บทที่ 4 ผลการศึกษา

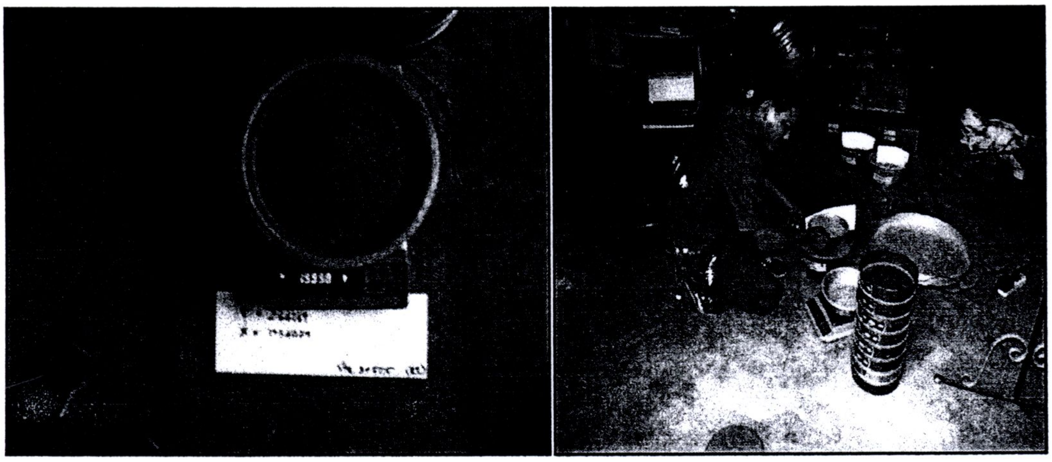
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชลศาสตร์และพลวัติสัณฐานท้องน้ำห้วยหลวง โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays เริ่มต้นตั้งแต่สะพานข้ามห้วยหลวง ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข A2 สายอุดรธานี–หนองคาย กม.ที่ 125+581 ข้างศูนย์สร้างสาวกเพื่อประกาศและบุกเบิกคริสตจักร บ้านท่าตูม ตำบลหมูม่น อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ไปถึงบ้านโนนยาง ตำบลกุดสระ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ความยาวตามลำห้วยประมาณ 3 กิโลเมตร พื้นที่ในการศึกษาโครงการอยู่ห่างจากด้านท้ายเขื่อนห้วยหลวงประมาณ 25 กิโลเมตร ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและได้นำข้อมูลมาประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays โดยแบ่งออกดังนี้

4.1 ผลการเก็บข้อมูล

ในการประยุกต์ใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชลศาสตร์และสัณฐานท้องน้ำ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ประยุกต์ใช้ดังนี้

4.1.1 ขนาดเม็ดดินของท้องน้ำที่ทำการเก็บข้อมูล

จากการเก็บตัวอย่างของตะกอนเพื่อหาขนาดป้อนลงในแบบจำลอง พบว่า ลักษณะของดินในบริเวณท้องน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง มีลักษณะที่ค่อนข้างมีความละเอียดมาก จากการทดสอบหาขนาดของเม็ดดินโดยการร่อนผ่านตะแกรง ขนาดของตะกอนมีความละเอียดมากค่าเฉลี่ยประมาณ 0.113 มิลลิเมตร (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการหาขนาดเม็ดตะกอนจากการร่อนผ่านตะแกรง

4.1.2 อัตราการไหลที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองโปรแกรม RIC-Nays

จากข้อมูลการวัดปริมาณน้ำลำน้ำห้วยหลวงช่วงปลายฤดูฝน ของหน่วยงานศูนย์สำรวจข้อมูลอุทกวิทยาที่ 9 (อุดรธานี) สังกัดส่วนอุทกวิทยา สำนักทรัพยากรน้ำ ภาค 3 กรมทรัพยากรน้ำ บริเวณแนวสะพานคอนกรีต ตำบลหมูม่น อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ผลการหาอัตราการไหลของน้ำได้ค่า (Q) = 2.01 m^3/s เพื่อนำไปใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง RIC-Nays ต่อไป

4.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n)

จากการเปรียบเทียบลักษณะของลำน้ำ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) พบว่า ลำน้ำมีลักษณะโดยรอบเป็นทุ่งหญ้าไม่มีพุ่มไม้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีในการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) จากการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) จนได้ค่าที่มีความเหมาะสมที่สุด

4.1.4 ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง RIC-Nays

จากการเก็บสำรวจข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาป้อนลงในโปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays ครั้งนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าตัวแปรและค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง RIC-Nays

ข้อมูล	ค่าตัวแปร
อัตราการไหล (m^3/s)	2.01
ระยะเวลาการปล่อยน้ำ (ชั่วโมง)	3.00
ขนาดตะกอนท้องน้ำ (mm.)	0.113
ค่า Manning's n ของร่องน้ำลึก	0.025
ค่า Manning's n ของร่องน้ำตื้น	0.030

4.1.5 ค่าระดับผิวน้ำ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าระดับผิวน้ำจากการสำรวจ 6 ตำแหน่ง เพื่อนำมาสอบเทียบกับโปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays ที่อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s ซึ่งได้แสดงผลค่าระดับผิวน้ำ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าระดับผิวน้ำจากแบบจำลอง และค่าระดับผิวน้ำจากการสำรวจ

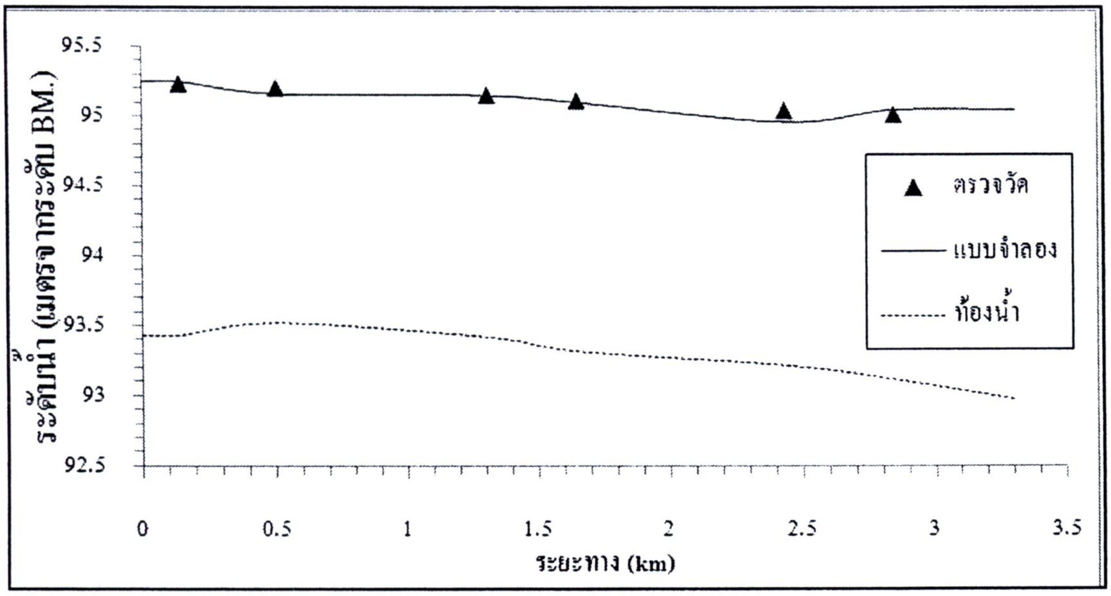
กิโลเมตรที่	**ค่าระดับผิวน้ำจาก การตรวจวัด (m) เทียบจากระดับ BM.= 100.00**	**ค่าระดับผิวน้ำจากแบบจำลอง (m) เทียบจากระดับ BM.= 100.00**
0.138	95.24	95.25
0.502	95.21	95.20
1.305	95.16	95.15
1.648	95.12	95.10
2.453	95.05	94.96
2.847	95.02	95.05

4.1.6 ผลการปรับเทียบแบบจำลองชลศาสตร์

ผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจระดับน้ำและอัตราการไหล ซึ่งทำการปรับเทียบโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ดังตารางที่ 4.1 และได้แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองกับระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดด้วยตนเองของลำน้ำห้วยหลวง ซึ่งแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (Ɛ) และค่าความคาดเคลื่อน (RMSE) แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความคาดเคลื่อน (RMSE) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (Ɛ) ในการสอบเทียบแบบจำลองชลศาสตร์

บริเวณศึกษา	R^2	Ɛ	**RMSE**
ลำน้ำห้วยหลวง	0.95	0.99	0.050



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงผลการปรับเทียบแบบจำลองในลำน้ำห้วยหลวงที่อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s

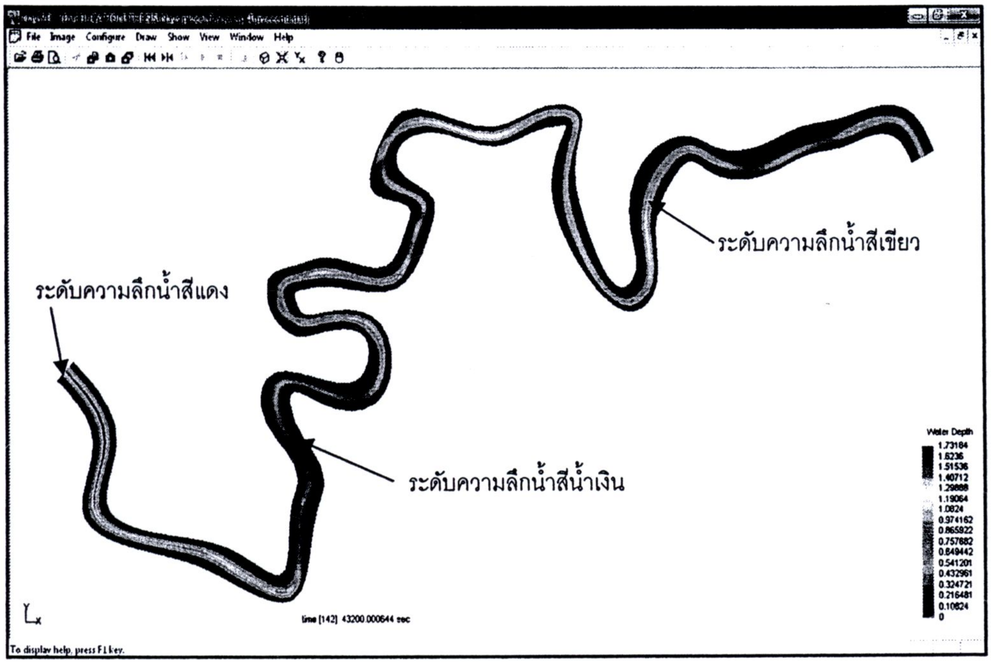
จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าระดับผิวน้ำจากแบบจำลองและจากการสำรวจ โดยสามารถนำมาเปรียบเทียบดังแสดงใน (รูปที่ 4.2)

จากการสอบเทียบค่า (Manning's n) จากโปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays ที่อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำของโปรแกรม ดังนั้นจึงทำการปรับแก้ (Manning's n) ให้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยนำข้อมูลค่าระดับผิวน้ำจากแบบจำลองและค่าระดับผิวน้ำจากการตรวจวัดมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าความคาดเคลื่อน (RMSE) และค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (Ɛ) โดยที่ค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (Ɛ) จะต้องมีค่าเข้าใกล้ 1 ไม่ต่ำกว่า 0.6 ในทางชลศาสตร์ถือว่ายอมรับได้ ส่วนค่าความคาดเคลื่อน (RMSE) จะต้องมีค่าเข้าใกล้ 0

ดังนั้นค่า (Manning's n) ที่ได้ทำการปรับแก้ให้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด จากตารางที่ 4.3 ซึ่งแสดงผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) = 0.95 ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (Ɛ) = 0.99 และค่าความคาดเคลื่อน (RMSE) = 0.050 แสดงว่าการเลือกใช้ค่า (Manning's n) และการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของโปรแกรมแบบจำลอง RIC-Nays มีความถูกต้องและความแม่นยำสูง

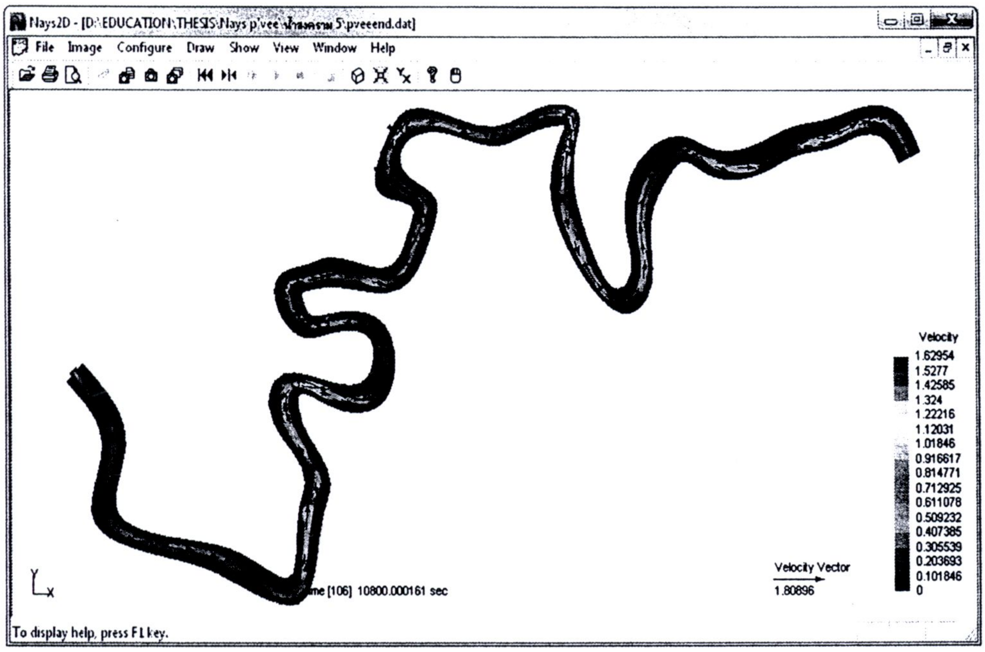
4.1.7 การแสดงผลการจำลองในอัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s

จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม RIC-Nays (รูปที่ 4.3) โดยใช้อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s ที่สะพานห้วยหลวงเป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ จากรูปดังกล่าวเป็นการแสดงถึงความลึกของน้ำ พบว่าระดับความลึกน้ำในลักษณะที่เป็นสีน้ำเงินหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.40 เมตร สีเขียวหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 เมตร สีแดงหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.70 เมตร และพบว่าที่สะพานห้วยหลวงหรือบริเวณต้นน้ำมีความลึกที่สูงกว่าจุดอื่นๆ เพราะเป็นบริเวณน้ำไหลรวมช่องแคบสะพาน



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงความลึกของน้ำที่อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s

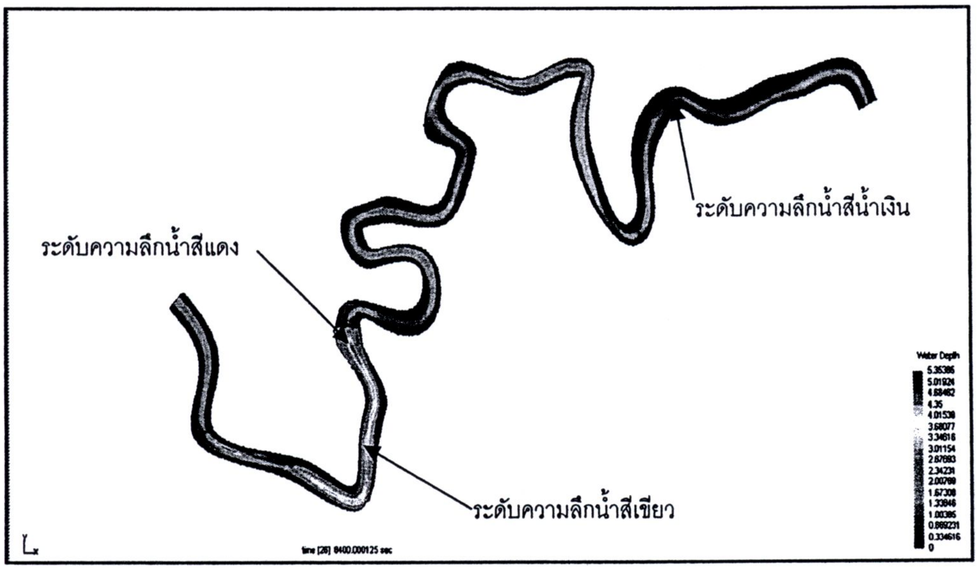
จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม RIC-Nays (รูปที่ 4.4) โดยใช้อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s ที่สะพานห้วยหลวงเป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ จากรูปดังกล่าวเป็นการแสดงถึงทิศทางการไหลของน้ำ พบว่าทางการไหลของน้ำ ที่เป็นลักษณะของลูกศรมีทิศทางการไหลที่ไม่รุนแรง



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงกระแสน้ำและเวกเตอร์การไหลที่อัตราการไหล (Q) = 2.01 m^3/s

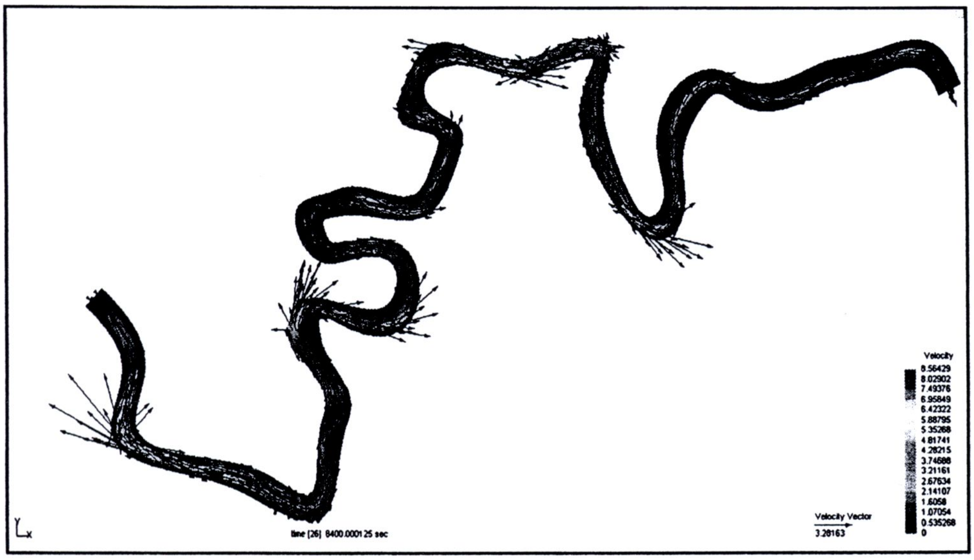
4.1.8 การแสดงผลการจำลองในอัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s

จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม RIC-Nays (รูปที่ 4.5) โดยใช้อัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s ที่สะพานห้วยหลวงเป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ จากรูปเป็นการแสดงถึงความลึกของน้ำ พบว่าระดับความลึกน้ำในลักษณะที่เป็นสีน้ำเงินหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 เมตร สีเขียวหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 เมตร สีแดงหมายถึง ระดับความลึกของน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 เมตร



รูปที่ 4.5 ภาพแสดงระดับผิวน้ำที่อัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s

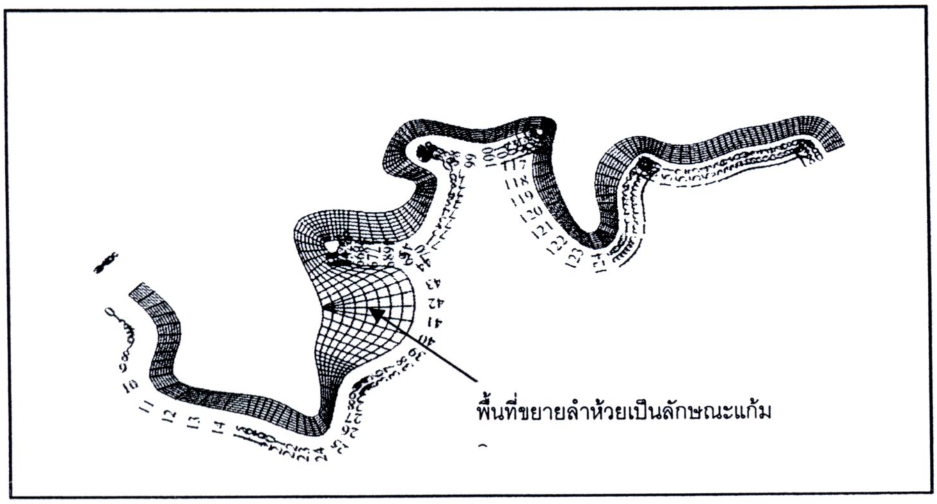
จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม RIC-Nays (รูปที่ 4.6) โดยใช้อัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s ที่สะพานห้วยหลวงเป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ จากรูปเป็นการแสดงถึงทิศทางการไหลของน้ำ พบว่าทางการไหลของน้ำ ที่เป็นลักษณะของลูกศรมีทิศทางการไหลที่รุนแรงซึ่งทำให้กระแสน้ำเกิดการกัดเซาะตลิ่งและรวมไปถึงระดับน้ำที่อาจจะท่วมสูงได้



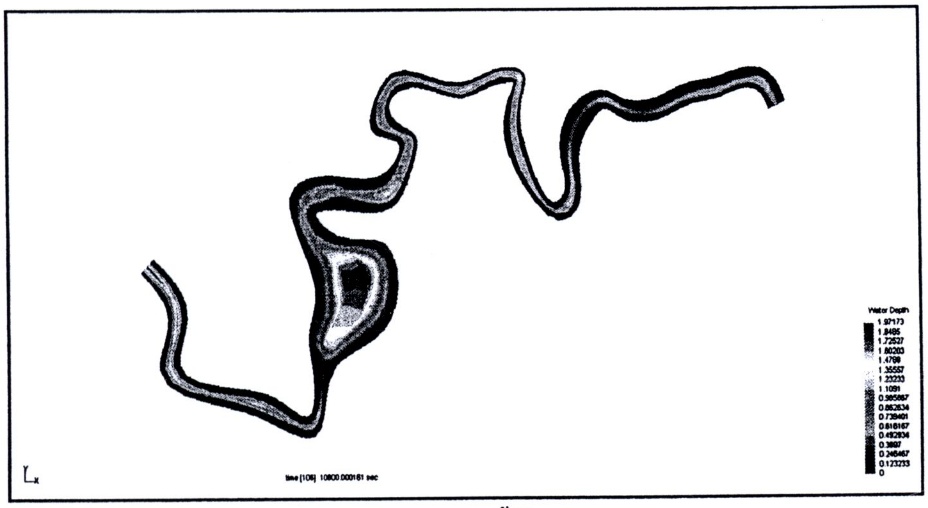
รูปที่ 4.6 ภาพแสดงกระแสน้ำและเวกเตอร์การไหลที่อัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s

4.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

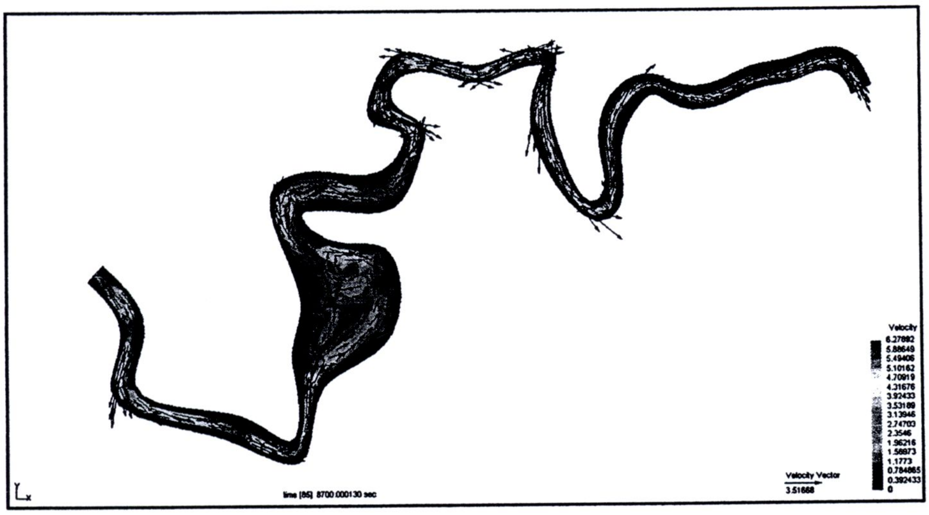
จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม RIC-Nays โดยใช้อัตราการไหล (Q) = 7.96 m^3/s ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะของลำน้ำและสัณฐานท้องน้ำนั้น จะใช้การแก้ไขปัญหาโดยการขยายลำน้ำเป็นลักษณะของแก้มลิง บริเวณช่วงลำน้ำมีความคดเคี้ยวมาก ซึ่งเป็นจุดที่น้ำไหลไม่สะดวกน้ำอาจเอ่อล้นตลิ่งและมีการกัดเซาะตลิ่งจนพังทลาย โดยขยายลำน้ำกว้าง 150 เมตร ยาวตรงตามลำน้ำ 200 เมตร จะเป็นพื้นที่ประมาณ 19 ไร่ (รูปที่ 4.7 ก) และจากการขยายแก้มลิงจะเห็นว่า ระดับความลึกของทั้งลำมีอัตราส่วนที่ลดต่ำลง แต่จะมีความลึกบริเวณที่ทำการขยายแก้มลิง โดยมีความลึกอยู่ที่ประมาณ 1.60 เมตร แสดง (รูปที่ 4.7 ข) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณากระแสน้ำ จะพบว่ามีกระแสน้ำที่ลดต่ำลงหรือกระแสน้ำมีความรุนแรงน้อยลงกว่าเดิม สามารถนำผลทดลองเพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาและเป็นวิธีป้องกันการพังทลายของตลิ่งจากการเอ่อล้นของระดับน้ำได้ (รูปที่ 4.7 ค)



(ก) แนวทางแก้ไขปัญหาโดยการขยายแก้มลิง



(ข) ระดับความลึกของน้ำหลังการขยายแก้มลิง



(ค) ระดับกระแสน้ำหลังการขยายแก้มลิง

รูปที่ 4.7 ภาพแสดงลักษณะและแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการขยายแก้มลิงลำน้ำห้วยหลวง