การประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11 ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการไหลโดยใช้ระยะห่างระหว่างรูปตัดลำน้ำที่แตกต่างกัน ในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดอ่างทอง

(An Application of MIKE11 Model for analysis of comparison flow in Chao Phraya River , Ang Thong Province, Using varied length of river cross sections)

ธวัช เพ็ชร์รักษ์[1] , วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ[2],
Thawat Petrak[1] , Wisuwat Taesombat[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ 1 มิติ จำลองการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยา ในจังหวัดอ่างทอง ซึ่งมีความยาวของแม่น้ำตามแนวลำน้ำโดยประมาณ 24.6 กิโลเมตร แบบจำลอง 1 มิติ นี้จะจำลองการไหลตามทิศทางการไหลของแม่น้ำตามแนวลำน้ำโดยในการศึกษาจะใช้ระยะห่างระหว่างรูปตัด 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร, 800 เมตร, 1000 เมตร, และ 2000 เมตร เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ซึ่งได้จากการปรับเทียบแบบระหว่างโค้งการไหลที่ได้จากแบบจำลอง MIKE 11 กับที่ได้จากการตรวจวัดที่ตำแหน่งเดียวกันคือสถานีวัดน้ำท่า C.7A ในลำน้ำที่ระยะห่างระหว่างรูปตัดตั้งแต่ 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร, 800 เมตร, 1000 เมตร, และ 2000 เมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning' n) ที่ระยะห่างระหว่างรูปตัด 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 0.017-0.02 ที่ระยะห่าง 800 เมตร มีค่า 0.02-0.03 และที่ระยะห่าง 1000 เมตร, 2000 เมตร มีค่า 0.03

Abstract

This study aims to apply the model MIKE 11, a one-dimensional hydrodynamic model to simulate the flow in Chao Phraya river Ang Thong province. The length of the river along about 24.6 kilometers modeling one-dimensional to simulate the flow in the direction of flow of the river, along the river, in the study of the distance between the 100 meters, 200 meters, 500 meters. , 800 m, 1000 m, 2000 m and to compare the roughness coefficient of the river. The calibration of the flow model, the curve obtained with the MIKE 11 model from measurements at the same measure water stations C.7A the distance between sections was 100 m, 200 m. , 500 m, 800 m, 1000 m, and 2000 m, respectively, the results showed that the coefficient of roughness (Manning 'n) the distance between the 100 meters, 200 meters, 500 meters, with values in the range of 0.017 - 0.02 to distance of 800 meters with values in the range 0.02 - 0.03 and at distance of 1000 meters, 2000 meters is 0.03.

คำสำคัญ : แบบจำลอง MIKE 11, แม่น้ำเจ้าพระยา, จังหวัดอ่างทอง, การฝันแปรระยะห่างระหว่างรูปตัด

Keywords : MIKE 11, Chao Phraya, River, Ang Thong Province, varied length of river cross sections

E-mail : thawat_tou@hotmail.com[1] , fengwwt@ku.ac.th[2]

1. นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. Graduate Student, Department of irrigation engineering, Faculty of Engineering at Khampaengsaen, Kasetsart University

2. Lecturer, Department of irrigation engineering, Faculty of Engineering at Khampaengsaen, Kasetsart University

บทนำ

ในปัจจุบันการศึกษาการไหลของน้ำในลำน้ำมีความซับซ้อนมาก จะนิยมใช้การจำลองการไหลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยแบบจำลองที่นิยมใช้จะจำลองการไหลในลักษณะ 1 มิติ และ2 มิติ โดยในการจำลองการไหลแบบ 1 มิติ จะพิจารณาการไหลในลำน้ำเป็นแนวเส้นตรงตามลำน้ำ และมีข้อดีในการสร้างแบบจำลองคือ ง่ายในการสร้างแบบจำลองและโครงข่ายลำน้ำ ใช้เวลารวดเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูล ง่ายต่อการนำเข้าข้อมูลและดูผลด้านออกของข้อมูล แต่ในแบบจำลองก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความถูกต้องแม่นยำอยู่บ้างเมื่อเทียบกับแบบจำลองการไหลในลักษณะ 2 มิติ

ปัจจุบันได้มีการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และหลักการทางอุทกพลศาสตร์ มาผสมผสานกันเพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ อย่างไรก็ตามการนำแบบจำลองไปใช้ประโยชน์ มีความจำเป็นต้องทำการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ อาทิ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ที่เหมาะสมตลอดจนการยืนยันแบบจำลอง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ 1 มิติ เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำเป็นผลที่ได้จากการใช้ระยะห่างระหว่างรูปตัดตั่งแต่ 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร, 800 เมตร, 1000 เมตร, และ 2000 เมตร ของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดอ่างทอง เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ระยะห่างระหว่างรูปตัดที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11 เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ เป็นผลที่ได้จากการใช้ระยะห่างระหว่างรูปตัดลำน้ำที่แตกต่างกัน ในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดอ่างทอง

พื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดอ่างทอง ตั้งแต่ตอนบนของจังหวัดที่ละติจูด 14°43'39.61" เหนือ และลองจิจูด 100°26'0.57" ตะวันออก ไปจนถึงตำแหน่งที่ละติจูด 14°32'33.91" เหนือ และลองจิจูด 100°26'57.54" ตะวันออก ซึ่งมีความยาวของแม่น้ำตามแนวลำน้ำโดยประมาณ 24 กิโลเมตร

รูปที่ 1 Chao Phraya River , Ang Thong Province

ทฤษฎีและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดย DHI Water and Environment เพื่อใช้ในการคำนวณการไหล 1 มิติในแม่น้ำ โดยเป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Based Model) ซึ่งใช้ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำเป็นข้อมูลนำเข้า โดยข้อมูลนำเข้าประกอบไปด้วยโครงข่ายลำน้ำ (river network) รูปตัดขวางลำน้ำ (cross section) ข้อมูลระดับน้ำหรืออัตราการไหลเบื้องต้นตามเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) (2) สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับน้ำ (H) และอัตราการไหล (Q) ในทุกตำแหน่งลำน้ำ คือ

$$\frac{\partial Q}{\partial x}+\frac{\partial A}{\partial t}=0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{2Q}{A}\frac{\partial Q}{\partial x}+\left(g\frac{A}{B}-\frac{Q^2}{A^2}\right)\frac{\partial A}{\partial x}+gA\left(S_f-S_0\right)=0 \qquad (2)$$

โดยที่ **Q** = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)

t = เวลา (วินาที)

x = ระยะทาง (เมตร)

B = ความกว้างของลำคลอง (เมตร)

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที^{2})

S_f = ความเสียดทาน

S_0 = ความลาดเอียงของพื้นคลอง

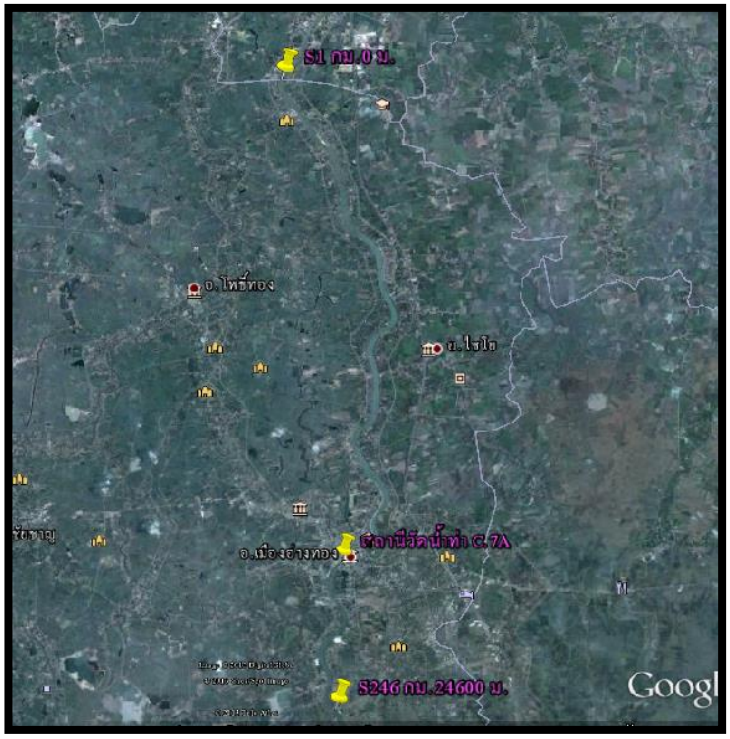
สมการดังกล่าวเป็นสมการแบบ Non-linear Second Order Partial Differential Equation การแก้สมการดังกล่าวจะใช้วิธีคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Analysis) และ Finite Difference Method เพื่อแก้สมการข้างต้น

ขอบเขตข้อมูลและการนำเข้าแบบจำลอง

ข้อมูลนำเข้าที่มีความจำเป็นในแบบจำลองชลพลศาสตร์ ที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญซึ่งได้มาจากทำการสำรวจโดยการใช้เรือสำรวจวิ่งตัดขวางลำน้ำในแต่ละหน้าตัด (boat transects) โดยวิธี Echo sounding ซึ่งจะทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดตลอดแนวลำน้ำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจดังกล่าวไปทำการแบ่งเป็นหน้าตัดของลำน้ำโดยให้มีแต่หน้าตัดอยู่ห่างกัน 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร, 800 เมตร, 1000 เมตร, และ 2000 เมตร

2) ข้อมูลปริมาณโค้งการไหลของสถานีวัดน้ำท่า C.7A ในแม่น้ำเจ้าพระยา ในปี ค.ศ.2006



รูปที่ 2 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า C.7A และตำแหน่งต้นน้ำท้ายน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดอ่างทองที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการศึกษา

การปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ

การศึกษาเริ่มต้นจากการจัดทำแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของการไหลแบบ 1 มิติ ด้วยแบบจำลอง MIKE 11 โดยมีขอบเขตด้านเหนือน้ำเป็นอัตราการไหลรายวันโดยกำหนดใช้ค่าตั้งแต่ 0-1,000 ลบ.ม./วินาที และขอบเขตด้านท้ายน้ำเป็นระดับน้ำที่อัตราการไหลต่างๆ (h-Q) ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของโค้งการไหลในลำน้ำที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า C.7A เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) โดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ปริมาณโค้งการไหลในตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่า C.7A ที่ได้จากแบบจำลอง กับปริมาณโค้งการไหลที่ได้จากการตรวจวัดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี ค.ศ.2006

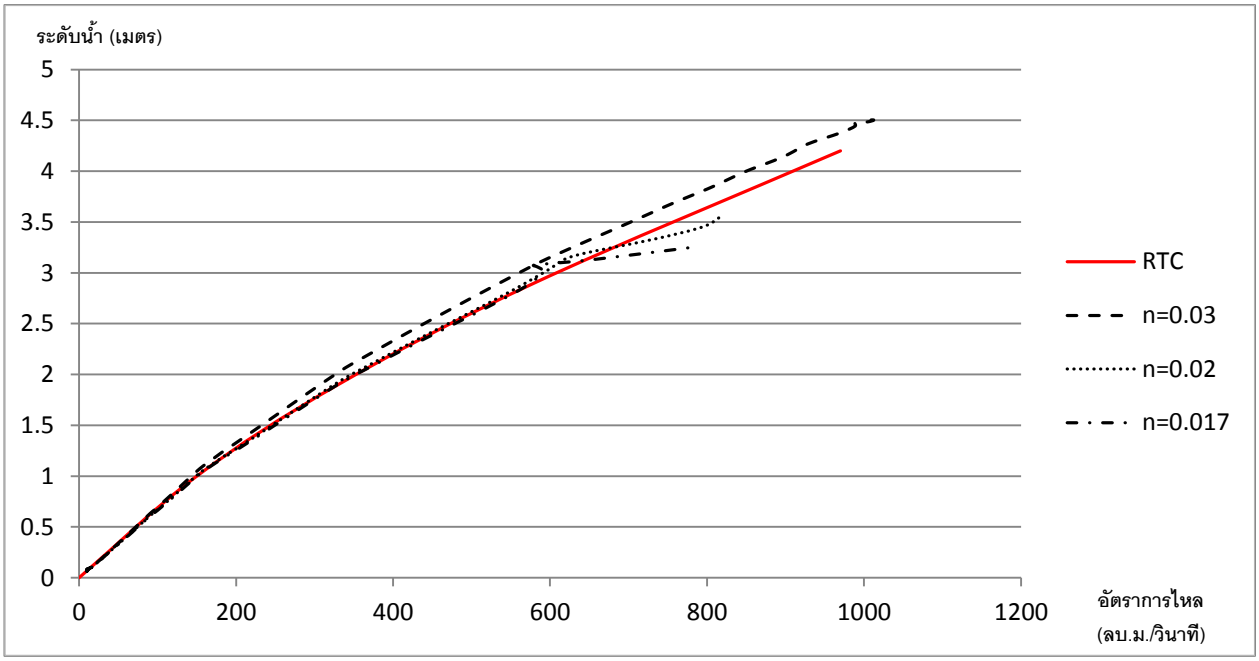
ผลการศึกษา

ผลของการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ

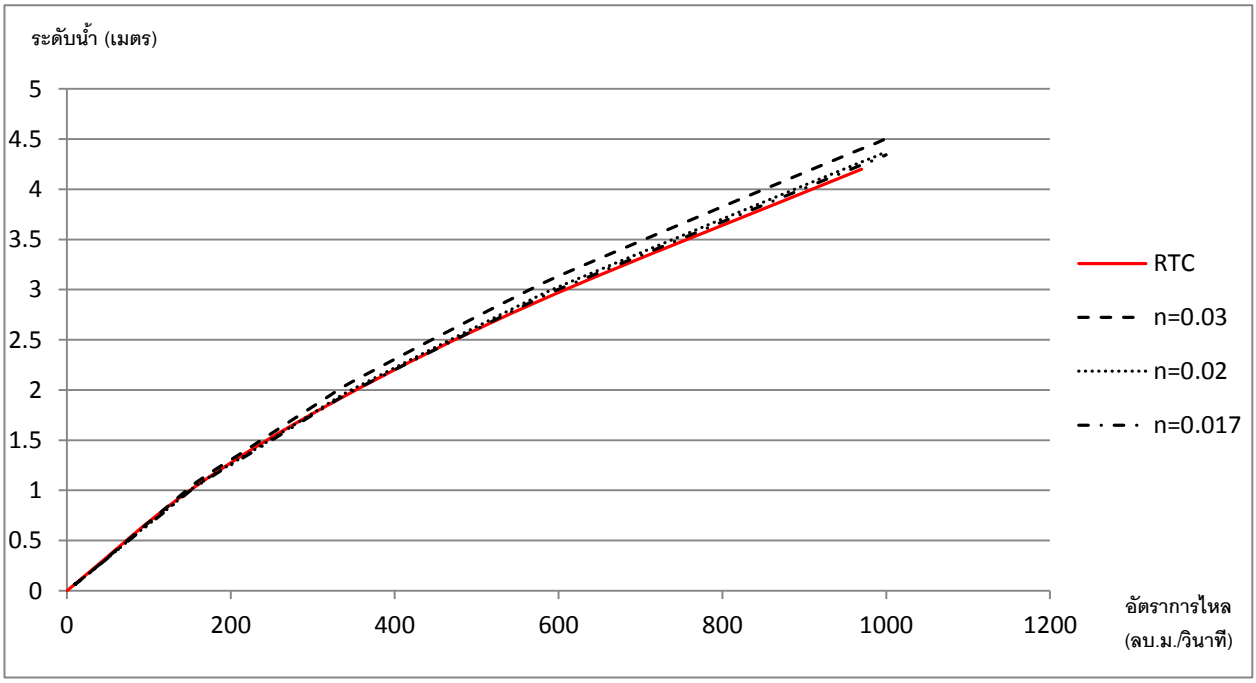
จากการข้อมูลนำเข้าและผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ 1 มิติ ด้วยแบบจำลอง MIKE 11 พบว่า จากการปรับเทียบปริมาณโค้งการไหลที่ได้จากการคำนวณกับที่ได้จากการตรวจวัดในปี 2006 ที่สถานีวัดน้ำท่า C.7A จากขอบเขตเงื่อนไขตามแบบจำลอง MIKE 11 พบว่าที่ระยะห่างระหว่างรูปตัด 100 เมตร, 200 เมตร, 500 เมตร, 800 เมตร, 1000 เมตร, และ 2000 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ดังแสดงใน**ตารางที่1** และ**รูปที่ 3** ถึง**รูปที่8**

ระยะห่างระหว่างรูปตัด (เมตร)	จำนวนรูปตัด ความยาวลำน้ำ 24,600 เมตร	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n)
100	246	0.017-0.02
200	123	0.017-0.02
500	50	0.017-0.02
800	31	0.02-0.03
1000	25	0.03
2000	13	0.03

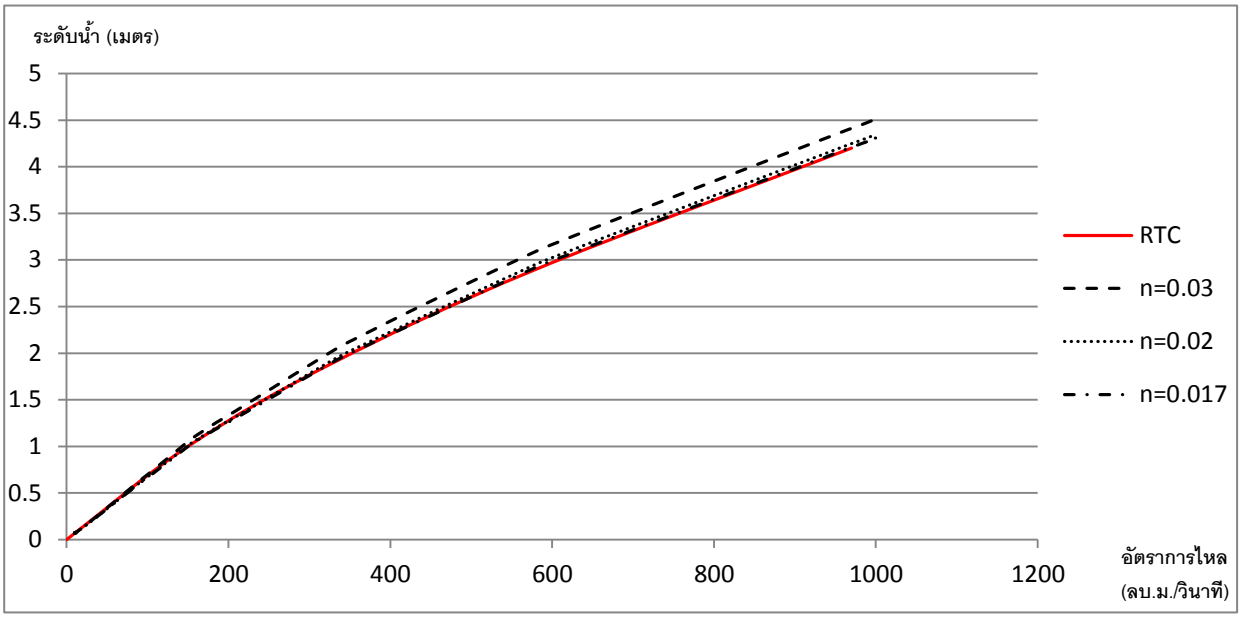
ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างรูปตัด จำนวนรูปตัดและค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ



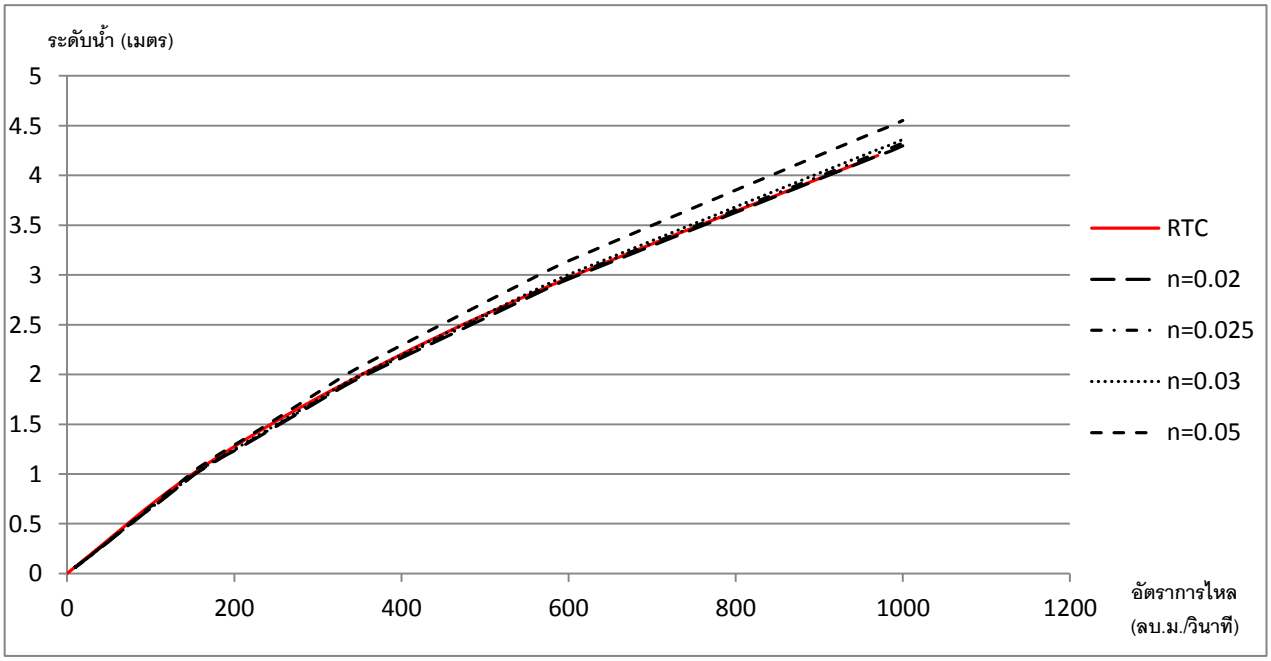
รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 100 เมตร



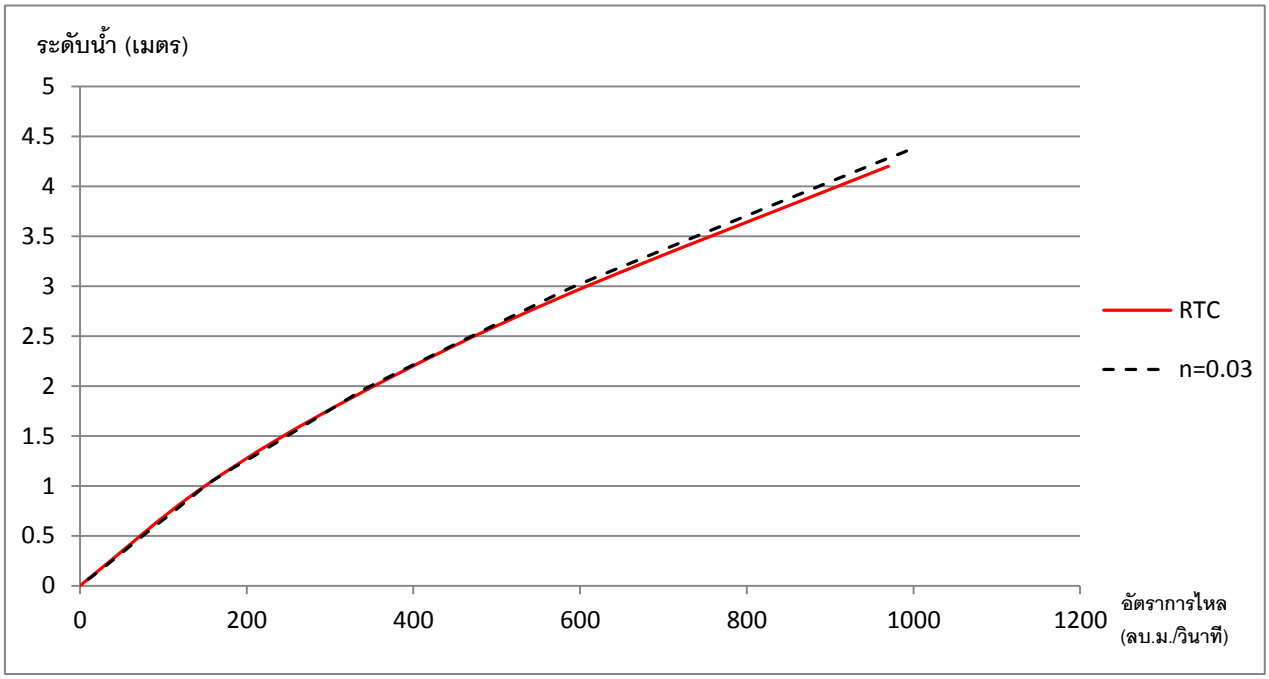
รูปที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 200 เมตร



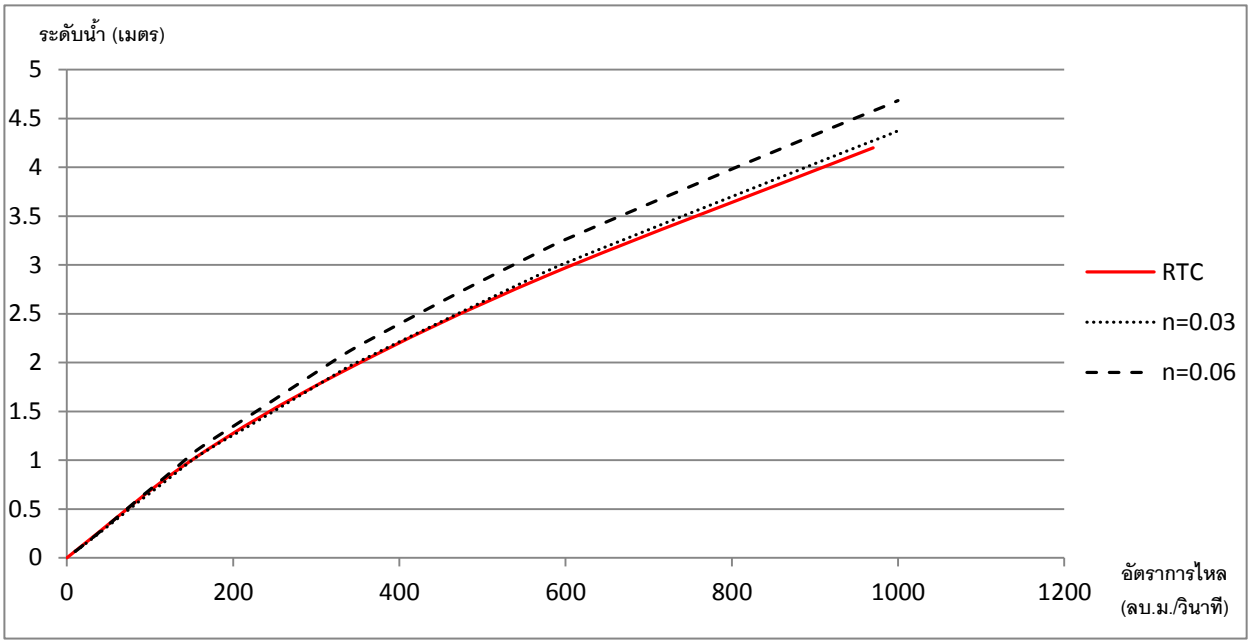
รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 500 เมตร



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 800 เมตร



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 1000 เมตร

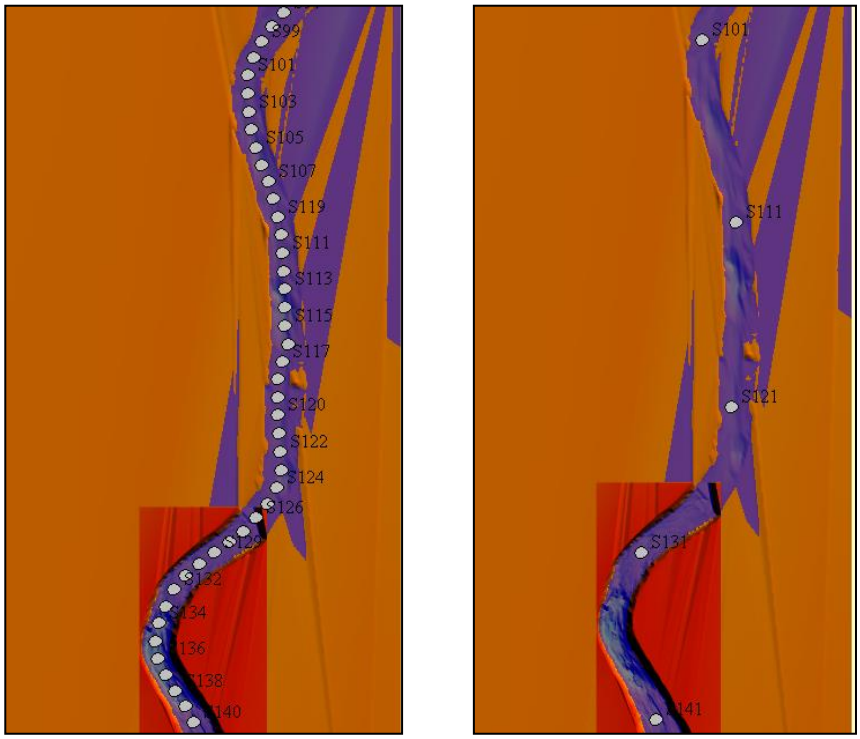


รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) กับระดับน้ำ (เมตร) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning' n) ที่ระยะห่าง 2000 เมตร

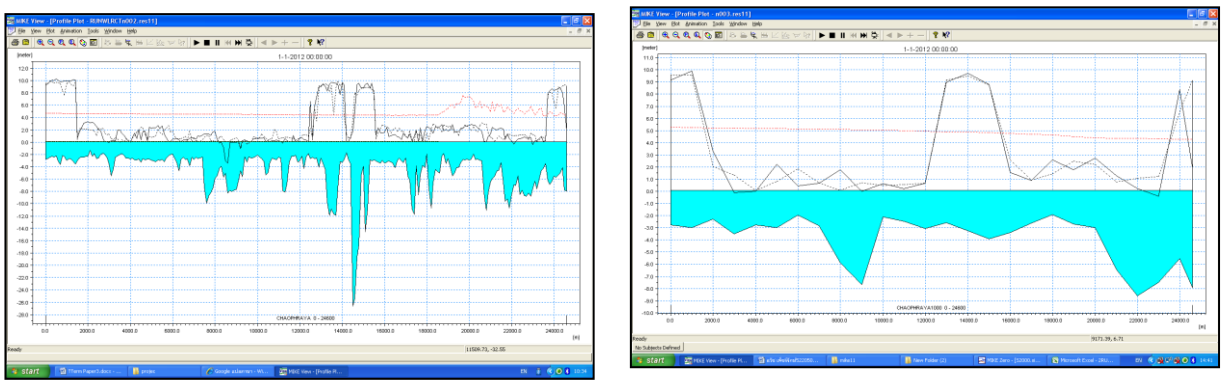
สรุปผลการศึกษา

ถ้าจำนวนรูปตัดลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ ของระยะห่างหน้าตัดระหว่างหน้าตัด 100 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำจะเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์

ถ้าใช้จำนวนรูปตัดมากทำให้มีความคล้ายคลึงกับลำน้ำธรรมชาติดัง**รูปที่ 9** และ**รูปที่ 10** ทำให้การอัตราการไหลของน้ำไหลได้ช้ากว่าที่ใช้จำนวนรูปตัดน้อย ดังนั้นเพื่อให้ได้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ค่อนข้างต่ำเพื่อเพิ่มอัตราการไหล ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้จำนวนรูปตัดน้อย ทำให้ท้องน้ำมีความแตกต่างกับลำน้ำธรรมชาติ ทำให้การอัตราการไหลของน้ำไหลได้เร็ว ดังนั้นเพื่อให้ได้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับค่าที่ได้จากการตรวจวัดอาจจะต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำที่สูงขึ้นเพื่อลดอัตราการไหล



รูปที่ 9 รูปภาพแสดงรายละเอียดระยะห่างระหว่างรูปตัด 100 เมตร และ 1000 เมตร



รูปที่ 10 รูปภาพแสดงรายละเอียดของท้องน้ำที่ระยะห่างระหว่างรูปตัด 100 เมตร และ 1000 เมตร

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา มหาสันทนะ, สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์. 2538. การทำนายคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE-11.วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐวุฒิ อินทบุตร, วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2555.รายงานการสำรวจค่าระดับของพื้นท้องน้ำและระดับชายฝั่งโครงการสำรวจเพื่อศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการก่อสร้างท่าเทียบเรือ จังหวัดอ่างทอง

พรทิพย์ ฐิติโศภณวณิช, ธวิช บูรณธนิต. 2540. การศึกษาโปรแกรม MIKE 21 และการใช้งานในการพยากรณ์ การกระจายตัวของดัชนีคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

พรรณวดี อารยวงศ์วาพ ,ปิยะกาญจน์ เที้ยธิทรัพย์ , ประพฤติ เกิดสืบ, สมเกียรติ ประจำวงษ์. 2544. การประเมินพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้ MIKE 11 และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณ ลุ่มน้ำยม จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยมหิดล

ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ, ทวีวงศ์ ศรีบุรี. 2541. การปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุวดี วงศ์เบี้ยสัจจ์ , ประยูร ฟองสถิตกุล , สุทิน อยู่สุข , สุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์. 2546. การผสมผสานระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหิดล

สุรศักดิ์ คลังสุภาวิพัฒน์ , ธวิช บูรณธนิต. 2543. การศึกษาวิธีการระบายน้ำแบบแก้มลิง สำหรับพื้นที่เจ้าพระยาฝั่งตะวันตกโดยใช้โปรแกรม MIKE11. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี