



ผลการออกรางวัลสามารถล็อกได้ด้วยการถ่วงน้ำหนักจริงหรือ? Is it possible to cheat the lottery draw by weighing?

สุปรีย์ พินิจสุนทร (Supree Pinitsoontorn)^{1*}

สุวัฒน์ บัวทอง (Suwat Buathong)¹

วุฒิชัย ศรีโสดาพล (Wuttichai Srisodaphol)²

¹ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (Department of Physics, Faculty of Science, Khon Kaen University)

² ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (Department of Statistics, Faculty of Science, Khon Kaen University)

*Corresponding author, e-mail: psupree@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ได้ออกแบบอุปกรณ์เครื่องออกรางวัลจำลอง โดยใช้เครื่องอัดโน้มติระบบเป่าลม ทำการทดลองออกรางวัลโดยใช้ลูกบอลโฟมเขียนหมายเลข 0 – 9 ลงในอุปกรณ์การออกรางวัลจำลอง และทำการออกรางวัลจำนวน 1000 ครั้งในแต่ละชุดการทดลอง จากนั้นวิเคราะห์ความเที่ยงตรงทางสถิติด้วยวิธีไคกำลังสองและวิธีการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากร ผลการทดลองพบว่า ถ้าควบคุมให้ลูกบอลทั้ง 10 ลูกมีมวลเท่ากัน ผลการออกรางวัลจะมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) ส่วนจำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์ก็มีความสอดคล้องมากต่อความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การทดลองเพียง 50, 200 หรือ 500 ครั้ง อาจให้ผลที่ต่างจากการวิเคราะห์ถึง 1000 ครั้งได้ ผลการถ่วงน้ำหนักไม่ว่าจะให้มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0% หรือ 5.0% ไม่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงของผลการออกรางวัล ($p > 0.05$) แต่ผลการออกรางวัลจะเกิดความไม่เที่ยงตรง ($p < 0.05$) เมื่อทำการเปลี่ยนให้ลูกบอล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% หรือ 5.0% ความน่าจะเป็นในการถูกรางวัลของลูกที่มีมวลเบาจะต่างจากลูกอื่นๆอย่างชัดเจน การให้ลูกบอล 10 ลูกมีมวลต่างกันลูกละ 1.0% จะทำให้ผลการออกรางวัลไม่เที่ยงตรง ($p < 0.05$) แต่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความถี่ของเลขที่ออกได้ ส่วนกรณีเมื่อให้ลูกบอล 7 ลูกมีมวลต่างกันลูกละ 2.0% ผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างมวลของลูกบอลกับความถี่ของเลขที่ออก ด้วยค่า Spearman correlation coefficient เท่ากับ -0.704

Abstract

In this experiment, the modeled lottery drawing machine was designed using the automatically controlled air blowing system. The numbered balls from 0 – 9, made of foam, were loaded in the machine. The lottery drawing was carried out 1000 times for each set of experiments. The results were statistically analyzed using the Chi-square test or the one-sample proportion test. The results showed that for the controlled set using 10 balls with the same mass the lottery drawing was fair ($p > 0.05$). On the other hand, the numbers of measurements are very important on the fairness at a statistically significant level. This research showed explicitly that the analyses

of 50, 200 or 500 measurements can result significantly different from the analysis of 1000 measurement. By weighing one ball with the mass of 1.0% or 5.0% heavier than the rest, it did not result in the unfairness ($p > 0.05$). However, the result was unfair ($p < 0.05$) if one ball was weighed 1.0% or 5.0% lighter than the other balls. The winning probability of such ball was also enhanced significantly. In the case that all 10 balls had different masses, each ball with 1.0% mass difference, the result was unfair ($p < 0.05$) but the relationship between the mass and the frequency of drawings was not found. Lastly, with 7 balls for which each ball was 2.0% mass different, the result was fair ($p > 0.05$). Nevertheless, the linear relationship between the mass and the frequency of drawing was found with the Spearman correlation coefficient of -0.704.

คำสำคัญ: ผลการออกรางวัล, ห่วยลื้อก, การถ่วงน้ำหนัก

Keywords: Lottery draw, Lottery cheating, Weighing

บทนำ

ในช่วงปลายรัฐบาลยิ่งลักษณ์ ชินวัตร ก่อนที่กระแสดราม่าการเมืองจะมาแรง เกิดการชุมนุมประท้วงอย่างต่อเนื่องจนนำไปสู่การปฏิวัติในที่สุด หัวข้อที่ได้รับความสนใจจากประชาชนไม่แพ้กันคือ ข่าวห่วยลื้อก ที่มาของข่าวนี้เกิดมาจากการที่ผลการออกรางวัลของสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลในงวดวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2557 มีผลการออกรางวัลที่ 1 คือ 531404 และรางวัลเลขท้าย 2 ตัว คือ 79 ไปตรงกับหมายเลขทะเบียนรถสองคันของนายกรัฐมนตรียิ่งลักษณ์ ได้แก่ มก 5404 และ กธ 7879 ที่ใช้ไปราชการในวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2557 และ 15 มีนาคม พ.ศ. 2557 ตามลำดับ เมื่อมีข่าวนี้นี้ขึ้นมา จึงมีสื่อมวลชนทั้งโทรทัศน์ และหนังสือพิมพ์หลายฉบับขุดคุ้ยประเด็นนี้ขึ้นมาแล้วพบว่า ไม่เพียงผลการออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลที่ดูแปลกประหลาดในงวดวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2557 เท่านั้น ในยุคของรัฐบาลยิ่งลักษณ์ยังมีผลการออกรางวัลเลขท้าย 2 ตัว ที่บังเอิญไปตรงกับเลขทะเบียนของรถที่เกี่ยวข้องกับนายกรัฐมนตรีอีกหลายต่อหลายครั้ง รวมถึงงวดตัวเลขมหัศจรรย์ 66 ที่เป็นทั้งเลขท้ายรางวัลที่ 1 (565566) และรางวัลเลขท้าย 2 ตัว (66) ในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 ข่าวนี้นำให้มีผู้คนจำนวนมากออกมาวิพากษ์วิจารณ์เป็นจำนวนมากว่าผลการออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลมีความไม่เที่ยงตรง และสามารถควบคุมได้ ข่าวก่อนหน้านี้ในช่วง

นั้นทำให้สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลได้จัดงานแถลงอย่างเป็นทางการ ณ อาคารรัฐสภาว่า ผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง และไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้ยังได้มีการสาธิตการออกรางวัลผ่านสื่อมวลชนหลายต่อหลายครั้งโดยใช้เครื่องออกรางวัล “ลาดกระบัง 6” ซึ่งเป็นเครื่องออกรางวัลที่ 1 และรางวัลเลขท้าย 2 ตัว ในการสาธิต ผู้ที่ทำการสาธิตคือ อ.คงเดช หุ่นผดุงรัตน์ ซึ่งเป็นผู้ออกแบบเครื่องออกรางวัลนี้ จากการสาธิตพบว่าแม้ว่าจะถ่วงน้ำหนักลูกบอลก็ไม่สามารถควบคุมการออกเลขที่ต้องการได้ทุกครั้ง อ.คงเดช หุ่นผดุงรัตน์ ได้ยืนยันอย่างหนักแน่นผ่านสื่อมวลชนหลายสื่อด้วยกันว่าเครื่องลาดกระบัง 6 ไม่สามารถลื้อกได้ด้วยการถ่วงน้ำหนัก อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้คนจำนวนมากที่เชื่อว่า การออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลมีความไม่เป็นธรรม และสามารถลื้อกได้โดยการถ่วงน้ำหนัก

ในงานวิจัยเชิงสถิติที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของการออกรางวัลของสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลโดยการเก็บรวบรวมสถิติของผลการออกรางวัล และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วยวิธีการทดสอบไคกำลังสอง (Chi-square test) กลุ่มนักวิจัยที่ได้เผยแพร่งานวิจัยด้านนี้ไว้มากที่สุดได้แก่ ชีระพร วีระถาวร และคณะ โดยได้ทำการเก็บสถิติการออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลไว้หลายช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 (1) โดยเก็บผลการออกสลากหลายงวดแล้ววิเคราะห์ทางสถิติถึงความเที่ยงตรงของการออกรางวัล ผลงานวิจัยล่าสุดของ

ธีระพร วีระถาวร ได้แก่นั่งสืออิลีกทรอนิกส์เรื่อง ผลการออกรางวัลของสลากกินแบ่งรัฐบาลเที่ยงตรงจริงๆ หรือ? (2) ออกเผยแพร่ในปีพ.ศ. 2557 รวบรวมสถิติการออกรางวัลของเครื่องลาดกระบัง 6 ตั้งแต่เริ่มใช้เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 รวมจำนวน 257 งวด ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทดสอบไคกำลังสองพบว่า ผลการออกรางวัลที่ 1 ไม่เที่ยงตรง ($p < 0.05$) นอกจากนี้ในหนังสือเล่มนี้ยังได้แบ่งช่วงเวลาในการวิเคราะห์ออกเป็นหลายๆ ช่วง เช่น ช่วงรัฐบาลก่อนรัฐบาลยิ่งลักษณ์ หรือช่วงของรัฐบาลยิ่งลักษณ์ หรือช่วงหลังจากมีการจับทุจริตในการออกรางวัลเมื่อ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2554 ผลการวิเคราะห์พบความไม่เที่ยงตรงในบางช่วงและบางรางวัล (รายละเอียดสามารถค้นเพิ่มเติมได้จาก (2)) นอกจากงานวิจัยของ ธีระพร วีระถาวร และคณะที่กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีงานวิจัยของ วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล และรัตนา เลศสุวรรณศรี ที่รายงานความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) ของการออกรางวัลทุกหลักของรางวัลที่ 1 รางวัลเลขท้าย 3 ตัว และเลขท้าย 2 ตัว ตั้งแต่วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ถึง 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 (3) และยังมีรายงานวิจัยของชัชวาลย์ เรืองประพันธ์ และคณะที่เปรียบเทียบความเที่ยงตรงของสลากกินแบ่งรัฐบาลไทยและหวยพัฒนาลาว (4)

จากที่กล่าวมา จะเห็นว่าในงานวิจัยเชิงสถิติที่ผ่านมา เป็นการเก็บข้อมูลผลการออกรางวัล แล้วทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ว่าข้อมูลที่ได้หรือเลขรางวัลที่ออกมีความสุ่มอย่างที่ควรจะเป็นทางสถิติหรือไม่ อย่างไร ก็ตาม งานวิจัยเหล่านี้ไม่สามารถตอบคำถามได้ว่าผลการออกรางวัลสามารถล็อกได้ด้วยการถ่วงน้ำหนักหรือไม่ เพราะไม่ได้มีการทดลองถ่วงน้ำหนักจริง คำถามสำคัญอีกข้อหนึ่งก็คือ จำนวนงวดการออกรางวัลที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยที่ผ่านมาเพียงพอหรือไม่ที่จะระบุได้ว่าผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรงจริงจริง ยกตัวอย่างเช่น ธีระพร วีระถาวร วิเคราะห์ผลการออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาลในยุครัฐบาลยิ่งลักษณ์จำนวน 40 งวด แล้วสรุปว่า หลักหมื่นและหลักร้อยของรางวัลที่ 1 มีความไม่เที่ยงตรง ($p < 0.15$) (2) คำถามในกรณีนี้คือ จำนวนงวดเพียง 40 งวดนั้นเพียงพอต่อการวิเคราะห์หรือไม่ ตามทฤษฎี

แล้วถ้าออกรางวัล 40 งวด เลขทุกหลัก ควรออกเลข 0 – 9 ตัวเลขละ 4 ครั้งเท่ากันหมด ในความเป็นจริงนั้น ไม่มีตัวเลขแม้แต่หลักเดียวที่ออกเลข 0 – 9 เป็นจำนวน 4 ครั้งเท่ากันหมด บางเลขอาจไม่ออกเลย บางเลขอาจออกบ่อยมาก ซึ่งเลขทั้งหมดจะออกเท่าๆ กัน ด้วยความน่าจะเป็น 0.1 ก็ต่อเมื่อทำการทดลองการออกรางวัลจำนวนครั้งเยอะมาก ในการทดลองออกรางวัลแค่ 40 ครั้งอาจไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ว่าเที่ยงตรงหรือไม่

ดังนั้นในการทำงานวิจัยชิ้นนี้ คณะผู้วิจัยมีจุดประสงค์ข้อแรกที่จะทดสอบว่าการถ่วงน้ำหนักลูกบอลสามารถกำหนดผลการออกรางวัลได้หรือไม่ ในการทดลองจะมีการเปลี่ยนมวลของลูกบอล ทดสอบความเที่ยงตรงทางสถิติ และคำนวณความน่าจะเป็นในการออกรางวัล จุดประสงค์ข้อที่สองคือต้องการทดสอบว่า จำนวนงวดในการออกรางวัลมีผลต่อการวิเคราะห์เชิงสถิติหรือไม่ ดังนั้นในการทดลองจะมีการวิเคราะห์โดยวิธีทดสอบไคกำลังสองด้วยจำนวนงวดการออกรางวัลที่แตกต่างกันตั้งแต่ 50 งวดไปจนถึง 1000 งวด และวิเคราะห์ความเที่ยงตรงที่เกิดขึ้น ในการทดลองนี้ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์การออกรางวัลขึ้นเอง รายละเอียดของอุปกรณ์และวิธีการทดลองอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป สาเหตุที่ต้องออกแบบอุปกรณ์ขึ้นมาเพราะ หนึ่ง คณะผู้วิจัยไม่สามารถหาเครื่องออกรางวัลลาดกระบัง 6 ได้ และ สอง เครื่องลาดกระบัง 6 มีจุดอ่อนที่เห็นได้ชัดอย่างหนึ่งคือเป็นเครื่อง “อัตโนมัติ” กล่าวคือ ต้องมีคนหมุนอุปกรณ์และคนยกคันโยกเพื่อตักลูกบอล เมื่อมีคนเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงมีปัจจัยอื่นที่สามารถเป็นสาเหตุของความไม่เที่ยงตรงได้นอกจากการถ่วงน้ำหนัก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงออกแบบเครื่องเป็นระบบอัตโนมัติ คล้ายกับอุปกรณ์ที่ใช้ออกรางวัลในประเทศแถบยุโรป

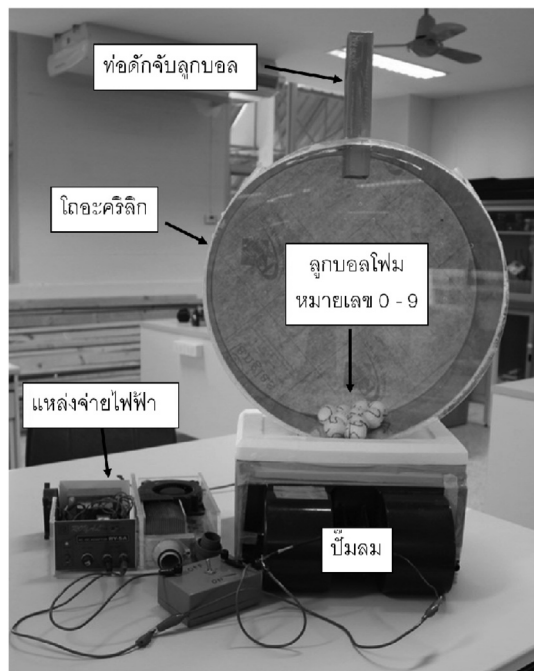
การศึกษาในครั้งนี้เป็นงานวิจัยเพื่อข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น คณะผู้วิจัยไม่ได้มีวัตถุประสงค์จะให้รัฐบาลใด ไม่ว่าจะเป็นกองสลากกินแบ่งรัฐบาล ผู้ออกแบบอุปกรณ์ลาดกระบัง 6 หรือคณะบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้ที่จะชี้ผลที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำงานของน้ำหนัก และพยายามที่จะชี้ให้เห็นโอกาสที่อาจจะ

มีการทุจริตเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้มีเจตนาเพื่อที่จะทำให้ผลการออกการวัดสลายกัมมันตรังสีมีความเที่ยงตรง และลดโอกาสการเกิดห่วยลို့กให้น้อยที่สุด

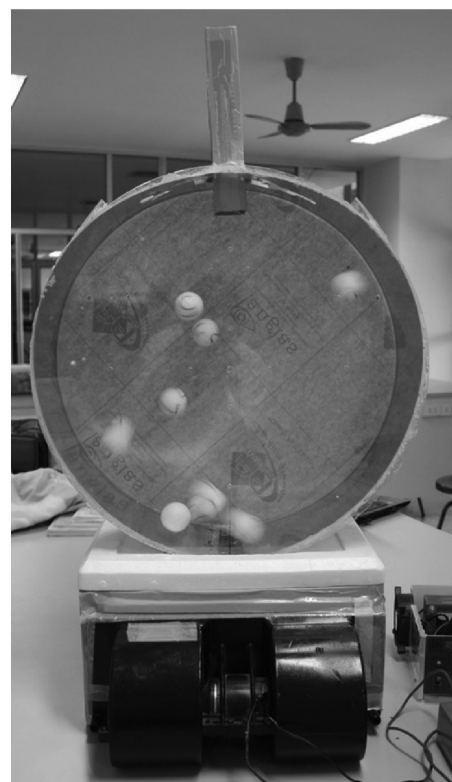
วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบอุปกรณ์การออกการวัดจำลองชนิดเป่าลมขึ้นมาดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วยโครงสร้างกระบอบกลายปิดทำด้วยอะคริลิกเป็นภาชนะเพื่อบรรจุลูกบอล มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50.0 เซนติเมตร มีความหนา 7.0 เซนติเมตร เมื่อเอียงข้าง เจาะรูด้านล่างขนาด 5.0 ' 7.0 เซนติเมตร ต่อเข้ากับปั้มลมขนาดกำลังไฟ 60 วัตต์ ด้านบนเจาะรู

ขนาด 4.0 ' 4.0 เซนติเมตร ต่อท่อใช้เป็นท่อจับลูกบอลโฟมสำหรับการออกการวัดแต่ละครั้ง ซึ่งขนาดของท่อจะใหญ่กว่าลูกบอลโฟมเพียงเล็กน้อย ทำให้มีลูกบอลโฟมเพียงลูกเดียวเท่านั้นที่สามารถเข้าไปอยู่ในท่อได้ในแต่ละครั้ง ในส่วนของลูกบอล เลือกใช้ลูกบอลทรงกลมทำจากโฟม มีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยประมาณ 3.8 เซนติเมตร มวลของโฟมแต่ละลูกอยู่ที่ประมาณ 280 มิลลิกรัม มวลของลูกบอลที่ใช้ในการทดลองทุกครั้งถูกจดบันทึกอย่างละเอียด สาเหตุที่เลือกลูกบอลทำจากโฟมเนื่องจากต้องการทดสอบการเปลี่ยนแปลงมวลต่อความถี่ที่พบลูกบอลในการออกการวัด ดังนั้นการเลือกใช้ระบบลูกบอลโฟมจึงสามารถควบคุมมวลของลูกบอลแต่ละลูกได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 1 อุปกรณ์การออกการวัดแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบเป่าลม ที่ใช้งานวิจัยนี้



รูปที่ 2 การฟุ้งกระจายของลูกบอลโฟมเมื่อเปิดสวิตซ์ให้ปั้มลมทำงาน

ขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1 จะทดสอบผลการออกรางวัลเมื่อใช้ลูกบอลที่มีมวลเท่ากันทั้ง 10 ลูก เริ่มด้วยการชั่งมวลของลูกบอลโพลีเมอร์แต่ละลูก จดบันทึกค่าอย่างละเอียด หากมวลต่างกัน ทำการเลื่อนโพลีเมอร์จนกระทั่งมวลต่างกันมากที่สุดไม่เกิน 0.30% เขียนหมายเลข 0 – 9 ลงบนลูกบอลแต่ละลูก บรรจุลูกบอลทั้งหมดลงในอุปกรณ์การออกรางวัล เมื่อเปิดสวิตช์ปั๊มลม จะมีลมจากปั๊มลมทำให้ลูกบอลทั้งสิบลูกพุ่งกระจายดังรูปที่ 2 เมื่อผ่านไปประมาณ 5 – 10 วินาที จะมีลูกบอลโพลีเมอร์ 1 ลูกที่ติดอยู่ที่ท่อดักจับ ถือว่าลูกนั้นเป็นหมายเลขที่ออกรางวัล จดบันทึกเลขที่ออกเจาะลูกบอลโพลีเมอร์ลงจากท่อดักจับ แล้วเริ่มทำการเป่าลมใหม่ ทำการทดลองทั้งหมด 1000 ครั้ง บันทึกค่าหมายเลขที่ออกทุกครั้ง แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีทดสอบไคกำลังสอง

ตอนที่ 2 เมื่อต้องการทดสอบว่าการถ่วงน้ำหนักทำให้ผลการออกรางวัลเปลี่ยนไปหรือไม่ ขั้นแรกให้ลูกบอลหมายเลข 9 มีมวลเบาว่าลูกอื่นๆ 1.0% ทำการทดลอง 1000 ครั้ง ค่อยมาให้ลูกบอลหมายเลข 9 มีมวลหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0% ทำการทดลองอีก 1000 ครั้ง เพื่อทดสอบผลของมวลลูกบอลที่เปลี่ยนไปเพียง 1.0% ต่อความเที่ยงตรงในการออกรางวัล ทั้งนี้เพราะอาจเป็นไปได้ในการออกสลากด้วยเครื่องลาดกระบ้ง 6 ลูกบอลอาจมีมวลแตกต่างกันอยู่แล้ว แม้จะน้อยมากระดัด 1.0% ก็ตาม การทดลองในส่วนนี้จะทดสอบว่าหากมวลมีความแตกต่างกันเพียง 1.0% (อาจโดยไม่ตั้งใจ) จะทำให้เกิดความไม่เที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่

ตอนที่ 3 ขั้นต่อมา ทำการทดลองคล้ายๆ เดิม แต่ครั้งนี้ทำการเปลี่ยนมวลของลูกบอลหมายเลข 9 ให้ต่างจากลูกอื่นๆ 5.0% โดยทำการทดลองอีก 1000 ครั้ง สำหรับเมื่อหมายเลข 9 เบากว่าลูกอื่นๆ 5.0% และอีก 1000 ครั้งเมื่อหมายเลข 9 หนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0% วิเคราะห์โดยวิธีทดสอบไคกำลังสองถึงความเที่ยงตรงทางสถิติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นการทดสอบว่า หากเราจงใจเปลี่ยนลูกบอลให้เบาหรือหนักกว่าลูกอื่นๆ เพียง 5.0% เราสามารถเลือกการออกรางวัลได้หรือไม่

ตอนที่ 4 ในขั้นสุดท้าย จะเปลี่ยนมวลของลูกบอลให้ทุกๆ ลูกมีมวลไม่เท่ากันเลย โดยให้มวลของแต่ละลูกเพิ่มขึ้นทีละ 1.0% ทุกๆ ลูก ซึ่งจะทำให้มวลของลูกที่หนักที่สุดต่างจากลูกที่เบาที่สุดอยู่ประมาณ 10% การทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างมวลของลูกบอลต่อความถี่ของการออกรางวัล นอกจากนี้ยังทำการทดลองเพิ่มความแตกต่างมวลของแต่ละลูกเป็นประมาณ 2% แต่ในขั้นตอนนี้จะใช้ลูกบอลโพลีเมอร์เพียง 7 ลูก ทำให้ลูกที่หนักที่สุดต่างจากลูกที่เบาที่สุดอยู่ประมาณ 14% สาเหตุที่ใช้ลูกบอลโพลีเมอร์เพียง 7 ลูก เพราะหากใช้ลูกบอล 10 ลูกจะทำให้ขนาดของลูกบอลลูกหนักที่สุดกับลูกเบาที่สุดต่างกันเกินไป สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า

ขั้นตอนการวิเคราะห์ สำหรับผลการทดลองในตอนที่ 1 และตอนที่ 4 จะใช้วิธีการทดสอบแบบไคกำลังสอง (Chi-square test) กรณีสำหรับใช้ทดสอบความกลมกลืนกัน (goodness of fit test) คล้ายกับงานวิจัยที่ผ่านมา (1-4) แต่จะต่างกันในงานวิจัยนี้ เราได้ทำการทดลองถึง 1000 ครั้งในแต่ละขั้นตอน มากกว่าทุกงานวิจัยที่ผ่านมา ดังนั้นในการวิเคราะห์ด้วยวิธีไคกำลังสอง เพื่อทดสอบว่าจำนวนครั้ง (หรือจำนวนงวดที่ออก) ที่ใช้วิเคราะห์มีผลต่อความเชื่อมั่นทางสถิติหรือไม่ จึงออกแบบให้มีการวิเคราะห์เมื่อทดลองไปแล้ว 50 ครั้ง 200 ครั้ง 500 ครั้ง และเมื่อครบ 1000 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ขึ้นกับจำนวนครั้งที่ทดลองนี้จะบอกได้ว่าจำนวนครั้งมากเท่าใด จึงมีความน่าเชื่อถือในการวิเคราะห์ทางสถิติ ในกรณีของงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งนำข้อมูลการออกสลากด้วยเครื่องลาดกระบ้ง 6 เพียง 40 ครั้งนั้น (2) สามารถทดสอบด้วยวิธีไคกำลังสองเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือทางสถิติได้หรือไม่

ส่วนผลการทดลองในตอนที่ 2 และตอนที่ 3 เมื่อมีการทำให้ลูกบอล 1 ลูกมีมวลต่างจากลูกอื่นๆ จะใช้การทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากรโดยใช้ Binomial test

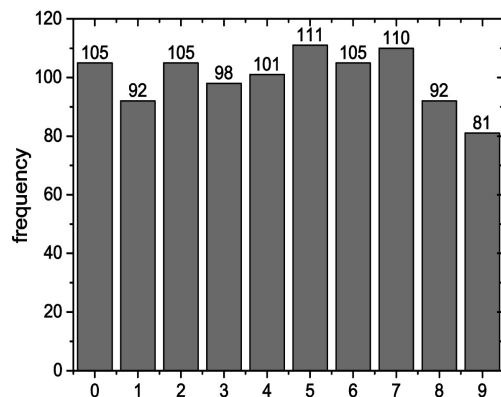
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ตอนที่ 1 มวลทั้ง 10 ลูกเท่ากัน

ผลการทดลองการออกรางวัลด้วยเครื่องออกรางวัลจำลองเมื่อลูกบอลทั้ง 10 ลูกมีมวลเท่ากัน (อยู่ในช่วง 279.6 mg – 280.4 mg) จำนวน 1000 ครั้ง แสดงได้ดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าผลการออกรางวัลของแต่ละหมายเลขจะใกล้เคียงกับจำนวนครั้งที่ควรเกิดขึ้นคือ 100 ครั้ง หากการออกรางวัลมีความเที่ยงตรงจริง จากกราฟในรูปที่ 3 ตัวเลขที่ออกมากที่สุดคือเลข 5 เป็นจำนวน 111 ครั้ง และที่ออกน้อยที่สุดคือเลข 9 จำนวนเพียง 81 ครั้ง เนื่องจากมวลของลูกบอลที่ใช้ในการทดลองชุดนี้มีค่าใกล้เคียงกันมาก (ต่างกันไม่เกิน 0.30%) ทำให้สามารถตัดอิทธิพลของมวลที่อาจมีผลออกไปได้ การทดลองชุดนี้จึงถือว่าเป็นชุดควบคุม

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีทดสอบไคกำลังสอง แสดงได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นว่าเมื่อทำการทดลองทั้งหมด 1000 ครั้ง p -value ที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.544 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) ผลการทดลองในส่วนนี้ทำให้เรามั่นใจได้ว่าเมื่อควบคุมมวลของลูกบอลทั้ง 10 ลูกให้เท่ากัน จะทำให้ผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง อย่างไรก็ตามจุดที่น่าสนใจในตารางที่ 1 คือ ถ้าวิเคราะห์จำนวนครั้งในการออกรางวัลเป็น 50, 500 หรือ 1000 ครั้ง จะได้ผลการออกรางวัลที่มีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) แต่ถ้าวิเคราะห์ด้วยผลการออกรางวัล 200 ครั้ง กลับพบว่า

p -value น้อยกว่า 0.1 ทำให้เชื่อได้ว่าผลการออกรางวัลไม่เที่ยงตรง ($p < 0.1$) จากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าจำนวนครั้ง (หรือจำนวนงวด) ของผลการออกรางวัลที่นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีไคกำลังสองมีความสำคัญต่อความเที่ยงตรงที่เกิดขึ้น ดังเช่นในกรณีศึกษาที่พบว่า ถ้าใช้จำนวนครั้งมากถึง 1000 ครั้ง จะพบว่าผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เพราะชุดนี้เป็นชุดควบคุมให้มวลเท่ากัน ผลการออกรางวัลควรมีความเที่ยงตรง แต่หากลดจำนวนครั้งลงเหลือเพียง 200 ครั้ง ในชุดการทดลองเดียวกัน กลับให้ผลว่าไม่เที่ยงตรง ($p < 0.10$) ดังนั้น ในงานวิจัยที่ผ่านๆ มา ซึ่งใช้ข้อมูลเพียงไม่กี่สิบงวด หรือใช้ข้อมูลสูงสุด 257 งวด (1-4) อาจไม่สามารถสรุปอะไรได้มากนัก

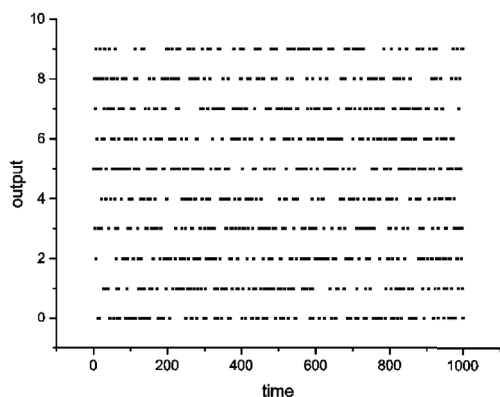


รูปที่ 3 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณีมวลเท่ากันทุกลูก

ตารางที่ 1 ผลการออกรางวัลเมื่อมวลของลูกบอลทั้ง 10 ลูกเท่ากัน และผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไคกำลังสอง

จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งของหมายเลขที่ออก										χ^2	p -value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
50	4	3	1	5	4	6	6	6	10	5	10.000	0.350
200	29	15	18	19	15	29	19	22	23	11	15.600	0.076
500	55	51	47	54	50	59	44	49	51	40	5.400	0.798
1000	105	92	105	98	101	111	105	110	92	81	7.900	0.544

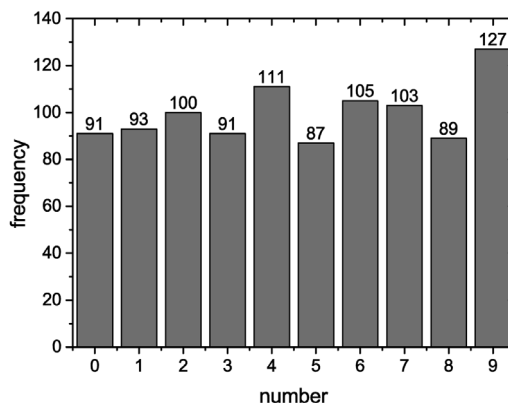
นอกเหนือจากผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ได้กล่าวไปแล้ว รูปที่ 4 เป็นการแสดงผลการออกรางวัลทุกงวดซึ่งพล็อตระหว่างเลขที่ออกกับครั้งที่ออกรางวัล กราฟนี้ถูกพล็อตขึ้นมาเพื่อแสดงว่าไม่ได้มีการกระจุกตัวของข้อมูลบริเวณใดเป็นพิเศษ สาเหตุที่ต้องแสดงกราฟนี้ให้ดูเนื่องจากว่าในการทดลองออกรางวัลโดยใช้เครื่องออกรางวัลจำลองนี้ เมื่อออกหมายเลขใดๆแล้ว ผู้ทดลองจะทำการเคาะท็อดักจับลูกบอลเพื่อให้ลูกบอลตกลงในโถอะคริลิกเพื่อทำการออกรางวัลครั้งต่อไป ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ลูกบอลลูกที่เพิ่งออกรางวัลไปจะตกลงอยู่ข้างบนลูกอื่นๆ จึงมีโอกาที่จะออกรางวัลในครั้งติดกันได้มากกว่าลูกอื่นๆ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ สมมติคราวนี้ออก 5 คราวถัดไปจะมีโอกาสออก 5 ได้มากกว่าลูกอื่นๆหรือไม่ เพราะเลข 5 อยู่บนสุด รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่า สมมติฐานนี้ไม่เป็นความจริง โอกาสที่จะออกเลขเดิม (เลขซ้ำ) ในการทดลองครั้งที่ติดกันไม่ได้มีมากไปกว่าการออกเลขอื่นๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าข้อมูลในชุดควบคุมนี้จึงเป็นชุดข้อมูลที่มีการออกรางวัลเป็นแบบสุ่มอย่างแท้จริง



รูปที่ 4 หมายเลขรางวัลที่ออกในแต่ละครั้งพล็อตเทียบกับครั้งที่ออกรางวัล กรณีมวลทุกลูกเท่ากัน

ตอนที่ 2 มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0%

ผลการออกรางวัล 1000 ครั้งด้วยเครื่องออกรางวัลจำลองเมื่อทดลองให้ลูกบอล 1 ลูก (หมายเลข 9) มีมวลเบากว่าลูกอื่นๆอยู่ 1.0% แสดงได้ดังรูปที่ 5 จากรูปจะเห็นว่าเมื่อให้มวลเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% ลูกบอลหมายเลข 9 มีผลการออกรางวัลสูงที่สุดถึง 127 ครั้ง ถ้าพิจารณาแค่กราฟนี้ อาจจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนมวลเพียง 1.0% นั้นมีผลทำให้ความถี่ตรงเปลี่ยนไป หรืออีกนัยหนึ่งคือ เราสามารถเลือกเลขด้วยการเปลี่ยนมวลเพียง 1.0% เท่านั้น อย่างไรก็ตาม ได้ใช้การทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากรเพื่อทดสอบว่าสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 มากกว่าค่า 0.1 หรือไม่โดยใช้ Binomial test ดังสรุปในตารางที่ 2



รูปที่ 5 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณีมวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0%

ตารางที่ 2 ผลการออกรางวัลเมื่อมว 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% และผลการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากร

จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งที่ของหมายเลขที่ออก										p-value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50	3	6	1	6	3	4	8	7	6	6	0.384
200	21	14	18	24	21	16	21	17	21	27	0.067
500	50	46	43	48	57	40	51	53	39	73	0.001
1000	91	93	100	91	111	87	105	104	90	128	0.003

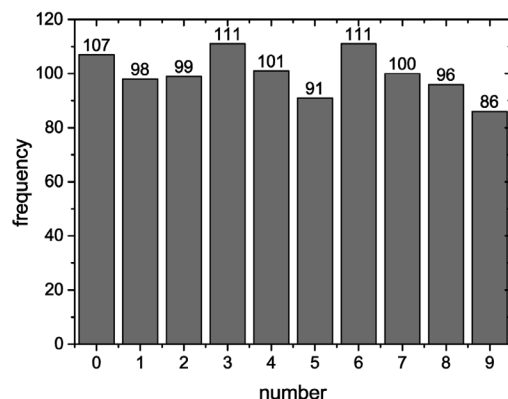
จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า p -value สำหรับการทดลอง 500 และ 1000 ครั้งมีค่าน้อยกว่า 0.05 ทำให้พบว่าสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 มากกว่าค่า 0.1 ($p < 0.05$) แต่ผลการวิเคราะห์สำหรับการทดลอง 50 และ 200 ครั้งพบว่าสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 ไม่มากกว่าค่า 0.1 ($p > 0.05$) สำหรับผลการทดลองและการวิเคราะห์ในหัวข้อนี้ ยังจำนวนข้อมูลมาก การวิเคราะห์จะยังมีความน่าเชื่อถือ เราจึงยึดผลการวิเคราะห์ด้วยข้อมูล 1000 ครั้ง และสรุปได้ว่าเมื่อมวของลูกบอล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% สัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 มากกว่าค่า 0.1 ($p < 0.05$) กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เมื่อมวของลูกบอล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% จะมีผลต่อความเที่ยงตรงของการออกรางวัล

มว 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0%

ผลการออกรางวัล 1000 ครั้งด้วยเครื่องออกรางวัลจำลองเมื่อทดลองให้ลูกบอล 1 ลูก (หมายเลข 9) มีมวหนักกว่าลูกอื่นๆ อยู่ 1.0% แสดงได้ดังรูปที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการออกรางวัลของหมายเลข 9 มีค่าน้อยที่สุด คือ 86 ครั้ง ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากรเพื่อทดสอบว่าสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 น้อยกว่าค่า 0.1 หรือไม่โดยใช้ Binomial test ดังแสดงในตารางที่ 3 โดย p -value ในตารางที่

3 สำหรับการวิเคราะห์ 50, 200, 500 และ 1000 ครั้งล้วนมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนผลการออกรางวัลของหมายเลข 9 ไม่น้อยกว่า 0.1 ($p > 0.05$)

ผลการทดลองในหัวข้อนี้สรุปได้ว่าการถ่วงน้ำหนักเมื่อทำให้มว 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0% ไม่มีผลต่อความเที่ยงตรงของการออกรางวัล ต่างจากกรณีมว 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% ทั้งนี้ความแตกต่างนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากระบบเครื่องออกรางวัลเป็นระบบเป่าลมอัดโน้มติซึ่งจะมีผลกับลูกบอลที่มวเบามากกว่า

**รูปที่ 6**

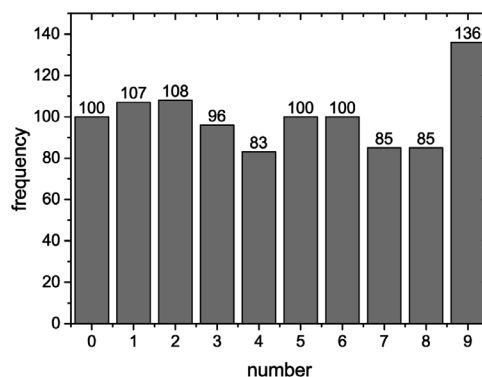
ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณี มว 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0%

ตารางที่ 3 ผลการออกรางวัลเมื่อมวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0% และผลการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากร

จำนวนครั้งที่ ทดลอง	จำนวนครั้งที่ของหมายเลขที่ออก										p-value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50	6	4	3	4	9	9	5	5	3	2	0.112
200	23	23	15	25	24	22	15	22	16	15	0.143
500	53	47	50	60	48	48	50	51	51	42	0.131
1000	107	98	99	111	101	91	111	100	96	86	0.075

ตอนที่ 3 มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0%

การทดลองในส่วนนี้ เราเพิ่มการเปลี่ยนแปลงมวลให้ลูกบอลโฟม 1 ลูกมีมวลต่างจากลูกอื่นๆ 5.0% ผลการออกรางวัล 1000 ครั้งแสดงดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าเมื่อให้ลูกบอลหมายเลข 9 มีมวลเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0% ผลการออกรางวัลของลูกนี้มีค่ามากกว่าลูกอื่นๆ เป็นอย่างมาก โดยมีค่าสูงถึง 136 ครั้ง มากกว่าค่าที่ควรเป็นตามทฤษฎี (100 ครั้ง) ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 มากกว่าค่า 0.1 หรือไม่ แสดงผลดังตารางที่ 4



รูปที่ 7 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณีมวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0%

ตารางที่ 4 ผลการออกรางวัลเมื่อมวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0% และผลการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากร

จำนวนครั้งที่ ทดลอง	จำนวนครั้งที่ของหมายเลขที่ออก										p-value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50	4	5	3	6	2	7	5	6	6	6	0.384
200	13	15	24	17	20	26	21	16	15	33	0.033
500	49	48	46	44	45	55	54	48	45	66	0.013
1000	100	107	108	96	83	100	100	85	85	136	<0.001

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่า เมื่อใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ทั้งหมด 1000 ครั้ง จะได้ p -value น้อยกว่า 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ทำให้สรุปได้ว่า สัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 มากกว่าค่า 0.1 ($p < 0.05$) ในตารางที่ 4 ยังแสดงค่าการวิเคราะห์เมื่อใช้จำนวนครั้งการออกรางวัลเป็น 50, 200 และ 500 ครั้ง โดยที่ 50 ครั้ง

ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า สัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 ไม่มากกว่าค่า 0.1 ($p > 0.05$) นี่เป็นอีกครั้งหนึ่งที่เป็นตัวอย่างว่าจำนวนครั้ง (จำนวนงวด) ในการออกรางวัลมีผลต่อการวิเคราะห์ทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เราขอรับข้อมูลที่มียานวนข้อมูลมากกว่า ดังนั้นในกรณีนี้สำหรับข้อมูล 1000 ครั้ง จึงสรุปได้ว่า การถ่วง

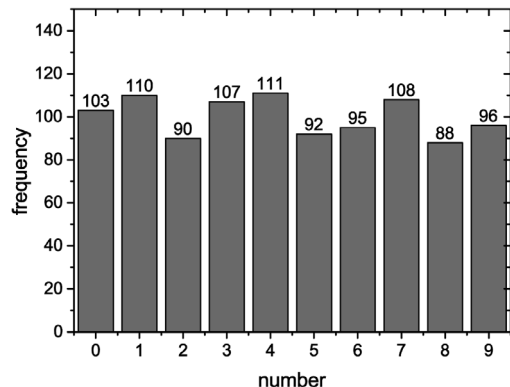
น้ำหนักให้ลูกบอล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0 % มีผลต่อความเที่ยงตรงของการออกรางวัล

มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0%

ผลการออกรางวัลเมื่อให้หมายเลข 9 หนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0% จากการทดลองทั้งหมด 1000 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 8 จะเห็นว่าลูกที่ออกบ่อยที่สุดคือหมายเลข 4 มีค่าความถี่ในการออกเป็น 111 ครั้ง ส่วนลูกที่ถูกรางวัลน้อยที่สุดคือหมายเลข 8 (88 ครั้ง) การทดลองในครั้งนี้เป็นที่น่าสนใจว่าหมายเลขที่ถูกถ่วงน้ำหนักไม่ได้ถูกรางวัลน้อยกว่าหมายเลขอื่นๆ แต่อย่างใด หมายเลข 9 ถูกรางวัลทั้งหมด 96 ครั้ง แม้จะน้อยกว่าค่าทางทฤษฎี (100 ครั้ง) แต่ก็ไม่น้อยที่สุด จึงเป็นไปได้ว่าสำหรับเครื่องออกรางวัลแบบเป่าลมที่เราได้ทำการออกแบบขึ้นมานี้ การถ่วงน้ำหนักให้ลูกใดลูกหนึ่งหนักกว่าลูกอื่นๆ อาจไม่สามารถสังเกตได้ ตรงข้ามกับการให้มวลลูกหนึ่งเบากว่าลูกอื่นๆ ดังหัวข้อที่ผ่านมาซึ่งจะสามารถทำให้ความน่าจะเป็นของลูกบอลมวลเบาสูงกว่าลูกอื่นๆ ได้

ทั้งนี้ได้ทำการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากรเพื่อทดสอบว่าสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9 น้อยกว่าค่า 0.1 หรือไม่โดยใช้ Bino-

mial test แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในทุกกรณีที่ทำการวิเคราะห์ไม่ว่าจำนวนครั้งที่ทดลองจะเป็น 50, 200, 500 หรือ 1000 ครั้ง ก็ให้ค่า p -value มากกว่า 0.05 สรุปได้ว่า การถ่วงน้ำหนักให้มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ ไม่ได้ส่งผลต่อสัดส่วนการออกรางวัลของลูกบอลหมายเลข 9



รูปที่ 8 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณีมวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0%

ตารางที่ 5 ผลการออกรางวัลเมื่อมวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0% และผลการทดสอบสัดส่วนของหนึ่งประชากร

จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งที่ออกของหมายเลขที่ออก										p -value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50	6	4	5	6	7	3	3	4	4	8	0.122
200	26	14	23	25	18	14	13	24	23	20	0.559
500	55	45	52	57	59	41	42	58	46	45	0.255
1000	103	110	90	107	111	92	95	108	88	96	0.361

การทดลองในตอนที่ 3 สามารถสรุปได้ว่า เราสามารถทำให้ผลการออกรางวัลไม่เที่ยงตรงได้โดยการเปลี่ยนน้ำหนักลูกบอลให้มีมวลเบากว่าลูกอื่นๆ เพียง 5.0% ลูกบอลที่มีมวลเบาจะมีค่าความน่าจะเป็นที่จะถูกรางวัลเปลี่ยนไป ถึงแม้ว่าในการทดลองนี้จะไม่สามารถสังเกตได้ทุกครั้ง แต่เมื่อสามารถทำให้ความน่าจะเป็นเปลี่ยนไป โอกาสที่ลูกบอลหมายเลขนั้นจะถูกรางวัลจึงมีมากกว่าหมายเลขอื่น หมายความว่า ผู้ที่ซื้อ

หมายเลขที่มีการถ่วงน้ำหนัก (เพียง 5.0% เท่านั้น) จะมีโอกาสถูกรางวัลมากกว่าผู้อื่น จึงเกิดความไม่ยุติธรรมขึ้นได้

ตอนที่ 4 มวล 10 ลูกต่างกันลูกละ 1.0%

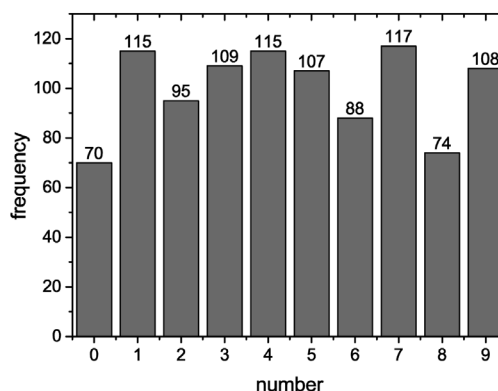
การทดลองในส่วนนี้จะเปลี่ยนมวลของลูกบอลทุกลูกให้มีมวลไม่เท่ากันเลข โดยให้แต่ละลูกมีมวลต่างกันลูกละ 1.0% เพื่อทดสอบว่าผลการออกรางวัลมีความสัมพันธ์กับมวลลูกบอลหรือไม่ โดยหมายเลข 0 มี

มวลมากที่สุด (278 mg) และลดมวลลงตามหมายเลข หมายเลข 9 เป็นลูกที่มีมวลน้อยที่สุด (250 mg) ผลการออกวางวัดทั้งหมด 1000 ครั้งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 9 จะเห็นได้ว่า ผลการออกวางวัดมีความแตกต่างจากชุดควบคุมมวลในตอนต้นที่ 1 เป็นอย่างมาก ผลการออกวางวัดมีความแปรผันสูงมาก หมายเลขที่มีการออกวางวัดน้อยที่สุดได้แก่หมายเลข 0 (70 ครั้ง) น้อยรองลงมาคือหมายเลข 8 (74 ครั้ง) ส่วนหมายเลขที่มีการออกวางวัดมากที่สุดคือหมายเลข 7 (117 ครั้ง) หมายเลข 1 และ 4 (115 ครั้ง) ตามลำดับ

ผลการทดสอบด้วยวิธีไคกำลังสองของการทดลองชุดนี้แสดงดังตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้จำนวนครั้งในการวิเคราะห์เพียง 50 หรือ 200 ครั้ง ค่า p -value ยังมีค่าสูงอยู่ แต่เมื่อเพิ่มจำนวนข้อมูลในการวิเคราะห์เป็น 500 หรือ 1000 ครั้ง ค่า p -value ที่ได้มีค่าน้อยลงอย่างชัดเจน โดยที่จำนวนการทดลอง 1000 ครั้ง โดย p -value มีค่า 0.002 ซึ่งให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ผลการออกวางวัดไม่เที่ยงตรง ($p < 0.01$)

จุดที่น่าสังเกตของการทดลองครั้งนี้คือ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลของลูกบอลกับความถี่ของเลขที่ออกพิจารณา Spearman correlation โดยได้ค่า Spearman correlation coefficient เท่ากับ -0.039 ทำให้สรุปได้

ว่าความถี่ของเลขที่ออกไม่มีความสัมพันธ์กับมวลของลูกบอล ($p > 0.05$) ทำให้ไม่สามารถทำนายได้ว่าลูกบอลที่หนักหรือลูกบอลที่เบาจะมีโอกาสออกวางวัดมากหรือน้อยต่างกันเพียงใด สาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้คือความแตกต่างของมวลลูกบอลแต่ละลูกเพียง 1.0% ยังน้อยเกินไปที่จะเปลี่ยนแปลงแนวโน้มความน่าจะเป็นให้สัมพันธ์กับมวลของลูกบอลได้ ดังนั้นเราจึงทำการทดลองเพิ่มความแตกต่างมวลลูกบอลแต่ละลูกเป็น 2.0%



รูปที่ 9 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกวางวัดครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณี มวล 10 ลูกต่างกันลูกละ 1.0%

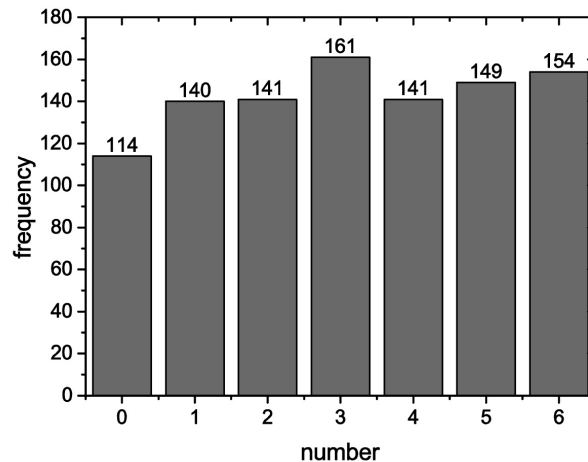
ตารางที่ 6 ผลการออกวางวัดเมื่อมวล 10 ลูกต่างกันลูกละ 1.0% และผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไคกำลังสอง

จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งของหมายเลขที่ออก										χ^2	p -value
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
50	5	3	4	9	4	7	4	4	5	5	5.600	0.779
200	16	14	17	30	14	23	19	27	20	20	12.800	0.172
500	32	58	45	64	51	55	42	59	35	59	21.720	0.010
1000	70	115	95	109	115	107	89	117	75	108	26.040	0.002

มวล 7 ลูกต่างกันลูกละ 2.0%

เมื่อใช้ลูกบอลทั้งหมด 7 ลูก ซึ่งแต่ละลูกมีมวลต่างกัน 2.0% หมายเลข 0 มีมวลหนักที่สุด (286 mg) ส่วนลูกบอลหมายเลข 6 มีมวลเบาที่สุด (250 mg) ผลการออกวางวัดทั้งหมด 1000 ครั้ง แสดงได้ดังรูปที่ 10 ซึ่งจะเห็นได้ว่า หมายเลขที่มีผลการออกวางวัดมากที่สุดคือหมายเลข

3 (161 ครั้ง) ส่วนหมายเลขที่มีผลการออกวางวัดน้อยที่สุดคือหมายเลข 0 (114 ครั้ง) ในกรณีนี้ค่าทางทฤษฎีสำหรับผลการออกวางวัดที่มีความเที่ยงตรงควรมีโอกาสออกเป็น 143 ครั้ง สำหรับทุกๆหมายเลข เพื่อพิสูจน์ความเที่ยงตรงของการออกวางวัดในกรณีนี้ จึงทำการทดสอบด้วยวิธีไคกำลังสอง ข้อมูลที่ได้แสดงดังตารางที่ 7



รูปที่ 10 ผลความถี่ของเลขที่ออกเมื่อทำการออกรางวัลครบ 1000 ครั้ง สำหรับกรณีมวล 7 ลูกต่างกันลูกละ 2.0%

ตารางที่ 7 ผลการออกรางวัลเมื่อมวล 7 ลูกต่างกันลูกละ 2.0% และผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไคกำลังสอง

จำนวนครั้งที่ทดลอง	จำนวนครั้งของหมายเลขที่ออก							χ^2	p-value
	0	1	2	3	4	5	6		
50	3	6	9	8	6	8	10	4.600	0.596
200	20	34	33	41	21	29	22	13.220	0.040
500	52	73	66	90	67	71	81	12.120	0.059
1000	114	140	141	161	141	149	154	9.372	0.154

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่า ถึงแม้ว่าค่า p-value ของการทดลอง 200 ครั้งจะมีค่าน้อยกว่า 0.05 แต่ค่า p-value ของการทดลอง 1000 ครั้งมีค่า 0.154 จึงสรุปได้ว่า ผลการออกรางวัลมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) ผลการวิเคราะห์ที่ออกมาขึ้นก่อนข้างจะขัดกับสมมติฐานเบื้องต้นที่ผู้ทดลองวางไว้ มวลของลูกบอลน่าจะส่งผลต่อความถี่ของการออกรางวัล ซึ่งควรทำให้ผลการออกรางวัลไม่เที่ยงตรง สาเหตุที่ผลการวิเคราะห์ต่างจากสมมติฐานน่าจะมาจากสองปัจจัยคือ หนึ่ง มวลแต่ละลูกยังมีมวลต่างกันไปเล็กน้อยเกินไป คือเพียง 2.0% และสอง ในการทดลองนี้เราใช้มวลเพียง 7 ลูก แทนที่จะเป็น 10 ลูกเช่นกรณีอื่นๆ

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลของลูกบอลกับความถี่ของเลขที่ออกพิจารณา Spearman correlation โดยได้ค่า Spearman correlation coefficient เท่ากับ -0.704 นั่นคือ มวลของ

ลูกบอลกับความถี่ของเลขที่ออกมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงแบบผกผัน หมายความว่าลูกบอลที่มีมวลน้อยมีความถี่ของเลขที่ออกมากกว่าลูกบอลที่มีมวลมาก ถ้าต้องการให้ความสัมพันธ์นี้ชัดเจนยิ่งขึ้นควรทำให้มวลแต่ละลูกมีค่าต่างกันมากกว่านี้ แต่ต้องเป็นการถ่วงน้ำหนักที่ขนาดลูกบอลไม่เปลี่ยนไปมากเกินไป เพราะถ้าขนาดลูกบอลเปลี่ยนไปจะทำให้พื้นที่ผิวเปลี่ยนไปซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ไม่เกี่ยวกับการถ่วงน้ำหนัก

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองจากงานวิจัยนี้ สรุปได้ดังตารางที่ 8 ซึ่งสามารถแยกเป็นแต่ละประเด็นได้ดังนี้

1. ถ้าควบคุมให้ลูกบอลทั้ง 10 ลูกมีมวลเท่ากัน ผลการออกรางวัลจะมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$)

2. จำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์มีผลอย่างมากต่อความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนแล้วว่า การทดลองเพียง 50, 200 หรือ 500 ครั้ง อาจให้ผลที่ต่างจากการวิเคราะห์ถึง 1000 ครั้งได้

3. ผลการถ่วงน้ำหนักไม่ว่าจะให้มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0% หรือ 5.0% ไม่ส่งผลต่อความเที่ยงตรงของผลการออกรางวัล ($p > 0.05$)

4. ผลการออกรางวัลเกิดความไม่เที่ยงตรงขึ้น ($p < 0.05$) เมื่อทำการเปลี่ยนน้ำหนักให้มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0% หรือ 5.0% ความน่าจะเป็นในการถูกรางวัลของลูกบอลดังกล่าวจะต่างจากลูกอื่นๆ อย่างชัดเจน

5. การให้ลูกบอล 10 ลูกมีมวลต่างกันลูกละ 1.0% จะทำให้ผลการออกรางวัลไม่เที่ยงตรง ($p < 0.05$) แต่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความถี่ของเลขที่ออกได้

6. ผลการออกรางวัลยังมีความเที่ยงตรง ($p > 0.05$) เมื่อให้ลูกบอล 7 ลูกมีมวลต่างกันลูกละ 2.0% อย่างไรก็ตาม เกิดความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างมวลของลูกบอลกับความถี่ของเลขที่ออก ด้วยค่า Spearman correlation เท่ากับ -0.704

ตารางที่ 8 สรุปผลการวิเคราะห์ในการทดลองแต่ละกรณี

กรณี	p-value			
	n = 50	n = 200	n = 500	n = 1000
1. มวลเท่ากัน 10 ลูก	0.350	0.076	0.798	0.544
2. มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 1.0%	0.384	0.067	0.001	0.003
3. มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 1.0%	0.112	0.143	0.131	0.075
4. มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0%	0.384	0.033	0.013	<0.001
5. มวล 1 ลูกหนักกว่าลูกอื่นๆ 5.0%	0.122	0.559	0.255	0.361
6. มวล 10 ลูกต่างกันลูกละ 1.0%	0.779	0.172	0.010	0.002
7. มวล 7 ลูกต่างกันลูกละ 2.0%	0.596	0.040	0.059	0.154

จากสรุปผลการทดลองที่กล่าวมา คณะผู้วิจัยขออภิปรายเพิ่มเติมดังนี้ เรื่องแรกเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการทดลองต่อการวิเคราะห์เชิงสถิติ จากที่กล่าวไปแล้วในบทนำว่าในงานวิจัยเชิงสถิติที่ผ่านมา (1-4) ได้นำผลการออกสลากกินแบ่งรัฐบาลมาวิเคราะห์ถึงความเที่ยงตรงในการออกรางวัล ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวสรุปว่า มีผลการออกสลากกินแบ่งรัฐบาลบางช่วง หรือบางรางวัล หรือตัวเลขในบางหลัก ที่มีความไม่เที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่งานวิจัยเหล่านี้ใช้ผลการออกรางวัลมากที่สุดเพียง 257 งวด (2) จากงานวิจัยนี้ (ตอนที่ 1) แสดงให้เห็นว่า แม้จะเป็นชุดควบคุม แต่ผลการวิเคราะห์เพียง 200 งวด ก็ให้ผลต่างจากการใช้จำนวนงวด 1000 งวด ดังนั้น

งานวิจัยเชิงสถิติที่ผ่านมานั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าผลการออกสลากกินแบ่งรัฐบาลมีความไม่เที่ยงตรง เพราะแม้ว่าผลการออกรางวัลจะมีความเที่ยงตรงจริง หากใช้จำนวนงวดการออกรางวัลเพียงไม่กี่งวด อาจทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่เที่ยงตรงได้

สอง แม้ว่าผลการทดลองในงานวิจัยนี้จะบ่งชี้ชัดว่าสามารถเปลี่ยนความน่าจะเป็นในการออกรางวัลทำให้เกิดความไม่เที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ เมื่อทำการถ่วงน้ำหนักให้มวล 1 ลูกเบากว่าลูกอื่นๆ 5.0% แต่ในการทดลองนี้ไม่ได้ใช้เครื่องลาดกระบัง 6 ในการทดลอง จึงไม่สามารถสรุปได้โดยตรงว่าเครื่องลาดกระบัง 6 จะสามารถถ่วงน้ำหนักแล้วให้ผลแบบเดียวกันหรือไม่

ทางด้าน อ.คงเดช หุ่นผดุงรัตน์ ที่อ้างว่าเครื่องลาดกระบ้ง 6 ไม่สามารถถ่วงน้ำหนักได้และได้ทำการสาธิตผ่านหลายช่องทางนั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่าการ “สาธิต” ไม่เพียงพอการสาธิตเพียง 5-6 ครั้งหรือไม่ก็สิบครั้ง ไม่สามารถแสดงหลักฐานหรือข้อพิสูจน์ใดๆทางวิทยาศาสตร์ได้ การที่จะพิสูจน์ว่าเครื่องลาดกระบ้ง 6 ไม่สามารถถ่วงน้ำหนักได้ ต้องทดลองถ่วงน้ำหนักและทำการออกรางวัลโดยมีจำนวนงวดในการทดลองมากๆ เช่น 1000 งวดขึ้นไปดังเช่นในการศึกษาครั้งนี้ จึงจะสามารถสรุปเป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้

คำถามอาจเกิดขึ้นว่าการถ่วงน้ำหนักไม่ได้ทำให้เลขออกทุกครั้งที่ต้องการแล้วจะล็อกผลการออกรางวัลได้อย่างไร จริงอยู่ที่ว่าการถ่วงน้ำหนักอาจไม่ทำให้เลขที่ต้องการออกมาทุกครั้ง แต่ก็เป็นการเปลี่ยนความน่าจะเป็นให้เลขที่ต้องการให้ออกมีโอกาสออกมากกว่าเลขอื่นๆ แค่นี้เพียงเปลี่ยนความน่าจะเป็นของเลขใดเลขหนึ่งก็ทำให้ผลการออกรางวัลไม่ยุติธรรม ดังนั้นผลการออกรางวัลในบางงวด โดยเฉพาะรางวัลที่ 1 ซึ่งผู้ออกแบบอ้างว่าเป็นการ Double Random หรือสุ่มแล้วสุ่มอีก ก็ยังมีโอกาสที่จะล็อกหมายเลขได้ด้วยการถ่วงน้ำหนัก ยกตัวอย่างเช่น งวดวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2556 รางวัลที่ 1 คือ 565566 ถ้าต้องการจะให้ผลการออกรางวัลเป็นไปตามที่ต้องการ ก็เพียงถ่วงน้ำหนักหมายเลข 5 และ 6 ซึ่งจะทำให้เลขดังกล่าวมีโอกาสออกมากกว่าเลขอื่นๆ ดังนั้นแม้ว่าจะมีการออกรางวัลแบบ Double Random อย่างที่ผู้ออกแบบกล่าวอ้าง ก็ยังมีโอกาสล็อกเลขได้ ในทำนองเดียวกัน งวดวันที่ 1 มิถุนายน 2544 รางวัลที่ 1 คือ 113311 หรืองวดวันที่ 16 พฤษภาคม 2552 รางวัลที่ 1 คือ 111411 ก็อาจมีโอกาสดังกล่าวล็อกเลขได้เช่นเดียวกัน

ที่กล่าวมา ไม่ได้มีเจตนาเพื่อบอกว่าผลการออกรางวัลของสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลมีการล็อกเลขประการใด แต่ต้องการจะสื่อว่ามีโอกาสเป็นไปได้หากมีการถ่วงน้ำหนัก และควรหาทางป้องกันเหตุดังกล่าวหรือทำให้โอกาสเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวมีน้อยที่สุด ทั้งนี้เมื่อวันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2557 ผู้วิจัยหลักได้มีโอกาสเข้าร่วมชมกระบวนการออกรางวัลของสำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาล ณ สำนักวิชาการที่ไอที ตั้งแต่เวลา

ประมาณ 13.30 น. ถึงสิ้นสุดกระบวนการเวลา 16.00 น. พบว่ากระบวนการออกรางวัลเป็นที่เปิดเผย เปิดให้ประชาชนสามารถเข้าร่วมชมได้ตลอดจนมีการถ่ายทอดทางโทรทัศน์และวิทยุ ผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการมีความโปร่งใส เที่ยงธรรมและไม่น่าที่จะมีการทุจริตเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนในการตรวจสอบอุปกรณ์ เช่น การชั่งน้ำหนักลูกบอลไม่ได้มีการเปิดเผย ซึ่งอาจนำไปสู่ความไม่โปร่งใสได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแนวทางเพื่อให้การออกรางวัลมีเที่ยงตรงมากที่สุดตามหลักวิทยาศาสตร์ดังนี้

สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลควรทำการทดสอบเครื่องลาดกระบ้ง 6 โดยทำการทดลองออกรางวัลเป็นจำนวนครั้งมากๆ อย่างน้อย 1000 ครั้ง แล้วใช้กระบวนการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของผลการออกรางวัล หากข้อมูลที่ได้พบว่าการออกรางวัลมีความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ให้เปิดเผยให้สาธารณชนทราบ จะได้เพิ่มความเชื่อมั่นถึงความเที่ยงตรงของเครื่องออกรางวัลลาดกระบ้ง 6 รวมทั้งเครื่องอื่นๆที่จะใช้อออกรางวัลในอนาคต

การชั่งน้ำหนักลูกบอลควรกระทำอย่างเปิดเผย ณ ปัจจุบัน มวลของลูกบอลถูกตรวจสอบในที่ลับ อาจมีความไม่โปร่งใสได้ จึงเสนอแนะให้กระทำการชั่งน้ำหนักลูกบอล ณ สถานที่ออกรางวัล เมื่อชั่งเสร็จก็ให้ใส่ในอุปกรณ์ออกรางวัลเครื่องลาดกระบ้ง 6 ทันที ให้ประชาชนมีสิทธิมีส่วนร่วม รวมถึงอาจพิจารณาถ่ายทอดการชั่งน้ำหนักลูกบอลทางโทรทัศน์เพื่อความโปร่งใยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนเรียนดีในการสนับสนุนการฝึกงานภาคฤดูร้อนของนายสุวัฒน์ บัวทอง เพื่อทำงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- (1) วีระถาวร ธ, ความน่าจะเป็นกับสลากกินแบ่งรัฐบาล, การประชุมวิชาการสถิติประยุกต์ครั้งที่ 5 2528, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- (2) วีระถาวร ธ, ผลการออกรางวัลของสลากกินแบ่งรัฐบาลที่เที่ยงตรงจริงๆหรือไม่?, 2557, Chulabook.com: กรุงเทพมหานคร.
- (3) พานิชกิจโกศลกุล ว และ เลิศสุวรรณศรี ร, การทดสอบความเท่ากันของโอกาสการเกิดขึ้นของผลการออกรางวัลสลากกินแบ่งรัฐบาล, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งที่ 3 2547: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.
- (4) เรืองประพันธ์ ช, ศรีวานิช อ, และ อนทวร ค. ความเที่ยงตรงและผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากการซื้อหวยพัฒนาลาวและสลากกินแบ่งรัฐบาลไทย. วารสารวิจัย มข. 2551;13(2): 214-224.