

การประยุกต์ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลในการจำลองพื้นที่อ่างเก็บน้ำ กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำหนองบัว จังหวัดเชียงราย

Application of Monte Carlo Simulation Technique to Design Reservoir Area: A Case Study for Nong-Bua Reservoir in Chiang Rai, Thailand

สุรัสวดี นางแล^{*1}, ธนายุทธ ช่างเรือนงาม¹, พงศกร สุวรรณวงศ์¹, เวสรัช บุญมาศักดิ์¹, เจนจิรา นาดูน¹
Suruswadee Nanglae^{*1}, Thanayut Changruenngam¹, Pongsakorn Suwannawong¹,
Waysarat Boonmasak¹, Janejira Nadoon¹

¹โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

¹Program of Mathematics and Computing Science, Faculty of Science and Technology,
Chiang Rai Rajabhat University, Muang District, Chiang Rai Province, 57100

*E-mail: SNanglae@gmail.com

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคมอนติคาร์โลเพื่อเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวใหญ่ภายในสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 80 พรรษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ซึ่งมีรูปทรงอิสระโดยใช้โปรแกรม R ผ่านภาพถ่ายดาวเทียม จากผลการศึกษาพบว่า การกำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบแนบชิดติดขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัวและการกำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการเว้นระยะขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัวสามารถคำนวณหาพื้นที่อ่างเก็บน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดจุดสุ่มตั้งแต่ 50,000 จุดขึ้นไป เมื่อกำหนดจุดสุ่มตั้งแต่ 500,000 จุดขึ้นไป พบว่า พื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวที่คำนวณได้ทั้งสองแบบเริ่มคงที่ โดยมีพื้นที่ประมาณ 327,000 ตารางเมตร หรือ 204 ไร่โดยประมาณ และทั้งสองแบบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อกำหนดจุดสุ่ม 1,000,000 จุด

คำสำคัญ: เทคนิคมอนติคาร์โล, การจำลองพื้นที่, อ่างเก็บน้ำ

Abstract

The purpose of this research was to apply the Monte Carlo technique to compare the appropriate method for estimation area of Nong-Bua Reservoir in the park of 80th Birthday Anniversary of Her Royal Highness Princess Srinagarindra, the Princess Mother at Chiang Rai Rajabhat University. We were using R program and satellite images for simulating reservoir area. The study revealed that the setting a rectangular frame close to the edge of Nong-Bua Reservoir (Type A) and the setting a rectangular frame with spacing at the edge of Nong-Bua Reservoir (Type B) can calculate the reservoir area similarly when specifying more than 50,000 random points. When specifying random points from 500,000 or more, it was found that the Nong-Bua Reservoir area calculated in

both designs became stable. It was approximately 327,000 square meters or approximately 204 rai and both types gave the least calculation discrepancy when assigning 1,000,000 random points.

Keywords: Monte Carlo technique, Area Simulation, Reservoir

ที่มาและความสำคัญ

หนองบัวหรือหนองบัวใหญ่เป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ในสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ ซึ่งเป็นสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 80 พรรษา ลำดับที่ 7 ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายในเขตตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2565) ภายในสวนมีทัศนียภาพสวยงาม เป็นสวนสาธารณะริมน้ำ สำหรับชาวเมือง บรรยากาศร่มรื่นในเนื้อที่ 620 ไร่ มีหนองบัวที่กว้างขวางถึง 223 ไร่ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้สถานที่แห่งนี้ไปพักผ่อนหย่อนใจเพราะน้ำในหนองบัวใสเย็น และเต็มเปี่ยมตลอดปีบนพื้นที่รอบหนองบัวเป็นที่ตั้งของพลับพลา ศาลาพักผ่อนและมีสวนปาล์ม สวนไผ่อยู่บนที่ลาดเนินเขา (สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่, 2565) หนองบัวจัดเป็นแหล่งน้ำสาธารณะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทั้งภายในมหาวิทยาลัยและชุมชนที่ตั้งอยู่โดยรอบ ๆ จากการศึกษาความหลากหลายของแหล่งน้ำเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พบว่าบริเวณหนองบัวใหญ่มีความหลากหลายของแหล่งน้ำและจัดเป็นประเภทของแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (ประเสริฐ ไวยกา และ รวิชนันท์ นาคดี, 2022) โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำในหนองบัวหลวงนั้นถือเป็นการเฝ้าระวังและทราบถึงคุณภาพน้ำที่อาจเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายยังได้ดำเนินโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยเกี่ยวกับการบริหารจัดการเรื่องน้ำและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้อุปโภคบริโภคในช่วงฤดูแล้ง ภายในมหาวิทยาลัยและบริเวณชุมชนใกล้เคียง ทั้งการขุดลอกจุดสูบน้ำ การจัดทำจุดพักน้ำ การพัฒนาระบบกรองน้ำดื่มสะอาด และการติดตั้งระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยร่วมกับสำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1 (สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1, 2565) จะเห็นได้ว่าหนองบัวใหญ่มีความสำคัญทั้งในแง่ชีวภาพและกายภาพ เนื่องจากตั้งภายในมหาวิทยาลัยและชุมชนรอบ ๆ มหาวิทยาลัยต่างก็ได้ใช้ประโยชน์จากหนองบัว ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นโดยใช้หลักการออกแบบพื้นที่

ตามหลักการคำนวณปริมาตรหนองน้ำเพื่อการออกแบบพื้นที่นั้นจะเท่ากับความกว้างคูณความยาว คูณความลึก หรือขนาดพื้นที่ของหนองน้ำคูณด้วยความลึก โดยมีหน่วยเป็นเมตร จะได้ปริมาตรหนองน้ำมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ซึ่งการหาพื้นที่หนองน้ำที่ไม่ได้เป็นมุมเหลี่ยมที่ชัดเจนหรือมีรูปทรงอิสระนั้นคำนวณได้ยาก ประกอบกับในปัจจุบันภาพถ่ายทางดาวเทียมมักถูกนำมาใช้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการหาเส้นทาง การหาระยะทางตลอดจนถึงการหาพื้นที่ที่ดิน ซึ่งการหาพื้นที่ที่ดินโดยใช้ภาพถ่ายทางดาวเทียมสามารถทำได้ง่ายขึ้นเพราะในบางพื้นที่นั้นไม่สามารถเข้าไปวัดพื้นที่ที่มีป่ารก พื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงชันหรือพื้นที่ที่เข้าไปได้ยากลำบาก แต่ถ้าหากไม่มีโปรแกรมสำเร็จรูปทางภูมิศาสตร์ซึ่งมักมีราคาสูงมาช่วยในการคำนวณหาพื้นที่ของหนองน้ำก็ถือว่าเป็นเรื่องที่ย่างยากพอสมควร หรือถ้าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ไม่มีค่าใช้จ่ายก็อาจจะได้ค่าโดยประมาณ ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ในการหาพื้นที่หนองน้ำหรือพื้นที่ทางภูมิศาสตร์จึงเป็นการช่วยประหยัดทั้งในแง่ของราคาและเวลา และหนึ่งในเทคนิคการหาพื้นที่ภูมิศาสตร์ที่มีรูปทรงอิสระคือ เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo)

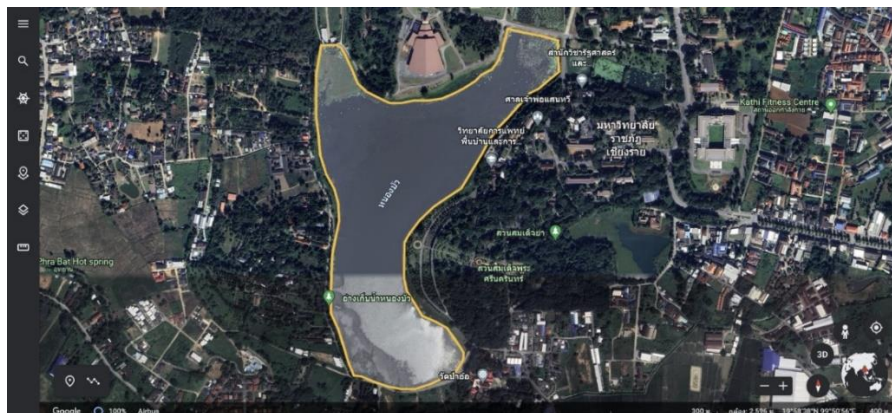
มอนติคาร์โลเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่คาดการณ์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอน เป็นการใช้ความน่าจะเป็นเพื่อสร้างตัวเลขของตัวแปรสุ่มจำนวนหนึ่ง และทำการหาค่าความผันแปรของระบบที่ซับซ้อน ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นในช่วงปลายปี ค.ศ. 1940 โดย Stanislaw Ulam เพื่อใช้ในการประยุกต์ใช้ตัวเลขแบบสุ่มสำหรับการศึกษาวิจัยปฏิกิริยานิวเคลียร์ (ณัฐพล โชติศรีสุภรณ์, 2521) เทคนิคนี้ยังถูกใช้สำหรับการหาพื้นที่ที่ไม่ได้เป็นรูปทรงเรขาคณิต อาทิการประมาณพื้นที่การเกิดอุทกภัยทั้งในออสเตรเลีย(Charalambous, Rahman , & Don , 2013) และอังกฤษ (G. T. Aronica, 2012) รวมถึงยังสามารถจำลองพื้นที่สำหรับการประเมินความเสี่ยงจากอัคคีภัย (Yohay, Shlomit, Faris, และ Maxim, 2009) และความเสี่ยงของคุณภาพน้ำที่จากการแพร่ของไนเตรต (Hamed, และคนอื่น ๆ, 2022)

เทคนิคมอนติคาร์โลเป็นวิธีการการสุ่มในพื้นที่ที่กำหนดดั่งนั้น ในการวิจัยครั้งนี้เราสามารถกำหนดกรอบของพื้นที่ในการสุ่มรอบอ่างเก็บน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีขอบเขตสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบ A และแบบ B เพื่อหาความน่าจะเป็นในการสุ่มลงพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่นำไปสู่การประมาณพื้นที่ได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์คือเพื่อเปรียบเทียบวิธีการทั้งสองรูปแบบในการประมาณพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวใหญ่ภายในสวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี 80 พรรษา ซึ่งมีรูปทรงอิสระโดยใช้โปรแกรม R ผ่านภาพถ่ายดาวเทียม

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การสร้างขอบเขตพื้นที่เพื่อใช้ในการคำนวณ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ไฟล์ข้อมูลใน Google Earth ดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นทำการสร้างกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้ครอบคลุมอ่างเก็บน้ำหนองบัวโดยเปรียบเทียบระหว่างกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แบบ ได้แก่ แบบ A เป็นแบบที่กำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนบชิดติดขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว ซึ่งอยู่ในตำแหน่งละติจูด 19.58.26 – 19.58.59 N และ ลองจิจูด 99.50.30 – 99.50.55 E มีพื้นที่ทั้งหมด 746,391.01 ตารางเมตร และแบบ B เป็นแบบที่กำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการเว้นระยะขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว ซึ่งอยู่ในตำแหน่งละติจูด 19.59.01 – 19.58.24 N และ ลองจิจูด 99.50.28 – 99.50.56 E มีพื้นที่ทั้งหมด 927,421.22 ตารางเมตร จากนั้นสร้างเป็นไฟล์ราสเตอร์แสดงขอบเขตพื้นที่เพื่อใช้ในการคำนวณและขอบเขตของอ่างเก็บน้ำหนองบัว



ภาพที่ 1 อ่างเก็บน้ำหนองบัวใหญ่จาก Google Earth

การคำนวณหาพื้นที่หนองบัวด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรม R ในการนำเข้าข้อมูลไฟล์ราสเตอร์ จากนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคมอนติคาร์โล โดยเริ่มจากการสุ่มจุดด้วยการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) บนแกนละติจูดและลองจิจูดของไฟล์ราสเตอร์บนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แบบ โดยจะทำการเปรียบเทียบพื้นที่ที่คำนวณได้จากการสุ่มจุดระหว่าง 5000, 10000, 50000, 100000, 500000 และ 1000000 จุดตามลำดับ จากนั้นทำการนับจุดเฉพาะที่อยู่ในขอบเขตอ่างเก็บน้ำหนองบัวของการสุ่มแต่ละครั้ง และคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนจุดที่อยู่ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดที่ทำการสุ่ม ผู้วิจัยจะทำการทดลองซ้ำกัน 3 ครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็น สุดท้ายนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาคูณกับพื้นที่ของกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สร้างคลุมไว้

การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนจากการประมาณ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (E_p) ในการหาความคลาดเคลื่อนจากการจำลอง โดยมีสูตรในการหาดังนี้

$$E_p = \left| \frac{\hat{X}_{New} - \hat{X}_{Old}}{\hat{X}_{New}} \right| \times 100$$

เมื่อ $\hat{X}_{Old}$ คือ ค่าประมาณที่ได้ก่อนหน้า

$\hat{X}_{New}$ คือ ค่าประมาณที่ได้ครั้งใหม่

ถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (E_p) มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าการประมาณค่าเริ่มนิ่ง และเข้าใกล้ค่าที่แท้จริง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มจุดจำนวน 5000, 10000, 50000, 100000, 500000 และ 1000000 จุดตามลำดับ ซึ่งการสุ่มจุดจะทำการสุ่มซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาจำนวนจุดเฉลี่ยและค่าความน่าจะเป็นโดยเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบระหว่างขอบเขตสี่เหลี่ยมผืนผ้าระยะใกล้ (แบบ A) และระยะไกล (แบบ B) ได้ผลการวิจัยดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

จากตารางที่ 1 พบว่า จำนวนจุดสุ่มในเขตพื้นที่หนองบัวของการสุ่มจุดทั้ง 5000, 10000, 50000, 100000, 500000 และ 1000000 จุด ในแบบ A มีจำนวนประมาณร้อยละ 44 จากจำนวนจุดสุ่มทั้งหมด โดยจากการสุ่มจุด 5000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 2,222 จุด จากการสุ่มจุด 10000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 4,410 จุด จากการสุ่มจุด 50000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 21,834 จุด จากการสุ่มจุด 100000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 43,987 จุด จากการสุ่มจุด 500000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 219,285 จุด และจากการสุ่มจุด 1000000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 438,878 จุด

ส่วนในแบบ B นับได้ประมาณร้อยละ 35 จากจำนวนจุดสุ่มทั้งหมด โดยจากการสุ่มจุด 5000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 1,759 จุด จากการสุ่มจุด 10000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 3,520 จุด จากการสุ่มจุด 50000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 17,594 จุด จากการสุ่มจุด 100000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 35,421 จุด จากการสุ่มจุด 500000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 176,598 จุด และจากการสุ่มจุด 1000000 จุดจะมีจำนวนจุดที่อยู่ในเขตหนองบัวเฉลี่ย 353,224 จุด ซึ่งจะเห็นได้ใน

แบบ A ค่าความน่าจะเป็นจะเริ่มคงที่ตั้งแต่ 100000 จุดขึ้นไป ส่วนในแบบ B ค่าความน่าจะเป็นยังคงมีความผันผวนให้เห็นซึ่งสังเกตได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ยังไม่นิ่ง

ตารางที่ 1 จำนวนจุดสุ่มในเขตพื้นที่หนองบัวที่นับได้และความน่าจะเป็นโดยเปรียบเทียบระหว่างขอบเขตสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบ A และแบบ B

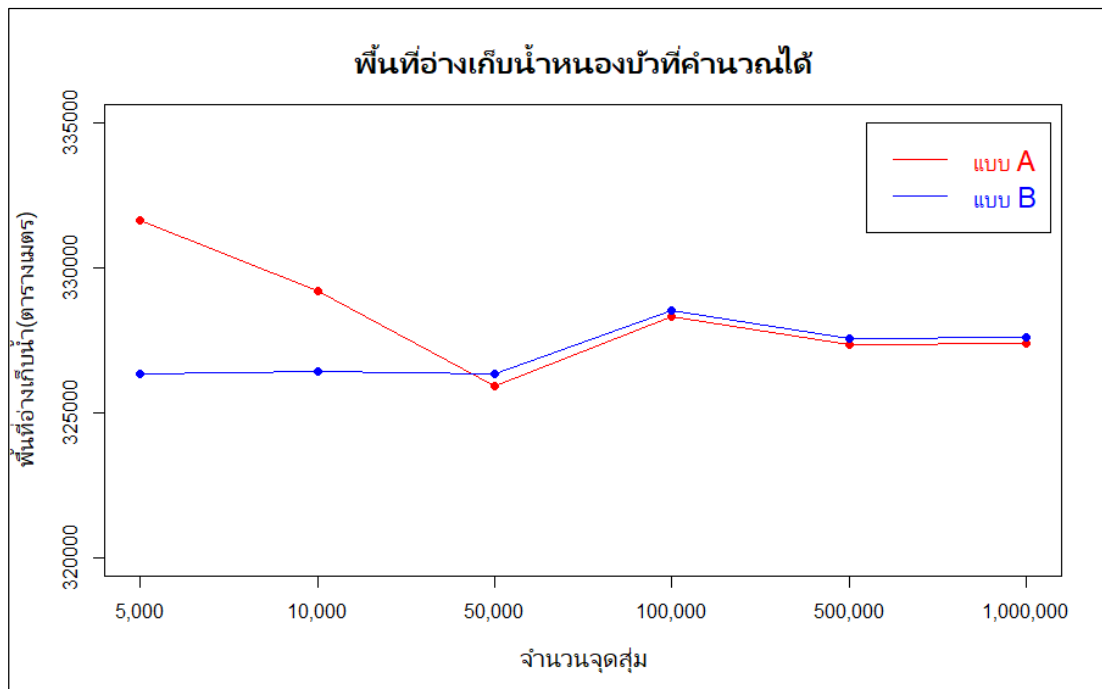
จำนวนจุดสุ่ม	การสุ่มครั้งที่	จำนวนจุดในเขตหนองบัว		ความน่าจะเป็น	
		แบบ A	แบบ B	แบบ A	แบบ B
5000	1	2,246	1,721	0.4492	0.3442
	2	2,215	1,778	0.4430	0.3556
	3	2,204	1,779	0.4408	0.3558
$\bar{X}$ (S.D.)		2,222 (21.78)	1,759 (33.20)	0.4443 (0.0044)	0.3519 (0.0066)
10000	1	4,344	3,552	0.4344	0.3552
	2	4,406	3,490	0.4406	0.3490
	3	4,481	3,517	0.4481	0.3517
$\bar{X}$ (S.D.)		4,410 (68.60)	3,520 (31.09)	0.4410 (0.0069)	0.3520 (0.0031)
50000	1	21,622	17,732	0.4324	0.3546
	2	22,072	17,447	0.4414	0.3489
	3	21,809	17,602	0.4362	0.3520
$\bar{X}$ (S.D.)		21,834 (226.07)	17,594 (142.68)	0.4367 (0.0045)	0.3519 (0.0029)
100000	1	43,912	35,387	0.4391	0.3539
	2	43,973	35,396	0.4397	0.3540
	3	44,075	35,481	0.4408	0.3548
$\bar{X}$ (S.D.)		43,987 (82.35)	35,421 (51.87)	0.4399 (0.0008)	0.3542 (0.0005)
500000	1	219,600	177,260	0.4392	0.3545
	2	219,050	176,594	0.4381	0.3532
	3	219,200	175,941	0.4384	0.3519
$\bar{X}$ (S.D.)		219,285 (304.51)	176,598 (659.51)	0.4386 (0.0006)	0.3532 (0.0013)
1000000	1	439,642	353,261	0.4396	0.3533
	2	438,811	353,296	0.4381	0.3533
	3	438,182	353,114	0.4382	0.3531
$\bar{X}$ (S.D.)		438,878 (732.33)	353,224 (96.57)	0.4386 (0.0009)	0.3532 (0.0001)

ตารางที่ 2 พื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวที่คำนวณได้ด้วยเทคนิคอนติคาร์โลโดยเปรียบเทียบระหว่างขอบเขตสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบ A และ แบบ B

จำนวนจุดที่สุ่ม	พื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวที่คำนวณได้ (ตารางเมตร)		พื้นที่ต่างกัน
	แบบ A (%ความคลาดเคลื่อน)	แบบ B (%ความคลาดเคลื่อน)	
5,000	331,646.41 (-)	326,328.61 (-)	5317.80
10,000	329,183.32 (0.7482)	326,421.36 (0.0284)	2761.96
50,000	325,939.00 (0.9954)	326,334.80 (0.0265)	395.80
100,000	328,312.53 (0.7229)	328,504.96 (0.6606)	192.43
500,000	327,344.71 (0.2957)	327,562.08 (0.2878)	217.37
1,000,000	327,399.44 (0.0167)	327,586.81 (0.0075)	187.37

จากตารางที่ 2 แสดงพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวที่คำนวณได้ด้วยเทคนิคอนติคาร์โลทั้งแบบ A และ B ของการสุ่มจำนวนจุดทั้ง 5000, 10000, 50000, 100000, 500000 และ 1000000 จุด พบว่า แบบ A มีความคลาดเคลื่อนของการคำนวณจากการเพิ่มจุดสุ่มจาก 5000 จุดเป็น 10000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.7482 จาก 10000 จุดเป็น 50000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.9954 จาก 50000 จุดเป็น 100000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.7229 จาก 100000 จุดเป็น 500000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.2957 และจาก 500000 จุดเป็น 1000000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.0167 จะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนของการคำนวณเริ่มมีค่าลดลงตั้งแต่ 50000 จุดขึ้นไป

ส่วนแบบ B มีความคลาดเคลื่อนของการคำนวณจากการเพิ่มจุดสุ่มจาก 5000 จุดเป็น 10000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.0284 จาก 10000 จุดเป็น 50000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.0265 จาก 50000 จุดเป็น 100000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.6606 จาก 100000 จุดเป็น 500000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.2878 และจาก 500000 จุดเป็น 1000000 จุด คิดเป็นร้อยละ 0.0075 จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนของการคำนวณการเพิ่มจุดสุ่มจาก 5000 จุดเป็น 10000 จุด และ จาก 10000 จุดเป็น 50000 จุด ให้ค่าใกล้เคียงกันและมีค่าน้อย แต่พอเพิ่มจุดสุ่มจาก 50000 จุดเป็น 100000 จุด ค่าความคลาดเคลื่อนกลับเพิ่มสูงขึ้นมาและเริ่มลดลงเมื่อเพิ่มจุดสุ่มมากกว่า 100000 จุดขึ้นไป



ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่คำนวณได้โดยเทคนิคมอนติคาร์โลระหว่างขอบเขตสี่เหลี่ยมผืนผ้า ระยะใกล้และระยะไกล

ทั้งสองแบบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อสุ่มจุด 1000000 จุด โดยแบบ A คำนวณพื้นที่ที่ได้ 327,399.44 ตารางเมตร แบบ B คำนวณพื้นที่ที่ได้ 327,586.81 ตารางเมตร ซึ่งมีพื้นที่ต่างกันน้อยที่สุด คือ 187.37 ตารางเมตร เมื่อนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบพื้นที่ที่คำนวณได้ระหว่างแบบ A และ แบบ B จะแสดงได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่า พื้นที่ที่คำนวณได้ทั้งแบบ A และ แบบ B มีทิศทางไปในแบบเดียวกันเมื่อสุ่มจุดตั้งแต่ 50000 จุดขึ้นไป โดยพื้นที่ที่คำนวณได้แบบ A มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ที่คำนวณได้แบบ B

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

เทคนิคมอนติคาร์โลเป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Method) ซึ่งเหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก โดยคำตอบที่ได้เป็นค่าประมาณที่อาศัยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample Random Sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างที่หน่วยตัวอย่างของประชากรทุกหน่วยมีสิทธิ์ได้รับการเลือกเท่า ๆ กัน ดังนั้น จึงต้องมีการสุ่มจุดด้วยการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มกระจายทั่วพื้นที่กรอบสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นมาคลุมพื้นที่ที่ต้องการคำนวณ (Dirk P. Kroese, 2011) จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกรอบสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นทั้งสองแบบคือ แบบ A ซึ่งเป็นแบบที่กำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอนติดขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว และแบบ B ซึ่งเป็นแบบที่กำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการเว้นระยะขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว พบว่า ทั้งสองแบบคำนวณหาพื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวเป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อกำหนดจุดสุ่มตั้งแต่ 50,000 จุดขึ้นไป แต่ตั้งแต่ 500,000 จุดขึ้นไป พบว่า พื้นที่อ่างเก็บน้ำหนองบัวที่คำนวณได้เริ่มคงที่ โดยมีพื้นที่ประมาณ 327,000 ตารางเมตร หรือ 204 ไร่โดยประมาณ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่ (2565) ได้รายงานว่าสวนสมเด็จพระศรีนครินทร์มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำทั้งหมด 223 ไร่

โดยรวมทั้งพื้นที่ของหนองบัวใหญ่และหนองบัวน้อย แต่ในการศึกษารั้งนี้เป็นการประมาณพื้นที่ของหนองบัวใหญ่เท่านั้น เนื่องจากหนองบัวใหญ่เป็นแหล่งน้ำหลักที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคทั้งภายในมหาวิทยาลัยและบริเวณชุมชนใกล้เคียง และจากการเปรียบเทียบการกำหนดกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งสองแบบนี้ พบว่า การกำหนดกรอบแบบ A (กรอบแนบชิดติดขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว) และกรอบแบบ B (กรอบจะเว้นระยะขอบอ่างเก็บน้ำหนองบัว) นั้น ให้ผลการคำนวณไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ต้องมีจำนวนจุดสุ่มที่มากพอ ซึ่งจะเห็นได้จากภาพที่ 2

จากจำนวนจุดสุ่มที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้การประมาณค่าของทั้งสองแบบใกล้เคียงกันมากขึ้น โดยสังเกตจากพื้นที่ที่คำนวณได้มีค่าต่างกันน้อยลง ซึ่งในการสุ่มจุด 1,000,000 จุดให้ค่าต่างกันประมาณ 187 ตารางเมตรเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ William Oberle (2015) ซึ่งได้ทำการประมาณค่า π โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โล ซึ่งพบว่าค่าประมาณของ π จะดีขึ้นตามจำนวนการวนซ้ำ (การสุ่ม) ที่เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าวิธีการแบบมอนติคาร์โลมีประโยชน์สำหรับการประมาณพื้นที่ของรูปร่างที่มีขอบเขตไม่สม่ำเสมอหรือมีรูปร่างที่ยากแก่การกำหนดทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำของการประมาณขึ้นอยู่กับจำนวนจุดสุ่มที่สร้างขึ้นว่ามีการกระจายอย่างทั่วถึงหรือมีจำนวนมากเพียงพอหรือไม่ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้วิธีการมอนติคาร์โลในการประมาณปริมาตรของรูปร่าง 3 มิติโดยสร้างจุดสุ่มในกล่องที่มีขอบล้อมรอบรูปร่างที่สนใจ (Nicola Covre, Alessandro Luchetti, Matteo Lancini, Simone Pasinetti, Enrico Bertolazzi and Mariolino De Cecco, 2022)

การประมาณค่าพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำหนองบัวในครั้งนี้จะช่วยในการคำนวณหาปริมาณน้ำสำรองของอ่างเก็บน้ำที่สามารถรับได้ โดยอาจมีหลาย ๆ ปัจจัยในการพิจารณา เช่น ความลึก ความชันของอ่างเก็บน้ำ ทั้งที่มีอยู่เดิมและเกิดจากการขุดลอกอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในแต่ละปี ปริมาณการใช้น้ำอุปโภคบริโภคทั้งภายในมหาวิทยาลัยและชุมชนใกล้เคียง เพื่อการบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- กองอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. (2565). *สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565 จาก <https://buildings.crru.ac.th/suansomdej.php>.
- ณัฐพล โชติศรีสุภรัตน์. (2521). การทดลองเพื่อทำความเข้าใจวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo method). สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565 จาก <http://www.thaiphysoc.org/article/385/>.
- ประเสริฐ ไวยกา และ รวิชนิภา บุคติ. (2022). *การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*. Journal of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University, 2(1).
- สำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 1. (2565). *สทท.1 รอง อทน. ลงพื้นที่ติดตามความก้าวหน้าโครงการอนุรักษ์ฟื้นฟูหนองบัวพร้อมระบบกระจายน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จ.เชียงราย*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565 จาก https://dwr.go.th/news_inside.php?news_id=108723.
- สำนักงานเทศบาลตำบลบ้านดู่. (2560). *รายงานการศึกษาตลาดสดเทศบาลตำบลบ้านดู่ อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565 จาก <http://bandu.go.th/old/doc/1529314118.pdf>.

- Carmel Yohay, Paz Shlomit , Jahashan Faris , and Shoshanya Maxim. (2009). Assessing fire risk using Monte Carlo simulations of fire spread. *Forest Ecology and Management*, 1(257), 370-377.
- Dirk P. Kroese. (2011). Monte Carlo Methods. An honors/graduate course on Monte Carlo Methods, Department of Mathematics, School of Mathematics and Physics, The University of Queensland.
- F. Franza, P. D. Bates, J. C. Neal G. T. Aronica. (2012). Probabilistic evaluation of flood hazard in urban areas using Monte Carlo simulation. *Hydrological Processes*, 26(26), 3962-3972.
- James Charalambous, Ataur Rahman, and Carroll Don. (2013). Application of Monte Carlo Simulation Technique to Design Flood Estimation: A Case Study for North Johnstone River in Queensland, Australia. *Water Resour Manage* (27), 4099–4111. From [https:// doi.org/10.1007/s11269-013-0398-9](https://doi.org/10.1007/s11269-013-0398-9).
- Nicola Covre, Alessandro Luchetti, Matteo Lancini, Simone Pasinetti, Enrico Bertolazzi and Mariolino De Cecco. (2022). Monte Carlo-based 3D surface point cloud volume estimation by exploding local cubes faces. *ACTA IMEKO*, 11(2), 1-9.
- Soleimani Hamed, Nasri Omid, Ghoochani Mahboobeh, Azhdarpoor Aboolfazl , Radfard Majid , and Dehghani Mansooreh . (2022). Groundwater quality evaluation and risk assessment of nitrate using monte carlo simulation and sensitivity analysis in rural areas of Divandarreh County, Kurdistan province, Iran. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 102(10), 2213-2231. doi:10.1080/03067319. 2020.1751147.
- William Oberle. (2015). Monte Carlo Simulations: Number of Iterations and Accuracy. US Army Research Laboratory, ARL-TN-0684, JULY 2015.