหลังประตู และในแต่ละตำแหน่งตั้งเตะนั้น นักกีฬาจะต้อง วิ่งเข้าเตะลูก  
ฟุตบอลโดยทำมุม 15 30 และ 45 องศา มุมละ 10 ครั้ง วิถีโค้งแบบ 2 มิติของ ลูกฟุตบอลถูกบันทึก  
ด้วยกล้องวิดีโอที่วางไว้ด้านหลังของนักฟุตบอลในแต่ละตำแหน่งตั้งเตะ จำนวนเปอร์เซ็นต์ของ  
ลูกฟุตบอลที่เข้ามุมบนซ้ายและขวาของประตู ได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ สถิติอินอนพารามตริก  
แบบฟร็ดแมน (Friedman Test) โดยกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .05

ผลการวิจัยพบว่าตำแหน่งตั้งลูกและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกโทษมีผลต่อความ  
แม่นยำในการยิงประตู โดยพบว่าถ้าตั้งลูกที่ตำแหน่ง 90 องศา โอกาสที่ลูกจะเข้าประตูมีสูงที่สุด  
เมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งตั้งลูกอื่น ๆ ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะในทิศทางใดก็ตาม เมื่อศึกษาถึง  
มุมที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนที่เข้าเตะไม่ว่าลูกจะตั้งอยู่ตำแหน่งใด ก็พบว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะ  
ที่มุม 45 องศา ทำให้ลูกเข้าประตูมากที่สุด ส่วนการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา ทำให้ ลูก  
ฟุตบอลมีโอกาสที่จะเข้าประตูน้อยที่สุด

Sophon Sakookaew 2009: The Effects of Position and Approach Angle of Football Kick Outside the Penalty Area on the Accuracy in Football Shooting. Master of Science (Sports Science), Major Field: Sports Science, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Siriporn Sasimontholkul, Ph.D. 72 pages.

This research aimed to observe the trajectory of the ball when the approach angle of the football player to kick the ball were 15, 30, and 45 degrees. Moreover, the accuracy of the free kick shooting was also investigated and compared among the three approach angles and among three positions, which were 30, 60, and 90 degrees from the goal line. Volunteers were football players of either Division 1 or higher. They were right foot dominantes and had experience of taking free kicks of at least three years. To collect the data, each football player performed free kicks, at 25 yards from the penalty area, either directing the ball to the left or the right top corner of the goal. The ball was placed at 30, 60, and 90 degrees from the goal line, and for each position the players had to run at the ball with three different approaching angles of 15, 30, and 45 degrees and perform 10 free kicks per angle. The two dimensional trajectories of the ball were recorded by a camcorder placed behind the football player. The numbers of the balls that reached their target in either the left or the right top corner of the goal, were recorded as successful shots. The non-parametric Friedman test was used for statistical analysis and the alpha level was set at .05.

The results showed that the ball position and the approach angle of running at the ball during the free kick affected the shooting accuracy. When the ball was placed perpendicular to the goal at 90 degrees, the shooting accuracy was highest, no matter what the approach angle was, compared to the other positions. Moreover, the approach angle of 45 degrees led to the most success of free kicks while the approach angle of 30 degrees led to the least success.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นไปด้วยดี ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ศิริพร ศศิณทลกุล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์บรรจบ ภิรมย์คำ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นิลมณี ศรีบุญ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการเขียนและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ รวมทั้งท่านอาจารย์ทุกท่านในคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้ความกรุณาแนะนำสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณนายสุรศักดิ์ ใจมั่น โค้ชฟุตบอลโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรีที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการวิจัย นายสุเปรม นนทวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพในความช่วยเหลือติดต่อนักกีฬาฟุตบอล รวมถึงเอื้อเฟื้อสถานที่ และจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์จากโรงเรียนกีฬา กรุงเทพมหานครที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และเตรียมนักกีฬาฟุตบอล อาจารย์มาลี ฐานปัญญา ผู้อำนวยการโรงเรียนฐานปัญญาที่ได้ช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนในการศึกษาต่อ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่าและให้ความร่วมมือในงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนทางการศึกษา ตลอดจนกำลังใจจากพี่น้อง และเพื่อน ๆ ชาววิทยาศาสตร์การกีฬา และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้วิจัยทุก ๆ ท่าน คุณประโยชน์ใด ๆ ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดตลอดไป

โสภณ สาธุแก้ว

กุมภาพันธ์ 2552

## สารบัญ

|                                                                      | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                                               | (1)  |
| สารบัญตาราง                                                          | (2)  |
| สารบัญภาพ                                                            | (3)  |
| คำนำ                                                                 | 1    |
| วัตถุประสงค์                                                         | 4    |
| การตรวจเอกสาร                                                        | 7    |
| อุปกรณ์และวิธีการ                                                    | 20   |
| อุปกรณ์                                                              | 20   |
| วิธีการ                                                              | 20   |
| ผลและวิจารณ์                                                         | 24   |
| ผล                                                                   | 24   |
| วิจารณ์                                                              | 47   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ                                                    | 51   |
| สรุป                                                                 | 51   |
| ข้อเสนอแนะ                                                           | 52   |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง                                                 | 53   |
| ภาคผนวก                                                              | 56   |
| ภาคผนวก ก ตำแหน่งตั้งลูก มุมในการเคลื่อนที่เข้าตะ และตำแหน่งเป้าหมาย | 57   |
| ภาคผนวก ข แบบบันทึกผลการทดสอบความแม่นยำในการยิงประตู่                | 61   |
| ภาคผนวก ค ภาพแสดงวิถีโค้ง                                            | 63   |
| ภาพผนวก ง ตารางแสดงการเปรียบเทียบรายคู่แบบ Tukey                     | 69   |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน                                           | 72   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                                                                                      | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงเปอร์เซ็นต์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความแม่นยำในการยิง<br>ประตูกากระยะ 25 หลา ที่มุมตั้งเตะ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา<br>โดยแต่ละมุมตั้งเตะจะทำการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ<br>45 องศา | 25   |
| 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม<br>15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                              | 70   |
| 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม<br>30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                              | 70   |
| 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม<br>45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                              | 70   |
| 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 30<br>องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา<br>30 องศา และ 45 องศา                                                      | 71   |
| 6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 60<br>องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา<br>30 องศา และ 45 องศา                                                      | 71   |
| 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 90<br>องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา<br>30 องศา และ 45 องศา                                                      | 71   |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                                                           | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1    แสดงการเตะฟุตบอลแบบสปีน                                                                                                                                     | 8    |
| 2    ทอร์คที่เกิดจากแรงกระทำที่จุดต่างกัน                                                                                                                        | 10   |
| 3    การเปรียบเทียบ drag coefficient ระหว่างลูกบอลที่มีพื้นผิวเรียบกับลูกบอลที่มีพื้นผิวขรุขระ                                                                   | 11   |
| 4    ภาพการเกิด lift force ของวัตถุทรงกลม Motion of ball                                                                                                         | 12   |
| 5    การคำนวณหาความเร็วของลูกบอลในขณะที่เคลื่อนที่ผ่านอากาศ                                                                                                      | 13   |
| 6    แสดงการเกิดปฏิกิริยา Magnus                                                                                                                                 | 14   |
| 7    แสดงการเกิดลูกไซด์โค้ง                                                                                                                                      | 15   |
| 8    ผลการเตะลูกบอลทั้งสองแบบ                                                                                                                                    | 17   |
| 9    ผลการวิเคราะห์การยิง free kick ของ Ronaldinho                                                                                                               | 18   |
| 10   ตำแหน่งตั้งลูกบอลและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะ                                                                                                               | 21   |
| 11   ตำแหน่งการวางกล้องบันทึกภาพ                                                                                                                                 | 22   |
| 12   แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 30 องศา ที่นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา | 26   |
| 13   แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 60 องศา ที่นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา | 27   |
| 14   แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 90 องศา ที่นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา | 28   |
| 15   แสดงเปอร์เซ็นต์รวมที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                      | 29   |
| 16   แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                   | 30   |

### สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                                                                           | หน้า |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 17     | แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                                 | 31   |
| 18     | แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                                 | 32   |
| 19     | แสดงเปอร์เซ็นต์ลูกเข้าประตูในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา เมื่อตั้งลูกไว้ที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา กับเส้นหลังประตู มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจาก | 33   |
| 20     | ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                                                                                      | 34   |
| 21     | แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกบอล เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 30 องศา กับจุดกึ่งกลางประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                                       | 35   |
| 22     | มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                 | 36   |
| 23     | แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกบอล เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 60 องศา กับจุดกึ่งกลางประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                                       | 37   |
| 24     | มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                 | 38   |
| 25     | แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกบอล เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 90 องศา กับจุดกึ่งกลางประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                                       | 39   |

### สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                        | หน้า |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 26     | มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา | 40   |
| 27     | แสดงวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                       | 41   |
| 28     | มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 30 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา | 42   |
| 29     | แสดงวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 30 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                       | 43   |
| 30     | มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา | 44   |
| 31     | แสดงวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 45 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                       | 45   |
| ก1     | ตำแหน่งในการยิงประตูฟุตบอล ด้วยการเตะลูกโทษแบบสปีนที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา                                                                                   | 58   |
| ก2     | มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่ 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา                                                                                                               | 59   |
| ก3     | ประตูฟุตบอลที่มีการกำหนดเป้าหมายในการยิงประตู (พื้นที่แรเงา) โดยดูจากพื้นที่ของภาพที่ถ่ายจากกล้องวิดีโอ                                                                | 60   |
| ค1     | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา                                                                                      | 64   |
| ค2     | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา                                                                                      | 64   |

### สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพผนวกที่ |                                                                                  | หน้า |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| ค3         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา | 65   |
| ค4         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา | 65   |
| ค5         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา | 66   |
| ค6         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา | 66   |
| ค7         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา | 67   |
| ค8         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา | 67   |
| ค9         | แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา | 68   |

## ผลของตำแหน่งตั้งลูกและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษ ที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู

### The Effects of Position and Approach Angle of Football Kick Outside the Penalty Area on the Accuracy in Football Shooting

#### คำนำ

การเล่นฟุตบอลเป็นเกมที่ทำให้ผู้เล่นเกิดความตื่นเต้นไปกับการเล่น ผู้เล่นที่มีความสามารถในการเล่น หรือมีทักษะที่ดี ก็จะทำให้การเล่นเป็นไปด้วยความสมบูรณ์ เล่นได้โดยไม่มีผิดพลาด และสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ทีมได้เป็นอย่างดี ผู้เล่นในทีมจะต้องมีฝีเท้าที่ดี มีความแม่นยำในการยิงประตู ฉะนั้นในการเล่นฟุตบอลจึงต้องมีการฝึกฝน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยิงประตูให้เกิดความแม่นยำ ผู้เล่นทุกคนในทีมควรมีการฝึกการยิงประตูให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด ทีมที่ลงทำการแข่งขัน และไม่สามารถเอาชนะคู่แข่งได้ จะต้องนึกถึงอยู่เสมอว่าขณะที่ลงทำการแข่งขันต้องยิงประตูให้ได้ เพราะการยิงประตูเป็นสิ่งสำคัญและเป็นเครื่องวัดความสามารถในการเล่นฟุตบอล ผู้ที่เล่นในตำแหน่งกองกลางและกองหน้า จะต้องมีการฝึกซ้อมการยิงประตูที่จุดต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น หากมีผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามทำฟาล์วหรือถูกทำโทษบริเวณรอบนอกเขตโทษ ก็จะสามารถยิงประตูด้วยลูกหมุน (Spin) ได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ แต่การฝึกซ้อมควรที่จะฝึกหลาย ๆ ตำแหน่งตั้งลูก เพราะในการแข่งขันจริงนักกีฬาไม่สามารถเลือกตำแหน่งการยิงประตูได้เมื่อเกิดการฟาล์ว ซึ่งเป็นไปตามกฎ กติกาการเล่นฟุตบอลพื้นฐาน ดังนั้นต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเสริม เพื่อให้การยิงประตูมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการยิงประตูฟุตบอลแบบลูกหมุน ดังที่ อุดม (2536) ได้กล่าวว่า ทิศทางการเคลื่อนที่ในทางกีฬานั้น มีบทบาทสำคัญมากต่อการเคลื่อนไหวร่างกายเพื่อทำกิจกรรมให้ได้ดีที่สุด และประหยัดพลังงานมากที่สุด

การเตะฟุตบอลแบบสปิน (Spin) เป็นการเตะที่ทำให้ลูกหมุนและเป็นลักษณะพิเศษที่นิยมเตะกันมาก ได้แก่ การเตะฟุตบอลสปินโค้งด้านขวา และการเตะฟุตบอลสปินโค้งด้านซ้าย ซึ่งเป็นการเตะฟุตบอลที่มีความสำคัญในการยิงประตูฟุตบอลบริเวณนอกเขตโทษที่อยู่ในระยะหวังผลทำให้ลูกฟุตบอลหมุนโค้งได้ดีและมีความแม่นยำในการทำประตู ดังจะเห็นได้จากการแข่งขันฟุตบอล

ระดับโลก ทีมฟุตบอลบราซิลเป็นทีมที่ใช้การเตะฟุตบอลแบบสปีนได้ดีและมีความแม่นยำมากในการแข่งขันฟุตบอลโลก ครั้งที่ 15 ที่จัดขึ้นในสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1994 Herbst (1990) ได้กล่าวว่าการเล่นลูกตั้งเตะในกีฬาฟุตบอลซึ่งเป็นสถานการณ์ของการเล่นลูกตาย อาจจะเป็นการเตะลูกกินเปล่าหรือการเตะมุมในกีฬาฟุตบอล โดยสามารถใช้เป็นโอกาสที่ได้เปรียบของทีมที่มีการเตรียมทักษะที่ครบถ้วนไหวพริบให้เกิดประโยชน์ เมื่อเกิดสถานการณ์ของลูกตาย (ซึ่งรู้จักกันดีในกีฬาฟุตบอล คือ ลูกตั้งเตะ) ผู้เล่นในทีมพยายามที่จะยิงประตูจังหวะเดียวหรือสองจังหวะหรือมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าแล้ว โดยหวังว่าจะสร้างโอกาสในการยิงประตูฟุตบอลได้ดีกว่า ซึ่งการเล่นที่ผู้เล่นในทีมเลือกยิงประตูวิธีไหนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเล่นกีฬาฟุตบอล สอดคล้องกับประโยค (2535) กล่าวว่า การเล่นกีฬาฟุตบอลผู้เล่นในทีมก็มุ่งหวังที่จะได้รับชัยชนะซึ่งหมายถึงการยิงประตูให้ได้มากกว่าฝ่ายตรงข้าม ไม่ว่าจะเป็นการยิงแบบใดหรือในลักษณะใดก็ตามขอให้ลูกฟุตบอลเข้าประตูทีมตรงข้ามเป็นใช้ได้ แต่ในการแข่งขันมีทั้งการรุกและการป้องกัน ดังนั้นการยิงประตูให้ได้จึงไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะนอกจากจะถูกป้องกันจากกองหลังแล้วยังมีผู้รักษาประตูป้องกันอีก ด้วยเหตุผลนี้ความแม่นยำในการยิงประตูจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดในกีฬาฟุตบอล การเตะโทษ ณ จุดตำแหน่งต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะทำให้ทีมได้รับชัยชนะหรือแพ้ได้เช่นกัน ฉะนั้นการเตะโทษ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ จะมีความสำคัญมากขึ้น ถ้านักกีฬาฟุตบอลมีความแม่นยำในการเตะโทษ เพราะการเตะแต่ละครั้งจะได้ผลจำนวนประตูที่ถ้านักกีฬาเตะเข้าประตู จากการค้นคว้าพบว่าบริเวณที่มีโอกาสได้ประตูจากการเล่นลูกตั้งเตะมากที่สุด คือ ระยะ 20-30 หลา โดยได้มีการแบ่งเป็นการยิงลูกโทษจังหวะเดียว 78% การเตะลูกสองจังหวะ 24% และอื่น ๆ 8% (www.uefa.com) สอดคล้องกับ Love (2001) ที่กล่าวว่าการเล่นลูกโทษจากระยะ 25 หลา เป็นภารกิจอันตรายสำหรับทีมที่รับเพราะว่าผู้เล่นที่มีความชำนาญสามารถทำประตูจากการยิงลูกโทษ ณ จุดตั้งเตะ โดยการยิงประตูส่วนใหญ่เป็นการยิงประตูจากลูกตั้งเตะจังหวะเดียว ในการเตะลูกโทษนั้นผู้เล่นฝ่ายรับหลายคนจะยืนเป็นแถวป้องกันมุมมองของผู้เตะในการทำประตู ซึ่งต้องยืนห่างอย่างน้อย 10 หลา จากลูกบอล ดังนั้นผู้เตะต้องเตะบอลอ้อมกำแพงฝ่ายรับและลูกบอลต้องเข้าสู่จุดที่ลูกบอลห่างผู้รักษาประตูมากที่สุด โดยลูกบอลต้องเป็นลูกโค้ง และเข้าประตูอย่างรวดเร็ว

การเตะลูกโทษในแต่ละครั้งนักกีฬาจะต้องเล่นลูกโทษจากตำแหน่งที่ลูกทำฟาล์วเท่านั้น ดังนั้นตำแหน่งตั้งลูกฟุตบอลจึงมีส่วนต่อการเล่นลูกโทษ ถ้ามุมตั้งลูกฟุตบอลมีมุมประตูที่เปิดกว้างนักกีฬาที่สามารถที่จะเลือกเล่นลูกโทษได้หลากหลายกว่าตำแหน่งตั้งลูกฟุตบอลที่มีมุมแคบและการที่นักกีฬาไม่สามารถเลือกตำแหน่งตั้งลูกฟุตบอลได้ ดังที่ วิทยา (2550) กล่าวว่าลูกตั้งเตะถือเป็นลูกที่มีความสำคัญซึ่งโค้ชต้องเน้นเป็นพิเศษ โค้ชที่ดีควรมีการแบ่งเวลาให้กับการศึกษาลูกตั้งเตะ

โดยเฉพาะ และควรทำการฝึกในตำแหน่งที่หลากหลาย โดยมอบหมายให้ผู้เล่นที่เห็นว่ามี  
แม่นยำในการเตะมากที่สุดเป็นผู้รับหน้าที่ โดยประมาณ 33% ของประตูที่ได้ทั้งหมดมาจากลูกตั้ง  
เตะ ทำให้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะหามุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะแบบลูกหมุนในมุมต่าง ๆ ว่าในแต่ละ  
ตำแหน่งของการตั้งลูกบอล นักกีฬาควรจะเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมใด จึงจะส่งผลต่อความ  
แม่นยำในการยิงประตูฟุตบอลมากที่สุด เพื่อนำผลการวิจัยครั้งนี้ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการ  
พัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมการฝึกซ้อมทักษะการเตะแบบลูกหมุนต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนลูกเข้าประตู เมื่อวางลูกฟุตบอลในตำแหน่งตั้งเตะ ด้วยมุมที่กระทำกับเส้นที่ลากจากจุดกึ่งกลางประตู คือ มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมที่แตกต่างกัน คือ มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา
3. เพื่อศึกษาถึงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมที่แตกต่างกัน

## สมมติฐาน

1. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตูเมื่อวางลูกฟุตบอลในตำแหน่งตั้งเตะที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา แตกต่างกัน
2. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ลูกฟุตบอลเข้าประตูเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา แตกต่างกัน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบว่าตำแหน่งตั้งเตะใดที่ลูกบอลมีโอกาสเข้าประตูมากที่สุด
2. ผลของการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงมุมที่เหมาะสมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล

## ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลนัดเท้าขวาที่มีทักษะ และประสบการณ์ในการเตะลูกโทษ (free kick) อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป โดยนักกีฬาจะต้องมีความสามารถอยู่ในระดับดิวิชั่น 1 หรือสูงกว่า

## 2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัย

### 2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

- ตำแหน่งตั้งลูกฟุตบอลที่ทำมุมกับจุดกึ่งกลางประตู ได้แก่ มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

- มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ได้แก่ มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

### 2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

- จำนวนลูกฟุตบอลที่เข้าประตู

## นิยามศัพท์

1. ความแม่นยำ (Accuracy) หมายถึง จำนวนลูกฟุตบอลที่ถูกเตะเข้าประตูในตำแหน่งที่กำหนด คือ มุมบนขวาและมุมบนซ้ายของประตู

2. การเตะลูกฟุตบอล หมายถึง การเตะลูกฟุตบอลแบบลูกหมุน โดยใช้ข้างเท้าด้านใน เตะลูกฟุตบอลที่วางอยู่กับพื้นให้ลูกฟุตบอลหมุนมีทิศทางโค้งอ้อมหรือข้ามสิ่งกีดขวาง

3. จุดโทษนอกเขตโทษ หมายถึง เส้นโค้งรูปครึ่งวงกลม โดยมีรัศมี 25 หลา จากจุดกึ่งกลางประตู

4. เป้าหมาย หมายถึง ตำแหน่งที่ผู้วิจัยกำหนดให้ คือ มุมบนซ้าย และมุมบนขวาของประตูฟุตบอล

5. นักกีฬาฟุตบอล หมายถึง นักกีฬาฟุตบอลนัดเท้าขวาที่มีทักษะ และประสบการณ์ในการเตะลูกโทษอย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป

6. ดิวิชัน 1 (Division 1) หมายถึง เกณฑ์การแบ่งระดับความสามารถของทีมฟุตบอลที่เข้าร่วมการแข่งขันในประเทศไทย โดยใช้ระดับคะแนนสะสมในแต่ละฤดูกาลเป็นตัวแบ่งระดับความสามารถ คือ ระดับพรีเมียร์ลีก ดิวิชัน 1 และดิวิชัน 2 ตามลำดับ

7. ทอร์ก (Torque) หมายถึง โมเมนต์ของแรงรอบจุดใด ๆ มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของ แรง กับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนมายังแนวแรง

## การตรวจเอกสาร

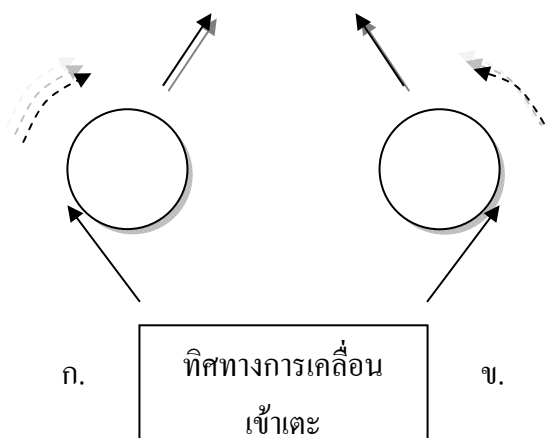
ประโยค (2535) กล่าวว่า กติกาในข้อที่ 13 ได้กำหนดในเรื่องของการเตะโทษ ได้แยกออกเป็นการเตะโทษ 2 สถานะ คือ

1. การเตะโทษโดยตรง (Direct free kick) เป็นการเตะที่เคียวลูกเข้าประตูของฝ่ายที่ละเมิดกติกาโดยที่ลูกไม่ถูกผู้ใดกั้นว่าได้ประตู
2. การเตะโทษโดยทางอ้อม (Indirect free kick) เป็นการเตะที่เคียวลูกเข้าประตูของฝ่ายที่ละเมิดกติกาไม่นับว่าได้ประตูเว้นแต่ลูกได้ถูกผู้เล่นคนใดคนหนึ่ง นอกจากผู้เตะก่อนจะเข้าประตู

เมื่อผู้เล่นคนหนึ่งเตะโทษโดยตรงหรือเตะโทษโดยอ้อมนอกเขตโทษของตน คู่ต่อสู้ทั้งหมดต้องอยู่ห่างจากลูกอย่างน้อย 10 หลา ลูกที่จะอยู่ในการเล่นนั้นต้องเคลื่อนไปได้อย่างน้อยเท่ากับระยะเส้นรอบวงของลูกบอล ถ้าผู้เล่นในฝ่ายตรงข้ามเข้าไปในเขตโทษ หรือเข้าไปใกล้ลูกน้อยกว่า 10 หลา ก่อนที่การเตะลูกโทษจะได้เริ่มขึ้น ในกรณีเช่นนี้ผู้ตัดสินจะระงับการเตะนั้นไว้ก่อนจนกว่าจะได้ปฏิบัติให้เป็นตามกติกา ลูกจะต้องวางนิ่งอยู่บนพื้นสนาม จึงจะสามารถเล่นต่อได้

สุนทร (2539) กล่าวว่า การเตะลูกบอลให้มีลักษณะไซด์โค้ง (side curve) ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและวิธีในการเตะลูกบอล ซึ่งเทคนิคการเตะลูกไซด์โค้งแบ่งออกได้เป็น 4 วิธีหลัก ๆ คือ ลูกเลียดพื้น และลูกโยน โค้งด้วยข้างเท้าด้านใน ลูกเลียดพื้นและลูกโยน โค้งด้วยข้างเท้าด้านนอก

การใช้ข้างเท้าด้านในเตะลูกไซด์โค้ง นับว่าเป็นเทคนิคที่ค่อนข้างปลอดภัยกว่าเพราะแม้ว่าการใช้ข้างเท้าด้านนอก จะทำให้ลูกหมุนและไซด์โค้งมากกว่า แต่มีโอกาสผิดพลาดสูง และต้องจัดเท้าให้สัมผัสลูกอย่างประณีตเป็นพิเศษ



ภาพที่ 1 แสดงการเตะฟุตบอลแบบไซด์ไค้ง

ที่มา: สุนทร (2539)

จากภาพประกอบ 1 ก. เท้าขวาจะเหวี่ยงเข้าหาบอลจากเท้าด้านนอกและทำมุมวกเข้าไปทำให้ลูกบอลพุ่งไค้งไปอีกทาง และถ้าจุดที่เท้ากระทบลูกบอลอยู่ห่างจากจุดกึ่งกลางลูกมากเท่าไร ก็จะทำให้ลูกหมุนและไซด์ไค้งมากขึ้นเท่านั้น

ส่วนในภาพประกอบ 1 ข. เท้าจะเหวี่ยงเข้าหาบอล จากทางด้านในออกไปทางด้านนอก ทำให้ลูกบอลหมุนทวนเข็มนาฬิกาจากขวาไปซ้าย และยังจุดที่เท้ากระทบลูกอยู่ต่ำเท่าไรก็จะทำให้ลูกลอยสูงขึ้นเท่านั้น ในระหว่างที่ลูกไซด์ไค้งลอยไปในอากาศ ลูกบอลจะมีโอกาสเปลี่ยนทิศทางได้ง่ายกว่าลูกเฉียดพื้น

Cooper and Glassow (1968) ได้กล่าวถึง การเตะฟุตบอลจะแตกต่างจากการวิ่ง เพราะแรงที่ใช้มาจากการเหวี่ยงขาแทนที่จะเป็นแรงช่วยรองรับขาและสิ้นสุดท้ายของการใช้แรงคือ การเหยียดเข้า และการใช้แขนเพื่อถ่วงสมดุล รวมถึงการเหวี่ยงขาเตะจนถึงจุดของการที่เท้าสัมผัสลูกฟุตบอล ข้อต่อสะโพกมีความสำคัญในการใช้แรงในขณะเริ่มต้นการเตะ เมื่อต้นขาเคลื่อนไหวไปข้างหน้าและงอสะโพกจะทำให้ขาและเท้า เคลื่อนไหวตามไปด้วยในเวลาดังกล่าว จากการวิเคราะห์ภาพการเคลื่อนไหวพบว่าเขาจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าในช่วงนี้ ฉะนั้นการเคลื่อนไหวต้นขาในรูปแบบดังกล่าวทำให้มีการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า ซึ่งเหมือนกับการก้าวเท้าเพื่อโยนโบว์ลิ่ง ซึ่งการเคลื่อนไหวดังกล่าว ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ไปข้างหน้าขณะแขนเหวี่ยงไปข้างหน้า ดังนั้นขาจึงมีแรงไม่เพียงแต่การเหยียดเข้ายังได้มาจากการยกสะโพก แม้ว่าลักษณะการงอสะโพกจะไม่เกิดขึ้นในช่วงของการปะทะกันระหว่างเท้ากับลูกฟุตบอลก็ตาม หลังจากการปะทะกันระหว่างเท้ากับลูกฟุตบอล

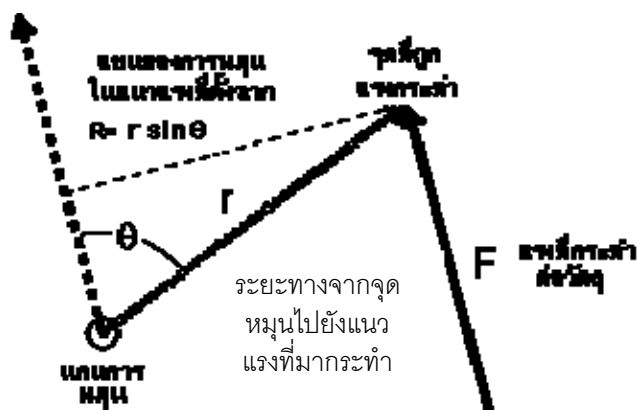
สะโพกจะงอและทำให้ขาทั้งหมดเหวี่ยงขึ้นข้างบนตามการส่งแรงตาม นอกจากนี้ Bauer (1979) ได้กล่าวว่า การที่จะเตะลูกฟุตบอลให้แรงและมีความแม่นยำนั้น นักฟุตบอลต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เพื่อเหวี่ยงเท้าให้ออกไปกระทบลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ไปในทิศทาง และเป้าหมายที่ต้องการ การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปฏิบัติได้ด้วยการฝึกตามหลักของการเพิ่มน้ำหนัก (Overload Principles) และยังกล่าวอีกว่า การที่จะเตะลูกฟุตบอลให้แรงและมีความแม่นยำนั้น นักฟุตบอลต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา เพื่อเหวี่ยงเท้าออกไปกระทบลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ไปในทิศทาง และเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งจะสอดคล้องกับ Hasic (2007) ตำแหน่งของขาที่กำลังจะเตะ สิ่งแรกที่สำคัญอย่างยิ่งในการเตะ คือ พลังในการเตะ เทคนิคง่าย ๆ ที่จะให้มีพลังในการเตะมาก นั่นก็คือการเหวี่ยงเท้าไปทางด้านหลังให้สูงเพื่อที่จะทำให้ตอนเหวี่ยงเท้าลงมาจะทำให้มีพลังในการเตะมากขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้ปลายเท้าในการเตะลูกฟุตบอลเพื่อให้ได้พลังในการเตะ เพราะการใช้ปลายเท้าจะไม่สามารถควบคุมทิศทางของลูกฟุตบอลได้ ในระหว่างเตะควรเกร็งข้อเท้า และเข่าจะงอเพียงเล็กน้อยเพื่อช่วยให้เท้าสัมผัสโดนลูกฟุตบอลได้ง่ายในระหว่างการเตะ โดยนักกีฬาควรโน้มตัวไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ถ้านักกีฬาโน้มตัวไปทางด้านหลังจะทำให้ลูกฟุตบอลที่เตะออกไปลอยสูงโค้งออกไป และสุดท้ายควรมีระยะทางที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักกีฬาสามารถเตะลูกฟุตบอลได้ดีขึ้น โดยตำแหน่งที่เหมาะสมต้องทำมุม 45 องศา จะทำให้การเตะมีประสิทธิภาพสูงสุด

ปิยพงษ์ (2547) กล่าวว่า ทอร์ก (Torque) คือ โมเมนต์ของแรงรอบจุดใด ๆ มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของ แรง กับระยะทางตั้งฉากจากจุดหมุนมายังแนวแรง (ภาพที่ 2)

$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$  เมื่อ  $\vec{r}$  หมายถึง ระยะทางจากจุดหมุนไปยังแนวแรงที่มากระทำ

$\vec{F}$  หมายถึง แรงที่กระทำต่อวัตถุ

$\vec{\tau}$  หมายถึง ทอร์ก



ภาพที่ 2 ทอร์กที่เกิดจากแรงกระทำที่จุดต่างกัน

ที่มา: ปิยพงษ์ (2547)

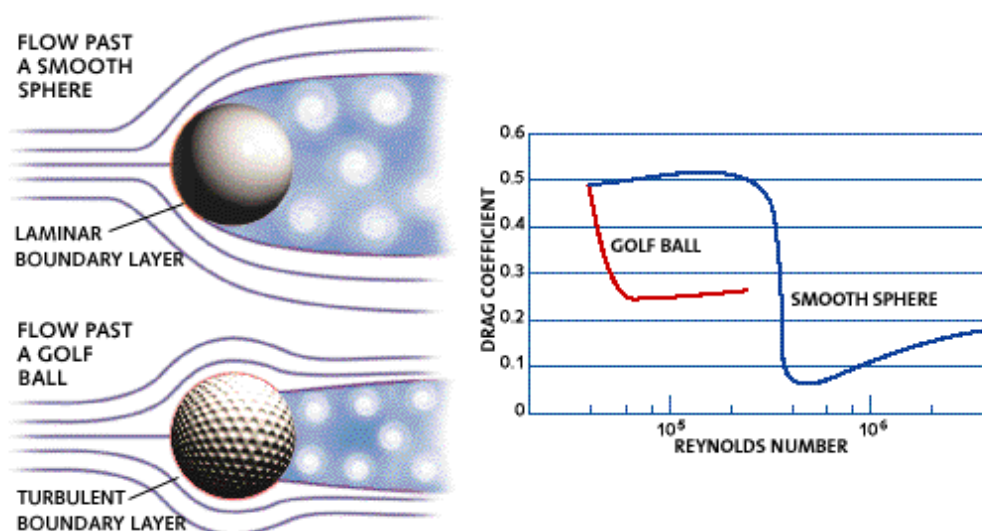
จากหลักการทางฟิสิกส์ทำให้เราเข้าใจได้ว่าหากนักฟุตบอลต้องการเตะลูกฟุตบอลให้มีความแรงและมีความแม่นยำนั้น นักฟุตบอลจะต้องเลือกจุดที่เท้าสัมผัสลูกบอลให้เหมาะสม โดยถ้าจุดที่เท้าสัมผัสลูกบอลอยู่ใกล้กับจุดหมุนมากเกินไปจะทำให้ลูกฟุตบอลเกิดการหมุนน้อย เมื่อการหมุนของลูกฟุตบอลน้อยก็จะทำให้ลูกฟุตบอลเกิดวิถีโค้งได้น้อยตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อความแม่นยำในการยิงประตู แต่ถ้านักฟุตบอลเตะลูกฟุตบอลโดยที่จุดที่เท้าสัมผัสลูกฟุตบอลอยู่ห่างจากจุดหมุนมาก ๆ ก็จะทำให้ลูกฟุตบอลหมุนมาก และเกิดวิถีโค้งมาก แต่ลูกบอลอาจจะลอยไปไม่ไกล ดังนั้นนักฟุตบอลจึงต้องฝึกซ้อมในการยิงประตูในจุดต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบว่าในแต่ละจุดนักกีฬาควรจะเตะลูกฟุตบอลให้มีการหมุนมากหรือน้อยเพื่อให้เกิดความแม่นยำสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับประโยค (2535) ได้กล่าวว่าการยิงประตูเป็นหัวใจสำคัญของการเล่นฟุตบอล และเป้าหมายที่สำคัญที่สุดในการรุก คือ ทีมใดที่ยิงประตูได้แม่นยำกว่า แม้ว่าพื้นฐานของการเล่นฟุตบอลจะอ่อนกว่า ก็ยังมีโอกาสประสบความสำเร็จได้ ดังนั้นผู้เล่นทุกคนจึงต้องทำการฝึกฝนการยิงประตูแบบต่าง ๆ ให้ชำนาญและแม่นยำทุกระยะและทุกมุม ทั้งลูกเลียดและลูกลอยในอากาศด้วย

แรงที่กระทำกับบอลที่ลอยผ่านอากาศ แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ แรงยกกับแรงต้านทานอากาศ แรงยก แบ่งออกเป็นแรงที่ยกบอลให้ลอยขึ้นไปกับแรงดันด้านข้างที่ทำให้เกิดลูกโค้งหรือปรากฏการณ์ Magnus แรงต้านทานอากาศ เป็นแรงที่ต้านทานการเคลื่อนที่ของบอล โดยมีทิศตรงข้ามกับทิศทางที่บอลเคลื่อนที่

แรงยก (Lift) - เป็นแรงที่มีทิศตั้งฉากกับกระแสอากาศที่ไหลผ่านวัตถุ แรงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะเกิดมาจากหน้าสัมผัสของวัตถุ (Airfoil) เนื่องจากลมเข้ามาปะทะ เป็นแรงที่ทำให้วัตถุลอยขึ้น แรงยกเกิดขึ้นโดยความกดอากาศต่ำที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวด้านบนของวัตถุ เมื่อเปรียบเทียบกับความกดอากาศที่พื้นผิวด้านล่างของวัตถุ หรือพูดอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ แรงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวด้านบนน้อยกว่าแรงที่เกิดขึ้นที่พื้นผิวด้านล่าง ตามหลักของ Bernoulli ทำให้เกิดแรงยกขึ้นข้างบน แรงยกก็คือ แรงที่อยู่ ตรงข้าม กับน้ำหนัก หรือ แรงดึงดูดของโลก

แรงต้าน (Drag) - เป็นแรงที่มีทิศทางขนานกับกระแสอากาศไหลผ่านและมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดจากการกระทบของอากาศกับพื้นผิววัตถุ และเกิดการเสียดทาน (Friction) ระหว่างอากาศและวัตถุที่เคลื่อนที่ แรงต้านเป็นแรงที่ต่อต้าน การเคลื่อนที่ของวัตถุในอากาศ มีทิศทางขนานกับวัตถุที่เคลื่อนที่ แรงต้านที่กระทำกับบอลเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับกำลังสองของความเร็วสัมพัทธ์ ( $v$ ) เมื่อความหนาแน่นของอากาศ ( $\rho$ ) กับพื้นที่หน้าตัด ( $A$ ) ของวัตถุนั้นคงที่ และสามารถคำนวณแรงต้านได้จาก  $F_D = C_D \rho A v^2 / 2$  อย่างไรก็ตาม drag coefficient ( $C_D$ ) ก็ขึ้นอยู่กับความเร็วของลูกฟุตบอลด้วย

เมื่อ  $F_D =$  แรงต้าน  $C_D =$  drag coefficient  $V =$  ความเร็ว

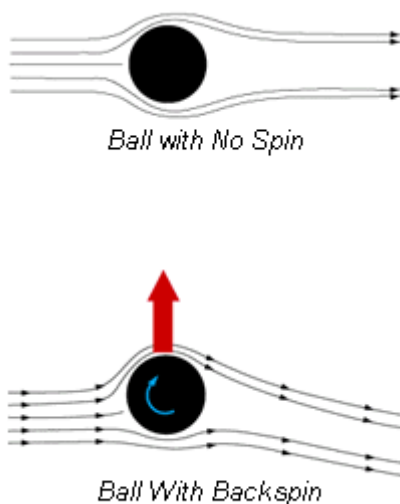


ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบ drag coefficient ระหว่างลูกบอลที่มีพื้นผิวเรียบกับลูกบอลที่มีพื้นผิวขรุขระ

ที่มา: Markiesteebox (2007)

พื้นผิวของวัตถุมีผลต่อการเคลื่อนที่ในอากาศของวัตถุ โดยวัตถุที่มีพื้นผิวเรียบ เช่น ลูกฟุตบอล, ลูกเบสบอล จะมี drag force ที่น้อยกว่าวัตถุที่มีพื้นผิวขรุขระ เช่น ลูกกอล์ฟ เป็นต้น มีผลทำให้วัตถุที่มีพื้นผิวขรุขระจะเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางที่ไกลกว่าวัตถุที่มีพื้นผิวเรียบ ดังตัวอย่าง เมื่อให้นักกอล์ฟคนเดียวกันตีลูกกอล์ฟที่มีพื้นผิวเรียบกับพื้นผิวขรุขระที่ความเร็วเท่ากัน ผลคือ ลูกกอล์ฟที่มีพื้นผิวเรียบไปได้ระยะทาง 130 หลา ส่วนลูกกอล์ฟที่มีพื้นผิวขรุขระไปได้ระยะทาง 290 หลา ([www.markiestteebbox.com/8.html](http://www.markiestteebbox.com/8.html))

จากภาพที่ 3 ตอนที่อากาศไหลผ่านลูกบอลผิวเรียบ (Smooth sphere) นั้น ชั้นของอากาศที่อยู่บนผิวของลูกบอลจะไหลแบบราบเรียบ (laminar) แล้วแยกชั้นออกจากผิวลูกบอล เมื่ออากาศไหลผ่านบริเวณกึ่งกลางลูกบอล ซึ่งทำให้เกิดการหมุนของอากาศ (turbulent) ทางด้านหลังลูกบอล จึงทำให้มีแรงต้านทานอากาศมาก แต่เมื่ออากาศที่ไหลผ่านลูกบอลผิวขรุขระนั้นชั้นของอากาศจะติดกับลูกบอลเป็นเวลานานกว่า ซึ่งทำให้เกิดการแยกตัวของอากาศออกจากพื้นผิวลูกบอลช้ากว่า และทำให้เกิดแรงต้านทานอากาศน้อยลง และเมื่อดูจากกราฟทางด้านขวามือ จะเห็นได้ว่าลูกบอลที่มีพื้นผิวขรุขระจะมีค่า drag coefficient ลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว โดยที่ค่า Reynolds number น้อยกว่าค่า Reynolds number ของลูกบอลที่มีพื้นผิวเรียบ

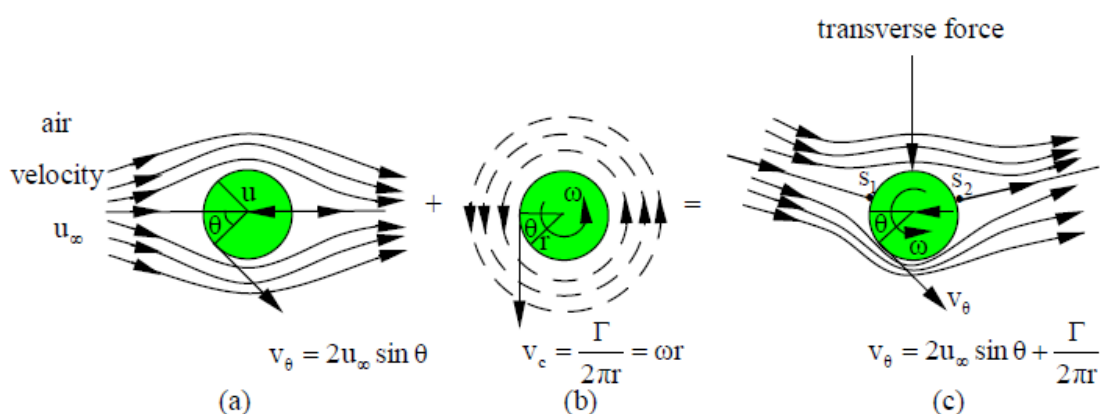


ภาพที่ 4 ภาพการเกิด lift force ของวัตถุทรงกลม

ที่มา: titleist (2004)

จากภาพที่ 4 ในกรณีที่วัตถุทรงกลมผิวเรียบเคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยไม่มีการหมุนตัว การเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมจะไม่สามารถไปได้ไกลเนื่องจากมีแรงต้านเกิดขึ้นมาก แต่ถ้าวัตถุทรงกลมเกิดการหมุน แรงที่มากระทบกับวัตถุทรงกลมทางด้านบนกับด้านล่างไม่เท่ากัน จึงเกิดแรงยก (lift force) ให้วัตถุทรงกลมลอยขึ้น และทำให้วัตถุลอยไปได้ไกลขึ้น

([www.titleist.ca/tecnology/details.asp](http://www.titleist.ca/tecnology/details.asp))



โดย  $u$  = ความเร็วของลูกบอล

$\omega$  = ความเร็วเชิงมุมของลูกบอล

$u_\infty$  = ความเร็วแนวราบของอากาศ

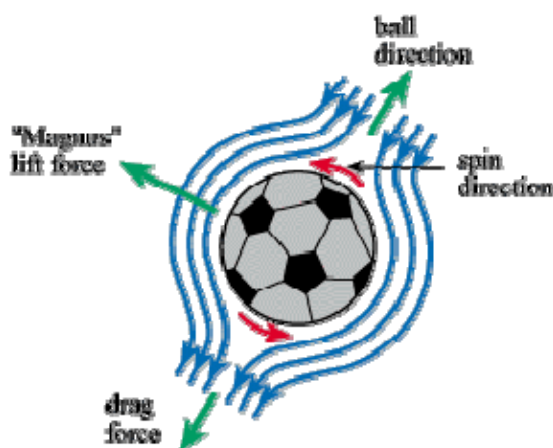
$\Gamma$  = การหมุนของอากาศรอบลูกบอล (circulation)

$r$  = รัศมีของลูกบอล

**ภาพที่ 5** การคำนวณหาความเร็วของลูกบอลในขณะที่เคลื่อนที่ผ่านอากาศ

ที่มา : Liu and Kim (2002)

จากภาพที่ 5 ลูกบอลที่ถูกเตะโดยหมุนจากขวาไปซ้าย สามารถคำนวณหาความเร็วของลูกบอลโดยใช้สูตร (a) ความเร็วของลูกบอลขณะหมุนสามารถคำนวณได้จากสูตร (b) และเมื่อนำทั้งสองสูตรมาบวกกัน ก็จะสามารคำนวณหาความเร็วของลูกบอลที่มีวิถีโค้งได้ โดยใช้สูตร (c) Liu and Kim (2002)



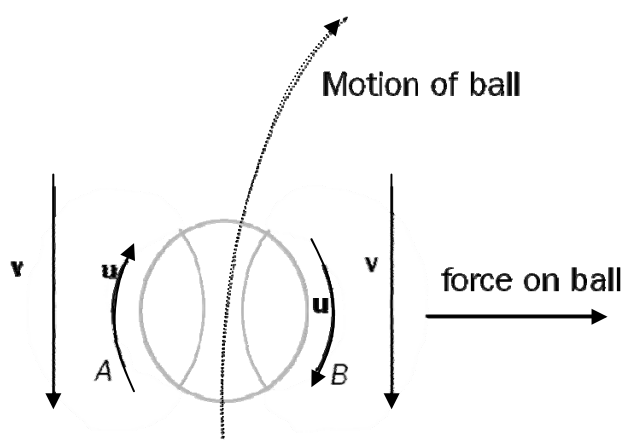
ภาพที่ 6 แสดงการเกิดปฏิกิริยา Magnus

ที่มา : Haake (1996)

จากภาพที่ 6 พิจารณาตามหลักของ Bernoulli แล้วจะมีแรงยก (lift force) ไปทางด้านซ้าย เพราะขณะที่ลูกบอลกำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้า พร้อมกับหมุนไปด้วยนั้นผิวลูกบอลด้านที่หมุนไปทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ (ด้านซ้าย) จะทำให้อากาศบริเวณนี้ ความเร็วมากกว่าหากเทียบกับตำแหน่งกลาง ๆ ลูกทำให้ความดันอากาศด้านนี้ต่ำลง ทำนองเดียวกันด้านที่ผิวของลูกบอลหมุนเคลื่อนที่สวนกับทิศทางการไหลของอากาศ (ด้านขวา) จะทำให้อากาศบริเวณนี้เคลื่อนที่ช้าลง แล้วเพิ่มความดันอากาศให้สูงขึ้น จึงเกิดแรงลัพธ์เบี่ยงเบนลูกบอลให้โค้งไปทางด้านซ้าย ถ้านักฟุตบอลเตะบอลด้วยเท้าขวาโดยใช้ข้างเท้าด้านในสัมผัสลูกบอล ลูกจะหมุนทวนเข็มนาฬิกาแล้วโค้งไปทางซ้าย ในทางตรงกันข้ามถ้าเตะด้วยเท้าซ้ายลูกบอลจะหมุนวนตามเข็มนาฬิกาแล้วไซด์โค้งไปทางขวา และถ้านักฟุตบอลเตะลูกหมุนไปข้างหน้าในทิศทางลูกหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเกิดแรงเสียดทานกับอากาศทางด้านซ้ายอย่างมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะพื้นผิวลูกบอลด้านซ้ายกำลังเคลื่อนที่แนวอากาศไป และทำให้เกิดแรงดันอากาศทางด้านซ้ายของลูกบอลเพิ่มขึ้น ลูกบอลจึงวิ่งเฉียงไปทางขวา สำหรับลูกที่หมุนทวนเข็มนาฬิกาก็เป็นเช่นกัน ยิ่งลูกบอลหมุนเร็วเท่าไร แรงดันยิ่งมากขึ้นเท่านั้น และทำให้ลูกไซด์โค้งมากขึ้น จึงทำให้ผู้รักษาประตูหลงทางได้มากยิ่งขึ้น ลูกโค้งหรือ Magnus force นี้ตั้งชื่อตามนักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน Heinrich Magnus ที่เป็นคนอธิบายพฤติกรรมดังกล่าวของวัตถุเป็นคนแรก เป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อการหมุนของวัตถุส่งผลต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อวัตถุเคลื่อนผ่านอากาศหรือของเหลว สอดคล้องกับ Bearman (1976) ที่ได้ทำการทดลองกับลูกกอล์ฟ และพบว่าถ้าลูกกอล์ฟหมุนจะทำให้สัมประสิทธิ์แรงยก (lift coefficient) เพิ่มขึ้น และทำให้มี Magnus force ที่มาก แต่อย่างไรก็ตามความเร็วที่เพิ่มขึ้นจะลดสัมประสิทธิ์แรง

ยก (lift coefficient) ซึ่งหมายความว่าลูกบอลที่เคลื่อนที่ช้าและมีการหมุนมากจะมีแรงผลักทางด้านข้างที่มากกว่าลูกบอลที่เคลื่อนที่เร็วแต่มีการหมุนเท่ากัน ดังนั้นตอนที่ความเร็วลูกบอลเริ่มช้าลงในช่วงท้าย ๆ ที่ลูกบอลลอยอยู่ในอากาศนั้น จะทำให้มีความโค้งมาก ปัจจัยที่มีผลต่อวิถีโค้งของลูกฟุตบอล คือ เทคนิคการเตะลูกฟุตบอล และแรงที่เท้ามากระทำกับลูกฟุตบอล ซึ่งนักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีจะสามารถเตะลูกฟุตบอลให้เกิดวิถีโค้งได้อย่างที่ต้องการไม่ว่าจะตั้งลูกฟุตบอลไว้ที่ตำแหน่งใดก็ตาม

Asai and Haake (2000) กล่าวว่าเทคนิคการเตะด้วยข้างเท้าด้านในทำให้ลูกฟุตบอลเกิดวิถีโค้งจากความถี่การหมุนของลูกฟุตบอล และ trajectory ซึ่งทั้งสองอย่างมีความสัมพันธ์กันต่อการเตะลูกโค้ง รวมไปถึงความเร็วของลูกฟุตบอล และการหมุนของลูกฟุตบอลจะทำให้เกิด Magnus forces ซึ่งมีผลสำคัญที่จะทำให้ลูกฟุตบอลเกิดการโค้ง โดย Magnus forces จะเกิดก็ต่อเมื่อลูกฟุตบอลเกิดการหมุนทำให้เกิดแรงดันอากาศที่ไม่เท่ากันระหว่างลูกฟุตบอลกำลังลอยอยู่ในอากาศ การที่แรงดันอากาศที่ไม่เท่ากันนี้เอง จึงเป็นผลทำให้ลูกฟุตบอลมีการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง ซึ่งถ้านักกีฬาฟุตบอลเตะลูกฟุตบอลด้วยข้างเท้าด้านในของเท้าขวาจะทำให้ลูกฟุตบอลเกิดวิถีโค้งจากขวาไปซ้าย แสดงว่าแรงดันอากาศทางด้านซ้ายมีปริมาณน้อยกว่าทางด้านขวา จึงทำให้ลูกฟุตบอลมีทิศทางเป็นไปตามที่กล่าวมา จากภาพที่ 7 ที่แสดงให้เห็นว่า ถ้า  $v$  เป็นความเร็วของอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านลูกบอลและ  $u$  เป็นความเร็วของการหมุนของลูกบอล ดังนั้นความเร็วของอากาศบริเวณพื้นผิววัตถุทางด้าน A จะเท่ากับ  $v - u$  ในขณะที่ความเร็วของอากาศบริเวณพื้นผิววัตถุทางด้าน B เท่ากับ  $v + u$  จึงทำให้แรงดันอากาศทางด้าน A มากกว่าแรงดันอากาศทางด้าน B จึงเกิดแรงผลักให้บอลเคลื่อนที่ไปทางขวา (ปิยพงษ์, 2547)



ภาพที่ 7 แสดงการเกิดลูกไซด์โค้ง

ที่มา : ปิยพงษ์ (2547)

Roberto Carlos เตะบอลด้วยข้างเท้าด้านนอกของเท้าซ้าย ซึ่งทำให้ลูกบอลหมุนทวนเข็มนาฬิกา ในวันที่มีอากาศแห้ง จะทำให้ลูกบอลหมุนเร็วกว่า 10 รอบต่อวินาที การใช้ข้างเท้าด้านนอกเตะบอลทำให้เตะบอลลำบาก ซึ่งทำให้ความเร็วลูกบอลอยู่ที่ประมาณ 30 เมตรต่อวินาที (70 ไมล์ต่อชั่วโมง) การไหลของอากาศบนผิวของลูกบอลจะปั่นป่วน (turbulent) ซึ่งทำให้มีแรงดันอากาศน้อย เมื่อความเร็วของลูกบอลลดลงจะทำให้อากาศรอบผิวลูกบอลราบเรียบขึ้น (laminar) และแรงต้านทานอากาศจะมากขึ้น จึงทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่ช้าลง และทำให้เกิดปรากฏการณ์ Magnus ซึ่งจะทำให้ลูกบอลโค้งเข้าประตู ถึงแม้ว่าความเร็วการหมุนของลูกบอลไม่ลดลงแต่ drag coefficient เพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้มีแรงผลักทางด้านข้าง (sideway force) ที่มากขึ้นทำให้ลูกบอลโค้งมากขึ้น ดังนั้นเมื่อความเร็วของลูกบอลเริ่มช้าลงลูกบอลก็จะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้ง

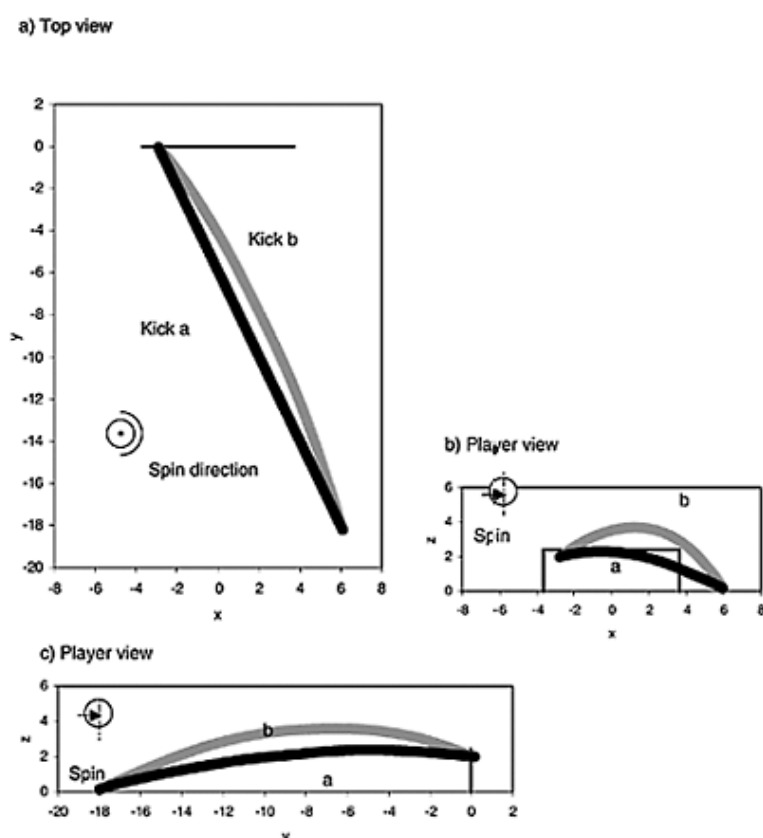
### งานวิจัยต่างประเทศ

Manri (1967) ได้เปรียบเทียบการเตะแบบข้างเท้าด้านในกับการเตะแบบใช้ปลายเท้าที่ระยะ 20 หลา 25 หลา และ 30 หลา จากเสาประตู ที่มีผลต่อความแม่นยำ ผลการศึกษาพบว่า การเตะแบบโค้งนำไปสู่ความแม่นยำมากขึ้นใน 3 ระยะ คือ 20 หลา 25 หลา และ 30 หลา จากเสาประตู โดยการเตะทั้งสองแบบไม่ว่าจะเตะในระยะใด การวิ่งหาลูกบอลจะคล้ายกันหรือเหมือนกัน คือ ต้องให้มีระยะทางห่างจากลูกบอลประมาณ 2 ก้าว

Plagenhord (1971) ทำการวิเคราะห์เทคนิคที่ใช้ในการเตะโดยนักฟุตบอลอาชีพ และนักอเมริกันฟุตบอล พบว่า การเตะโดยใช้ข้างเท้าด้านในหรือการใช้หลังเท้าเตะลูกบอลก่อให้เกิดอัตราความเร็วของลูกบอลมากกว่าการเตะแบบที่ใช้ปลายเท้าเตะ จากนั้นยังได้ศึกษาปัจจัยสองประการ ที่มีความสำคัญมากที่สุดในการพิจารณาอัตราความเร็วที่ลูกบอลหลุดจากเท้าผู้เตะ ได้แก่ มวลของเท้าและอัตราความเร็วของเท้าก่อนกระทบลูกบอล และสรุปว่า ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ได้อัตราความเร็วสูงสุดของลูกบอลนั้นมาจากมวลของเท้า และอัตราความเร็วของเท้าสูงสุด

Rodano และ Tavana (1993) วิเคราะห์ 3 มิติ ของการเตะลูกฟุตบอลด้วยหลังเท้าโดยนักกีฬาฟุตบอลระดับอาชีพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ จำนวน 10 คน ของทีมเอซีมิลาน ในอิตาลี โดยเก็บข้อมูลจาก 5 จุด ตามหลักทางกายภาพของขาที่ใช้เตะลูกฟุตบอล คือ กระดูกข้อสะโพก ปุ่มกระดูกโคนต้นขา เข่า กระดูกตาตุ่มนอก นิ้วก้อยเท้า ซึ่งมีวิธีดำเนินการ คือ หลังจากอบอุ่นร่างกาย นักกีฬาฟุตบอลจะเคลื่อนที่ 2 ก้าว เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยหลังเท้า 5 ครั้ง โดยทดลอง

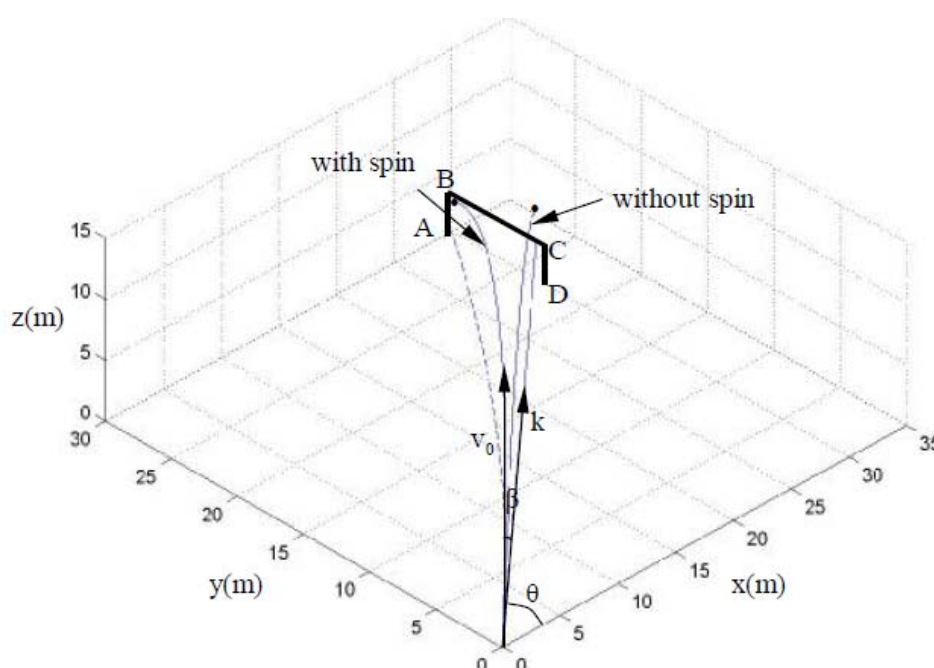
บนสนามหญ้าเทียมซึ่งมีแผ่นวัดแรง (Force Plate) ติดตั้งไว้ที่พื้น ผลการศึกษา พบว่าผลการเตะลูกฟุตบอลด้วยหลังเท้าขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของแต่ละบุคคล ไม่ว่าระดับเทคนิคของผู้เล่นจะสูงเพียงใดก็ไม่มีผลต่อการเตะลูกฟุตบอล นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2000 Asai และ Haake ได้ทำการทดลองโดยให้นักกีฬาทำการเตะลูกบอล 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ให้นักกีฬาทำการเตะลูกบอลไม่ให้ลูกบอลเกิดการหมุน โดยเตะเข้าตรงจุดกึ่งกลางของลูกบอล (kick a) แบบที่ 2 ให้นักกีฬาทำการเตะลูกบอลให้ลูกบอลเกิดการหมุน (kick b) แล้วนำมาเปรียบเทียบทิศทาง ระยะทาง และความเร็วของลูกบอล โดยกำหนดเป้าหมายให้ลูกบอลเข้าประตูที่จุดมุมบนขวาของประตู พบว่า kick a ทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ได้ระยะทางน้อยกว่า kick b เนื่องจากการเตะแบบ kick a ทำให้วิถีการเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอลไม่มีความโค้งมากนัก ในขณะที่การเตะแบบ kick b ทำให้วิถีการเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอลเป็นวิถีโค้ง โดยที่การเตะเข้าที่กึ่งกลางลูก (kick a) นี้ จะทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าการเตะแบบให้ลูกฟุตบอลหมุน (kick b) ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการเตะลูกบอลทั้งสองแบบ

ที่มา : Asai and Haake (2000)

ในปี ค.ศ. 2002 Liu และ Kim ได้ทำการวิเคราะห์การยิง free kick ของ Ronaldinho นักฟุตบอลทีมชาติบราซิลในระหว่างการแข่งขันฟุตบอลโลกรอบ 8 ทีมสุดท้าย ปี ค.ศ. 2002 ระหว่างบราซิลกับอังกฤษ ในจังหวะที่บราซิลได้ประตูขึ้นนำ 2-1 พบว่าระหว่างที่ลูกฟุตบอลเดินทางเข้าหากรอบประตู ลูกบอลเกิดการหมุนทำให้ลูกบอลที่ดูเหมือนจะข้ามคานแล้วเกิดการโค้งเข้ากรอบประตู (B) ทำให้ผู้รักษาประตูคาดไม่ถึงและเสียประตูในที่สุด แต่ถ้าลูกบอลไม่เกิดการหมุนทิศทางของลูกบอลจะตรงเข้าหาประตู (C) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 9 ผลการวิเคราะห์การยิง free kick ของ Ronaldinho

ที่มา : Liu and Kim (2002)

### งานวิจัยในประเทศ

สมเจตน์ (2530) ได้ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการยิงประตูฟุตบอลจากระยะทาง 15 หลา 18 หลา และ 21 หลา ในทิศทางของมุมตั้งแต่ 30 องศา 60 องศาจากทางด้านขวามือ และทางด้านซ้ายมือในทิศทางของมุม 90 องศา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาฟุตบอลในตำแหน่งกองหน้าและกองกลาง ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของการยิงประตูฟุตบอลจากทุกระยะทางเมื่อตั้งลูกบอลที่ 30 องศาและ 60 องศา ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ประสิทธิภาพของการยิงประตูฟุตบอลเมื่อลูกบอลอยู่ห่างจากประตู 15 หลา และตั้งที่มุม 90 องศา มีค่าสูงที่สุด นอกจากนี้

แสวง (2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะแบบสปีนที่มีผลต่อความแม่นยำในกีฬาฟุตบอล โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลซึ่งเป็นผู้ยิงประตูโทษของแต่ละสโมสรที่เข้าร่วม 8 ทีมสุดท้ายในการแข่งขันฟุตบอลชิงถ้วยพระราชทานประเภท ก ผลการศึกษาพบว่ามุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลมีผลต่อความแม่นยำในการเตะลูกเข้าประตู โดยที่การเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 60 องศา ทางด้านซ้ายมือของผู้เตะทำให้มีความแม่นยำในการเตะลูกฟุตบอลสูงสุด และการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 90 องศา ทางด้านซ้ายมือและขวามือของผู้เตะ มีผลของความแม่นยำในการเตะลูกเข้าประตูน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสุชาติ (2544) ได้ศึกษาถึงผลของการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมต่าง ๆ ที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตูฟุตบอล ด้วยการเตะลูกโทษแบบหมุน ณ จุดโทษนอกเขตโทษระยะ 25 หลา ผลการศึกษาพบว่า ความแม่นยำในการยิงประตูฟุตบอลด้วยการเตะลูกโทษแบบหมุนจะดีที่สุดเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา 60 องศา และ 75 องศา เมื่อเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา และ 30 องศา

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ลูกฟุตบอลเบอร์ 5 จำนวน 12 ลูก
2. เทปวัดระยะทางและไม้ฉากวัดองศาสำหรับทำมุม
3. Marker สำหรับกำหนดตำแหน่งในการตั้งลูกและการเคลื่อนที่เข้าเตะ
4. ฟูกระดาก แขนวไว้เพื่อกำหนดเป็นเป้าหมาย
5. กล้องวิดีโอระบบดิจิทัล (Sony, ประเทศญี่ปุ่น) พร้อมขาตั้งกล้อง
6. ใบบันทึกคะแนนการทดสอบ

### วิธีการ

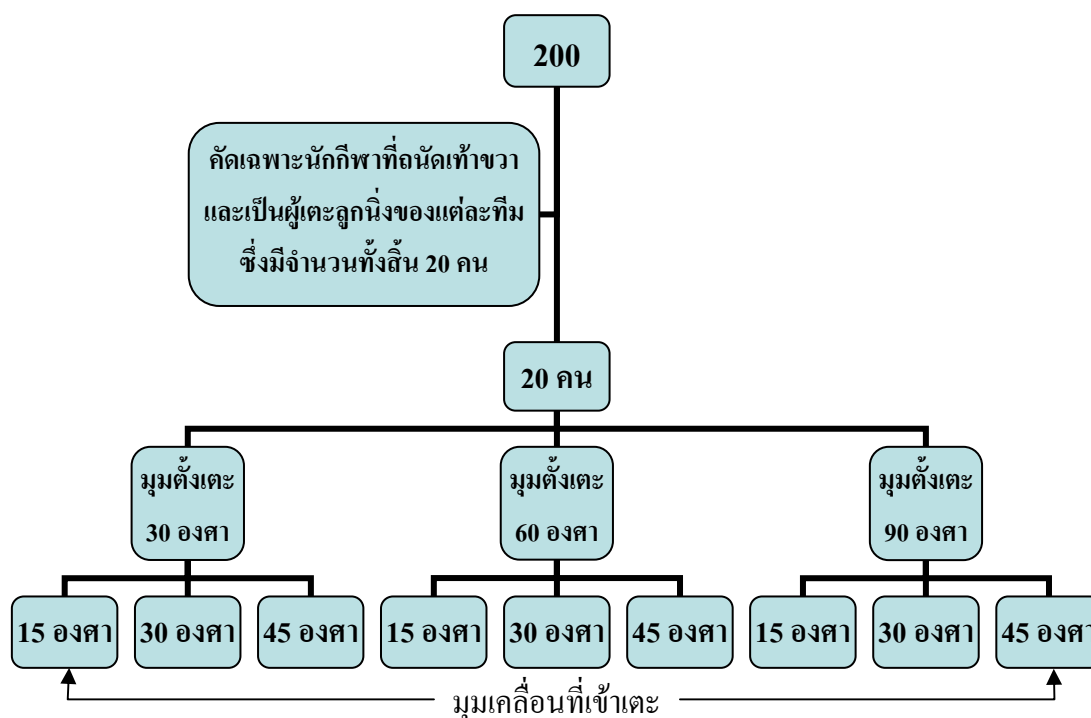
#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬาฟุตบอลผู้เตะลูกนิ่งที่ถนัดเท้าขวา โดยมีทักษะ และประสบการณ์ในการเตะลูกโทษ (free kick) อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป โดยนักกีฬาจะต้องมีความสามารถอยู่ในระดับดิวิชั่น 1 หรือสูงกว่า

#### การทดสอบความแม่นยำของการเตะลูกโทษ

กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนจะต้องเตะลูกโทษ โดยใช้ข้างเท้าด้านในสัมผัสลูกฟุตบอล โดยไม่กำหนดจุดที่เท้าสัมผัสลูกฟุตบอล เนื่องจากได้กำหนดโดยมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะเอาไว้แล้ว เมื่อ

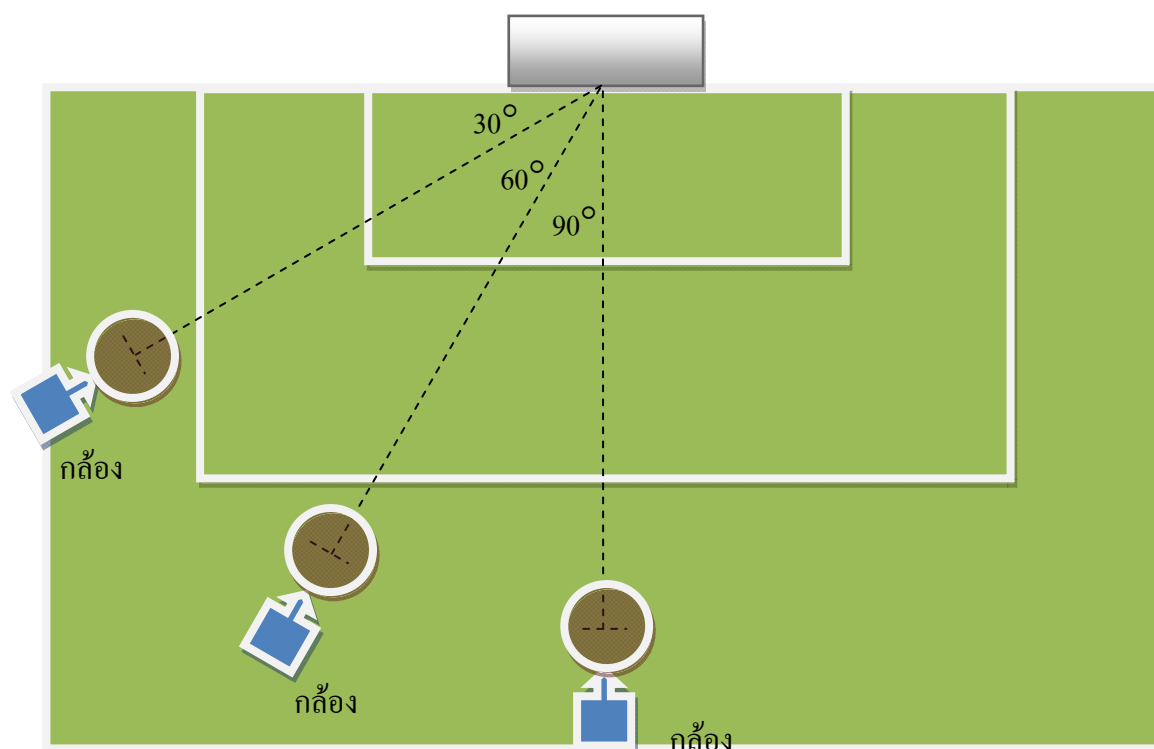
ตั้งลูกฟุตบอลไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา จากเส้นหลังประตู ซึ่งในแต่ละมุมที่ตั้งลูกบอลนั้นนักกีฬาจะต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลในทิศทาง 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา ตำแหน่งละ 10 ครั้ง โดยสลับกันเตะคนละ 10 ลูก พัก 5 นาที ดังภาพที่ 10 โดยกำหนดให้นักกีฬาเตะลูกฟุตบอลจะเข้าประตูในตำแหน่งมุมบนซ้ายและมุมบนขวาของประตู ซึ่งถ้าลูกฟุตบอลเข้าประตู ณ ตำแหน่งดังกล่าวจะถือว่าลูกเข้าประตู



ภาพที่ 10 ตำแหน่งตั้งลูกบอลและมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะ

### การบันทึกภาพวิดีโอโค้ชของลูกฟุตบอล

วางกล้องบันทึกภาพไว้ทางด้านหลังของผู้เตะห่างจากตำแหน่งตั้งลูกบอล 5 เมตร โดยให้ทำมุมตั้งฉากกับกึ่งกลางของลูกบอล (ภาพที่ 11) จากนั้นนำไม้เมตรมาบันทึกเป็นวัตถุอ้างอิงประมาณ 5 วินาที เพื่อนำไปคำนวณหาระยะทางจริง



ภาพที่ 11 ตำแหน่งการวางกล้องบันทึกภาพ

### วิธีการวิเคราะห์วิถีโค้งของลูกฟุตบอล

นำภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกได้มาทำให้เป็นภาพนิ่ง โดยใช้โปรแกรม ACDSce 7 หลังจากนั้นเลือกภาพตั้งแต่ลูกฟุตบอลหลุดออกจากเท้าจนกระทั่งลูกฟุตบอลเข้าประตู เพื่อนำไปวิเคราะห์หาตำแหน่งของลูกฟุตบอล โดยใช้โปรแกรม Paint หาตำแหน่งบนแกนตั้ง (y) และแกนนอน (x) เทียบกับระยะจริงที่บันทึกจากไม้เมตร ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็นเมตร หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระยะทางจากสูตรที่เขียนด้วยโปรแกรม MATLAB v.2007 แล้วจึงนำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปสร้างกราฟเพื่อแสดงเป็นวิถีโค้งของลูกฟุตบอล โดยใช้โปรแกรม MS Excel 2003

### การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณเปอร์เซ็นต์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของจำนวนลูกเข้าประตูเมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมที่ต่างกัน
2. หาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกเข้าประตูเมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา ณ จุดโทษนอกเขตโทษระยะ 25 หลา โดยใช้สถิตินอนพารามेटริก (non-parametric statistic) แบบฟรیدแมน (Friedman test)
3. หาค่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ของจำนวนลูกเข้าประตูในการเตะลูกฟุตบอล เมื่อตำแหน่งที่ตั้งลูกฟุตบอลแตกต่างกัน คือ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา โดยใช้สถิตินอนพารามेटริก (non-parametric statistic) แบบฟรیدแมน (Friedman test)
4. ถ้าพบความแตกต่างจึงเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ Tukey
5. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ทำการวิจัยที่สนามฟุตบอลของโรงเรียนกีฬากรุงเทพมหานคร, โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และสโมสรการทำเรือ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2550 ถึงเดือนมกราคม 2551

## ผลและวิจารณ์

### ผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง เพื่อศึกษาผลของมุมหรือทิศทางในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตูเมื่อดังลูกบอลที่มุมต่าง ๆ ของสนาม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักกีฬาฟุตบอลที่มีทักษะ และประสบการณ์ในการเตะลูกโทษนอกเขตโทษ อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเตะลูกฟุตบอลเพื่อยิงประตูฟุตบอลจากระยะ 25 หลา เมื่อดังลูกบอลที่มุม 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา จากเส้นหลังของประตู โดยแต่ละลูกที่ตั้งเตะนั้น กลุ่มตัวอย่างจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา มุมละ 10 ลูก รวมทั้งหมดผู้ทดสอบจะต้องเตะลูกฟุตบอลคนละ 90 ลูก จากนั้นจึงนับจำนวนลูกเข้าประตู ณ จุดที่กำหนด คือ ที่มุมบนขวาและมุมบนซ้ายของประตู และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมที่แตกต่างกัน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนลูกเข้าประตู เมื่อวางลูกฟุตบอลในตำแหน่งตั้งเตะ ด้วยมุมที่กระทำกับเส้นที่ลากจากเส้นหลังประตูทั้ง 3 ตำแหน่ง โดยใช้สถิติ นอนพารามेटริก (non-parametric statistic) แบบฟริดแมน (Friedman test) เมื่อพบความแตกต่างจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของ Tukey และกำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วนำผลการวิจัยมาเสนอในรูปแบบของตารางและกราฟ ดังนี้

**ตารางที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของความแม่นยำในการยิงประตูจากระยะ 25 หลา ที่มุมตั้งเตะ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา โดยแต่ละมุมตั้งเตะจะทำการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

| ตำแหน่งตั้งลูก | มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอล |             |             | P <sup>a</sup> |
|----------------|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|
|                | 15 องศา                         | 30 องศา     | 45 องศา     |                |
| 30 องศา        | 37 % ± .483                     | 33 % ± .471 | 39 % ± .489 | .449           |
| 60 องศา        | 45 % ± .499                     | 49 % ± .501 | 53 % ± .500 | .244           |
| 90 องศา        | 50 % ± .501                     | 40 % ± .491 | 61 % ± .490 | .001*          |
| P <sup>b</sup> | .031*                           | .001*       | .000*       |                |

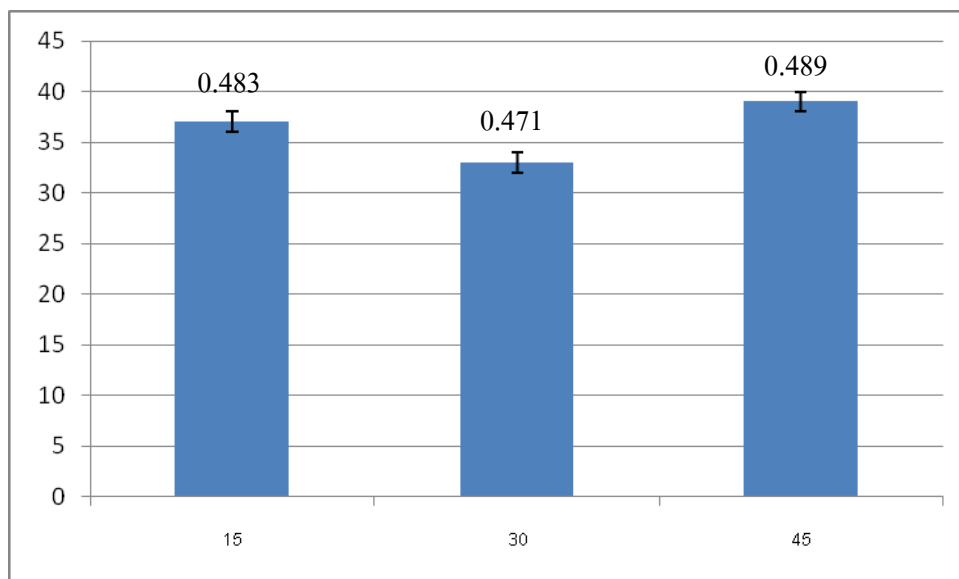
หมายเหตุ P<sup>a</sup> คือ เปรียบเทียบความแตกต่างของมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะ

P<sup>b</sup> คือ เปรียบเทียบความแตกต่างของตำแหน่งตั้งลูกบอล

\* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมเดียวกัน แต่ตำแหน่งตั้งลูกแตกต่างกัน จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูที่แตกต่างกันทั้ง 3 มุม ส่วนที่ตำแหน่งตั้งลูกเดียวกัน แต่มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะแตกต่างกันจะมีผลต่อความแม่นยำในการยิงประตูที่แตกต่างกัน โดยพบความแตกต่างเฉพาะที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 90 องศา ส่วนที่ตำแหน่งตั้งลูก 30 องศา และ 60 องศา การเคลื่อนที่เข้าเตะที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความแม่นยำของการยิงประตูที่แตกต่างกัน

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ

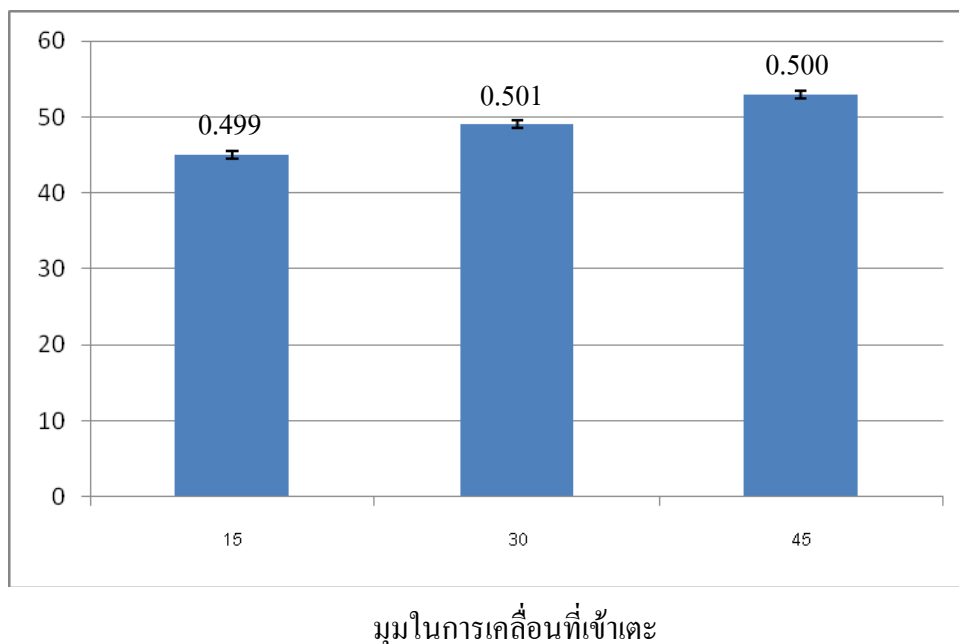


มุมมองในการเคลื่อนที่เข้าเตะ

**ภาพที่ 12** แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 30 องศา และ นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

จากภาพประกอบ 12 พบว่า ในการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมใดก็ตามเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูก็ไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

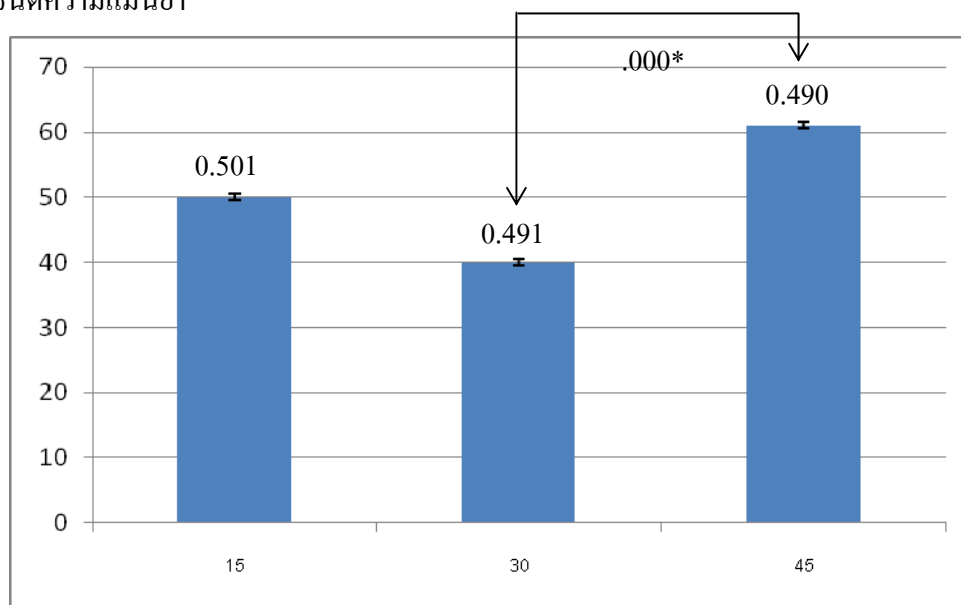
### เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ



**ภาพที่ 13** แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 60 องศา และ นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

จากภาพประกอบ 13 พบว่า ในการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมใดก็ตามเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ

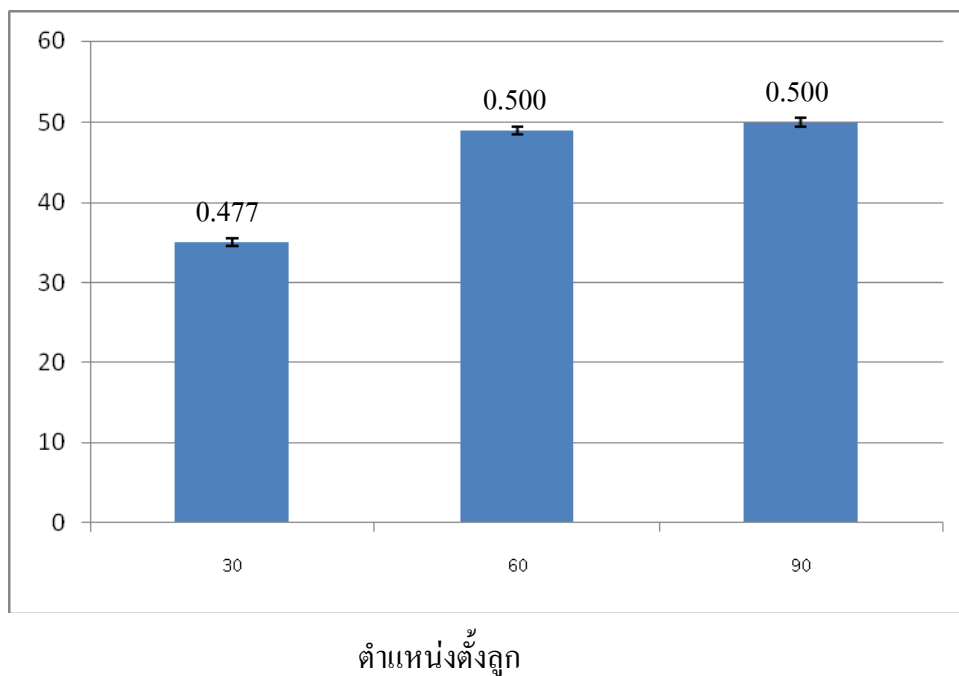


มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะ

**ภาพที่ 14** แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 90 องศา และ นักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

จากภาพประกอบ 14 พบว่า ในการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูที่มากกว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา โดยที่การเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 30 องศา จะให้ความแม่นยำน้อยสุด เมื่อเปรียบเทียบกับมุมอื่น ส่วนการเปรียบเทียบในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

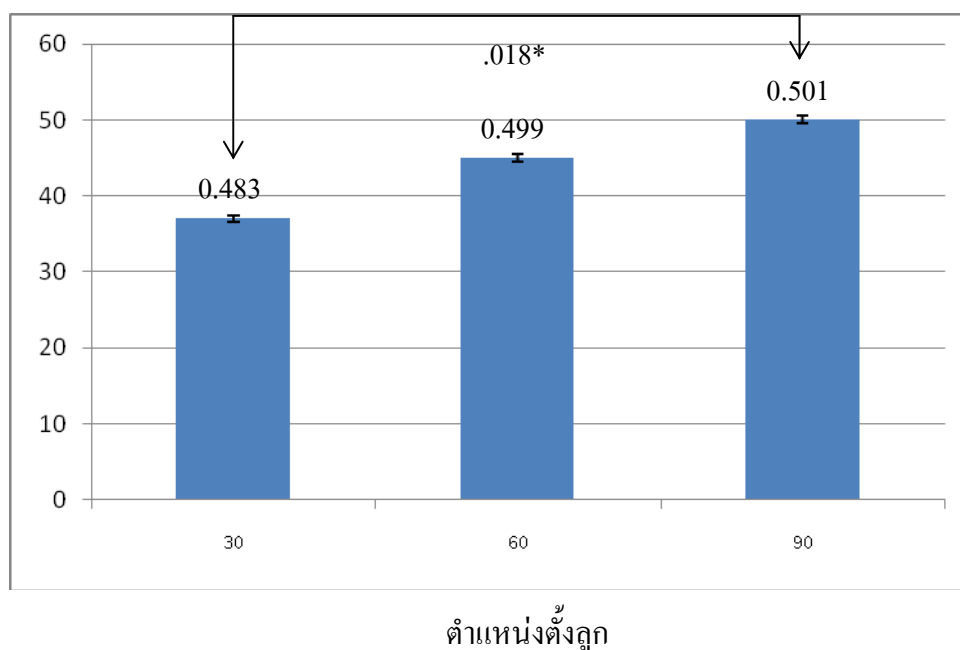
### เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ



ภาพที่ 15 แสดงเปอร์เซ็นต์รวมที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

จากภาพที่ 15 แสดงผลของตำแหน่งที่ตั้งลูกกับเปอร์เซ็นต์ที่ลูกเข้าประตู พบว่าถ้าวัดตั้งลูกที่ตำแหน่ง 60 องศา และ 90 องศา นักกีฬาสามารถเตะลูกฟุตบอลเข้าประตูมากกว่าตั้งลูกไว้ที่มุม 30 องศา กับเส้นหลังประตู ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลในทิศทางใดก็ตาม

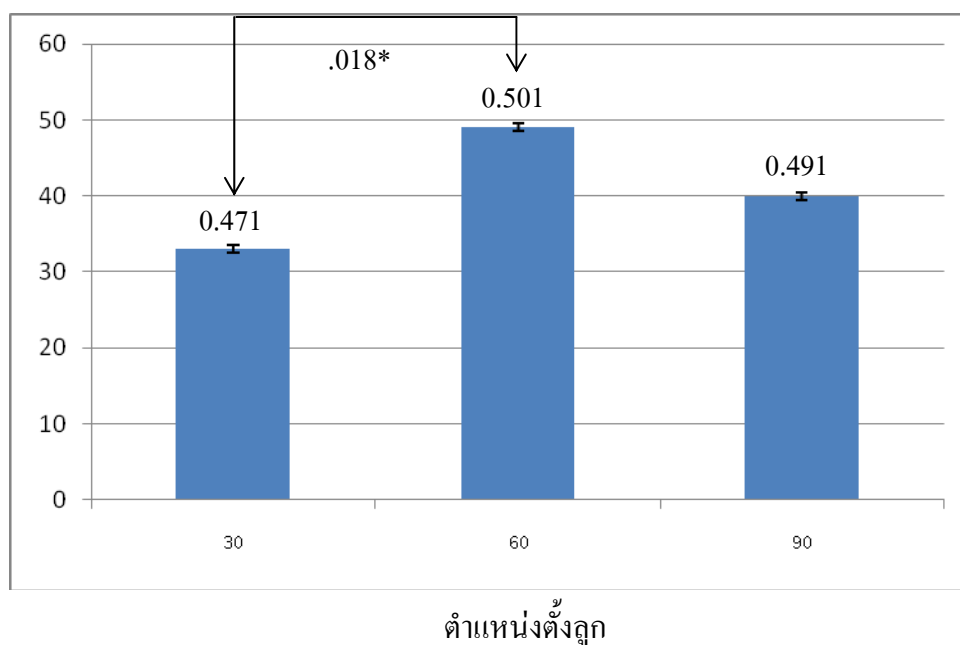
เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ



ภาพที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

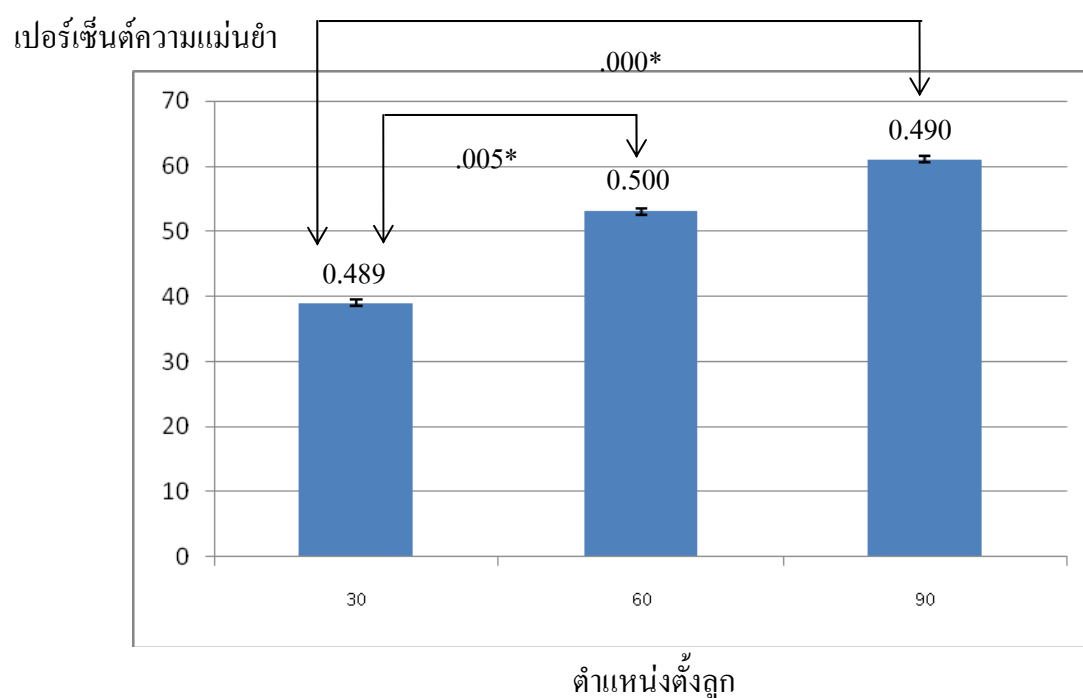
จากภาพประกอบ 16 พบว่า เมื่อนักกีฬาต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา นั้น นักกีฬาสามารถยิงลูกฟุตบอลเข้าประตูฟุตบอลได้มากที่สุด เมื่อลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่ตำแหน่ง 90 องศา กับเส้นหลังประตู และจะมีความแม่นยำน้อยที่สุด เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่ 30 องศา กับเส้นหลังประตู

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ



ภาพที่ 17 แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

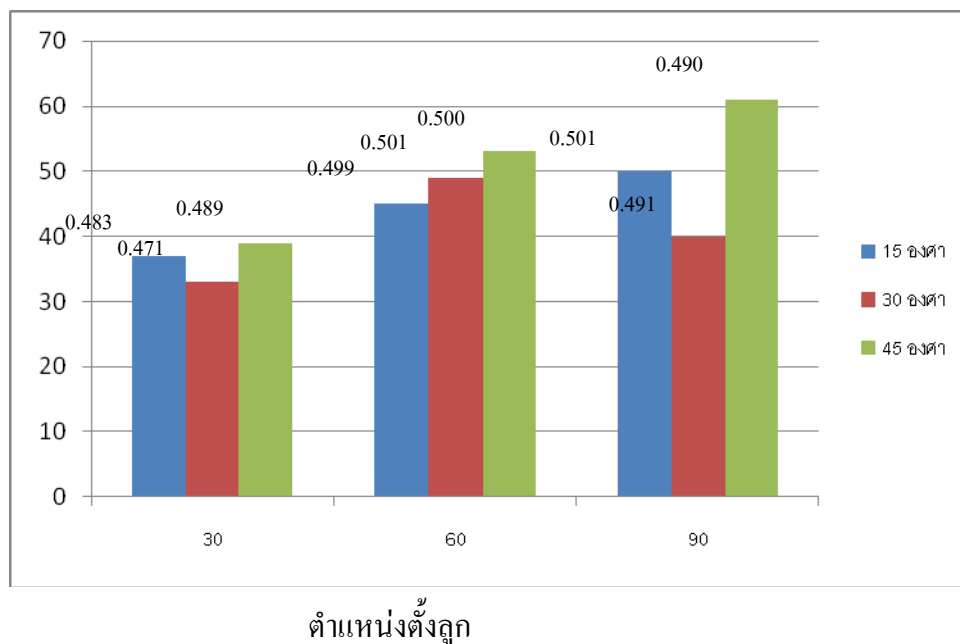
จากภาพประกอบที่ 17 พบว่า เมื่อนักกีฬาต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 30 องศา นั้น นักกีฬาสามารถยิงลูกฟุตบอลเข้าประตูฟุตบอลได้มากที่สุด เมื่อลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่ตำแหน่ง 60 องศา กับเส้นหลังประตู และจะมีความแม่นยำน้อยที่สุด เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 30 องศา กับเส้นหลังประตู



ภาพที่ 18 แสดงเปอร์เซ็นต์ของลูกบอลที่เข้าประตูฟุตบอล เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

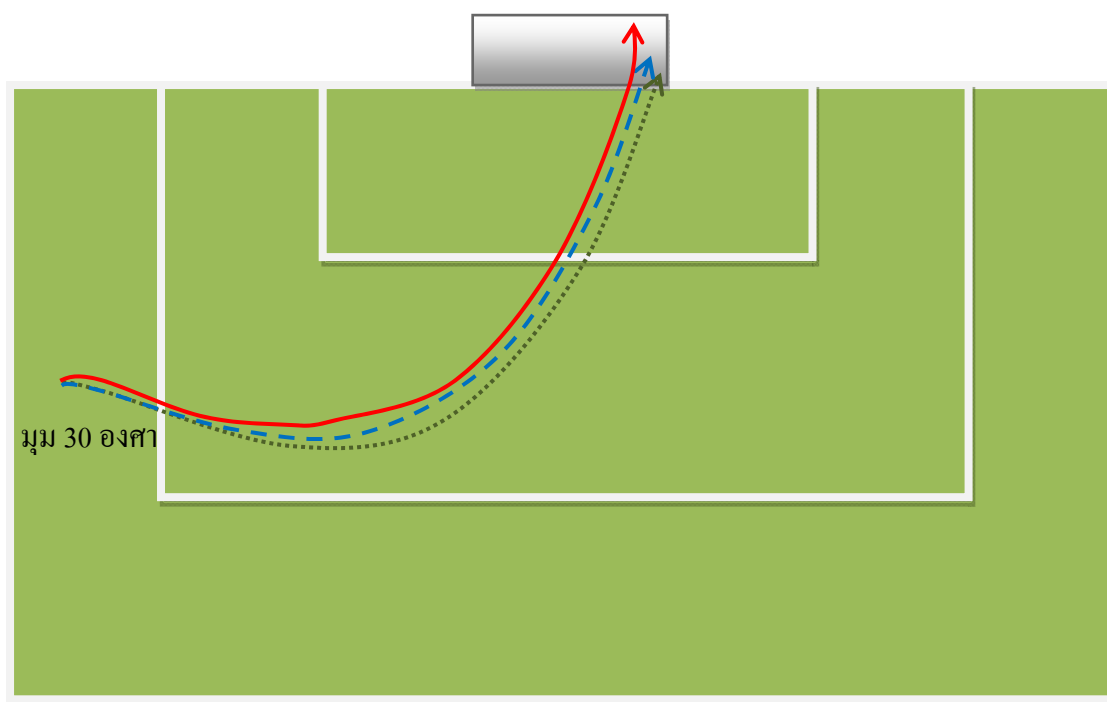
จากภาพประกอบที่ 18 พบว่า เมื่อนักกีฬาต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา นั้น นักกีฬาสามารถยิงลูกฟุตบอลเข้าประตูฟุตบอลได้มากที่สุด เมื่อลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่ตำแหน่ง 90 องศา กับเส้นหลังประตู และจะมีความแม่นยำน้อยลงตามลำดับ เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 60 องศา และ 30 องศา กับเส้นหลังประตูตามลำดับ

### เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ



**ภาพที่ 19** แสดงเปอร์เซ็นต์ลูกเข้าประตูในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา เมื่อตั้งลูกไว้ที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา กับเส้นหลังประตู

จากภาพที่ 19 แสดงให้เห็นว่ามุมที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ไม่ว่าจะลูกจะตั้งอยู่ตำแหน่งใดก็ตาม พบว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา ทำให้ลูกเข้าประตูมากที่สุด



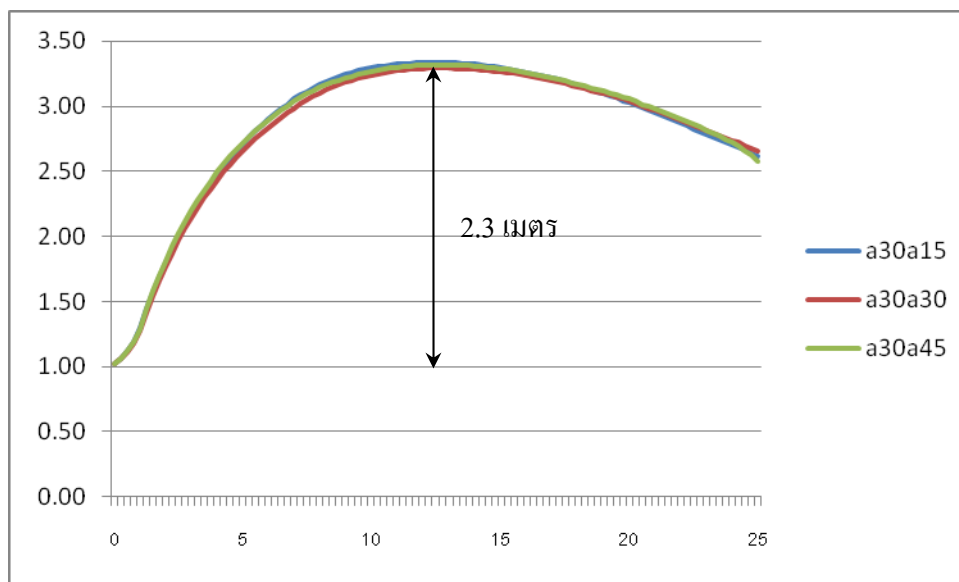
**ภาพที่ 20** มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

#### หมายเหตุ

- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา
- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา
- .....> การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 30 องศา กับเส้นหลังประตู แล้วเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมเคลื่อนที่เข้าเตะที่แตกต่างกัน ทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ด้วยวิถีโค้งใกล้เคียงกัน และลูกฟุตบอลเข้าประตูทางมุมบนด้านขวาของประตู อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตูพบว่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมใดก็ตาม

ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (หลา)

**ภาพที่ 21** แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อตั้งลูกฟุตบอลไว้ที่มุม 30 องศา กับเส้นหลังประตู และเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

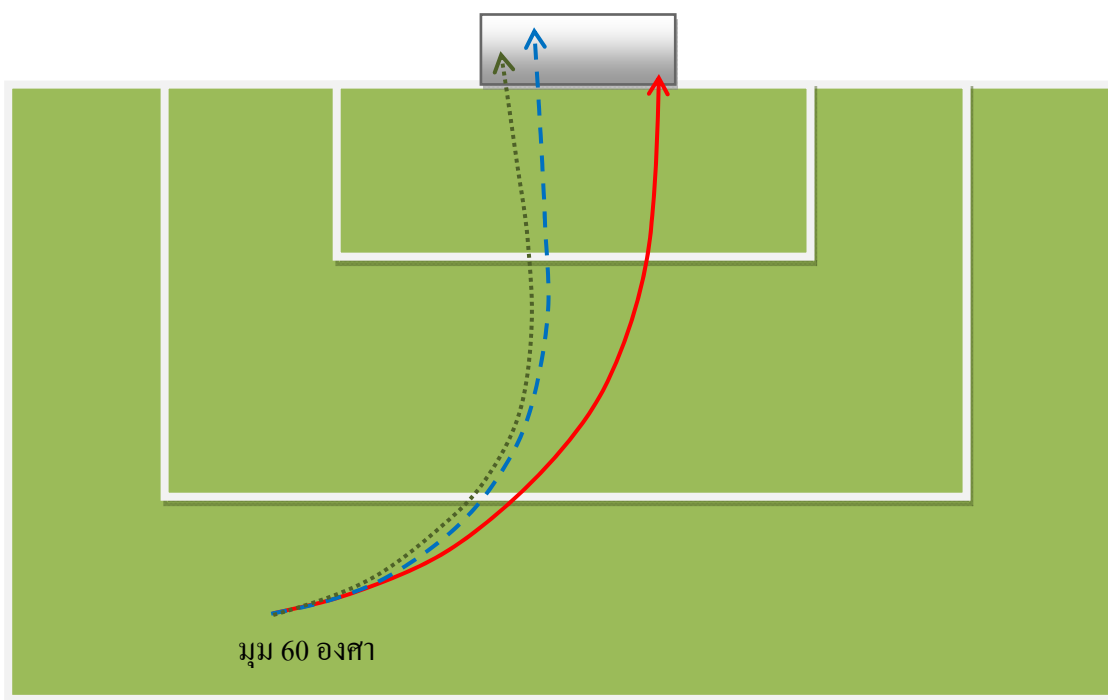
**หมายเหตุ**

a30a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

a30a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

a30a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

จากภาพที่ 21 แสดงให้เห็นว่าไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมใดก็ตามวิถีโค้งจะไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากข้อจำกัดของตำแหน่งตั้งลูกทำให้เห็นพื้นที่ว่างของลูกที่จะเข้าประตูน้อย ทำให้การยิงประตูในตำแหน่งนี้จำเป็นต้องยังให้ลูกบอลเกิดวิถีโค้งที่มาก เพื่อให้ลูกบอลมีโอกาสพุ่งเข้าหากรอบประตู และทำให้ผู้รักษาประตูเกิดความลำบากในการป้องกันประตูด้วยอีกทางหนึ่ง โดยจะเห็นว่าลูกบอลมีวิถีโค้งห่างออกจากจุดตั้งเตะ ประมาณ 2.3 เมตร



ภาพที่ 22 มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

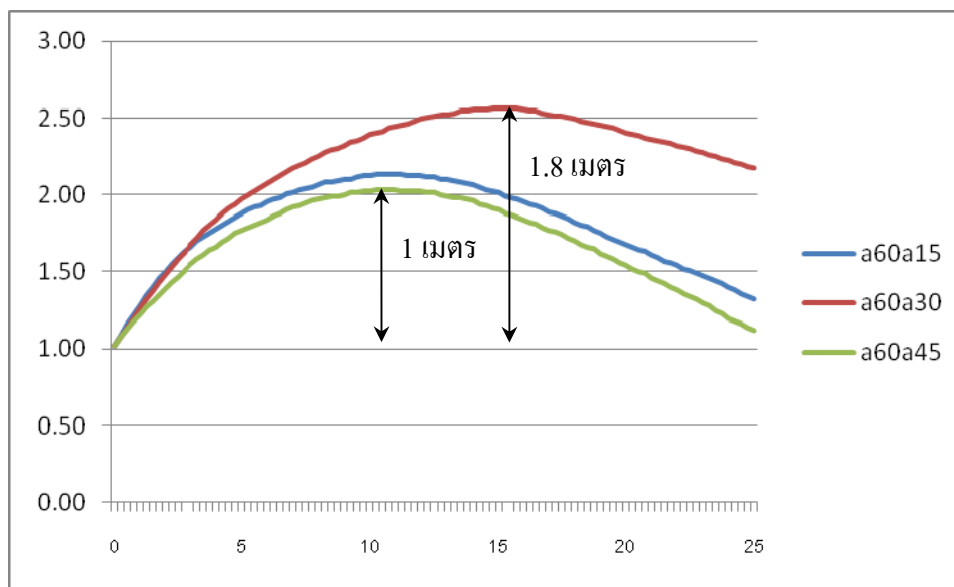
#### หมายเหตุ

- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา
- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา
- .....> การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

จากภาพที่ 22 แสดงให้เห็นว่า ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา วิถีโค้งของบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 30 องศา จะแตกต่างกับวิถีโค้งของบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 15 องศา และ 45 องศา โดยตำแหน่งเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา นี้ เป็นมุมที่นักกีฬาส่วนใหญ่เลือกยิงประตูที่เสาไกลทำให้วิถีของลูกฟุตบอลมีความโค้งมากกว่าตำแหน่งการเคลื่อนที่เข้าเตะอื่น ๆ ทั้งนี้ในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนักกีฬาต้องการยิงประตูให้เข้าที่ตำแหน่งมุมบนขวานักกีฬควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา นอกจากนี้จากภาพพบว่าเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา นี้จะเหมาะสมกับตำแหน่งเป้าหมายที่มุมบนขวาที่สุด ส่วน

ถ้านักกีฬาต้องการยิงประตูให้เข้าที่ตำแหน่งมุมบนซ้ายนักกีฬาควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศาจึงจะได้ผลดี

ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (หลา)

**ภาพที่ 23** แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกบอล เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 60 องศา กับเส้นหลังประตู และเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

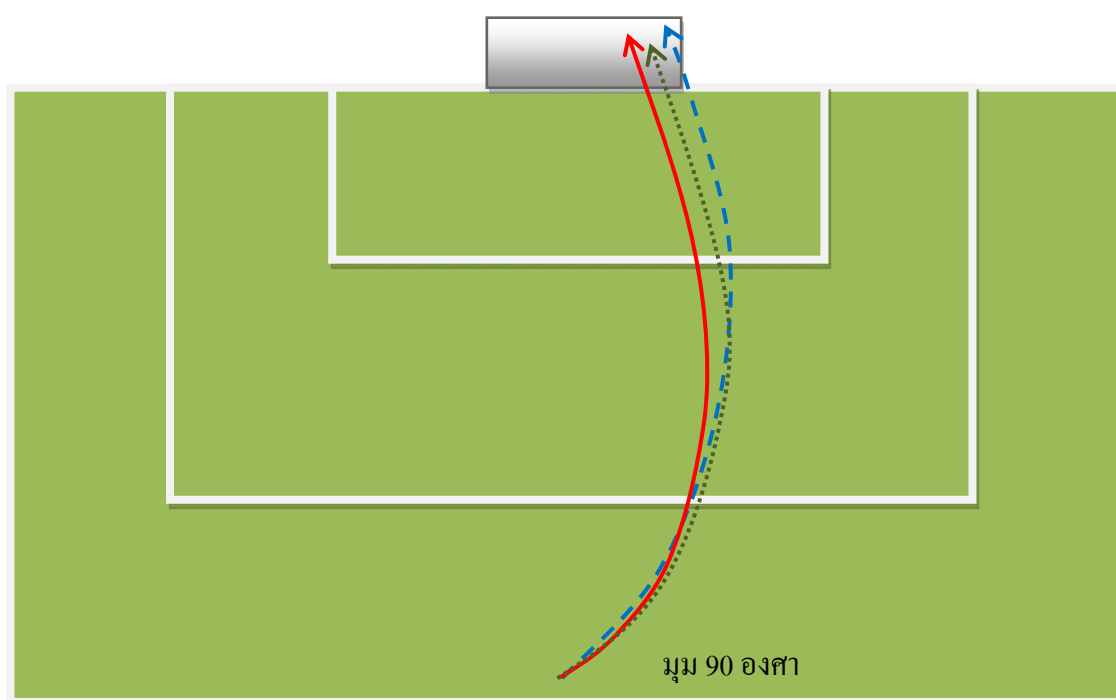
**หมายเหตุ**

a60a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

a60a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

a60a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

จากภาพจะเห็นว่ามุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา จะมีวิถีโค้งที่มากกว่าเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 15 องศา และ 45 องศา โดยมีระยะห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 1.8 เมตร สำหรับวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 15 องศา และ 45 องศา จะมีระยะห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 1 เมตร



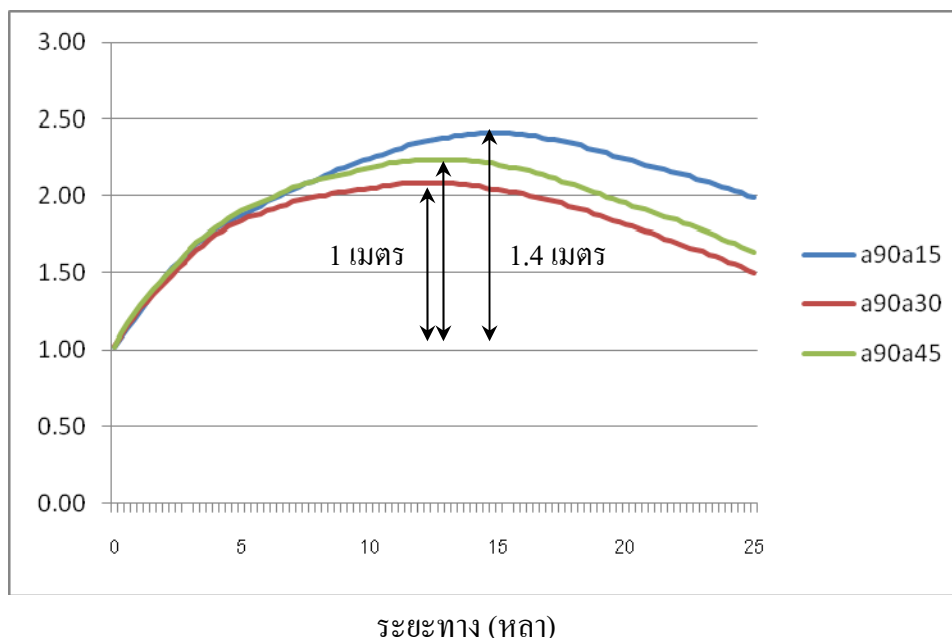
**ภาพที่ 24** มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อถูกเตะจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

#### หมายเหตุ

- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา
- > การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา
- .....> การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

จากภาพแสดงให้เห็นว่า เมื่อตั้งลูกที่มุม 90 องศา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมใดก็ตาม ลักษณะของวิถีโค้งจะไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากในแต่ละมุมเคลื่อนที่เข้าเตะจะมีเป้าหมายที่ให้ลูกเข้าประตูในตำแหน่งเดียวกัน คือ มุมบนขวาของประตู

ระยะทาง (เมตร)



ภาพที่ 25 แสดงระยะทางของวิถีโค้งของลูกบอล เมื่อตั้งลูกบอลไว้ที่มุม 90 องศา กับเส้นหลังประตู และเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา

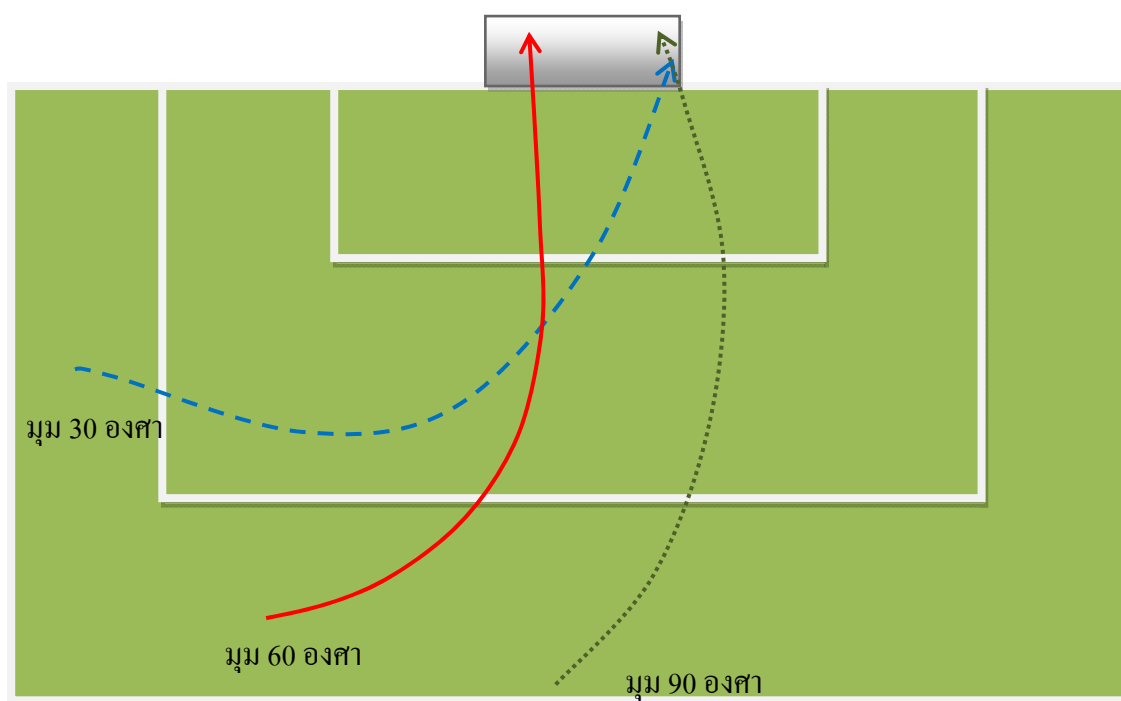
#### หมายเหตุ

a90a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

a90a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

a90a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

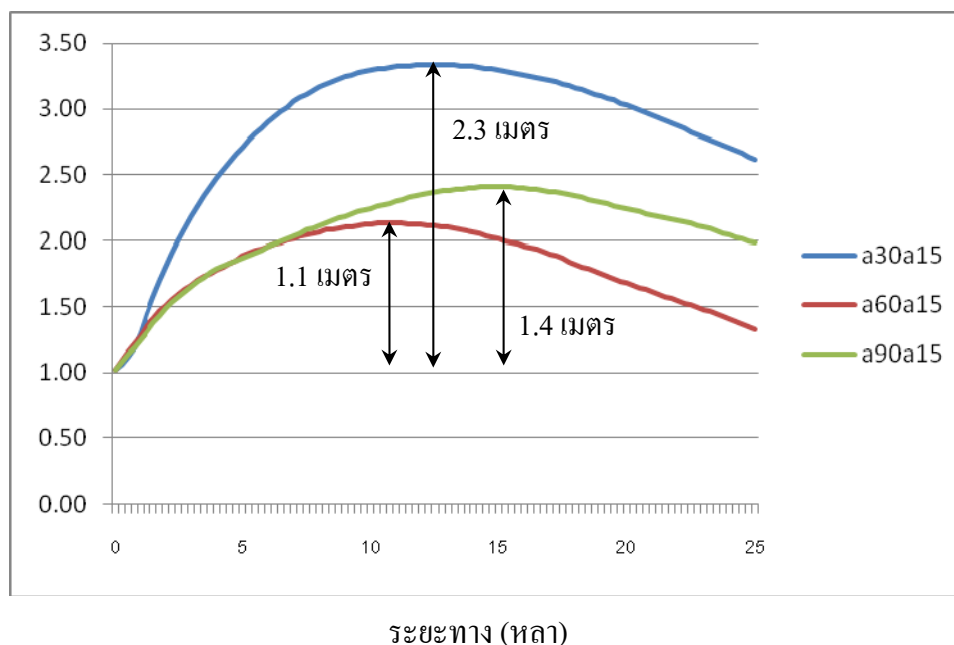
จากภาพแสดงให้เห็นว่าวิถีโค้งของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา จะไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากตำแหน่งประตูที่เปิดกว้าง ทำให้นักฟุตบอลมีโอกาสเลือกมุมในการยิงประตูหลากหลาย และส่วนใหญ่ นักกีฬาที่ทำการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกนี้จะเตะลูกฟุตบอลให้มีความแรงมากกว่าที่จะให้ลูกบอลมีวิถีโค้งมาก ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้รักษาประตูเกิดความลำบากในการป้องกันประตู ทั้งนี้วิถีโค้งของลูกบอลจะอยู่ห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 1 – 1.4 เมตร ทั้งนี้การเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 15 องศา จะทำให้ลูกฟุตบอลมีวิถีโค้งมากกว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมอื่น



**ภาพที่ 26** มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

เมื่อนักกีฬาต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศาในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา นั้น นักกีฬาได้กำหนดตำแหน่งที่จะเตะลูกเข้าประตูที่แตกต่างจากตำแหน่งตั้งลูกอื่น ๆ ซึ่งตำแหน่งเป้าหมาย คือ มุมบนซ้าย เนื่องจากนักกีฬาส่วนใหญ่ต้องการลดระยะทางจากลูกฟุตบอลไปหาประตู ทำให้นักฟุตบอลส่วนใหญ่เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะฟุตบอลที่ตั้งไว้ที่มุม 60 องศา จึงเลือกที่จะเตะลูกฟุตบอลเข้าหากรอบประตูที่มุมบนซ้ายดังแสดงในภาพ

ระยะทาง (เมตร)



ภาพที่ 27 แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุม 15 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

#### หมายเหตุ

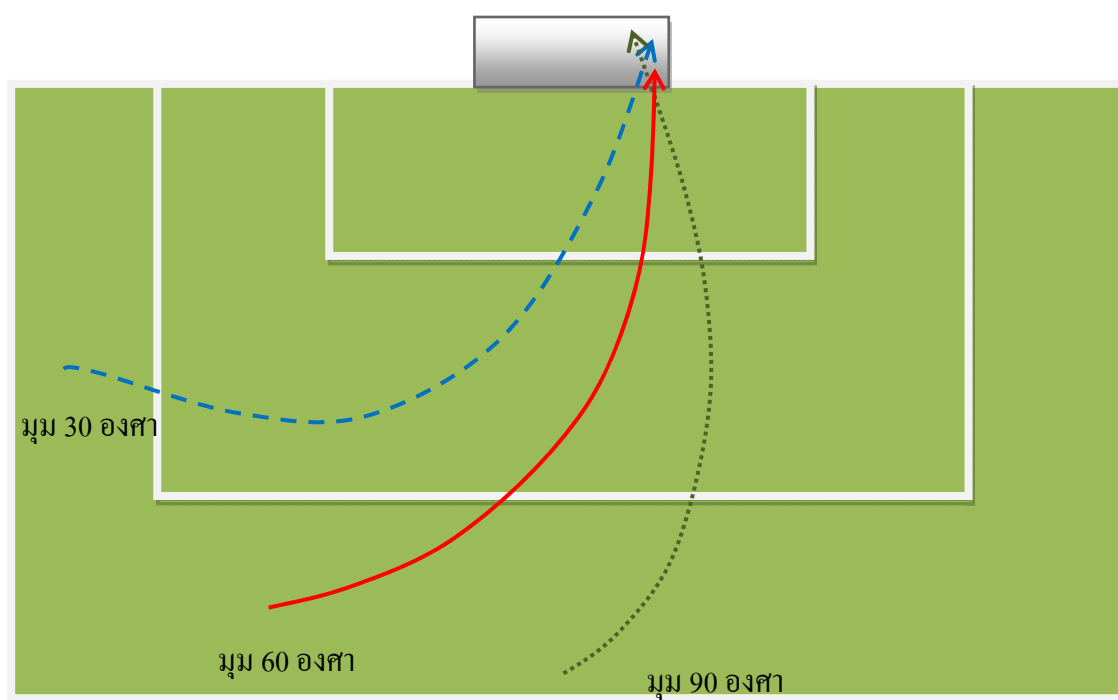
a30a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

a60a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

a90a15 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา

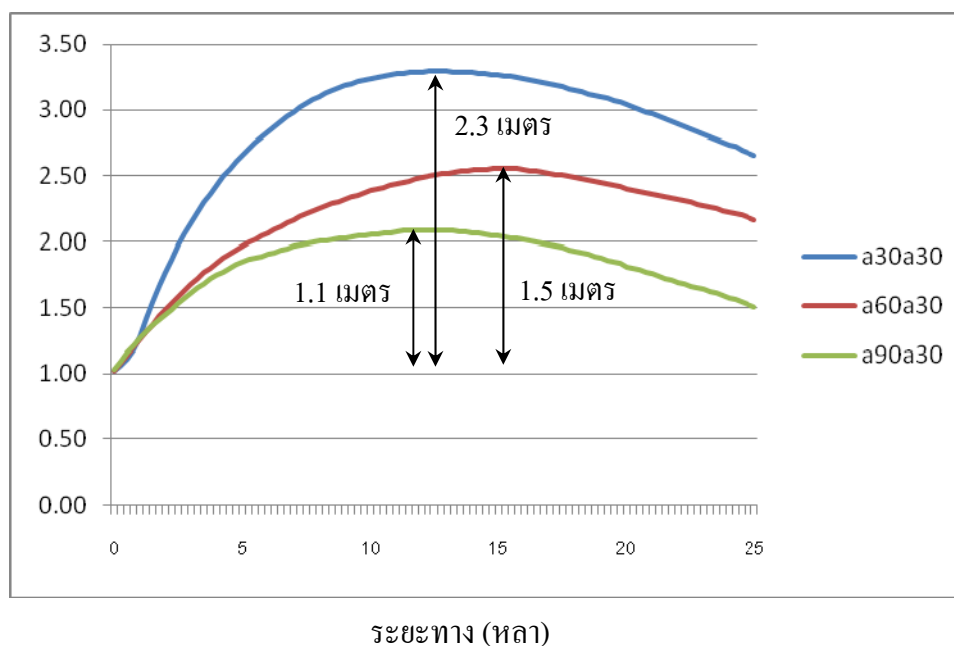
จากภาพที่ 26 และ 27 แสดงให้เห็นว่าวิถีโค้งที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา มีวิถีโค้งที่มากกว่า มุมอื่น ๆ โดยมีระยะห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 2.3 เมตร เนื่องจากตำแหน่งตั้งลูกของมุมนี้มีมุมในการยิงประตุน้อย ทำให้นักฟุตบอลจำเป็นต้องเตะลูกฟุตบอลให้มีความโค้งมาก เพื่อให้ลูกฟุตบอลพุ่งเข้าหากรอบประตู ซึ่งวิธีการเตะแบบนี้จะทำให้ขาดความแม่นยำในการยิงประตู โดยดูได้จากผลการทดสอบการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา นี้ จะมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตุน้อยที่สุด นอกจากนี้ภาพที่ 26 ยังแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งของประตูที่นักกีฬามีความสามารถในการยิงลูกเข้าประตูได้แม่นยำ คือ ตำแหน่งด้านบนขวาของประตู เมื่อดูจาก

เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูฟุตบอล (ตารางที่ 1) จะพบว่า ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา จะมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูฟุตบอลน้อยที่สุด



**ภาพที่ 28** มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 30 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

ระยะทาง (เมตร)



ภาพที่ 29 แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุม 30 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

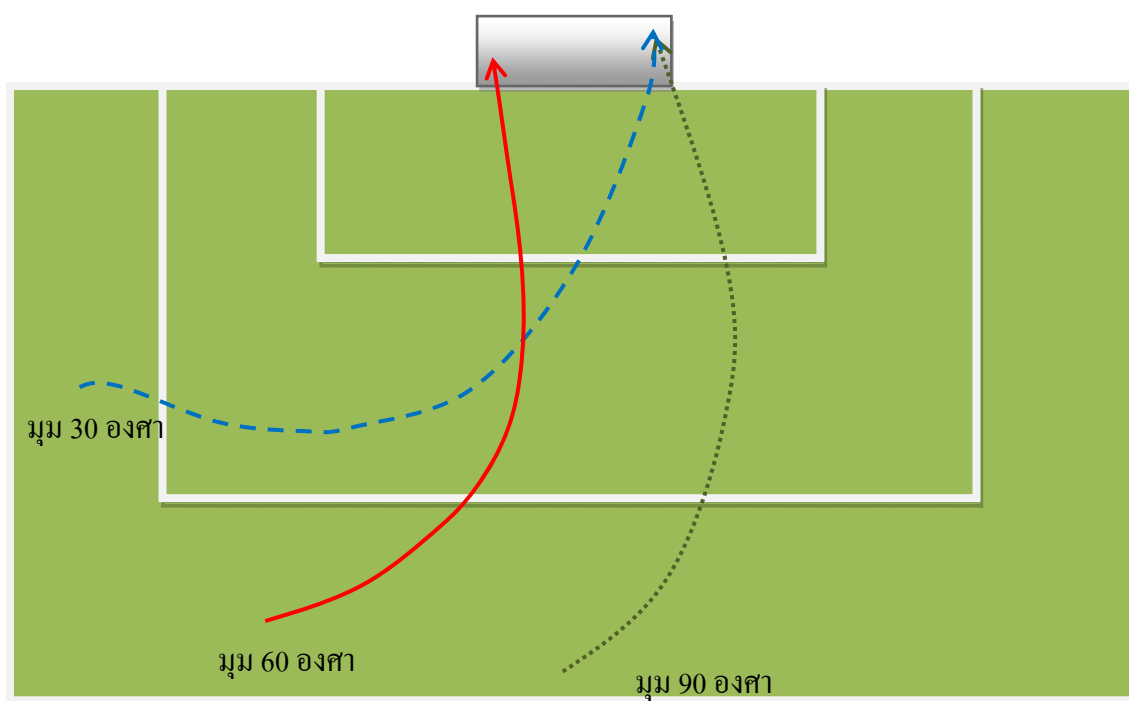
#### หมายเหตุ

a30a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

a60a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

a90a30 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา

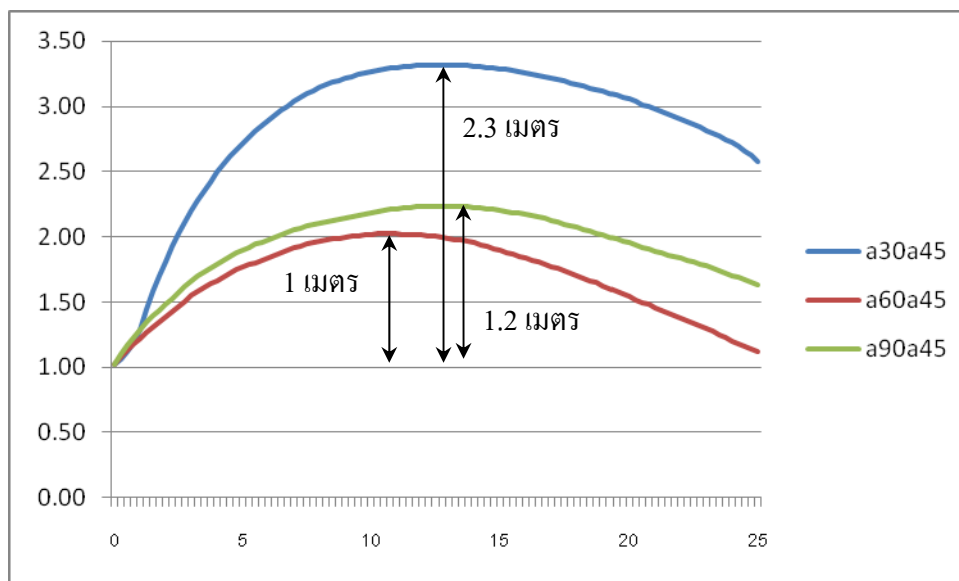
จากภาพ 28 และ 29 แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา ไม่ว่าจะตั้งลูกที่ตำแหน่งใดก็ตามลักษณะของวิถีโค้งจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพียงแต่อยู่ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา จะมีวิถีโค้งที่กว้างกว่า คือ มีระยะห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 2.3 เมตร เนื่องจากรูปร่างในการยิงประตูที่น้อย ส่วนตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา และ 90 องศา วิถีโค้งก็ยังคงไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้วิถีโค้งมีระยะห่างจากจุดตั้งเตะมีค่าประมาณ 1.1 – 1.5 เมตร นอกจากนี้ภาพที่ 28 ยังแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งของประตูที่นักกีฬามีความสามารถในการยิงลูกเข้าประตูได้แม่นยำ คือ ตำแหน่งด้านบนขวาของประตู



**ภาพที่ 30** มุมมองทางด้านบนของสนามฟุตบอลที่แสดงวิถีโค้งของลูกฟุตบอล เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา โดยลูกฟุตบอลถูกตั้งไว้ที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

เมื่อนักกีฬาต้องเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศาในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา นั้น นักกีฬาได้กำหนดตำแหน่งที่จะเตะลูกเข้าประตูที่แตกต่างจากตำแหน่งตั้งลูกอื่น ๆ ซึ่งตำแหน่งเป้าหมาย คือ มุมบนซ้าย เนื่องจากนักกีฬาส่วนใหญ่ต้องการลดระยะทางจากลูกฟุตบอลไปหาประตู ทำให้นักฟุตบอลส่วนใหญ่เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะฟุตบอลที่ตั้งไว้ที่มุม 60 องศา จึงเลือกที่จะยิงเข้าหากรอบประตูที่เสาแรกดังแสดงในภาพ

ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (หลา)

ภาพที่ 31 แสดงวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่มุม 45 องศา ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา

#### หมายเหตุ

a30a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

a60a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

a90a45 คือ ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา

จากภาพแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของวิถีโค้งของตำแหน่งตั้งลูกที่มุมต่าง ๆ อย่างชัดเจน โดยเฉพาะที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา เมื่อนักกีฬาต้องการเตะให้ลูกฟุตบอลเข้าประตู นักกีฬาจะต้องเตะฟุตบอลให้มีวิถีโค้งที่กว้าง คือ ประมาณ 2.3 เมตร จากจุดตั้งเตะเพื่อให้ลูกฟุตบอลพุ่งเข้าหากรอบประตูได้ดี อย่างไรก็ตามตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา นี้ ทำให้นักกีฬามีความแม่นยำในการยิงประตูน้อยกว่าตำแหน่งตั้งลูกอื่น ๆ ซึ่งตำแหน่งตั้งลูกที่ 60 องศา และ 90 องศา จะทำให้นักกีฬามีความแม่นยำในการเตะลูกฟุตบอลเข้าประตูมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมุม 30 องศา แต่ลูกฟุตบอลมีวิถีโค้งน้อยกว่า ซึ่งวิถีโค้งอยู่ห่างจากจุดตั้งเตะประมาณ 1 – 1.2 เมตร

นอกจากนี้การเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุมเดียวกันแต่ทำให้ลูกฟุตบอลมีวิถีโค้งที่แตกต่างกัน แสดงว่ามุมการเคลื่อนที่เข้าเตะไม่น่าใช่ปัจจัยที่บังคับให้ตำแหน่งที่เท้าจะกระทบลูกฟุตบอล เนื่องจากการเข้าเตะที่มุมเดียวกันน่าจะทำให้เท้าสัมผัสลูกฟุตบอลที่ตำแหน่งเดียวกัน และลูกฟุตบอลจะต้องมีวิถีโค้งเหมือนกัน แต่จากการที่ลูกฟุตบอลมีวิถีโค้งที่ต่างกัน แสดงว่าตำแหน่งตั้งลูกเป็นปัจจัยที่กำหนดวิถีโค้งของลูกฟุตบอล โดยนักกีฬาคาดการณ์ว่าควรเตะลูกฟุตบอล ณ จุดใดของลูกฟุตบอล และเตะด้วยแรงเท่าไรเพื่อให้ลูกฟุตบอลมีวิถีโค้งมาก

## วิจารณ์

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุมแตกต่างกัน ณ ตำแหน่งตั้งลูกแตกต่างกันจะมีผลต่อความแม่นยำในการยิงประตูที่แตกต่างกัน เฉพาะบางตำแหน่งตั้งลูกเท่านั้น โดยผลการทดลองในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการจะเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา ควรที่จะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา ซึ่งจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา และ 30 องศา เพราะฉะนั้นนักกีฬาเมื่อได้เตะลูกโทษ (free kick) ในตำแหน่งนี้หรือใกล้เคียงควรที่จะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา ซึ่งสอดคล้องกับ จรูญ (2550) ที่กล่าวว่า การที่จะทำให้ลูกบอลวิ่งไปในทิศทางที่เป็นวิถีโค้งอ้อมกำแพง ต้องใช้วิธีวิ่งเข้ามาจากด้านข้างของลูกบอล โดยให้พยายามทำมุม 45 องศา และจะพยายามวางเท้าให้มั่นคงก่อนที่จะเตะลูกฟุตบอล โดยให้พยายามวางเท้าที่ไม่ถนัดเอาไว้ให้ใกล้ลูกฟุตบอล และต้องแน่ใจว่าลูกฟุตบอลจะอยู่ด้านหน้าของเท้า หลังจากนั้นให้ใช้เท้าที่ถนัดเตะบริเวณใต้ลูกบริเวณกึ่งกลางของลูกฟุตบอลโดยใช้ข้างเท้าด้านใน วิธีนี้จะทำให้บอลลอยขึ้น มีแรงเหวี่ยงและพุ่งไปในวิถีโค้งที่ต้องการ และสอดคล้องกับ ประโยค (2535) ที่ได้กล่าวถึงวิธีการเตะไว้ว่า ผู้เตะควรยืนเฉียงประมาณ 45 องศา กับทิศทางที่จะเตะลูกฟุตบอลไปโดยอยู่หลังลูกฟุตบอลประมาณ 5 เมตร จากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าไม่ว่าจะตั้งลูกฟุตบอลไว้ที่ตำแหน่งใด ก็ตาม การเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 45 องศา จะทำให้เปอร์เซ็นต์ลูกเข้าประตูสูงสุด เนื่องจากการเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุม 45 องศา ทำให้การวางเท้าทำได้ดีกว่า และยังทำให้เท้าสัมผัสกับลูกฟุตบอลด้วยองศาที่เหมาะสมต่อการเตะลูกหมุน Harland and Jones (2001) กล่าวว่าพื้นที่ที่เท้าสัมผัสกับลูกฟุตบอลมีผลต่อการหมุน โดยลูกบอลแต่ละลูกจะมีจุดศูนย์กลางที่ต่างกัน และมวลของลูกบอลที่ไม่เท่ากัน ทำให้ควบคุมทิศทางของลูกบอลแต่ละลูกได้ยาก ดังนั้นการที่เท้าสัมผัสลูกฟุตบอลในพื้นที่มาก และอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางอย่างเหมาะสมจะทำให้สามารถควบคุมทิศทางของลูกฟุตบอลได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าเมื่อนักกีฬาเตะลูกฟุตบอลที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ลูกฟุตบอลจะลอยไปด้วยวิถีโค้งที่มากกว่าไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมใดก็ตาม เนื่องจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ทำให้เห็นพื้นที่หน้าประตูหรือมีมุมในการยิงประตูน้อย ทำให้นักฟุตบอลจำเป็นต้องเตะลูกฟุตบอลให้มีความโค้งมาก เพื่อทำให้ลูกฟุตบอลลอยอ้อมกำแพงแล้วพุ่งเข้าหากรอบประตูทางด้านหน้า ซึ่งวิธีการเตะแบบนี้ทำได้ยาก ดังนั้นโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการเตะลูกเข้าประตูจึงมีน้อย คูได้จากผลการทดสอบการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา นี้ จะมีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำในการยิงประตูน้อยที่สุด เพราะนักฟุตบอลจะต้องพยายามเตะลูกฟุตบอลให้เกิดการหมุนมาก ๆ เพื่อทำให้ลูกเกิดวิถีโค้งที่มาก ซึ่งการเตะในลักษณะนี้นักกีฬาจะต้อง

มีทั้งความแม่นยำในการที่เท้าจะต้องสัมผัสลูกฟุตบอลได้ถูกต้อง ซึ่ง Harland and Jones (2001) กล่าวว่า ivaว่าการเตะลูกบอลให้ไซด์โค้งนั้นการวางเท้าหลักมีส่วนสำคัญอย่างมาก เพราะเท้าหลักจะเป็นส่วนที่ยึดกับพื้นสนามเพื่อสร้างการทรงตัว เนื่องจากการจะเตะลูกบอลไซด์โค้งลำตัวจะเอียง การวางเท้าที่ถูกต้องจึงสำคัญ การวางเท้าหลักที่ถูกต้องปลายเท้าจะต้องขนานกับลูกบอล ห่างจากลูกบอลประมาณ 1 ฟุต เพื่อให้เท้าที่เตะสัมผัสกับลูกบอลได้เต็มที่ และนักกีฬาจะต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาเป็นอย่างมากจึงจะทำให้ลูกฟุตบอลสามารถเคลื่อนที่ไปหาเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้

สุรพล (2531) กล่าวว่า การเตะลูกให้เกิดการหมุนนั้นจะต้องเตะด้วยข้างเท้าด้านในระหว่างโคนหัวแม่เท้า (กระดูก First metatarsal) กับกระดูก (Tarsus) สัมผัสกับส่วนล่างของลูกฟุตบอล นอกจากนั้น แสวง (2539) ยังได้กล่าวว่า การเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลให้หมุนจากการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา, 30 องศา, 45 องศา และ 60 องศา ทำให้มีโอกาสนในการเตะลูกโค้งอ้อมกำแพงเข้าประตูฟุตบอลได้ดีกว่าเตะด้วยมุมที่แคบเกินไป เช่น มุม 75 องศา และ 90 องศา เพราะวิถีทางในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลให้หมุนนั้นจะต้องเอียงลำตัวขณะเท้าสัมผัสลูกฟุตบอล เพื่อจะเหวี่ยงบังคับให้ลูกฟุตบอลหมุนไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ จากเหตุผลดังกล่าวรวมถึงการสังเกตและสถิติในการแข่งขันฟุตบอลรายการต่าง ๆ ที่ได้มีการบันทึกไว้ เช่น การแข่งขันฟุตบอลโลก ฟุตบอลพรีเมียร์ลีกของอังกฤษ ฟุตบอลลา ลีกาของสเปน เมื่อมีการเตะลูกโทษโดยตรง (Direct Free Kick) หรือลูกโทษจังหวะเดียวในตำแหน่งตั้งลูกต่าง ๆ การเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา จะได้ผลมากที่สุด (ประโยค, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า การเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา ไม่ว่าลูกบอลจะตั้งอยู่ ณ จุดใดก็ตาม จะทำให้เกิดความแม่นยำในการยิงประตูมากกว่าการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมอื่น ๆ ดังนั้นการเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมที่แตกต่างกันมีความสำคัญน้อยกว่าตำแหน่งที่ตั้งลูก เพราะวิถีโค้งของลูกบอลเมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะด้วยมุมต่างกัน มีผลต่อวิถีโค้งต่างกันไม่มาก เพราะฉะนั้นจุดที่เท้าสัมผัสลูกก็จะไม่ต่างกันมาก

จากการวิจัยในครั้งนี้การเตะลูกฟุตบอลจากตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ทำให้ลูกฟุตบอลเกิดวิถีโค้งมากกว่ามุมอื่น ๆ เนื่องจากการยิงประตูฟุตบอลในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา เป็นมุมที่แคบทำให้นักกีฬามีความจำเป็นที่จะต้องเตะลูกฟุตบอลให้เกิดวิถีโค้งมาก โดยการเตะลูกฟุตบอลให้เกิดวิถีโค้งมากจำเป็นจะต้องเตะลูกฟุตบอลให้เกิดการหมุนมาก ๆ โดยการเตะลูกฟุตบอลในพื้นที่ห่างจากจุดศูนย์กลางของลูกฟุตบอลให้มากที่สุด เพื่อที่จะทำให้ลูกฟุตบอลมีความเร็วในการหมุน

มากขึ้นตามหลักทฤษฎี ได้แก่ แรงที่ทำให้เกิดทอร์คมากที่สุด คือแรงที่กระทำในทิศทางตั้งฉากกับแกนของวัตถุและอยู่ห่างจากแกนการหมุนในระยะทางจากจุดหมุนไปยังแรงที่มากระทำที่เหมาะสม (ปิยพงษ์, 2547) และจำเป็นจะต้องเตะลูกฟุตบอลให้แรงเพื่อที่จะทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่เข้าหากรอบประตูได้อย่างรวดเร็วจะเพิ่มโอกาสในการยิงลูกฟุตบอลให้เข้าประตูมากขึ้น แต่การเตะลูกฟุตบอลให้เกิดวิถีโค้งมากนั้นจะทำให้ลูกฟุตบอลเดินทางถึงประตูได้ช้า ถึงแม้ว่านักกีฬาจะเตะด้วยความเร็วเต็มที่แล้วก็ตาม ทำให้ผู้รักษาประตูมีเวลาในการป้องกันประตูมากขึ้น และผู้รักษาประตูยังสามารถอ่านทิศทางของลูกบอลล่วงหน้าได้อีก เนื่องจากการที่มุมในการยิงประตูแคบนั่นเอง ดังนั้นเมื่อนำวิถีโค้งของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ไปเปรียบเทียบกับตำแหน่งตั้งลูกที่มุมอื่น ๆ จะเห็นว่าวิถีโค้งจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งดูได้จากผลการทดลอง (ภาพที่ 27, 29, 31) ส่วนตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุม 15 องศา และ 45 องศา วิถีโค้งของลูกฟุตบอลจะเข้ากรอบประตูที่มุมบนซ้าย เนื่องจากมุมบนซ้ายมีระยะทางที่ใกล้กว่ามุมบนขวาของประตูฟุตบอลทำให้นักกีฬาส่วนใหญ่เลือกยิงที่ตำแหน่งเป้าหมายนี้ และที่ตำแหน่งตั้งเตะนี้ยังแสดงให้เห็นอีกว่าการเตะลูกให้มีวิถีโค้งมากจะทำให้ความแม่นยำในการยิงประตูน้อยลง เมื่อดูจากผลการทดลอง ซึ่งจะสอดคล้องกับการยิงประตูในตำแหน่งตั้งเตะที่มุม 30 องศา ที่มีวิถีโค้งมากที่สุด 3 มุมที่ทำการเคลื่อนที่เข้าเตะ

สรุปแล้วจากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่ตำแหน่ง 90 องศา นักกีฬาควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา และส่วนใหญ่ลูกฟุตบอลจะเข้าประตูที่มุมบนขวาของประตูไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมใดก็ตาม เพราะฉะนั้นเมื่ออยู่ในสถานการณ์จริงผู้รักษาประตูควรที่จะระวังในตำแหน่งเป้าหมายมุมบนขวาเป็นพิเศษ ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา นักกีฬาสามารถเลือกมุมในการยิงประตูได้จากการเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุมต่าง ๆ โดยถ้านักกีฬาต้องการยิงประตูที่ตำแหน่งมุมบนขวานักกีฬาควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 30 องศา ซึ่งจะทำให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ถ้าต้องการยิงประตูที่ตำแหน่งมุมบนซ้ายนักกีฬาควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา จะทำให้มีความแม่นยำสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา และที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา นักกีฬาควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับเคลื่อนที่ที่มุมอื่น ๆ และส่วนใหญ่เมื่อตั้งลูกที่ตำแหน่งนี้ลูกฟุตบอลจะเข้าประตูที่ตำแหน่งมุมบนขวาของประตู ผู้รักษาประตูควรระวังที่ตำแหน่งมุมบนขวาของประตูเป็นพิเศษเมื่อต้องเสียลูกโทษที่ตำแหน่งนี้หรือตำแหน่งใกล้เคียง

การทดลองครั้งนี้มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่สามารถจะควบคุมได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อผลการทดลองได้ ซึ่งได้แก่ ความตั้งใจในขณะที่ทำการทดสอบ นักกีฬาฟุตบอลอาจจะเกิดความชะล่าใจในการยิงประตูระหว่างการทดสอบ เนื่องจากในขณะที่ทดสอบไม่มีผู้รักษาประตู ดังนั้นนักกีฬาฟุตบอลจะมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองมากเกินไปจนขาดความตั้งใจในการกำหนดทิศทาง และเป้าหมายของการยิงประตู นอกจากนี้การวิจัยนี้ได้กระทำการเก็บข้อมูลในสนามกลางแจ้ง ดังนั้นจึงไม่สามารถควบคุมกระแสลม ซึ่งกระแสลมจะเป็นแรงต้านทาน ทำให้การเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอลในขณะที่ลอยอยู่ในอากาศเปลี่ยนทิศทางได้

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

จากการศึกษาผลของมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลการวิจัยของตำแหน่งตั้งเตะในมุมต่าง ๆ และมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะต่าง ๆ พบว่า

1. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 30 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุมใดก็มีผลต่อความแม่นยำในการยิงลูกฟุตบอลเข้าประตูไม่แตกต่างกัน

2. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 60 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา ไม่ว่าจะเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลที่มุมใดก็มีผลต่อความแม่นยำในการยิงประตูไม่แตกต่างกัน

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อตั้งลูกฟุตบอลที่มุม 90 องศา โดยเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 15 องศา 30 องศา และ 45 องศา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมุมการเคลื่อนที่เข้าเตะที่แตกต่างกัน คือ มุม 15 องศา กับ 45 องศา และมุม 30 องศา กับ 45 องศา และมุมที่มีค่าเฉลี่ยของความแม่นยำในการยิงประตูสูงที่สุด คือ มุม 45 องศา แสดงว่าถ้าได้ลูกตั้งเตะที่ตำแหน่งตั้งลูก 90 องศา นักกีฬาควรที่จะเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา จะได้ประสิทธิผลดีที่สุด

4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 15 องศา ในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา กับ 90 องศา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา กับ 60 องศา และมุม 60 องศา กับ 90 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 30 องศา ในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา กับมุม 60 องศา แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา กับ 90 องศา และมุม 60 องศา กับ 90 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ที่ลูกฟุตบอลเข้าประตู เมื่อนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลด้วยมุม 45 องศา ในตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา 60 องศา และ 90 องศา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมุมตั้งเตะ 30 องศา กับ 60 องศา และมุมตั้งเตะ ที่มุม 30 องศา กับ 90 องศา แตกต่างกัน

7. มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตูในแต่ละตำแหน่งตั้งลูก มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอลมีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ถ้าต้องการยิงประตูที่ตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา 60 องศา และ 30 องศา นักฟุตบอลควรเคลื่อนที่เข้าเตะที่มุม 45 องศา เนื่องจากมีความแม่นยำในการยิงลูกบอลเข้าประตูมากที่สุด

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำผลการทดสอบมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษที่มีต่อความแม่นยำในการยิงประตู ไปใช้ในการฝึกนักกีฬาฟุตบอลให้มากขึ้น
2. ในการฝึกมุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะลูกฟุตบอล ณ จุดโทษนอกเขตโทษควรเพิ่มหุ่นหรือกำแพงที่ใช้ในการป้องกันเพื่อให้นักกีฬาเกิดความคุ้นเคยที่ใกล้เคียงกับสภาพการเล่นจริง

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จรรยา วาณิชชา. 2550. รอบรู้ลูกหนัง. สตาร์ ซอคเกอร์ รายสัปดาห์ เล่ม 33 (33): 48-49.

\_\_\_\_\_. 2550. รอบรู้ลูกหนัง. สตาร์ ซอคเกอร์ รายสัปดาห์ เล่มที่ 36 (33): 50-51.

ประโยศ สุธธิสง่า. 2535. ตำราการฝึกและการตัดสินกีฬาฟุตบอล. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

\_\_\_\_\_. 2541. การบริหารเชิงกลยุทธ์สู่ความเป็นเลิศของโค้ชฟุตบอล. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ปิยพงษ์ สิทธิคง. 2547. ทอร์ค. ฟิสิกส์กูรู. แหล่งที่มา: <http://mpec.sc.mahidol.ac.th/physicsguru/>, 29 สิงหาคม 2551.

วิทยา เลหากุล. 2550. เรียนรู้กลยุทธ์ฟุตบอล. ฟุตบอลสยาม. สยามสปอร์ต บัคส์, กรุงเทพฯ.

แสวง วิทย์พิทักษ์. 2539. มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะแบบสปีนที่มีผลต่อความแม่นยำในกีฬาฟุตบอล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ ภูศรี. 2530. ประสิทธิภาพของการยิงประตูฟุตบอลจากทิศทางและระยะทางต่าง ๆ กัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุชาติ จันทร่มณี. 2544. ความแม่นยำในการยิงประตู ด้วยการเตะลูกโทษแบบสปีน ณ จุดโทษนอกเขตโทษระยะ 25 หลา ของมุมที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุรพล เพิ่มผล. 2531. ฟุตบอล. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สุนทร กายประจักษ์. 2539. **เทคนิคและแท็คติกการเล่นฟุตบอล**. สำนักพิมพ์เจเนอ-รัลบุ๊ก เซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

อุดม พิมพ์า. 2536. **หลักทางวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา**. เอกสารประกอบการเรียนวิชาหลักทางวิทยาศาสตร์ในการฝึกกีฬา (พล 523). คณะพลศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

Asai and Haake. 2000. **The Behaviour of a Football During a Free Kick**. Yamagata University, Yamagata.

Bauer, G. 1979. **Football**. G. Beard & Son Ltd. Brighton.

Cooper and Glassow. 1968. **Kinesiology**. Saint Louis, United States of America.

Haake, J. 1996. **The Engineering of Sport**. A A Balkema, Rotterdam.

Harland and Jone. 2001. **Measurement of Out of Balance Forces in Soccer Balls**. Wolfson School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Loughborough University, UK.

Herbst, D. 1990. **Soccer the Complete Player**. Winner's Circle Book, New York.

Manri. 1967. : unpagged. *Cited* Hay, James G. 1978. **The Biomechanics of Sports Techniques**. Prentice Hall, New Jersey.

Markiesteebox. 2007. **Flight Dynamics of Golf Balls**. Available Source: <http://www.markiesteebox.com/8.html>. April 16, 2007.

Plagenhod. 1971. : 98-103. *Cited* Hay, James G. 1978. **The Biomechanics of Sports Techniques**. Prentice Hall, New Jersey.

Rodano and Tavana. 1993. Three-Dimension Analysis of Instep Kick in Professional Soccer Player. **Science and Football II**. St. Edmundsbury, London.

Titleist. 2004. **Principles of Aerodynamics**. Available Source:  
<http://www.titleist.ca/technology/details.asp?id=18>, March 3, 2004.

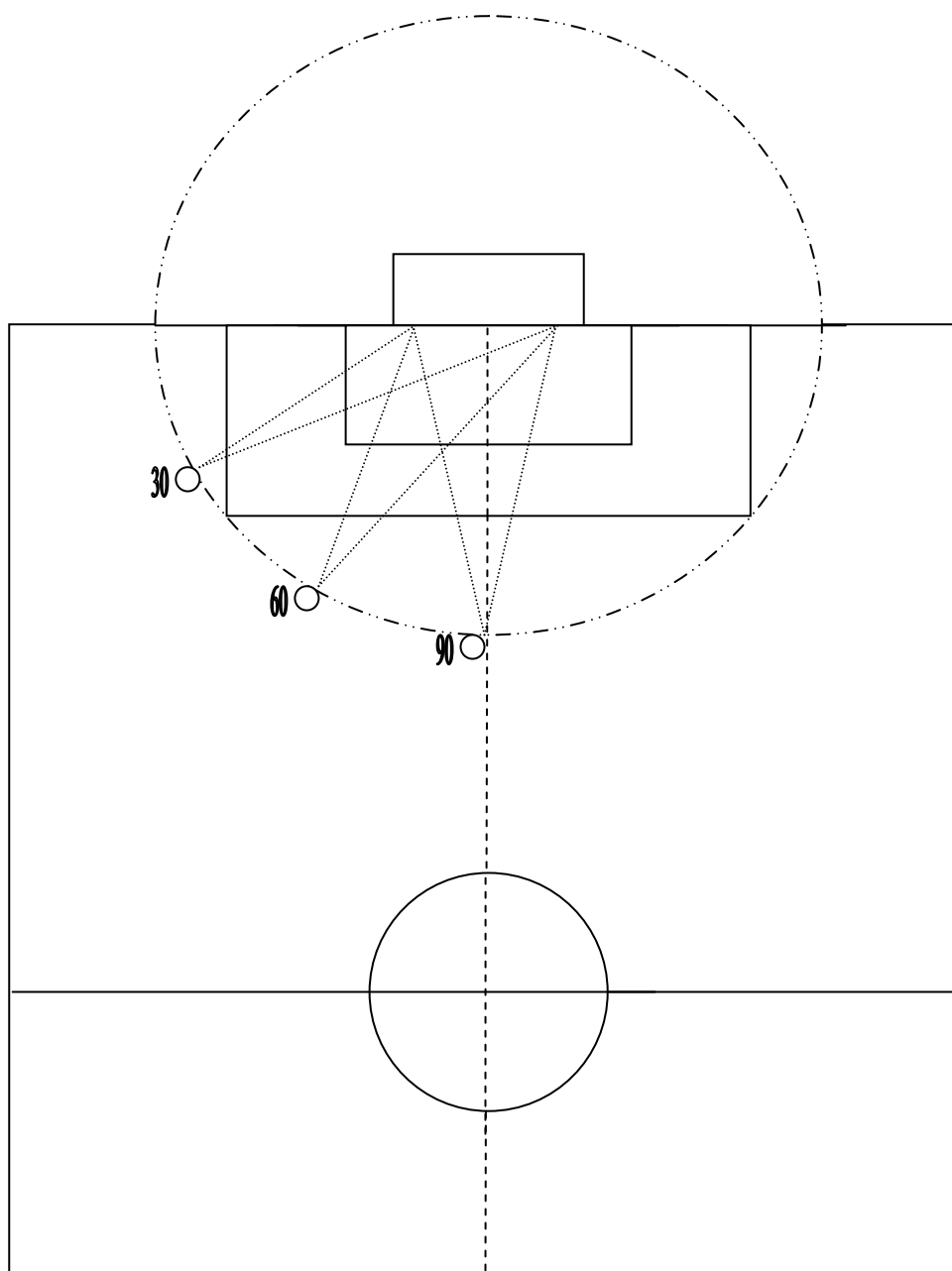
Uefa. 2004. **Free kick**. Analysis football Uefa Champions League. Available Source:  
<http://www.uefa.com>, August 20, 2004.

Xiang Liu and Wangdo Kim. 2002. **Analysis of Swerving Trajectories of Spin-imparted Soccerball Kicks and Basketball Throws**. Nanyang Technological University, Nanyang Avenue.

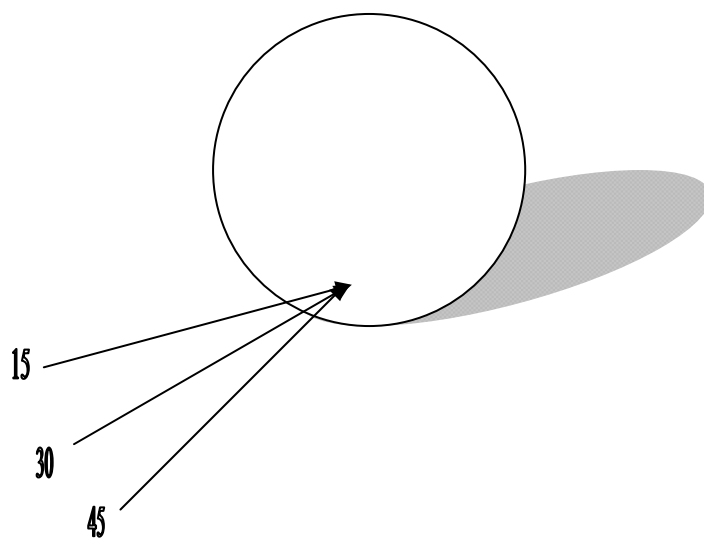
## ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

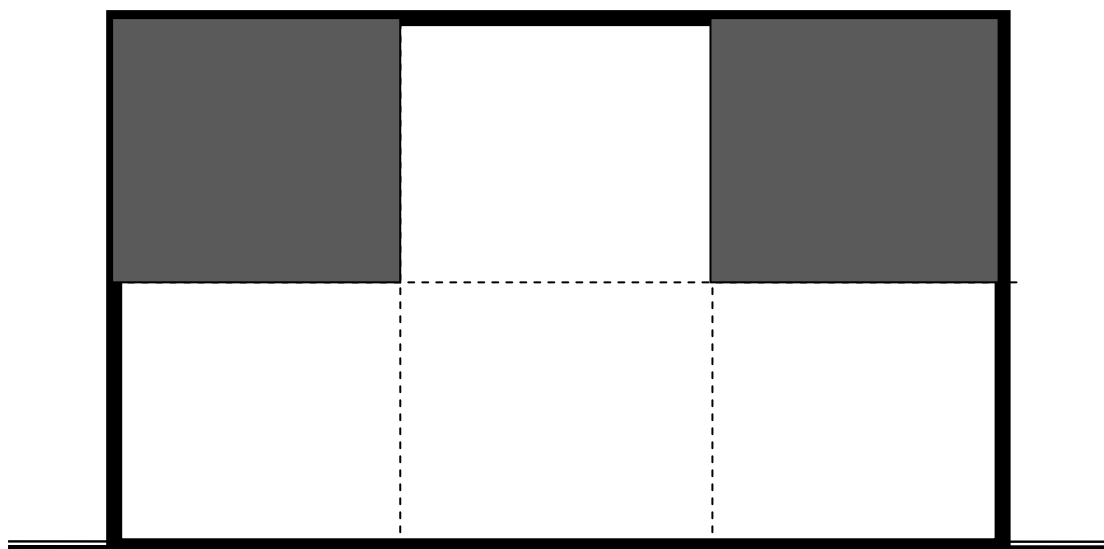
ตำแหน่งตั้งลูก ,มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะ และตำแหน่งเป้าหมาย



ภาพผนวกที่ ก1 ตำแหน่งในการยิงประตูฟุตบอล ด้วยการเตะลูกโทษแบบสปีนที่มุม 30 องศา  
60 องศา และ 90 องศา



ภาพผนวกที่ ก2 มุมในการเคลื่อนที่เข้าเตะที่ 15องศา 30 องศา และ 45 องศา



ภาพผนวกที่ ก3 ประตูปุตบอลที่มีการกำหนดเป้าหมายในการยิงประตู (พื้นที่แรงงา)

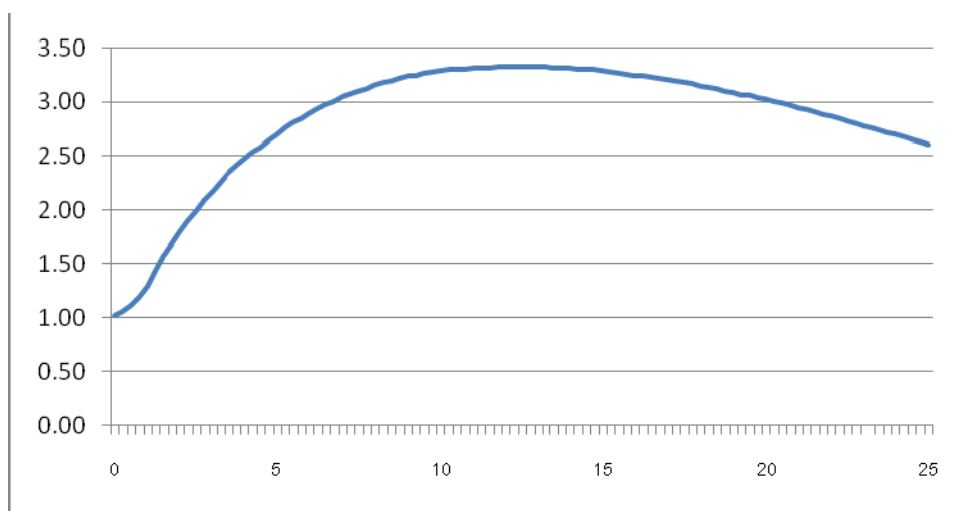
### ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการทดสอบความแม่นยำในการยิงประตู



**ภาคผนวก ค**  
**ภาพแสดงวิธีโค้ง**

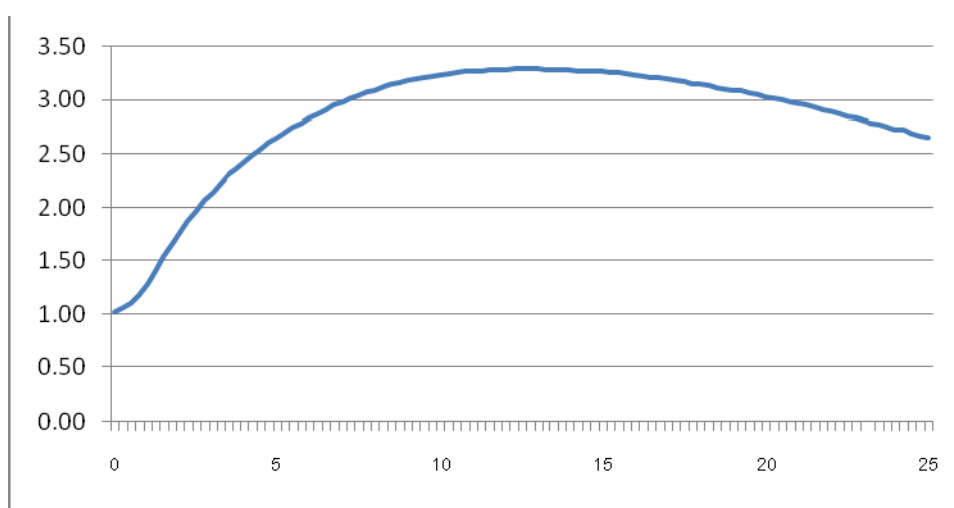
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค1 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา

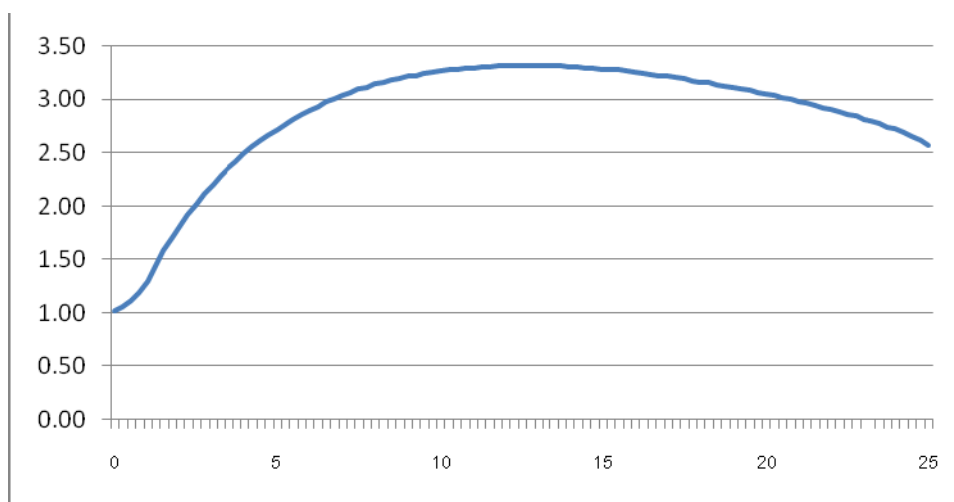
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค2 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา

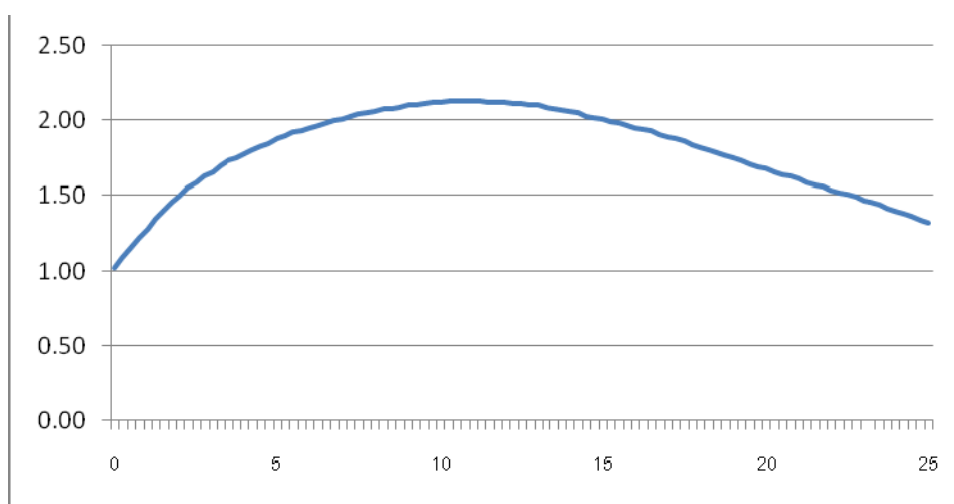
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค3 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 30 องศา

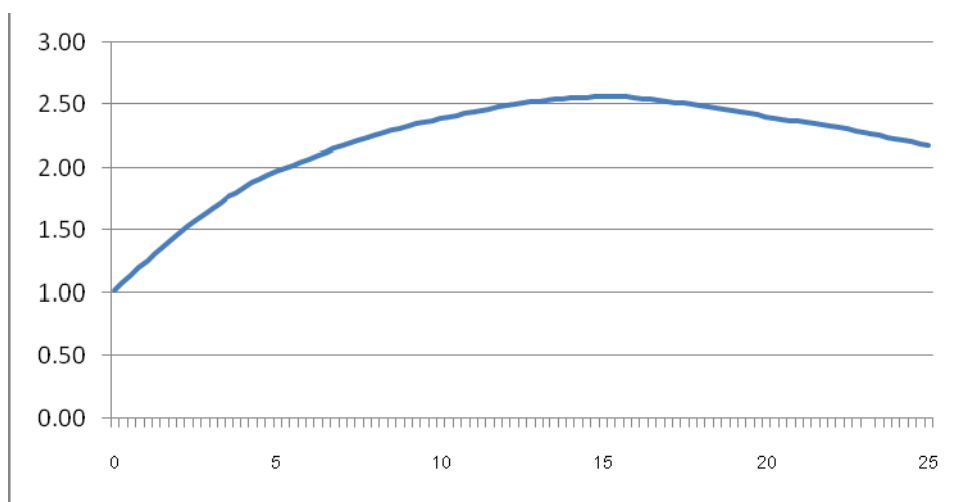
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค4 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา

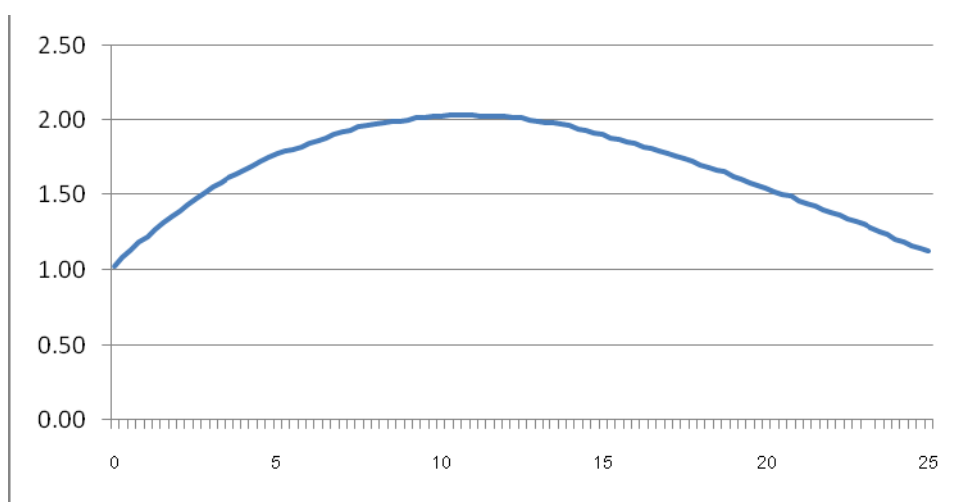
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค5 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา

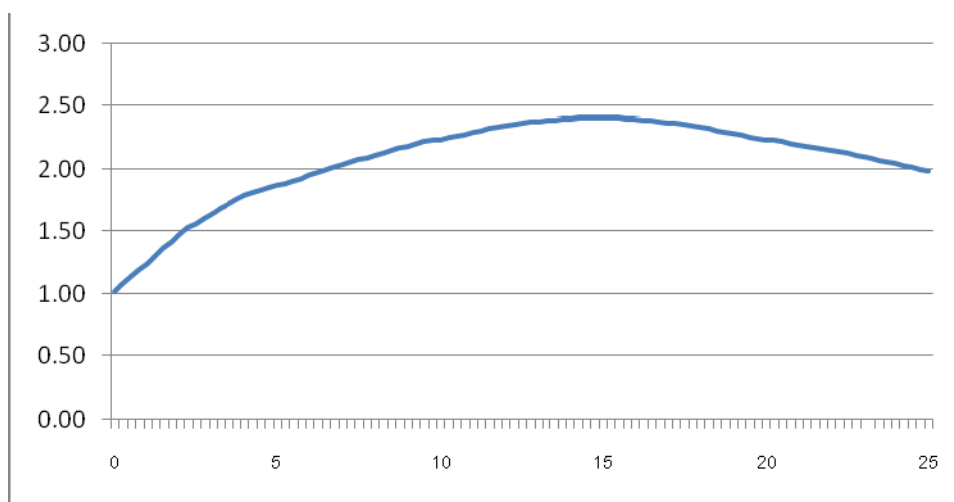
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (เวลา)

ภาพผนวกที่ ค6 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 60 องศา

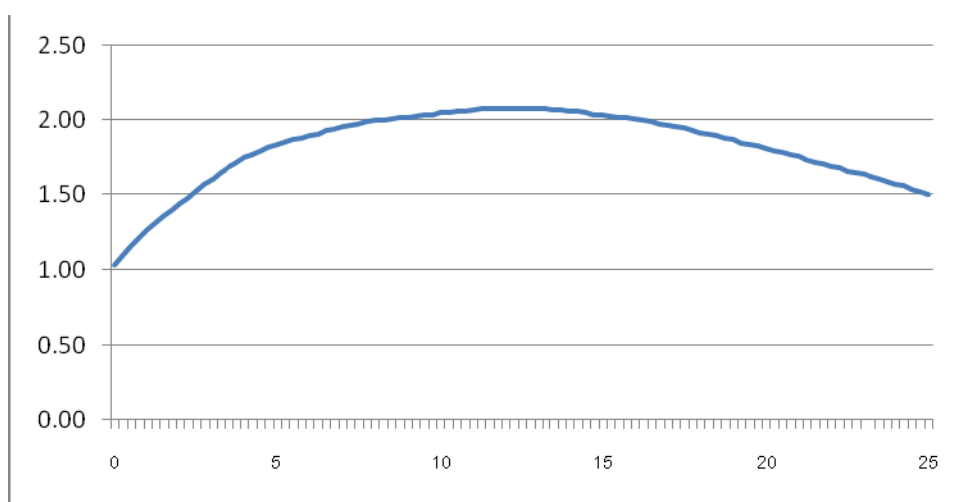
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (ฟุต)

ภาพผนวกที่ ค7 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา

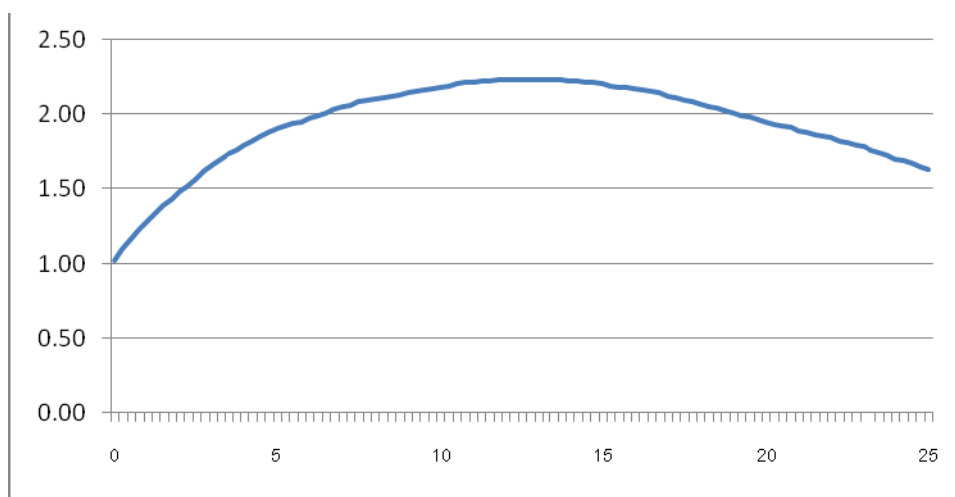
ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (ฟุต)

ภาพผนวกที่ ค8 แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา

ระยะทาง (เมตร)



ระยะทาง (หลา)

ภาพผนวกที่ ๙ แสดงวิถีโค้งของการเคลื่อนที่เข้าตะที่มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่มุม 90 องศา

### ภาคผนวก ง

ตารางแสดงการเปรียบเทียบรายคู่แบบ Tukey

**ตารางผนวกที่ 2** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่  
มุม 15 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

| ตำแหน่งตั้งลูก | P       |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|
|                | 30 องศา | 60 องศา | 90 องศา |
| 30 องศา        | -       | .059    | .018*   |
| 60 องศา        |         | -       | .367    |
| 90 องศา        |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางผนวกที่ 3** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่  
มุม 30 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

| ตำแหน่งตั้งลูก | p       |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|
|                | 30 องศา | 60 องศา | 90 องศา |
| 30 องศา        | -       | .000*   | .080    |
| 60 องศา        |         | -       | .081    |
| 90 องศา        |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางผนวกที่ 4** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลที่  
มุม 45 องศา ของตำแหน่งตั้งลูกที่ 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา

| ตำแหน่งตั้งลูก | p       |         |         |
|----------------|---------|---------|---------|
|                | 30 องศา | 60 องศา | 90 องศา |
| 30 องศา        | -       | .005*   | .000*   |
| 60 องศา        |         | -       | .120    |
| 90 องศา        |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางผนวกที่ 5** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 30 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

| ตำแหน่งเคลื่อนที่<br>เข้าเตะ | p       |         |         |
|------------------------------|---------|---------|---------|
|                              | 15 องศา | 30 องศา | 45 องศา |
| 15 องศา                      | -       | .426    | .636    |
| 30 องศา                      |         | -       | .191    |
| 45 องศา                      |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางผนวกที่ 6** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 60 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

| ตำแหน่งเคลื่อนที่<br>เข้าเตะ | p       |         |         |
|------------------------------|---------|---------|---------|
|                              | 15 องศา | 30 องศา | 45 องศา |
| 15 องศา                      | -       | .407    | .117    |
| 30 องศา                      |         | -       | .367    |
| 45 องศา                      |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางผนวกที่ 7** เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำที่ลูกเข้าประตู เมื่อตั้งลูกบอลที่ตำแหน่ง 90 องศา และนักกีฬาเคลื่อนที่เข้าเตะลูกบอลด้วยมุมเข้าเตะที่ 15 องศา, 30 องศา และ 45 องศา

| ตำแหน่งเคลื่อนที่<br>เข้าเตะ | p       |         |         |
|------------------------------|---------|---------|---------|
|                              | 15 องศา | 30 องศา | 45 องศา |
| 15 องศา                      | -       | .066    | .053    |
| 30 องศา                      |         | -       | .000*   |
| 45 องศา                      |         |         | -       |

\*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

|                              |                                                                        |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ –นามสกุล                | นายโสภณ สาธุแก้ว                                                       |
| วัน เดือน ปี ที่เกิด         | 25 ธันวาคม พ.ศ. 2524                                                   |
| สถานที่เกิด                  | จ. กรุงเทพฯ ฯ                                                          |
| ประวัติการศึกษา              | ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เอกพลศึกษา)<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | อาจารย์สอนวิชาพลศึกษา                                                  |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | โรงเรียนฐานปัญญา                                                       |