

บทที่ 4 ผลการศึกษา

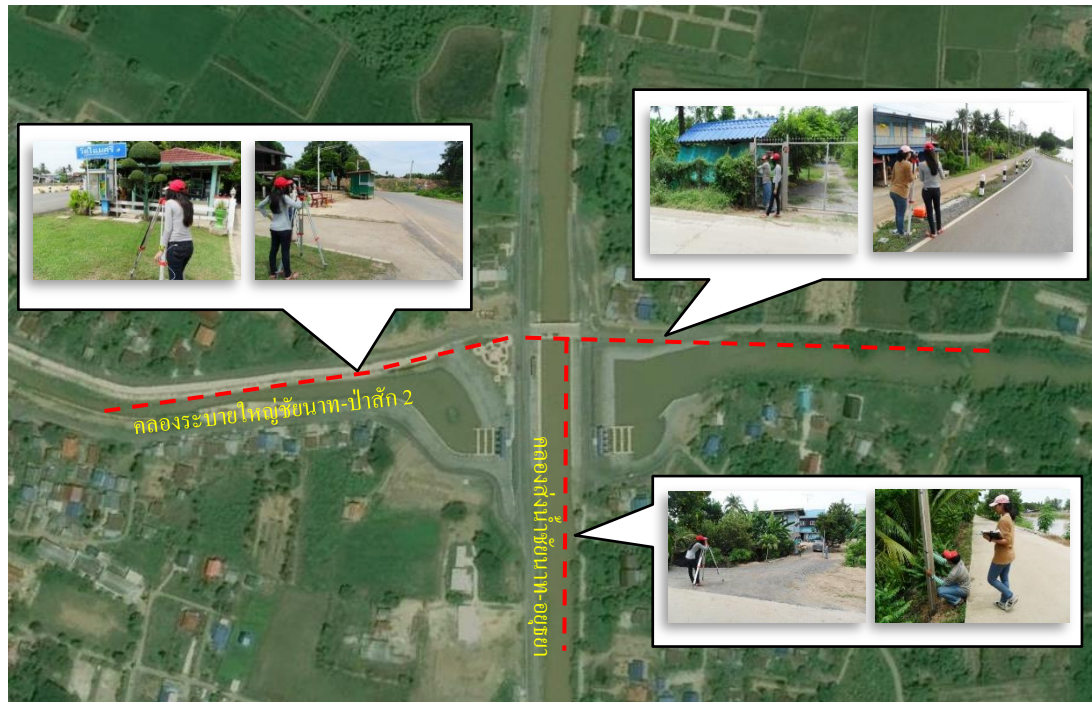
ในการศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ในบริเวณพื้นที่ ต.จีน้ำราย อ.อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี ได้ทำการสำรวจสภาพพื้นที่พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในบริเวณพื้นที่ประตูระบายน้ำบางโฉมศรี เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

4.1 ผลการเก็บข้อมูลในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจสภาพพื้นที่และเก็บรวบรวมข้อมูลในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และวิเคราะห์ผลพฤติกรรมทางชลศาสตร์ดังนี้

4.1.1 การสำรวจสภาพบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี

ในการสำรวจสภาพพื้นที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี พบว่าในบริเวณพื้นที่โดยรอบได้รับความเสียหายจากอุทกภัยในปี 2554 โดยจะเห็นได้อย่างชัดเจนจากสภาพบ้านเรือนของชาวบ้านในบริเวณดังกล่าวมีร่องรอยความเสียหาย ซึ่งสังเกตได้จากระดับของคราบน้ำท่วมที่ค่อนข้างสูงจากระดับดินเดิมเป็นอย่างมาก และจากการสำรวจในพื้นที่ภาคสนาม แสดงดังรูปที่ 4.1 ยังพบว่าระดับของคราบน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่โดยรอบของประตูระบายน้ำมีระดับคราบน้ำท่วมที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจเกิดจากระดับดินเดิมของแต่ละพื้นที่มีระดับที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ตลอดจนในปัจจุบันบริเวณพื้นที่ดังกล่าวได้มีการยกเลิกใช้โครงสร้างของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีเพื่อการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากโครงสร้างของประตูระบายน้ำได้รับความเสียหายเป็นอย่างมากจากการกัดเซาะของกระแสน้ำที่ไหลผ่านจากเหตุการณ์อุทกภัยในปี 2554 อีกทั้งในปัจจุบันในบริเวณพื้นที่ประตูระบายน้ำบางโฉมศรีได้มีการก่อสร้างสะพานรถยนต์ข้ามคลองชัยนาท-อยุธยา เพื่อใช้เป็นเส้นทางคมนาคมของชาวบ้านในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว อีกทั้งยังได้ทำการปรับปรุงซ่อมแซมโครงสร้างของไซฟอนและทำการก่อสร้างเขื่อนป้องกันการกัดเซาะตลิ่งทั้งสองฝั่งของคลองระบายใหญ่ ชัยนาท-ป่าสัก 2 เพื่อช่วยในการบริหารจัดการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทานแทนโครงสร้างของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีที่ได้รับความเสียหายจากอุทกภัยในปี 2554 อีกด้วย ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.2 และแสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.1 แสดงการเก็บค่าระดับของคราบน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่รอบๆประตูระบายน้ำบางโฉมศรี



รูปที่ 4.2 แสดงระดับของคราบน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่รอบๆประตูระบายน้ำบางโฉมศรี



รูปที่ 4.3 สภาพพื้นที่บริเวณโครงสร้างประตูละบายน้ำบางโฉมศรี

4.1.2 การสอบเทียบโปรแกรมแบบจำลอง

การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ในการศึกษาและวิเคราะห์ผลพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูละบายน้ำบางโฉมศรีให้มีความถูกต้องและความแม่นยำ ดังนั้นจึงได้ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลค่าระดับคราบน้ำท่วม ในบริเวณช่วงริมตลิ่งฝั่งซ้ายของไซฟ่อนคลองระบายใหญ่ชัยนาท-ป่าสัก 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและได้รับความเสียหายจากอุทกภัยในปี 2554 น้อยที่สุด โดยค่าระดับที่ใช้ในการอ้างอิงจะอยู่ในบริเวณสะพานรถยนต์ข้ามคลองชัยนาท-อยุธยา ซึ่งมีค่าระดับน้ำทะเลปานกลางที่ ± 16 เมตร โดยได้รับข้อมูลจากสำนักสำรวจ กรมชลประทาน และระยะทางที่ได้เก็บสำรวจข้อมูลค่าระดับคราบน้ำท่วมมีระยะทางทั้งสิ้น 100 เมตร โดยเริ่มจากจุด A จนถึงจุด C แสดงดังภาพที่ 4.4 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาเปรียบเทียบกับค่าระดับคราบน้ำท่วม ที่ได้จากการปรับเทียบค่าเมanning ในโปรแกรม

แบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นข้อมูลอัตราการไหลที่ได้ นำมาจากเก็บรวบรวมข้อมูลจาก กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และข้อมูลอัตราการไหลจากสำนักชลประทานที่ 10 จังหวัดลพบุรี จากสุจิต คุนชนกุลวงศ์ และคณะ โดยได้จำลองสถานการณ์ในระยะเวลา 7,200 วินาที ซึ่งในการเลือกใช้ค่าแมนนิงให้ได้ผลการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำและมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง ซึ่งพิจารณาได้ใน 2 ส่วน คือในส่วนที่ 1 พิจารณาจากขนาดช่องขาดของคันดินจากโปรแกรมแบบจำลองกับขนาดช่องขาดจริง และในส่วนที่ 2 พิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลองและค่าระดับคราบน้ำท่วมในพื้นที่จริง



รูปที่ 4.4 สภาพบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการสอบเทียบและเก็บข้อมูลค่าระดับคราบน้ำท่วมจริง

ตารางที่ 4.1 แสดงการปรับเทียบค่าแมนนิงในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

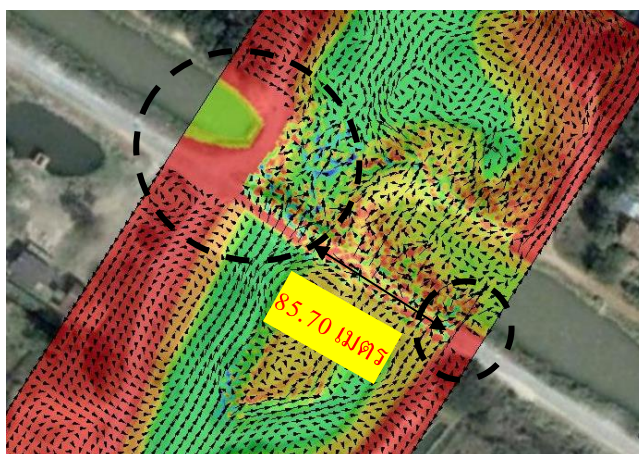
ค่า Manning	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	ค่าประสิทธิภาพ Nash and Sutcliffe (ϵ)	ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) (เมตร)
0.031	0.999	0.986	1.990
0.035	0.943	1.000	0.036
0.040	0.889	0.999	0.570

ตารางที่ 4.2 แสดงการปรับเทียบค่าแมนนิ่งในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

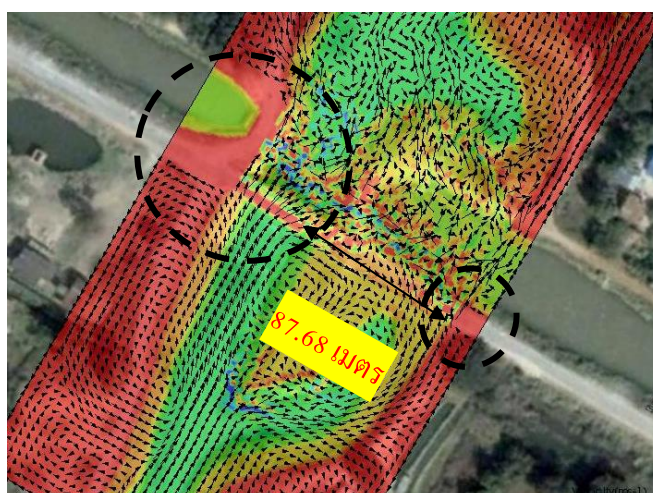
ค่า Manning	ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ (R^2)	ค่าประสิทธิภาพ Nash and Sutcliffe (ϵ)	ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย (RMSE) (เมตร)
0.025	0.891	0.625	0.999
0.030	0.959	1.000	0.175
0.035	0.954	0.989	1.774

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 แสดงการปรับเทียบค่าแมนนิ่งในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะพบว่าค่าแมนนิ่งที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ให้ผลการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุดคือค่าแมนนิ่งที่ 0.035 และในส่วนของค่าแมนนิ่งที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าค่าแมนนิ่งที่ให้ผลการคำนวณที่ถูกต้องแม่นยำและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.030 นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของค่าแมนนิ่งในทั้ง 2 อัตราการไหล ยังพบว่าค่าแมนนิ่งที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) มีค่าเข้าใกล้ 1 มาก ตลอดจนค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 0 มากเช่นกันเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าแมนนิ่งที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แม้จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) จะมีค่าเข้าใกล้ 1 จริง แต่หากเปรียบเทียบค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของอัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะพบว่ามีค่าเข้าใกล้ 0 น้อยกว่าเป็นอย่างมากเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที นอกจากนี้หากพิจารณาค่าแมนนิ่งที่ได้ใน 2 ส่วน คือใน ส่วนที่ 1 จะพบว่าพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของทั้ง 2 อัตราการไหลจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC สามารถลอกเลียนพฤติกรรมการพังทลายของคันดินได้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น คือการเกิดช่องขาดของคันดินที่ไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้จนเกิดการกัดเซาะและพังทลาย อีกทั้งในบริเวณถนนเลียบริมคลองส่งน้ำชยันาต-อยุธยาใกล้กับบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ที่สามารถต้านกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้และไม่เกิดการพังทลายของคันดิน แต่จะเกิดการเอ่อล้นและถูกกระแสน้ำที่ไหลผ่านกัดเซาะในช่วงบริเวณส่วนท้ายของประตูระบายน้ำบางโฉมศรี นอกจากนี้ขนาด

ช่องขาดของคันดินที่ได้จากค่าแมนนิ่งที่ 0.035 ของอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีขนาดความกว้างของช่องขาดที่ 85.70 เมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจากขนาดจริงเพียงร้อยละ 2.02 และขนาดช่องขาดของคันดินที่ได้จากค่าแมนนิ่งที่ 0.030 ของอัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีขนาดความกว้างของช่องขาดที่ 87.68 เมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนจากขนาดจริงถึงร้อยละ 4.38 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดช่องขาดจริงที่เกิดขึ้น 84 เมตร โดยแสดงดังรูปที่ 4.5 (ก-ค) และใน ส่วนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจจากโปรแกรมแบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะพบว่า ค่าระดับคราบน้ำท่วมมีความสอดคล้องกันมาก เนื่องจากค่าระดับสูงสุดจะอยู่ในช่วงจุด A จากระยะทางเริ่มต้น และมีระดับลดลงในจุด B ที่ระยะทาง 50.60 เมตร ถึงจุด C ที่ระยะทาง 100.00 เมตร แสดงดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.6



(ก) ขนาดช่องขาดที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



(ข) ขนาดช่องขาดที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินประตูละบายน้ำบางโฉมา
จากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และจากสภาพพื้นที่จริง



(ค) จากสภาพพื้นที่จริงขณะเกิดอุทกภัย

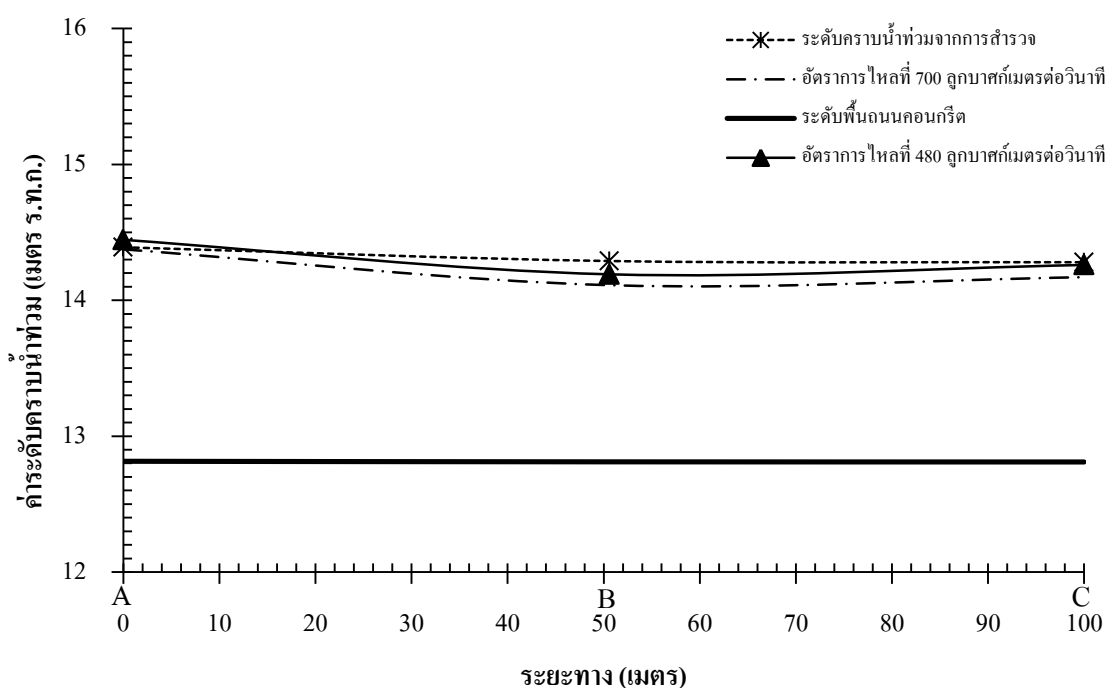
รูปที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินประตुरะบายน้ำบางโฉมศรี
จากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และจากสภาพพื้นที่จริง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจและจากโปรแกรม
แบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

จุด ที่	ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับคราบน้ำท่วมที่ อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (เมตร ร.ท.ก.)	ค่าระดับคราบน้ำท่วมที่ อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (เมตร ร.ท.ก.)	ค่าระดับคราบน้ำท่วม จากการสำรวจพื้นที่ (เมตร ร.ท.ก.)
A	0.00	14.453	14.375	14.290
B	50.60	14.190	14.111	14.289
C	100.00	14.260	14.170	14.280

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจและจากโปรแกรม
แบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าค่าระดับคราบน้ำท่วมมีระดับ
สูงสุดในช่วงระยะทางเริ่มต้นและมีระดับลดลงจนถึงระยะทางสิ้นสุดที่ 100 เมตร ซึ่งค่าระดับคราบน้ำ
ท่วมที่ได้ค่อนข้างมีความแตกต่างกันมาก หากเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับระยะทางเริ่มต้นที่มีระดับ

ทราบน้ำที่สูงสุด ซึ่งเกิดเนื่องจกค่าระดับดินเดิมในระยะทางเริ่มต้นมีค่าระดับดินที่ต่ำกว่าในระยะทางที่จุด B และระยะทางที่จุด C เป็นอย่างมาก สรุปได้ว่าค่าระดับทราบน้ำท่วมจะมีผลการเปลี่ยนแปลงค่าระดับไปตามระยะทาง ซึ่งค่าระดับทราบน้ำท่วมของทั้ง 2 อัตราการไหลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมแบบจำลองมีค่าระดับความแตกต่างที่สอดคล้องกับระดับทราบน้ำท่วมจากการสำรวจจริง นอกจากนี้หากเมื่อนำค่าระดับทราบน้ำท่วมของทั้ง 2 อัตราการไหลมาเปรียบเทียบกันจะพบว่าค่าระดับทราบน้ำท่วมที่ได้จากค่าแมนนิ่งที่ 0.035 ของอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีจะมีค่าระดับใกล้เคียงกับค่าระดับทราบน้ำท่วมจากการสำรวจพื้นที่ในจริงมากกว่าค่าแมนนิ่งที่ 0.030 อัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีอีกด้วย โดยจะแสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับทราบน้ำท่วมดังรูปที่ 4.6



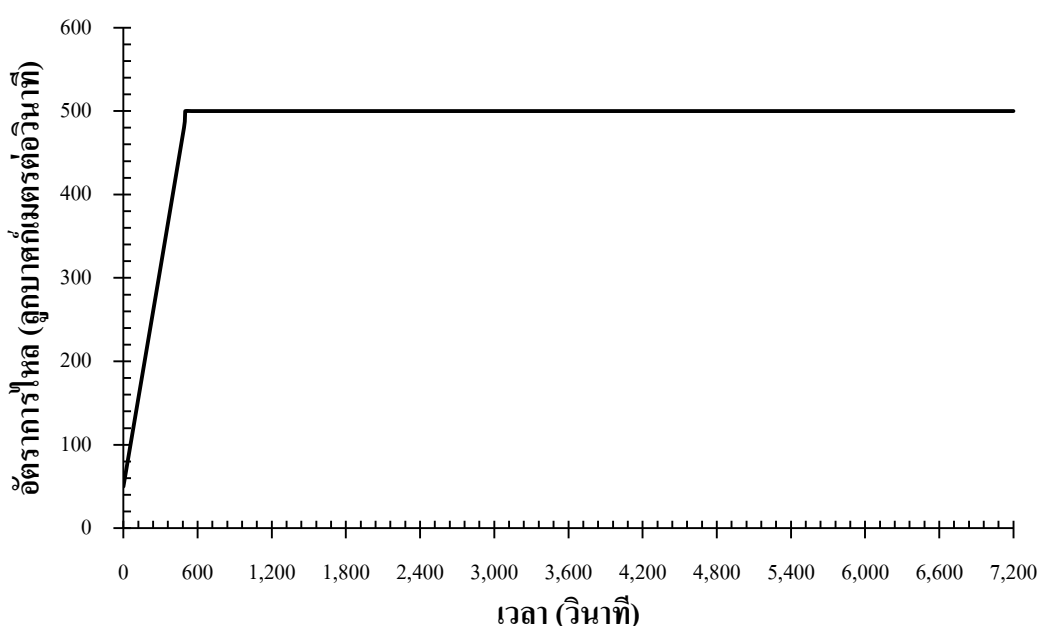
รูปที่ 4.6 ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับทราบน้ำท่วมจากการสำรวจและจากโปรแกรมแบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ซึ่งจากผลการสอบเทียบค่าแมนนิ่งที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จึงสรุปได้ว่าการเลือกใช้ค่าแมนนิ่งที่ 0.035 ในการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของโปรแกรมแบบจำลอง iRIC จะมีความถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด โดยจากการพิจารณาผลที่ได้ใน 2 ส่วนข้างต้น พบว่าในส่วนที่ 1 ขนาดช่องขาดของคันดินจากค่าแมนนิ่งที่ 0.035 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าค่าแมนนิ่งที่ 0.030 และในส่วนที่ 2 พิจารณาผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับทราบน้ำท่วมจาก

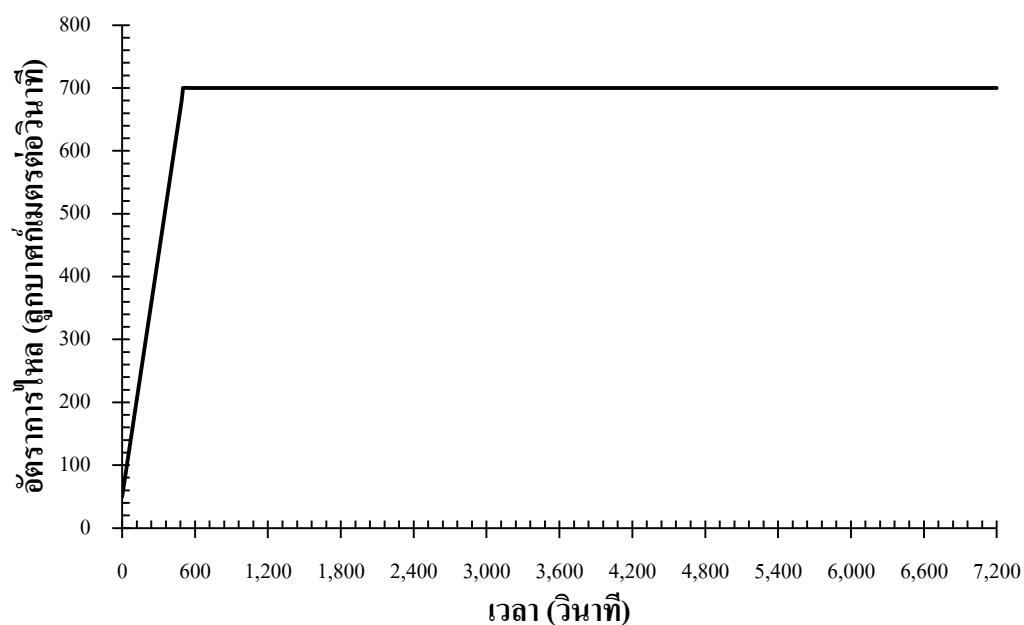
การสำรวจและจากโปรแกรมแบบจำลองที่อัตราการใช้ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าการเลือกใช้ค่าแมนนิ่งที่ 0.035 จะมีค่าระดับความน้ำท่วมที่ใกล้เคียงกับค่าระดับความน้ำท่วมที่ได้จากการสำรวจในสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด

4.1.4 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

ในการศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลพฤติกรรมทางการพังทลายของคันดิน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจพื้นที่และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น ขนาดของเม็ดดินและค่าระดับความน้ำท่วม ตลอดจนการสอบเทียบค่าแมนนิ่งที่มีความเหมาะสมและใกล้เคียงกับลักษณะสภาพของการจำลองสภาพของพื้นที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยได้รวบรวมข้อมูลโดยอัตราการใช้ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.8 ตลอดจนเลือกใช้สูตรการพัดพาของตะกอนท้องน้ำของ Ashida and Michiue Formula และวิธีการคำนวณ Turbulent model แบบ Zero Equation Model โดยหลักการที่นำมาใช้การแก้ระบบสมการ ตลอดจนการเลือก Finite difference method : (FDM) ด้วยวิธี CIP method ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องและมีความแม่นยำ อีกทั้งวิธีการคำนวณ CIP method ยังมีความเหมาะสมและใกล้เคียงลักษณะสภาพของพื้นที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรีมากที่สุด



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงอัตราการใช้ 480 ลูกบาศก์เมตรเทียบกับเวลา



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงอัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรเทียบกับเวลา

ตารางที่ 4.4 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลใน โปรแกรมแบบจำลองแบบ iRIC

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	
ระยะเวลาการปล่อยน้ำ (วินาที)	7,200
อัตราการไหล ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	480,700
ขนาดตะกอนที่องน้ำ (มิลลิเมตร)	1.70
ค่า Manning	0.035
Tangent of submerged angle of repose of the bed material	0.30,0.27,0.24
Calculation time step (s)	0.01
Bedload Transport Formula	Ashida and Michiue Formula
Turbulent model	Zero Equation Model
Finite difference method : (FDM)	CIP method

4.2 ผลจากการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC

ในการศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ซึ่งได้นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ป้อนเข้าลงในโปรแกรมแบบจำลอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน ตลอดจนได้แบ่งกรณีที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลดังนี้

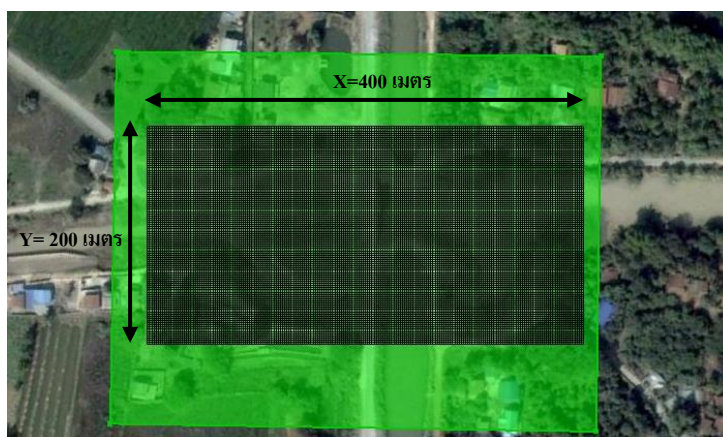
1. การวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยตีกริดขนาด (0.50 เมตร x 0.50 เมตร), (1.00 เมตร x 1.00 เมตร) และ (1.50 เมตร x 1.50 เมตร) ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
2. การวิเคราะห์ย้อนกลับ (Back analysis) ของอัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของดิน (Density of Soil)

4.2.1 การวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยตีกริดขนาด

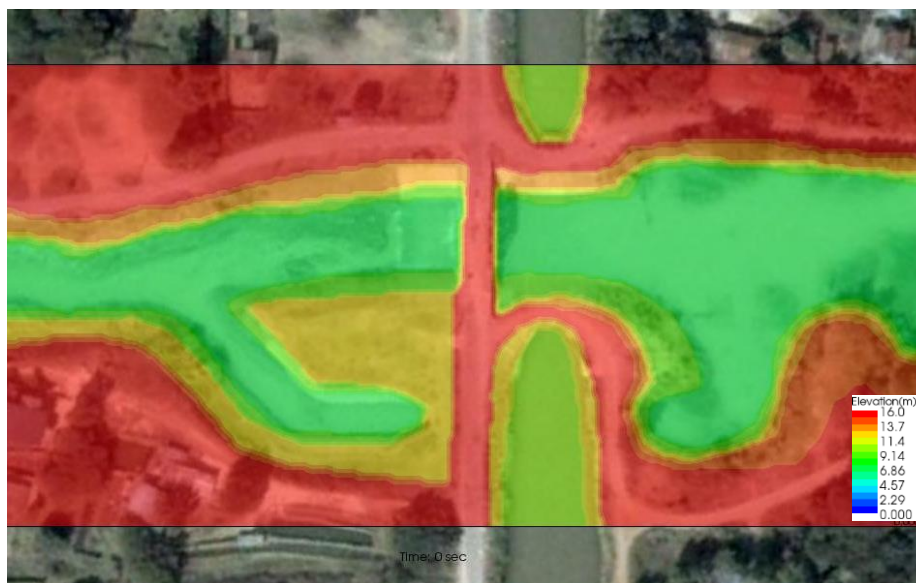
(0.50 เมตร x 0.50 เมตร), (1.00 เมตร x 1.00 เมตร) และ (1.50 เมตร x 1.50 เมตร)
ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

4.2.1.1 การวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน โดยการตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร

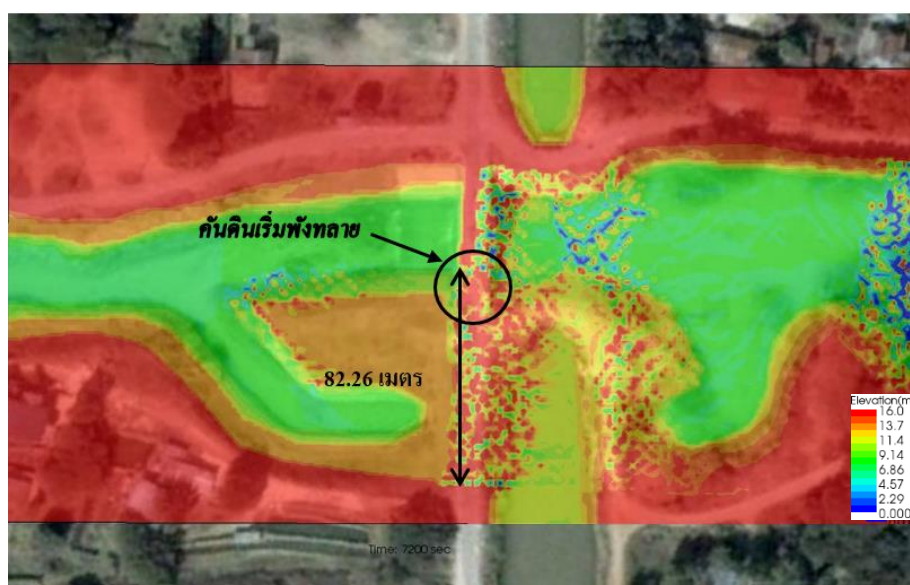
การจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน โดยกริดที่ใช้มีขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร ซึ่งมีจำนวนกริดทั้งหมด 320,000 กริด จากขนาดความกว้าง 200 เมตร และความยาว 400 เมตร ของพื้นที่ศึกษา จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าการใช้กริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร ซึ่งเป็นขนาดกริดที่มีขนาดเล็ก



รูปที่ 4.9 แสดงการตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร จากจำนวนกริด 320,000 กริด

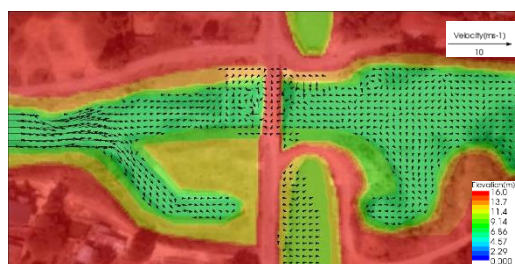


(ก) ก่อนคันดินพังทลาย ช่วงเวลาที่ 50 วินาที

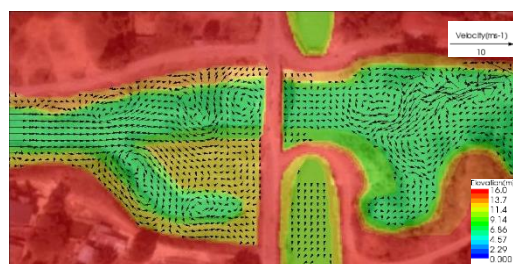


(ข) หลังคันดินพังทลาย ช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

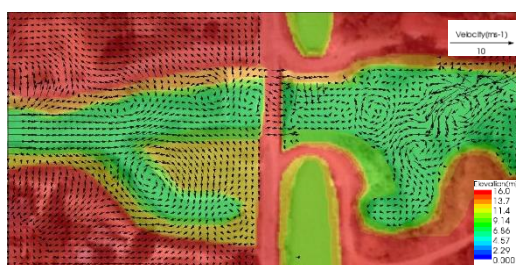
รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน
โดยทีกริขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร



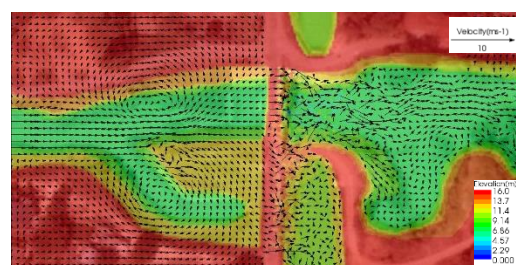
ช่วงเวลาี่ 50 วินาที



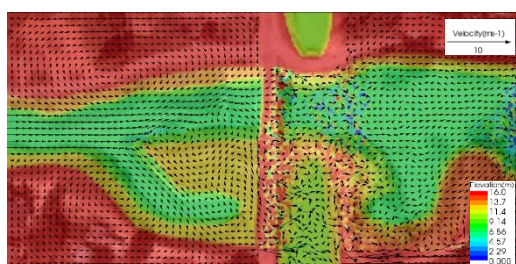
ช่วงเวลาี่ 400 วินาที



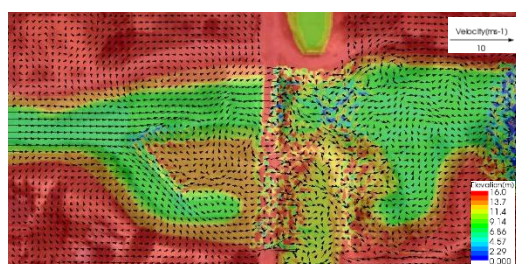
ช่วงเวลาี่ 500 วินาที



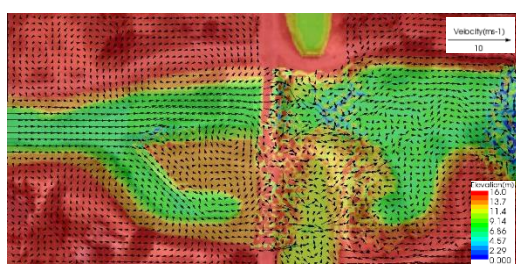
ช่วงเวลาี่ 700 วินาที



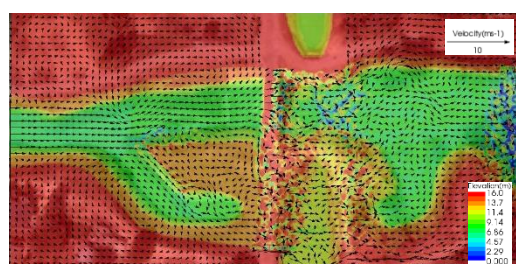
ช่วงเวลาี่ 2,000 วินาที



ช่วงเวลาี่ 3,000 วินาที



ช่วงเวลาี่ 4,000 วินาที

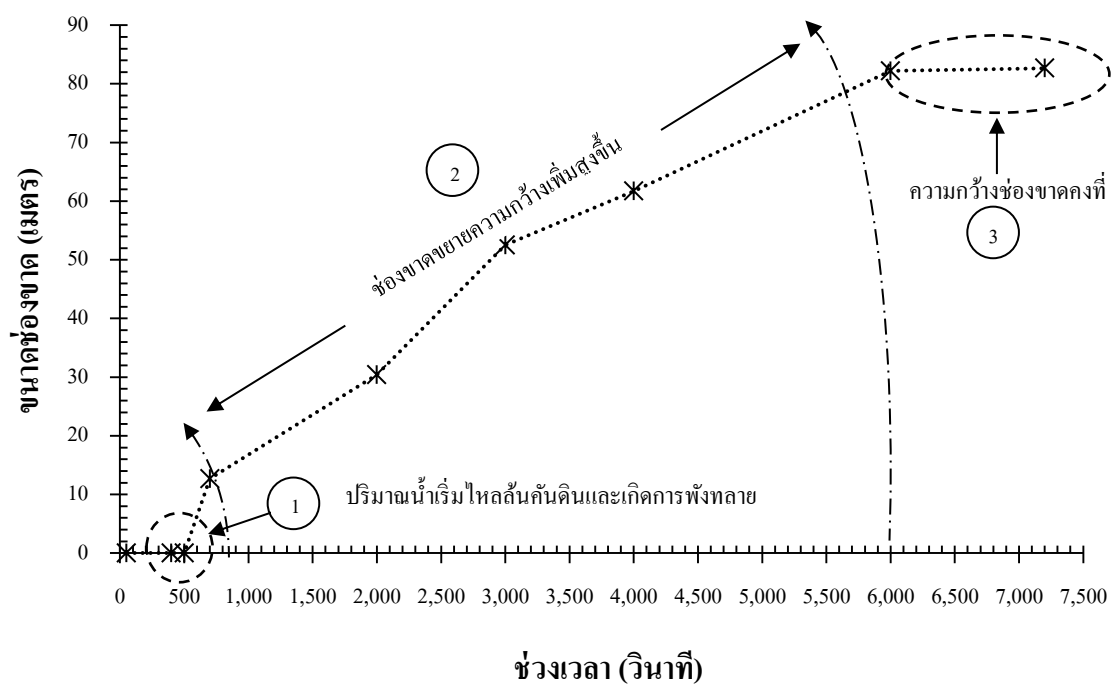


ช่วงเวลาี่ 7,200 วินาที

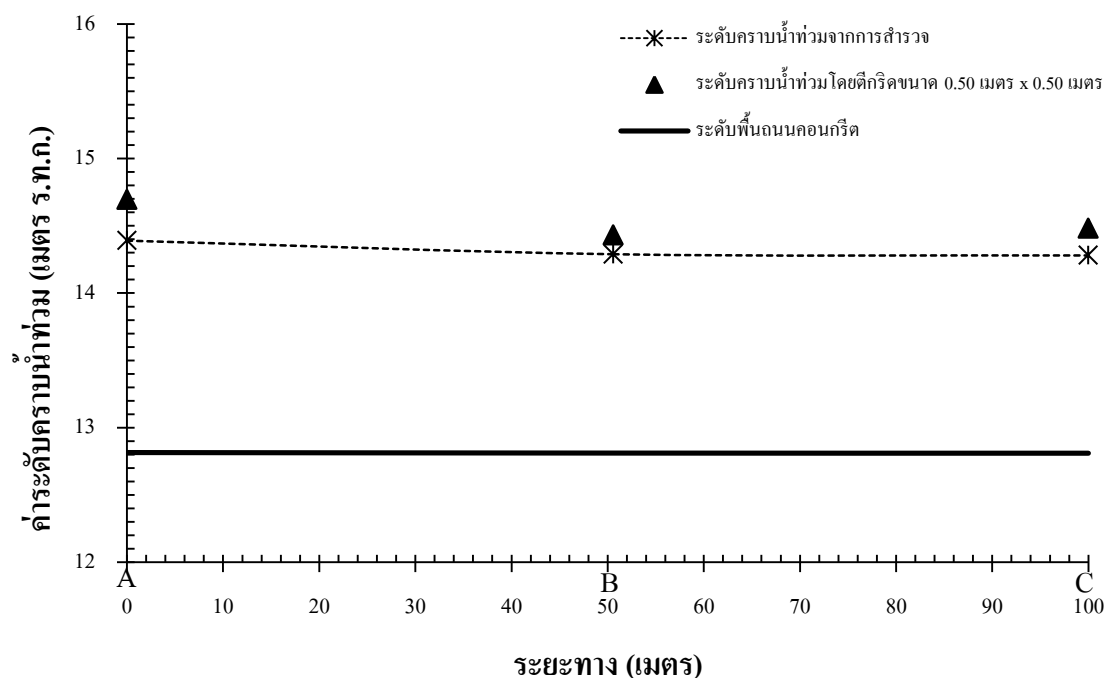
รูปที่ 4.11 แสดงพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร

จากรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.11 เป็นการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโคมศรี โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ซึ่งกริดที่ใช้มีขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร โดยแสดงเป็น 2 ส่วน คือรูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน และรูปที่ 4.11 แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 50 วินาที จนถึง 7,200 วินาที

ผลจากการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูลอยน้ำบางโคมศรี โดยกริดมีขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร พบว่าช่วงระยะเวลาที่ 50 วินาที มีปริมาณน้ำที่ไหลผ่านคลองระบายใหญ่ชัยนาท – ป่าสัก 2 และไหลผ่านประตูลอยน้ำบางโคมศรี มีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนระยะเวลาผ่านไปในช่วง 400-500 วินาที ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านประตูลอยน้ำบางโคมศรี เริ่มมีระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นจนเกิดการเอ่อล้นคันดินในช่วงเวลา 500 วินาทีเป็นต้นไป จนในช่วงระยะเวลา 700 วินาทีต่อมา คันดินไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้ ส่งผลทำให้คันดินเริ่มถูกกัดเซาะ โดยการกัดเซาะจะเริ่มต้นในบริเวณช่วงรอยต่อของคันดินกับโครงสร้างของประตูลอยน้ำ และด้วยกระแสน้ำที่ไหลผ่านตลอดเวลา ทำให้คันดินที่พังทลายขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลา 2,000 - 4,000 เป็นต้นไป จนปริมาณน้ำเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ และในช่วงเวลา 7,200 วินาที พบว่าคันดินที่ถูกกัดเซาะจนเกิดการพังทลายลงมีขนาดความกว้างของช่องขาดสูงสุดถึง 82.26 เมตร ซึ่งจากรูปที่ 4.10 ถึง 4.11 จะเห็นว่าลักษณะของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะและทับถมจะมีรูปร่างคล้ายคลึงกับรูปสี่เหลี่ยมคางหมูอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกัดเซาะคันดินจะเริ่มต้นและมีความรุนแรงสูงสุดในช่วงบริเวณรอยต่อของคันดินกับโครงสร้างประตูลอยน้ำ ซึ่งความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำที่ไหลผ่านประมาณ 3-4 เมตรต่อวินาที ส่งผลทำให้ตะกอนดินถูกพัดพาและเกิดการทับถมกระจายตัวสูงสุดในช่วงบริเวณรอยต่อของโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโคมศรี ซึ่งความลึกของช่องขาดที่พบมีขนาดความลึกสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 8-9 เมตร นอกจากนี้การเกิดช่องขาดของคันดินจะเริ่มต้นการพังทลายในช่วงเวลาที่ 500 วินาที และเริ่มขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงเวลา 700 – 4,000 วินาที โดยมีขนาดของช่องขาดเฉลี่ยประมาณ 10-60 เมตร จนคันดินเกิดการกัดเซาะที่สมบูรณ์และมีสภาพคงที่ในช่วงเวลาที่ 5,000-6,000 วินาที และช่องขาดของคันดินมีความกว้างสูงสุดในช่วงเวลา 7,200 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.12 ตลอดจนเมื่อนำค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลองและค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจมาเปรียบเทียบจะพบว่าค่าระดับคราบน้ำท่วมในระยะทางเริ่มต้นที่จุด A มีค่าความแตกต่าง 0.305 เมตร ในช่วงจุด B ที่ระยะทาง 50.60 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วมความแตกต่าง 0.142 เมตร และในช่วงจุด C ที่ระยะทาง 100 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วม 0.200 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.13 และตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และระดับคราบน้ำท่วมของการสำรวจ



รูปที่ 4.12 แสดงความกว้างของช่องขาด โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร



รูปที่ 4.13 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลองและระดับความน้ำท่วมจากการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับความน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร

จุดที่	ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับความน้ำท่วมจาก โปรแกรมแบบจำลอง (เมตร ร.ท.ก.)	ค่าระดับความน้ำท่วมจาก การสำรวจพื้นที่ (เมตร ร.ท.ก.)
A	0.00	14.695	14.390
B	50.60	14.431	14.289
C	100.00	14.480	14.280

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับความน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร พบว่าเมื่อทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) มีค่าเท่ากับ 0.969 และ 0.999 ตามลำดับ ตลอดจนค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) มีค่าเท่ากับ 0.374 เมตร ตามลำดับ

4.2.2.2 การวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน ด้วยการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร

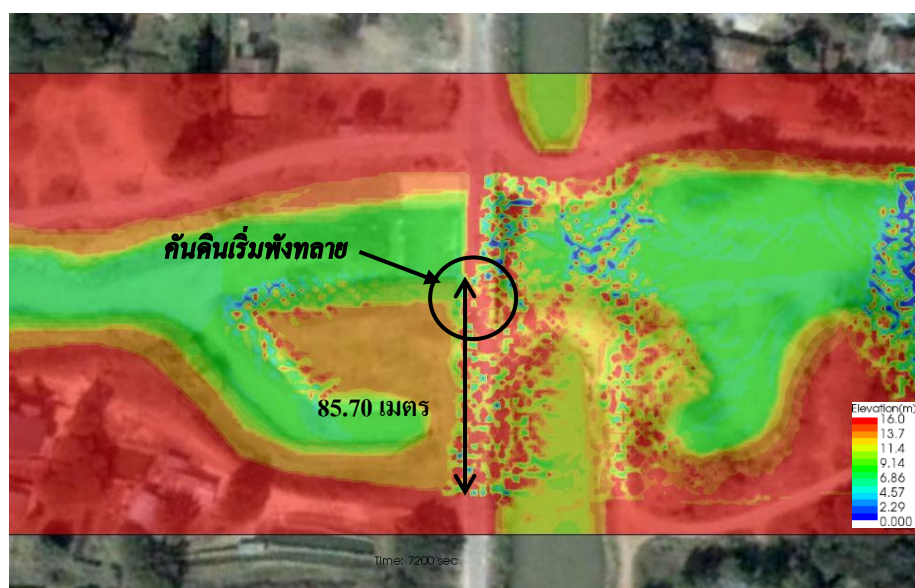
การจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน โดยกริดที่ใช้มีขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร ซึ่งมีจำนวนกริดทั้งหมด 80,000 กริด จากขนาดความกว้าง 200 เมตร และความยาว 400 เมตร ของพื้นที่ศึกษา จากรูปที่ 4.14 จะเห็นว่ากริดที่ใช้มีขนาดเล็กจึงทำให้ใช้ระยะเวลาในการคำนวณที่ค่อนข้างนาน



รูปที่ 4.14 แสดงการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร จากจำนวนกริด 80,000 กริด



(ก) ก่อนคันดินพังทลาย ช่วงเวลาที่ 0 วินาที

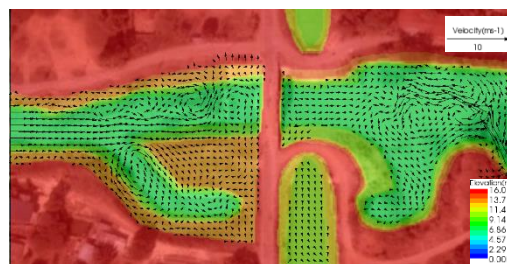


(ข) หลังคันดินพังทลาย ช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

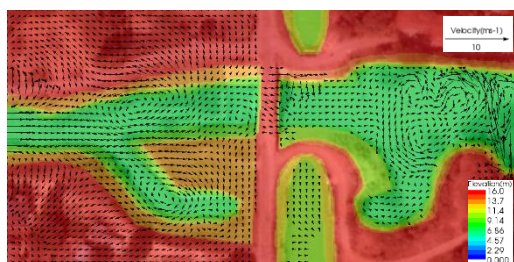
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน
ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยทีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร



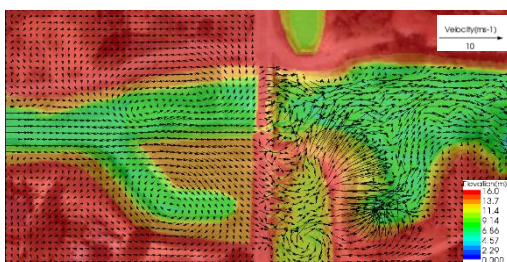
ช่วงเวลาที่ 50 วินาที



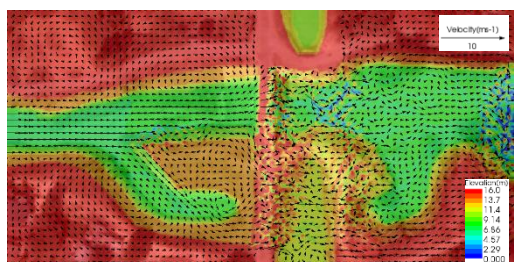
ช่วงเวลาที่ 400 วินาที



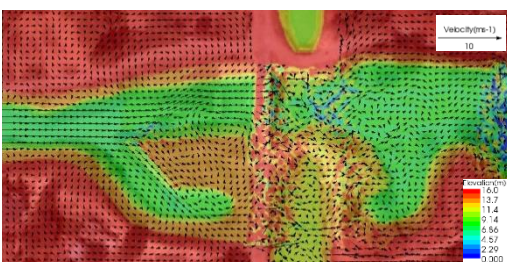
ช่วงเวลาที่ 500 วินาที



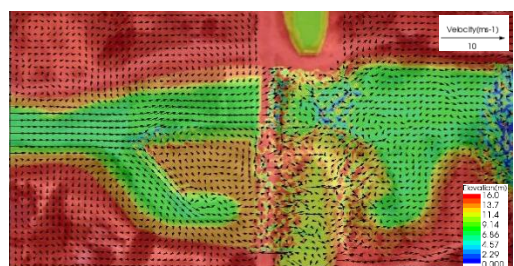
ช่วงเวลาที่ 700 วินาที



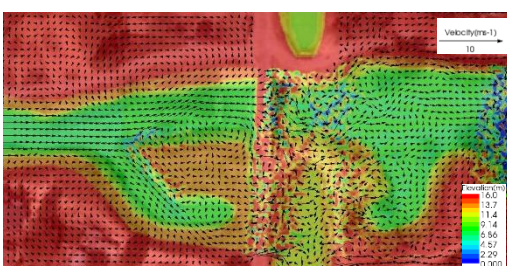
ช่วงเวลาที่ 2,000 วินาที



ช่วงเวลาที่ 3,000 วินาที



ช่วงเวลาที่ 4,000 วินาที

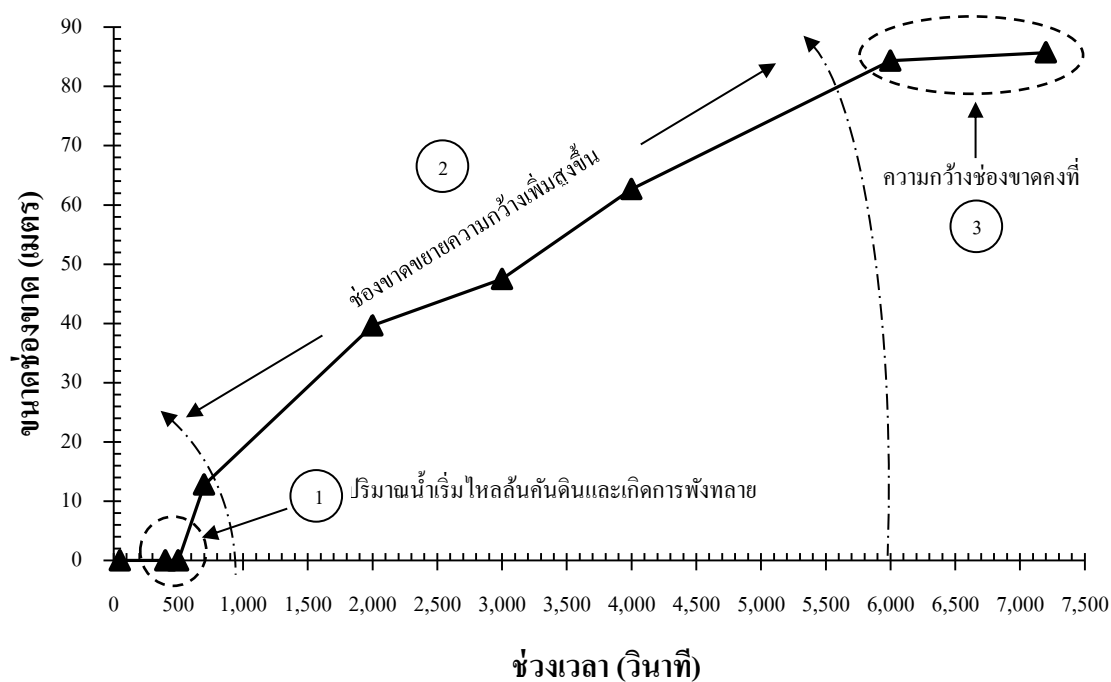


ช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

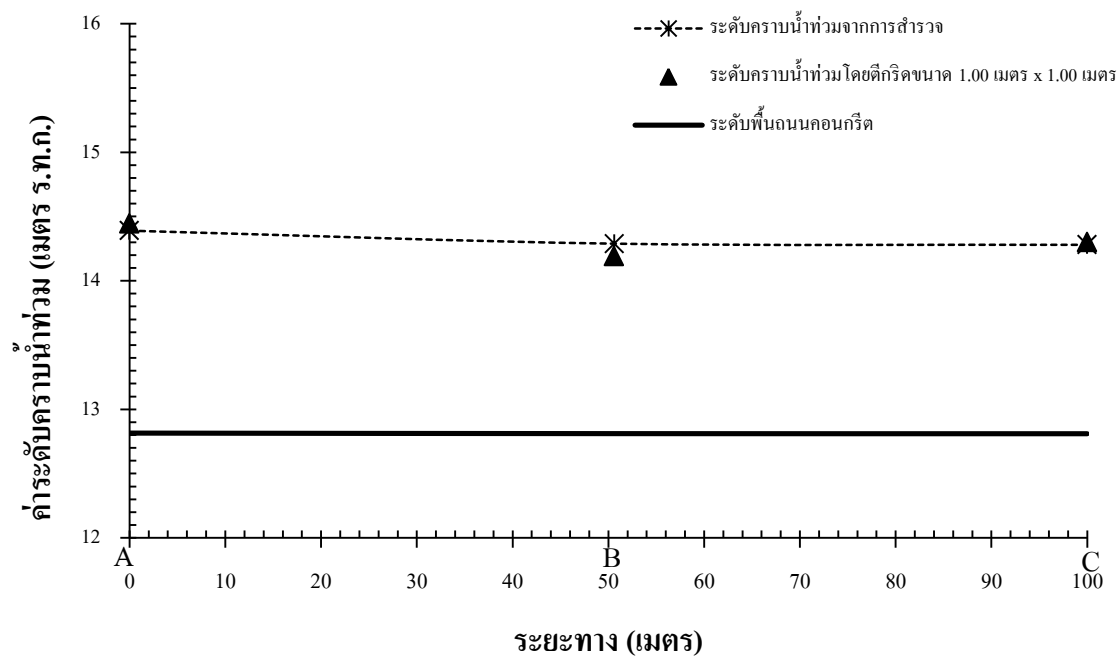
รูปที่ 4.16 แสดงพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยทีกริตขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร

จากรูปที่ 4.15 ถึงรูปที่ 4.16 เป็นการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ซึ่งกริดที่ใช้มีขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร โดยแสดงเป็น 2 ส่วน คือรูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน และรูปที่ 4.16 แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 50 วินาที จนถึง 7,200 วินาที

ผลจากการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี โดยกริดมีขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร พบว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านประตูลอยน้ำบางโฌมศรี มีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจนระยะเวลาผ่านไปในช่วง 400-500 วินาที ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านมีระดับเพิ่มสูงขึ้นเกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมคันดิน และเริ่มถูกกัดเซาะอย่างรุนแรงจากกระแสน้ำที่ไหลผ่าน ในช่วงเวลา 700 วินาที โดยการกัดเซาะจะเริ่มขยายความกว้างเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆและเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ท้ายประตูลอยน้ำบางโฌมศรีในช่วงเวลา 3,000-7,200 วินาที ซึ่งขนาดความกว้างช่องขาดของคันดินมีความกว้างสูงสุดถึง 85.70 เมตร จากรูปที่ 4.15 และรูปที่ 4.16 จะเห็นว่าลักษณะของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะและทับถมจะลักษณะรูปร่างคล้ายคลึงกับสี่เหลี่ยมคางหมูอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกัดเซาะคันดินจะเริ่มต้นและมีความรุนแรงสูงสุดในช่วงบริเวณรอยต่อของคันดินกับโครงสร้างประตูลอยน้ำ ซึ่งความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำที่ไหลผ่านประมาณ 3.5-4 เมตรต่อวินาที ส่งผลทำให้ตะกอนดินถูกพัดพาและเกิดการทับถมกระจายตัวสูงสุดในช่วงบริเวณท้ายของรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับในบริเวณท้ายของช่องขาดที่ถูกกัดเซาะและเกิดการทับถม ทั้งนี้ความลึกของเฉลี่ยของช่องขาดที่พบมีขนาดความลึกเฉลี่ยประมาณ 9-11 เมตรอีกด้วย นอกจากนี้การเกิดช่องขาดของคันดินจะเริ่มต้นการพังทลายในช่วงเวลาที่ 500 วินาที และเริ่มขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงเวลา 700-4,000 วินาที โดยมีขนาดของช่องขาดเฉลี่ยประมาณ 12-63 เมตร จนคันดินเกิดการกัดเซาะที่สมบูรณ์และขนาดช่องขาดมีความกว้างคงที่สูงสุดในช่วงเวลาที่ 6,000-7,200 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.17 ตลอดจนเมื่อนำค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลองและค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจมาเปรียบเทียบ จะพบว่าค่าระดับคราบน้ำท่วมในระยะทางเริ่มต้นที่จุด A มีค่าความแตกต่าง 0.055 เมตร ในช่วงจุด B ที่ระยะทาง 50.60 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วมความแตกต่าง 0.098 เมตร และในช่วงจุด C ที่ระยะทาง 100 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วม 0.020 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.18 และตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และระดับคราบน้ำท่วมของการสำรวจ



รูปที่ 4.17 แสดงความกว้างของช่องขาด โดยตีกิริตขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร



รูปที่ 4.18 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง และระดับความน้ำท่วมจากการสำรวจ โดยตีกิริตขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับค่าคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และ
ค่าระดับคราบน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตึกกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร

จุดที่	ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับคราบน้ำท่วมจาก โปรแกรมแบบจำลอง (เมตร ร.ท.ก.)	ค่าระดับคราบน้ำท่วมจาก การสำรวจพื้นที่ (เมตร ร.ท.ก.)
A	0.00	14.445	14.390
B	50.60	14.191	14.289
C	100.00	14.260	14.280

จากตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และ
ค่าระดับคราบน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตึกกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร พบว่าเมื่อทำการหา
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) มีค่าเท่ากับ 0.943 และ
1.000 ตามลำดับ ตลอดจนค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ซึ่งมี
ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.036 เมตร ตามลำดับ

4.2.2.3 การวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยการจำลองพฤติกรรม พังทลายของคันดิน ด้วยการตึกกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร

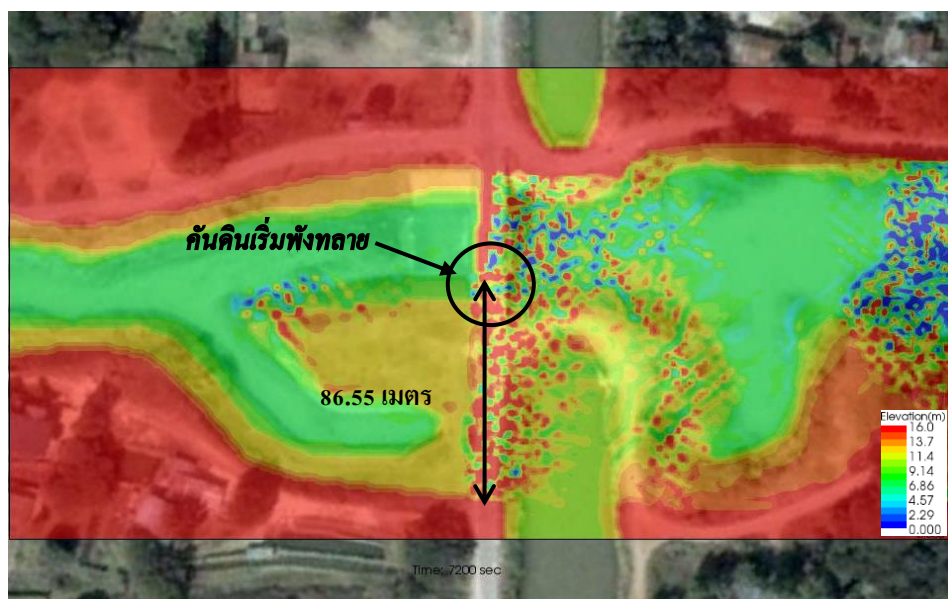
การจำลองพฤติกรรมพังทลายของคันดิน โดยกริดที่ใช้มีขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร ซึ่งมี
จำนวนกริดทั้งหมด 35,378 กริด จากรูปที่ 4.19 จะเห็นว่าการใช้กริด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร ซึ่งขนาด
ของกริดที่ใช้จะมีขนาดใหญ่ที่สุด จึงใช้ระยะเวลาในการคำนวณน้อยที่สุด



รูปที่ 4.19 แสดงการตึกกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร จากจำนวนกริด 35,378 กริด

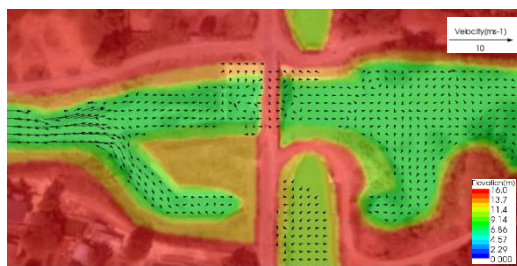


(ก) ก่อนคันดินเหนียวพังทลาย ช่วงเวลาที่ 50 วินาที

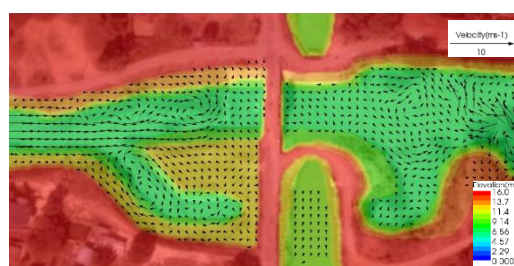


(ข) หลังคันดินเหนียวพังทลาย ช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

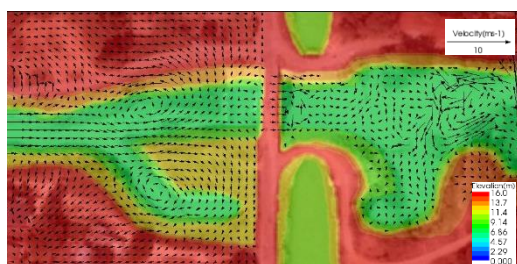
รูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยทีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร



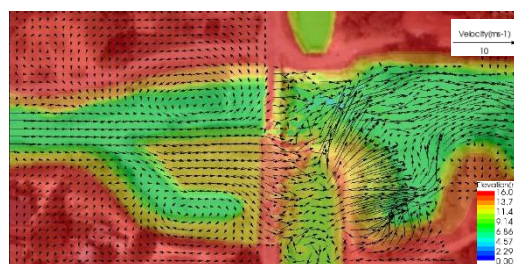
ช่วงเวลาที่ 50 วินาที



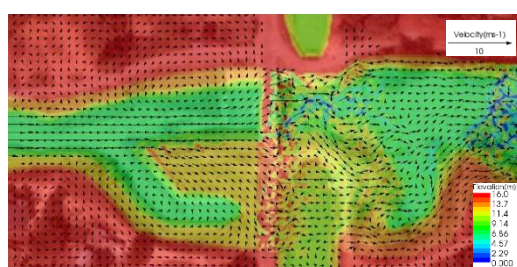
ช่วงเวลาที่ 400 วินาที



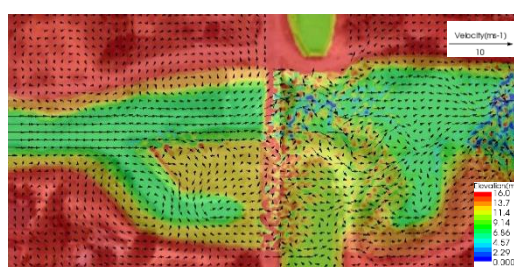
ช่วงเวลาที่ 500 วินาที



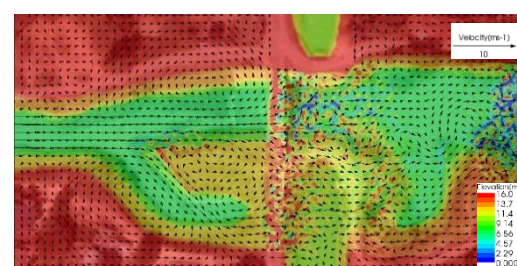
ช่วงเวลาที่ 700 วินาที



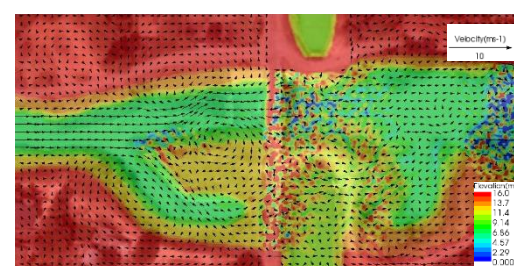
ช่วงเวลาที่ 2,000 วินาที



ช่วงเวลาที่ 3,000 วินาที



ช่วงเวลาที่ 4,000 วินาที

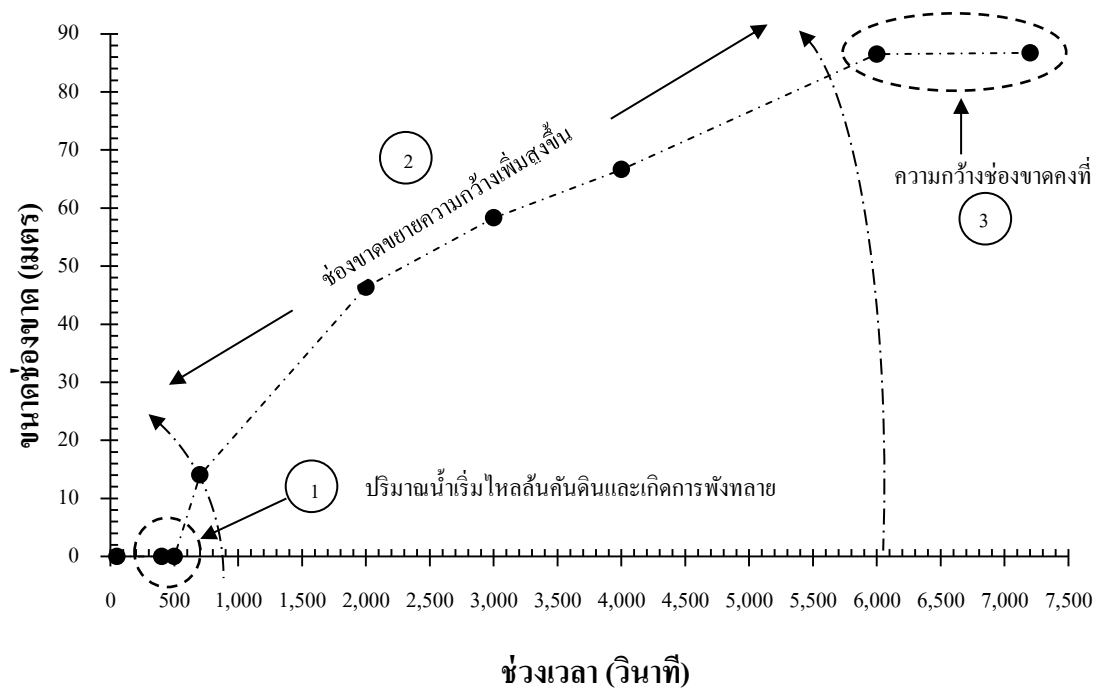


ช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

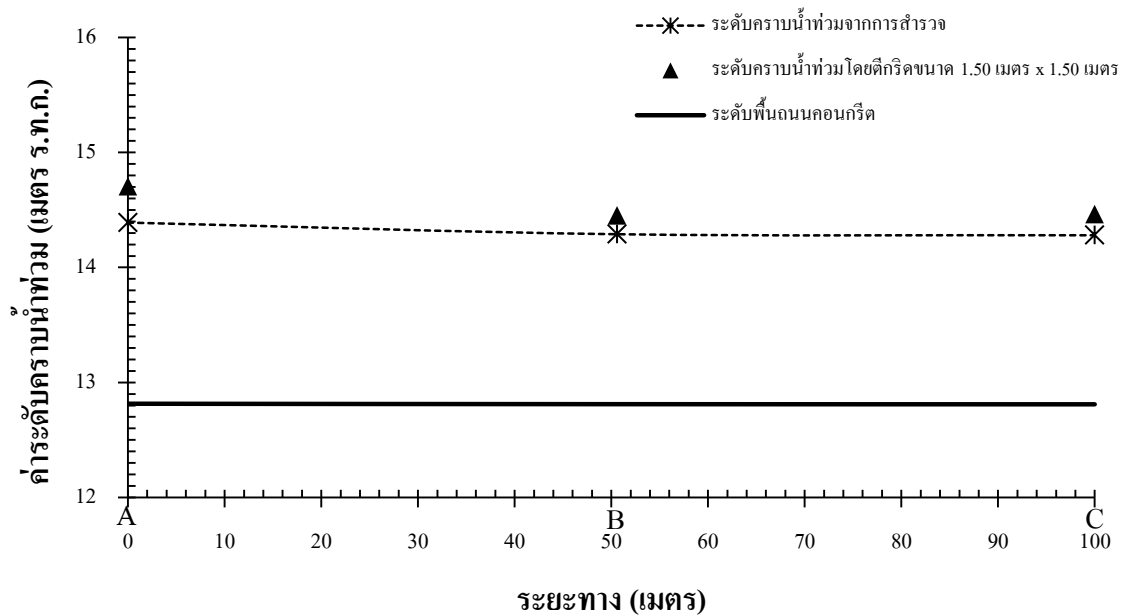
รูปที่ 4.21 แสดงพฤติกรรมทางพลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร

จากรูปที่ 4.20 ถึงรูปที่ 4.21 เป็นการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ซึ่งกริดที่ใช้มีขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร โดยแสดงเป็น 2 ส่วน คือรูปที่ 4.20 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน และรูปที่ 4.21 แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 50 วินาที จนถึง 7,200 วินาที

ผลจากการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี โดยกริดที่ใช้มีขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร พบว่าช่วงระยะเวลาที่ 50 วินาทีเป็นต้นไป คลองระบายใหญ่ชัยนาท - ป่าสัก 2 มีปริมาณน้ำที่ไหลผ่านจนส่งผลกระทบระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนระยะเวลาผ่านไปในช่วง 400 วินาที ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเริ่มมีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นมาก ประกอบกับเวกเตอร์แสดงทิศทางการไหลของน้ำก่อนข้างมีความปั่นป่วนเป็นบางแห่ง จนเกิดการเอ่อล้นคันดินในช่วงเวลา 500 วินาที อีกทั้งกระแสน้ำที่ไหลผ่านก่อนข้างมีความรุนแรง จึงส่งผลทำให้ในช่วงระยะเวลา 700 วินาที คันดินไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้เป็นผลทำให้คันดินเริ่มถูกกัดเซาะ โดยการกัดเซาะจะเริ่มจากบริเวณระหว่างรอยต่อของประตูลอยน้ำบางโฌมศรีกับคันดินและขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลา 3,000 วินาที และเมื่อคันดินเกิดช่องขาดขนาดใหญ่ ส่งผลทำให้ปริมาณที่ไหลผ่านมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นและเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ท้ายประตูลอยน้ำบางโฌมศรีในช่วงเวลา 7,200 วินาที ซึ่งขนาดความกว้างช่องขาดของคันดินมีความกว้างสูงสุดถึง 86.55 เมตร และจากรูปที่ 4.20 ถึง 4.21 จะเห็นว่าลักษณะของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะและทับถมจะลักษณะรูปร่างคล้ายคลึงกับสี่เหลี่ยมคางหมูอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกัดเซาะคันดินจะเริ่มต้นและมีความรุนแรงสูงสุดในช่วงบริเวณรอยต่อของคันดินกับโครงสร้างประตูลอยน้ำ ซึ่งความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำที่ไหลผ่านประมาณ 3-4 เมตรต่อวินาที ส่งผลทำให้ตะกอนดินถูกพัดพาและเกิดการทับถมกระจายตัวสูงสุดในช่วงบริเวณท้ายของรอยต่อโครงสร้างประตูลอยน้ำบางโฌมศรี ทั้งนี้ความลึกของเฉลี่ยของช่องขาดที่พบมีขนาดความลึกเฉลี่ยประมาณ 9-10 เมตร นอกจากนี้การเกิดช่องขาดของคันดินจะเริ่มต้นการพังทลายในช่วงเวลาที่ 500 วินาที และเริ่มขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงเวลา 700-4,000 วินาที โดยมีขนาดของช่องขาดเฉลี่ยประมาณ 15-70 เมตร จนคันดินเกิดการกัดเซาะที่สมบูรณ์และขนาดช่องขาดมีความกว้างคงที่สูงสุดในช่วงเวลาที่ 6,000-7,200 วินาที แสดงดังรูปที่ 4.22 ตลอดจนเมื่อนำค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลองและค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจมาเปรียบเทียบ จะพบว่าค่าระดับคราบน้ำท่วมในระยะทางเริ่มต้นที่จุด A มีค่าความแตกต่าง 0.315 เมตร ในช่วงจุด B ที่ระยะทาง 50.60 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วมความแตกต่าง 0.162 เมตร และในช่วงจุด C ที่ระยะทาง 100 เมตร มีค่าระดับคราบน้ำท่วม 0.181 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.23 และตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และระดับคราบน้ำท่วมของการสำรวจ



รูปที่ 4.22 แสดงความกว้างของช่องทาง โดยตึกริขขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร



รูปที่ 4.23 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง และระดับความน้ำท่วมจากการสำรวจ โดยตึกริขขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับความน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตึกกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร

จุดที่	ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับความน้ำท่วมจาก โปรแกรมแบบจำลอง (เมตร ร.ท.ก.)	ค่าระดับความน้ำท่วมจาก การสำรวจพื้นที่ (เมตร ร.ท.ก.)
A	0.00	14.705	14.390
B	50.60	14.451	14.289
C	100.00	14.461	14.280

จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับความน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับความน้ำท่วมของการสำรวจ โดยตึกกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร พบว่าเมื่อทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) มีค่าเท่ากับ 0.994 และ 0.999 ตามลำดับ ตลอดจนค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.380 เมตร

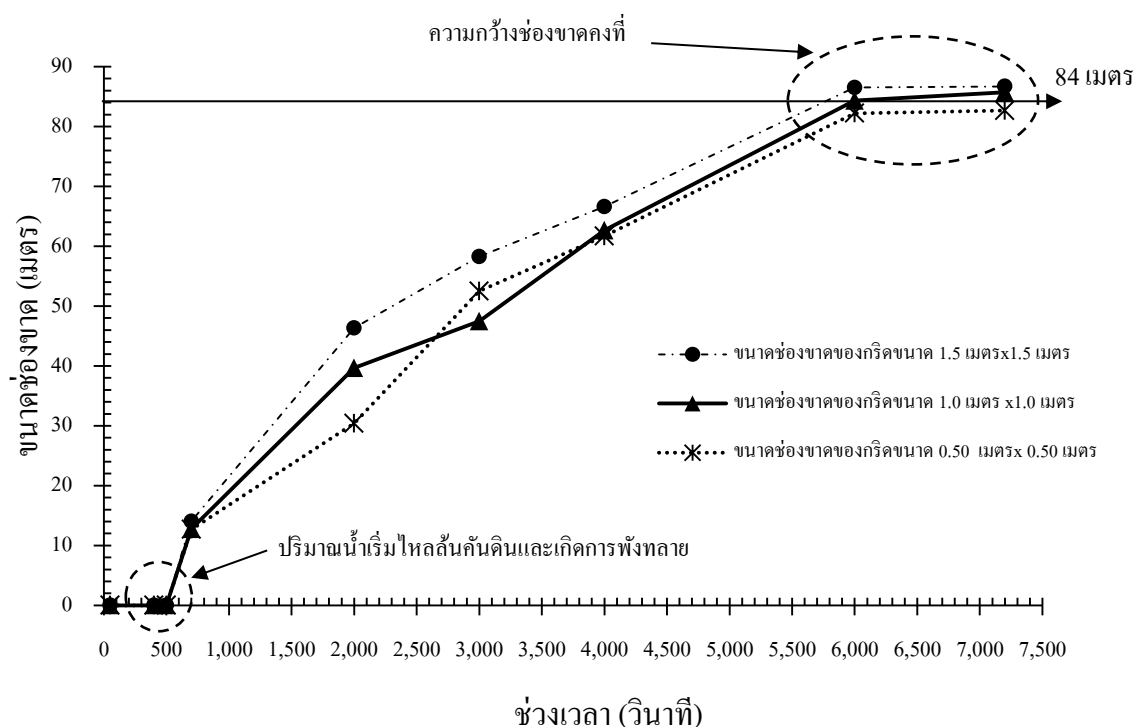
จากการวิเคราะห์ความไวของขนาดกริด (Sensitivity Analysis) โดยการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยตึกกริดขนาด (0.50 เมตร x 0.50 เมตร), (1.00 เมตร x 1.00 เมตร) และ (1.50 เมตร x 1.50 เมตร) ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สามารถสรุปผลได้ว่าพฤติกรรมจำลองการพังทลายของคันดินทั้ง 3 ขนาดกริด มีพฤติกรรมทางชลศาสตร์ที่คล้ายคลึงกันมาก ซึ่งพิจารณาได้จากสาเหตุของการพังทลายของคันดินโดยเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากมีปริมาณน้ำที่ไหลผ่านคลองระบายใหญ่ชัยนาท - ป่าสัก 2 และไหลสู่ประตูระบายน้ำบางโฉมศรี มีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งवेเตอร์แสดงทิศทางการไหลของน้ำค่อนข้างมีความปั่นป่วนเป็นบางแห่ง จนเกิดการเอ่อล้นและเข้าท่วมคันดิน ช่วงบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ซึ่งจากปริมาณที่ไหลล้นคันดินเป็นระยะเวลานาน อีกทั้งกระแสน้ำที่ไหลผ่านค่อนข้างมีความรุนแรงจึงส่งผลทำให้คันดินไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้ เป็นผลทำให้คันดินเริ่มถูกกัดเซาะอย่างรุนแรงจนเกิดช่องขาดของคันดิน ซึ่งลักษณะของช่องขาดของคันดินที่เกิดขึ้นจะลักษณะคล้ายคลึงกับรูปสี่เหลี่ยมคางหมู อีกทั้งยังเป็นผลทำให้เกิดการพัดพาหน้าดินจนเกิดการทับถมของตะกอนดินในบริเวณด้านท้ายของคันดินและประตูระบายน้ำบางโฉมศรีอีกด้วย

นอกจากพฤติกรรมการพังทลายของคันดินทั้ง 3 ขนาดกริด ที่เกิดขึ้นมีความคล้ายคลึงกันจริงแล้ว แต่หากเมื่อพิจารณาขนาดความกว้างของช่องขาดและค่าระดับคราบน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริง ในแต่ละกริด มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจในสภาพพื้นที่จริง จะพบว่าการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร จะมีผลการจำลองสอดคล้องและใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด ซึ่งพิจารณาได้ใน 2 ส่วน คือในส่วนที่ 1 จากการเปรียบเทียบขนาดความกว้างของช่องขาดของแต่ละขนาดกริด แสดงดังตารางที่ 4.8 และ รูปที่ 4.24 จะพบว่าการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร มีขนาดความกว้างของช่องขาด 85.70 เมตร ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนจากขนาดความกว้างของช่องขาดที่เกิดขึ้นจริง เพียงร้อยละ 2.02 เท่านั้น และในส่วนที่ 2 จากการนำค่าระดับคราบน้ำท่วมที่ได้จากการตีกริดของแต่ละขนาดกริด มาเปรียบเทียบกับค่าระดับคราบน้ำจากการสำรวจในพื้นที่จริง แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.943 ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) มีค่าเท่ากับ 1.000 ซึ่งจะพบว่ามีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุด และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) เท่ากับ 0.036 เมตร ซึ่งจะพบว่ามีค่าเข้าใกล้ 0 มากที่สุด ดังนั้นจึงบ่งบอกถึงการจำลองพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความกว้างของช่องขาด และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดความกว้างของช่องขาด ของแต่ละขนาดกริด

ขนาดกริด (เมตร)	ขนาดความกว้างของช่องขาด (เมตร)	ค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดความกว้างของช่องขาด (ร้อยละ)
0.50 เมตร x 0.50 เมตร	82.26	2.07
1.00 เมตร x 1.00 เมตร	85.70	2.02
1.50 เมตร x 1.50 เมตร	86.55	3.03

จากรูปที่ 4.24 และตารางที่ 4.8 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความกว้างของช่องขาด และค่าความคลาดเคลื่อนของขนาดความกว้างของช่องขาดของแต่ละขนาดกริด พบว่าการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร มีขนาดความกว้างของช่องขาดที่ใกล้เคียงมากที่สุดกับขนาดความกว้างของช่องขาดที่เกิดขึ้นจริง โดยมีความคลาดเคลื่อนของขนาดความกว้างของช่องขาดเพียงร้อยละ 2.02 เท่านั้น



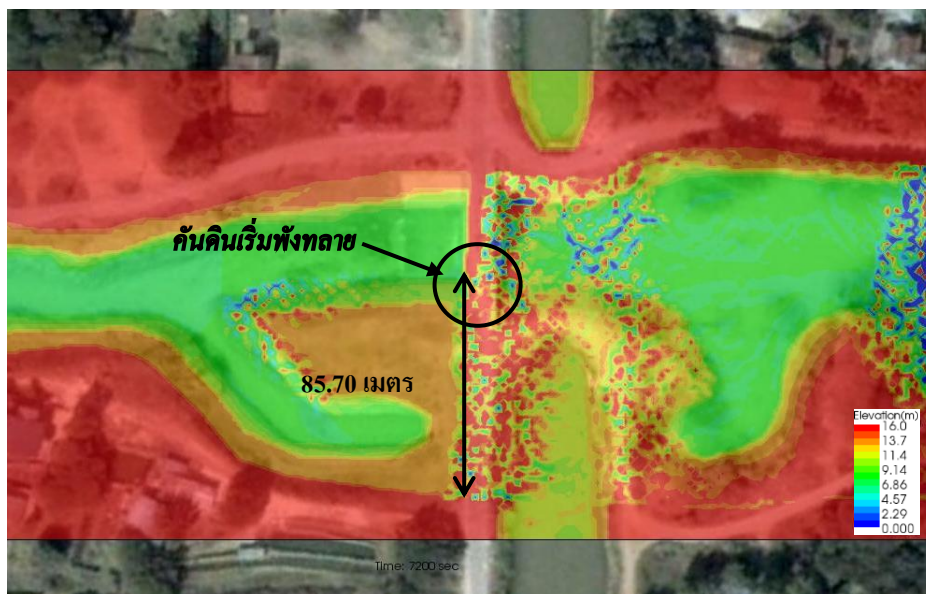
รูปที่ 4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความกว้างช่องขาดของแต่ละขนาดกริด

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ϵ) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ของแต่ละขนาดกริด

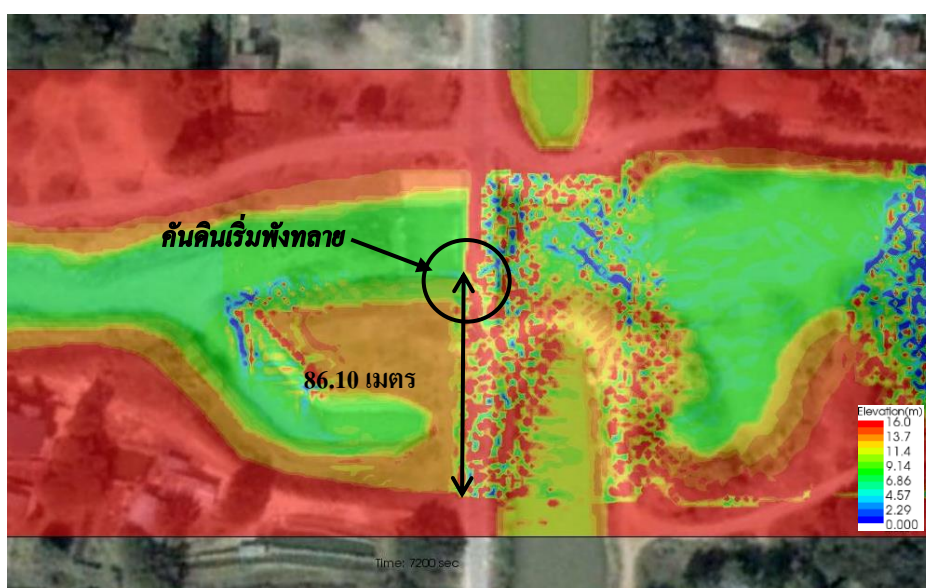
ขนาดกริด (เมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์- สหสัมพันธ์ (R^2)	ค่าประสิทธิภาพ Nash and Sutcliffe (ϵ)	ค่ารากที่สองของค่าความ คลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) (เมตร)
0.50 เมตร x 0.50 เมตร	0.969	0.999	0.374
1.00 เมตร x 1.00 เมตร	0.943	1.000	0.036
1.50 เมตร x 1.50 เมตร	0.999	0.994	0.380

จากตารางที่ 4.9 แสดงผลให้เห็นว่าการจำลองพฤติกรรมกริดการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ด้วยติกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) และค่าประสิทธิภาพ Nash and Sutcliffe (ϵ) เข้าใกล้ 1 มากที่สุด อีกทั้งค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ที่เข้าใกล้ 0 มากที่สุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันทั้ง 3 ขนาดกริด

4.2.2 การวิเคราะห์ย้อนกลับ (Back analysis) ของอัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



(ก) การพังทลายของคันดินที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

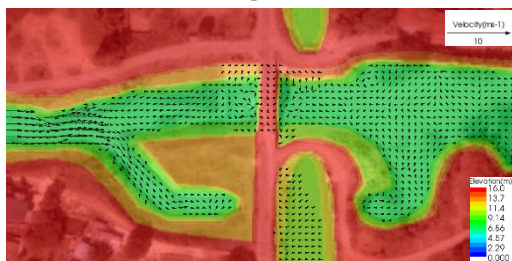


(ข) การพังทลายของคันดินที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

รูปที่ 4.25 แสดงผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน
ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

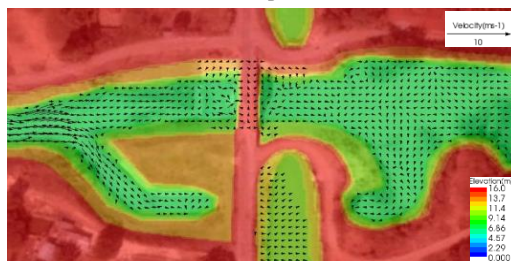
การศึกษาพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทาน ทำให้ทราบถึงอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านช่องขาดบริเวณในประตูระบายน้ำบางโฉมศรีซึ่งมีค่าที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งเมื่อนำข้อมูลอัตราการไหลในส่วนของสุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ (2555) มาเปรียบเทียบกับพบว่าอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านช่องขาดมีค่าถึง 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งค่อนข้างมีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นในการศึกษาในกรณีนี้ 2 จึงได้ทำการเปรียบเทียบค่าอัตราการไหลเพื่อตรวจสอบค่าอัตราการไหลที่มีผลสอดคล้องกับพฤติกรรมการพังทลายของคันดินมากที่สุด ซึ่งในการเปรียบเทียบผลในครั้งนี้จึงเลือกใช้กริดที่ขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร ซึ่งจากผลในข้างต้นพบว่ากริดขนาดดังกล่าว สามารถแสดงผลการคำนวณได้สอดคล้องและใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่จริงมากที่สุด จากรูปที่ 4.25 ถึง 4.27 ซึ่งเป็นการจำลองเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยการใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนที่ 1 คือ รูปที่ 4.25 กับ แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในส่วนที่ 2 คือ รูปที่ 4.26 ถึง 4.27 แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินตามช่วงเวลาอัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

อัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

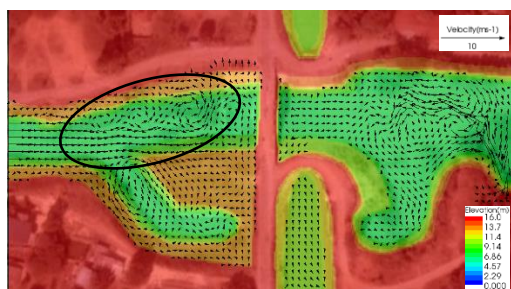


ช่วงเวลาที่ 50 วินาที

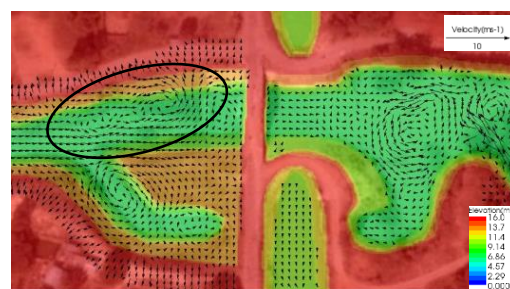
อัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



ช่วงเวลาที่ 50 วินาที

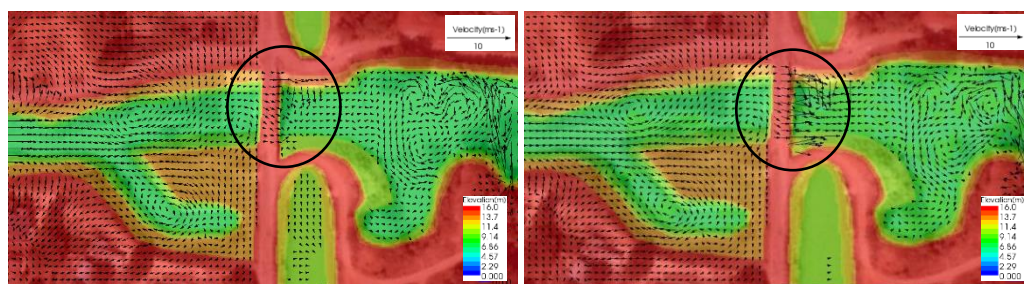


ช่วงเวลาที่ 400 วินาที



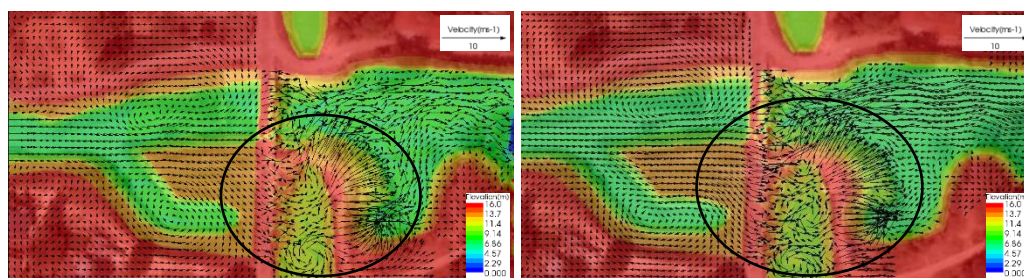
ช่วงเวลาที่ 400 วินาที

รูปที่ 4.26 แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินตามช่วงเวลาอัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



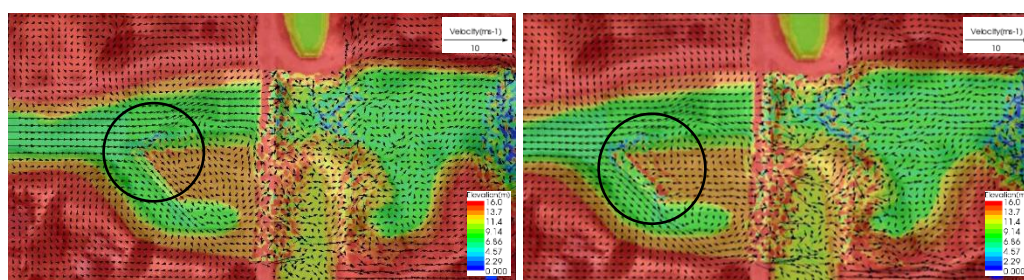
ช่วงเวลา 500 วินาที

ช่วงเวลา 500 วินาที



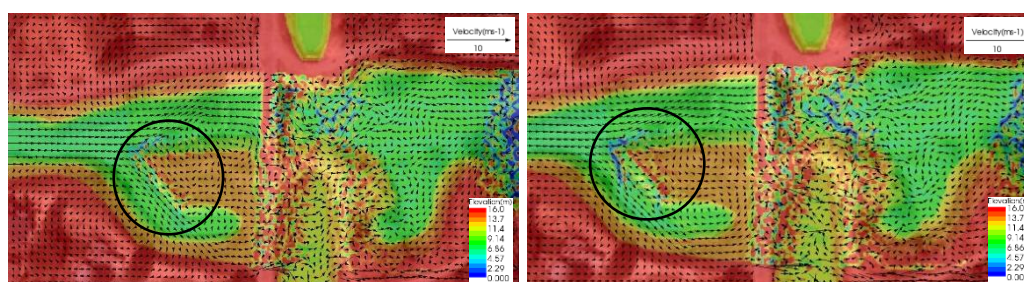
ช่วงเวลา 700 วินาที

ช่วงเวลา 700 วินาที



ช่วงเวลา 3,000 วินาที

ช่วงเวลา 3,000 วินาที



ช่วงเวลา 7,200 วินาที

ช่วงเวลา 7,200 วินาที

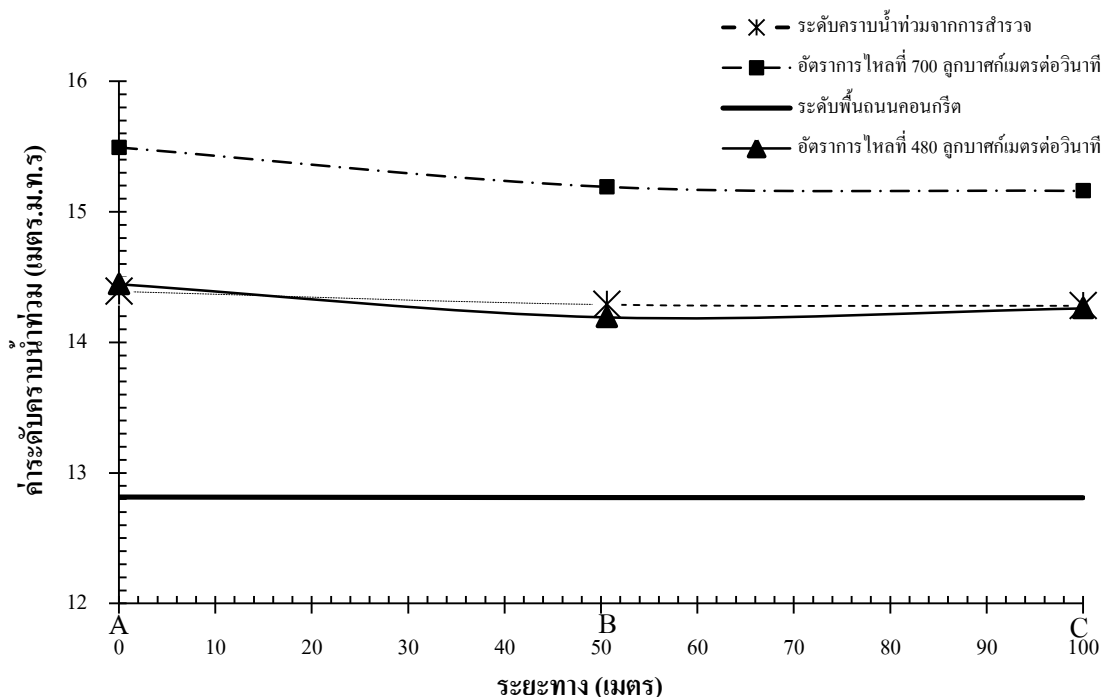
รูปที่ 4.27 แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการณ์การพังทลายของคันดินตามช่วงเวลา 500-7,200 วินาที ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ผลจากการจำลองเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าพฤติกรรมการพังทลายของคันดินของทั้ง 2 อัตราการไหลมีความคล้ายคลึงกันมาก คือมีปริมาณน้ำที่ไหลผ่านคลองระบายใหญ่ชัยนาท - ป่าสัก 2 ไปเข้าสู่ประตูระบายน้ำบางโฉมศรี มีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนระยะเวลาผ่านไปปริมาณน้ำที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำ เริ่มมีระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจนเกิดการเอ่อล้นและเข้าท่วมคันดินช่วงบริเวณรอยต่อประตูระบายน้ำบางโฉมศรี และเนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลล้นคันดินเป็นเวลานานประกอบกับกระแสน้ำที่ไหลผ่านคันดินค่อนข้างมีความรุนแรง จึงส่งผลทำให้คันดินไม่สามารถต้านทานกระแสน้ำที่ไหลผ่านได้ เป็นผลทำให้คันดินเริ่มถูกกัดเซาะซึ่งการกัดเซาะจะเริ่มจากบริเวณระหว่างรอยต่อของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีกับคันดิน และจากกระแสน้ำที่ไหลผ่านตลอดเวลาเป็นผลทำให้คันดินที่ถูกกัดเซาะขยายความกว้างของช่องขาดเพิ่มสูงขึ้น จนเมื่อคันดินเกิดช่องขาดขนาดใหญ่ ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านช่องขาดของคันดิน มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นและเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ท้ายประตูระบายน้ำบางโฉมศรี อีกทั้งยังเป็นผลทำให้เกิดการพัดพาหน้าดินจนเกิดการทับถมตะกอนดินในบริเวณคลองชัยนาท-อยุธยา ด้านท้ายของประตูระบายน้ำบางโฉมศรี แต่หากเมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน โดยพิจารณาตามช่วงเวลาจะพบว่าในช่วงระยะเวลาที่ 50-400 วินาที ก่อนปริมาณน้ำที่ไหลผ่านจะเอ่อล้นเข้าท่วมคันดินที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะพบว่าเวกเตอร์ซึ่งแสดงทิศทางการไหลของน้ำค่อนข้างมีความปั่นป่วนสูงมากกว่าอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เนื่องจากกระแสน้ำน้ำที่ไหลผ่านมีอัตราความเร็วที่ค่อนข้างสูงกว่า ประกอบกับปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเข้าประตูระบายน้ำมีปริมาณสูงขึ้นตลอดเวลาอีกด้วย จนในช่วงเวลาที่ 500 วินาทีเป็นต้นไป ปริมาณน้ำเริ่มไหลล้นคันดินและเริ่มถูกกัดเซาะจนเกิดการพังทลายของคันดิน จะพบว่าที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะมีความรุนแรงของการกัดเซาะของคันดินสูงกว่าอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ขนาดของช่องขาดที่เกิดขึ้นจะพบว่าช่องขาดที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยมีขนาดความกว้างช่องขาดถึง 86.10 เมตร ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมากจากขนาดช่องขาดจริงถึงร้อยละ 2.5 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดช่องขาดที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าขนาดช่องขาดที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีความใกล้เคียงกับขนาดช่องขาดจริงมากกว่า นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินจากรูปที่ 4.26 ถึง 4.27 ซึ่งแสดงค่าระดับคันดินที่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการถูกกัดเซาะมากที่สุดจะอยู่ในช่วงด้านหน้าและด้านท้ายของประตูระบายน้ำบางโฉมศรี นอกจากนี้ลักษณะของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะและทับถมจะลักษณะรูปร่างคล้ายคลึงกับสี่เหลี่ยมคางหมูอีกด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกัดเซาะคันดินจะเริ่มต้นและมีความรุนแรงสูงสุดในช่วงบริเวณรอยต่อของคันดินกับโครงสร้างประตูระบายน้ำ ส่งผลทำให้ตะกอนดินถูกพัดพาและเกิดการทับถมกระจายตัวสูงสุดในช่วงบริเวณท้ายของรอยต่อโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโฉมศรี

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจพื้นที่จริงกับค่าระดับคราบน้ำท่วมจากอัตราการไหลที่ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ระยะทาง (เมตร)	ค่าระดับคราบน้ำท่วม จากการสำรวจพื้นที่ (เมตร)	ค่าระดับคราบน้ำท่วม ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (เมตร)	ค่าระดับคราบน้ำท่วมที่ อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (เมตร)
0.00	14.390	14.445	15.493
50.60	14.289	14.191	15.191
100.00	14.280	14.260	15.160

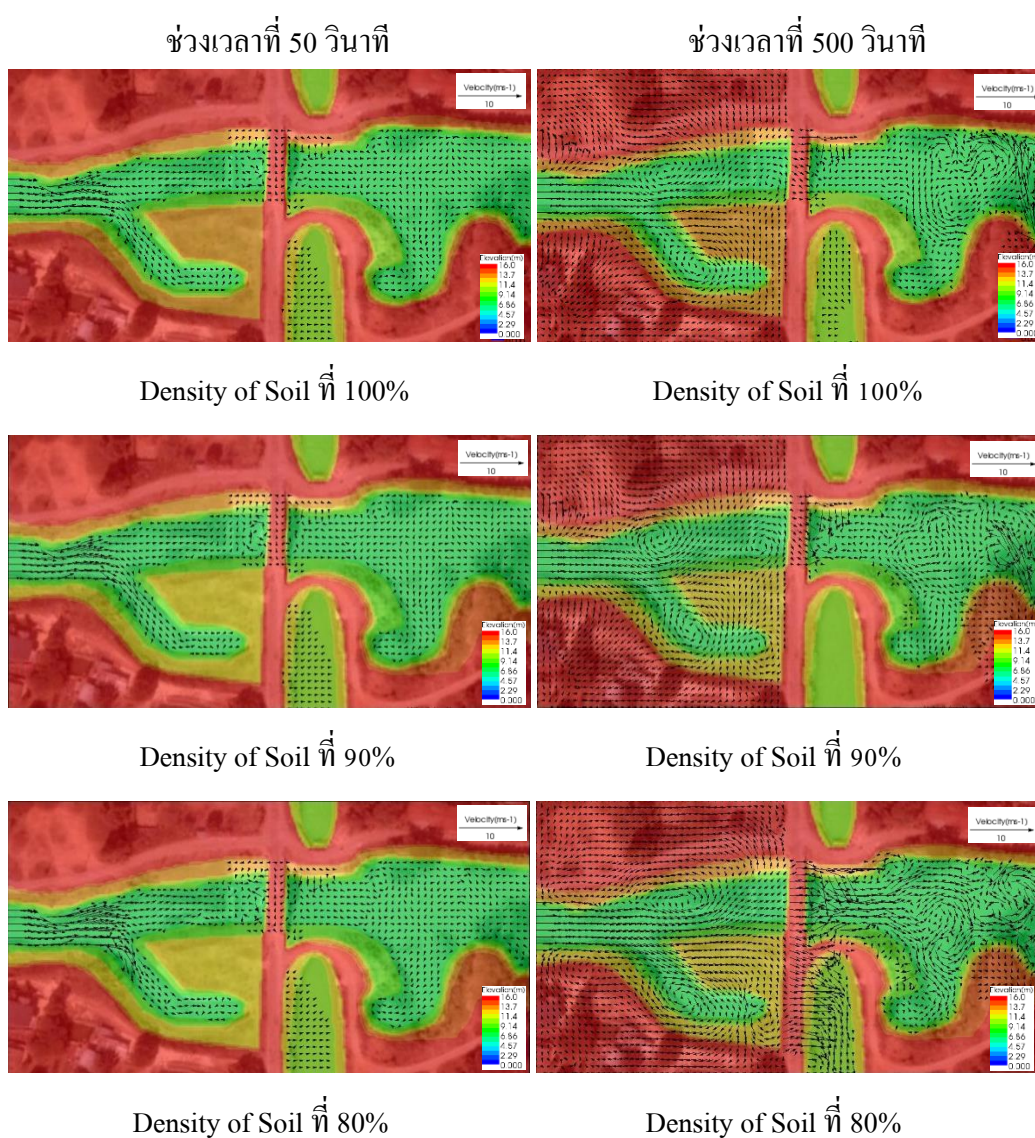
จากตารางที่ 4.10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจพื้นที่จริงกับค่าระดับคราบน้ำท่วมจากอัตราการไหลที่ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยตัดกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร ที่ระยะเวลาการปล่อยน้ำ 7,200 วินาที พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีค่าระดับที่ใกล้เคียงกับค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจในพื้นที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรีมากที่สุด เมื่อนำค่าระดับคราบน้ำท่วม โดยแสดงดังรูปที่ 4.28 ขนาดของช่องทางของทั้ง 2 อัตราการไหลมาเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 4.28 ผลเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากอัตราการไหลที่ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

4.2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน (Density of Soil)

จากการจำลองและวิเคราะห์ผลพฤติกรรมการพังทลายของคันดินบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ในช่วงต้น พบว่าการพังทลายของคันดินเกิดขึ้นเนื่องจากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นจนเกิดการเอ่อล้นและเข้าท่วมคันดินเป็นระยะเวลานาน จึงส่งผลทำให้คันดินถูกกัดเซาะจากกระแสน้ำจนเกิดการพังทลายลง ดังนั้นในการศึกษาในกรณีสุดท้ายจึงได้ทำการเปรียบเทียบผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% ,90% และ 80% โดยการเปรียบเทียบผลในครั้งนี้ได้เลือกใช้กริดที่ขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร และอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในการคำนวณและวิเคราะห์ผล

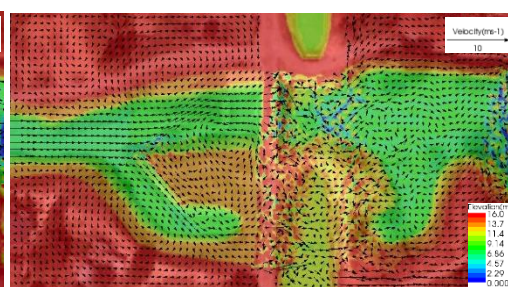
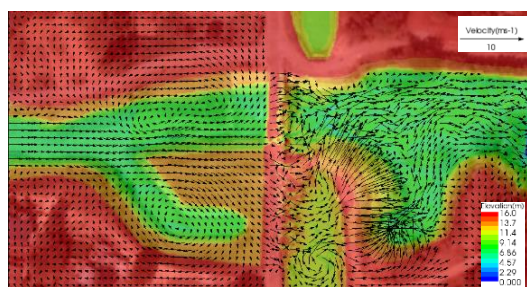


รูปที่ 4.29 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลา 50 และ 500 วินาที

จากรูปที่ 4.29 ถึงรูปที่ 4.31 ผลเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% ตามช่วงเวลา โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน คือในส่วนที่ 1 แสดงรูปที่ 4.29 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินในช่วงเวลาที่ 50 และ 500 วินาที ในส่วนที่ 2 รูปที่ 4.30 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินในช่วงเวลาที่ 700 และ 3,000 วินาที และในส่วนที่ 3 รูปที่ 4.31 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินในช่วงเวลาที่ 6,000 และ 7,200 วินาที

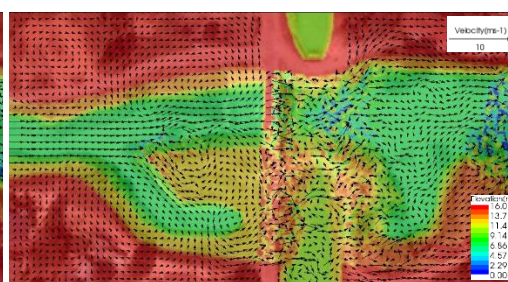
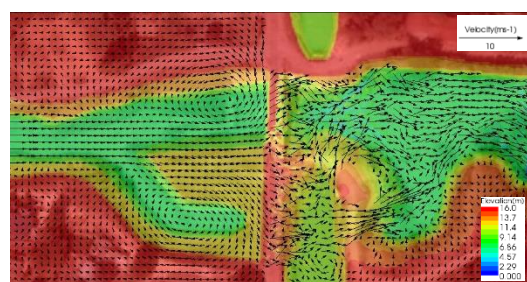
ช่วงเวลาที่ 700 วินาที

ช่วงเวลาที่ 3,000 วินาที



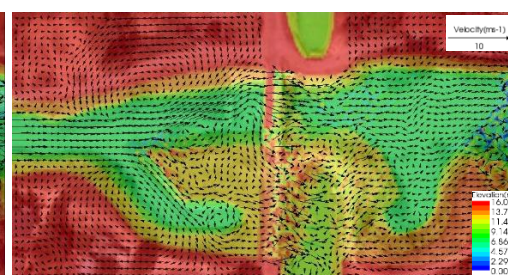
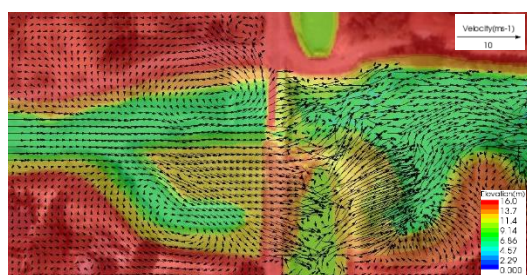
Density of Soil ที่ 100%

Density of Soil ที่ 100%



Density of Soil ที่ 90%

Density of Soil ที่ 90%



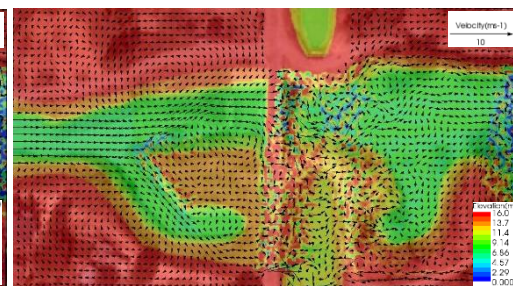
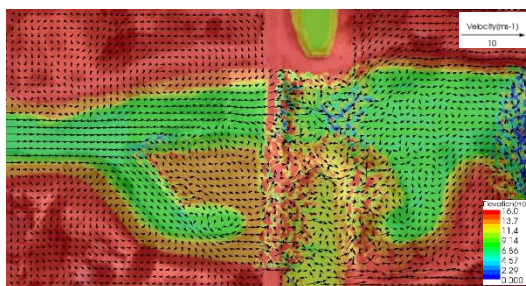
Density of Soil ที่ 80%

Density of Soil ที่ 80%

รูปที่ 4.30 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลาที่ 700 และ 3,000 วินาที

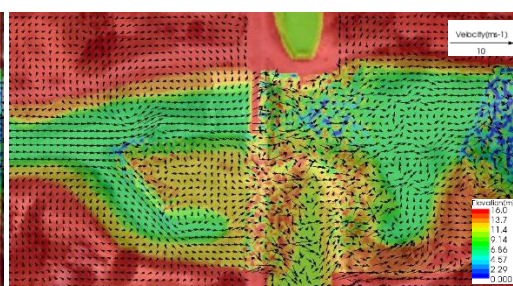
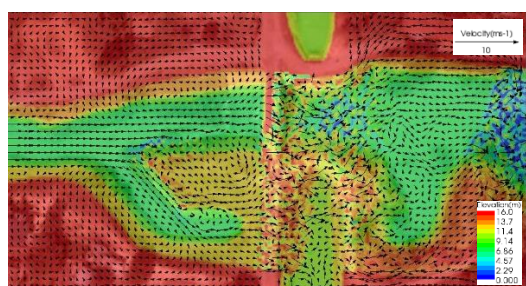
ช่วงเวลา 5,000 วินาที

ช่วงเวลา 7,200 วินาที



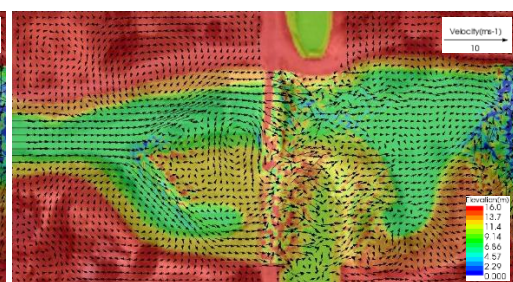
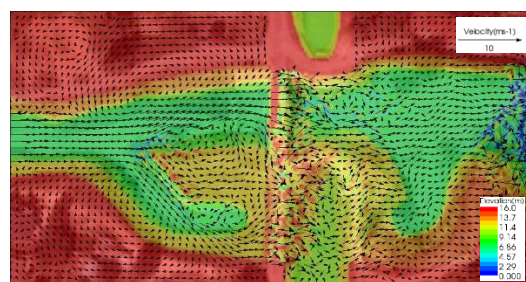
Density of Soil ที่ 100%

Density of Soil ที่ 100%



Density of Soil ที่ 90%

Density of Soil ที่ 90%



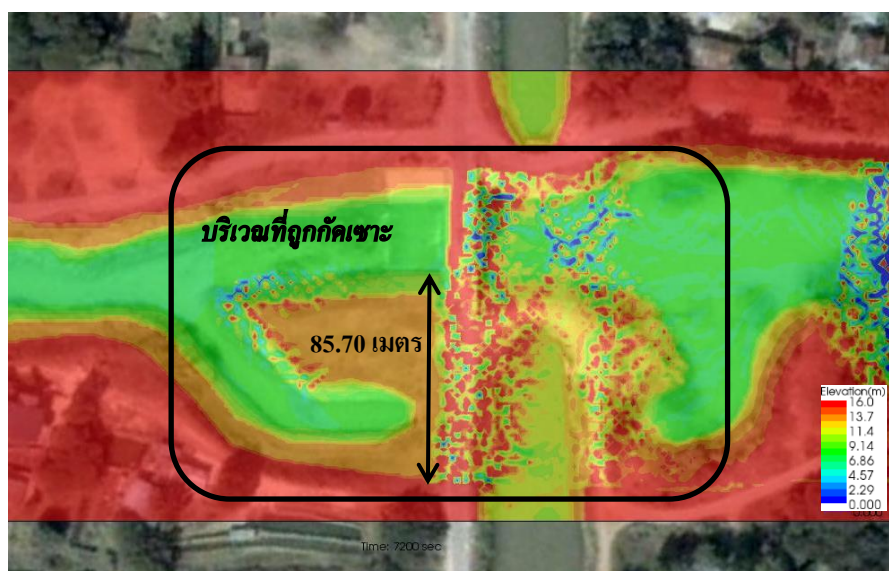
Density of Soil ที่ 80%

Density of Soil ที่ 80%

รูปที่ 4.31 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลา 5,000 และ 7,200 วินาที

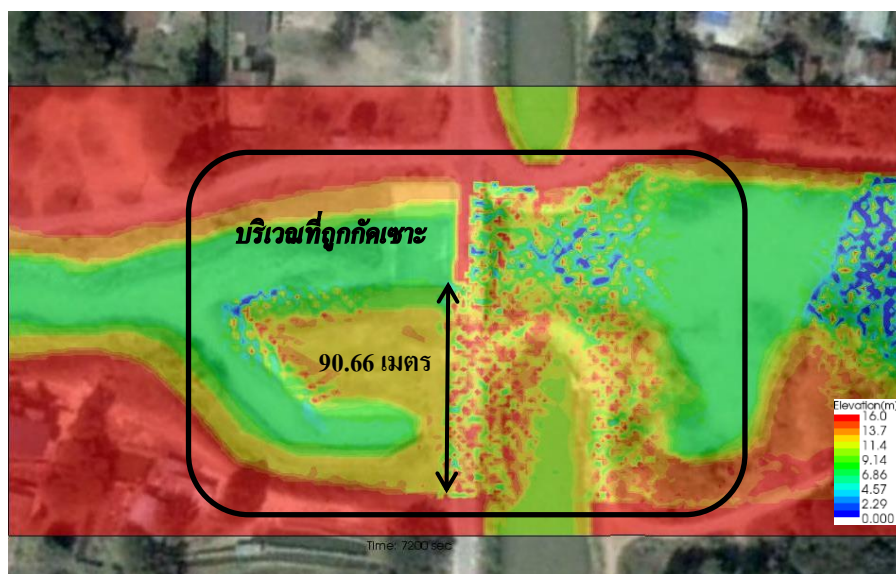
ผลจากการเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% ตามช่วงเวลา 50 ถึง 7,200 วินาที โดยเริ่มจากในช่วงเวลา 50 ถึง 500 วินาที จะพบว่าสภาพของคันดินในบริเวณรอยต่อโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโหลมศรีที่ค่าความหนาแน่นของดิน 100% , 90% ยังไม่เกิดการกัดเซาะเนื่องปริมาณน้ำที่ไหลผ่านยังไม่เกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมคันดิน ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของดิน 80% จะพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมคันดิน จนในช่วงเวลา 500 ถึง 700 วินาที ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมคันดิน จนเกิดการกัดเซาะส่งผลทำให้คันดินเกิดการพังทลายในช่วงรอยต่อของคันดินกับประตูระบายน้ำบางโหลมศรี ซึ่งจากรูปที่ 4.29 ถึง 4.30 เมื่อนำค่าความหนาแน่นของดินมาเปรียบเทียบกับพฤติกรรมพังทลาย

ของคันดิน จะพบว่าที่ค่าความหนาแน่นของดินที่ 80% จะเกิดการกัดเซาะของคันดินที่รุนแรงมากกว่าค่าความหนาแน่นของดินที่ 90% และ 100% โดยพิจารณาได้จากค่าระดับของคันดินที่เกิดการเปลี่ยนแปลงและเวกเตอร์ซึ่งแสดงทิศทางการไหลของน้ำที่ค่าความหนาแน่นของดิน 80% จะพบว่าการกระจายและมีทิศทางการไหลที่ปั่นป่วนมากกว่าอีกด้วย และในช่วงเวลาที่ 3,000 เปรียบเทียบได้จากรูปที่ 4.30 จะพบว่าคันดินที่ถูกกัดเซาะจากกระแสน้ำที่ไหลผ่านตลอดเวลา เริ่มมีการขยายช่องขาดเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของดิน จะพบว่าความลึกของช่องขาดที่ค่าความหนาแน่นที่ 80% จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยถึง 5-6 เมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 3.5-4 เมตร และค่าความหนาแน่นของดินที่ 90 % จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 4.5-5 เมตร จนถึงในช่วงเวลาที่ 5,000-7,200 วินาที โดยจะแสดงดังรูปที่ 4.31 คันดินถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง จนช่องขาดขยายความกว้างสูงสุดจนอยู่ในสภาพคงที่ซึ่งมีขนาดความกว้างของช่องขาดจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% เฉลี่ยประมาณ 84-86 เมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน แต่หากพิจารณาขนาดความลึกของช่องขาดจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% จะพบว่าความลึกของช่องขาดที่ค่าความหนาแน่นที่ 80% จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยถึง 12.5-14 เมตร เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 9-10 เมตร และค่าความหนาแน่นของดินที่ 90 % จะมีค่าความลึกสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 11.5-12 เมตร และจากรูปที่ 4.32 (ก-ค) จะแสดงผลการเปรียบเทียบพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน 100% , 90% และ 80% ในช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที

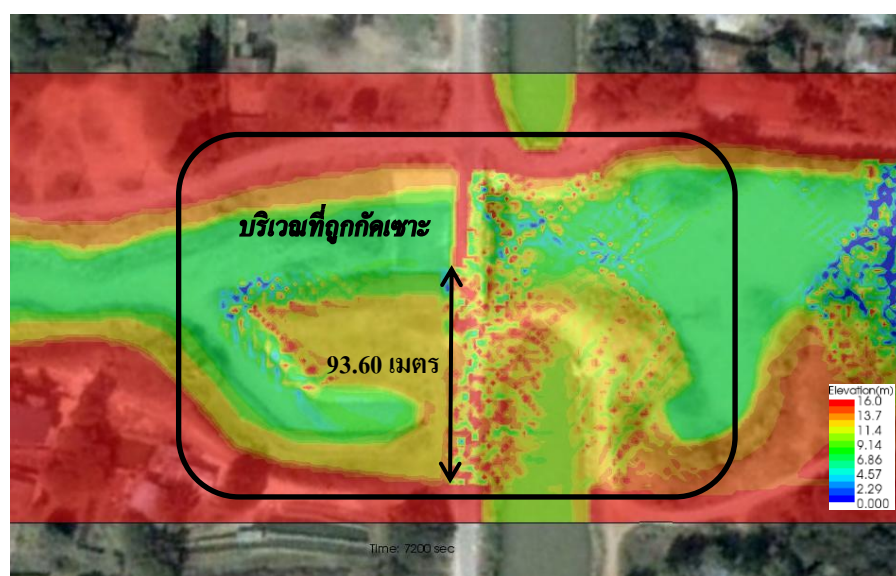


(ก) ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน 100%

รูปที่ 4.32 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80%
ในช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที



(ข) ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน 90%



(ค) ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน 80%

รูปที่ 4.32 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80%
ในช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที (ต่อ)

ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% ตามช่วงเวลาต่างๆ และการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% ในช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลาย

ของคันดิน สามารถสรุปผลได้ว่าพฤติกรรมการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% มีพฤติกรรมการพังทลายของคันดินที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกันจริง ซึ่งมีปัจจัยอันเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน จนเกิดการเอ่อล้นเข้าท่วมคันดินเป็นระยะเวลานาน ส่งผลทำให้คันดินเริ่มถูกกัดเซาะในช่วงบริเวณรอบต่อคันดินกับโครงสร้างประตูระบายน้ำจนเกิดการพังทลาย แต่เมื่อหากพิจารณาในส่วนของคุณภาพความลึกของช่องขาดที่พบจะเห็นว่าขนาดความลึกของค่าความหนาแน่นของดินที่ 80% จะมีขนาดความลึกของช่องขาดสูงสุดเฉลี่ยถึง 12.5-14 เมตร ซึ่งเป็นความลึกเฉลี่ยสูงสุด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นที่ของดินที่ 100% และ 90% แสดงรูปที่ 4.32 (ก-ค) และจากตารางที่ 4.11 ซึ่งจะแสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความลึกของช่องขาดจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% ดังนั้นจึงส่งผลทำให้พฤติกรรมการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 80% จึงมีลักษณะการกระจายตัวของตะกอนดินที่ถูกกัดเซาะ จนเกิดการพัดพาของตะกอนดินไปทับถมในบริเวณด้านท้ายประตูระบายน้ำบางโฉมศรีและท้ายคันดิน โดยในบริเวณที่คันดินถูกกัดเซาะจากกระแสน้ำที่ไหลผ่านซึ่งค่อนข้างมีความรุนแรงเป็นอย่างมาก จะอยู่ในช่วงบริเวณด้านหน้าและด้านท้ายของคันดิน ซึ่งเปรียบเทียบได้จากรูปที่ 4.32 (ก-ค) จะเห็นว่าความรุนแรงของการกัดเซาะและการพัดพาของตะกอนดินของค่าความหนาแน่นของดินที่ 80% จะมีความรุนแรงมากกว่าค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% และ 90% อีกด้วย

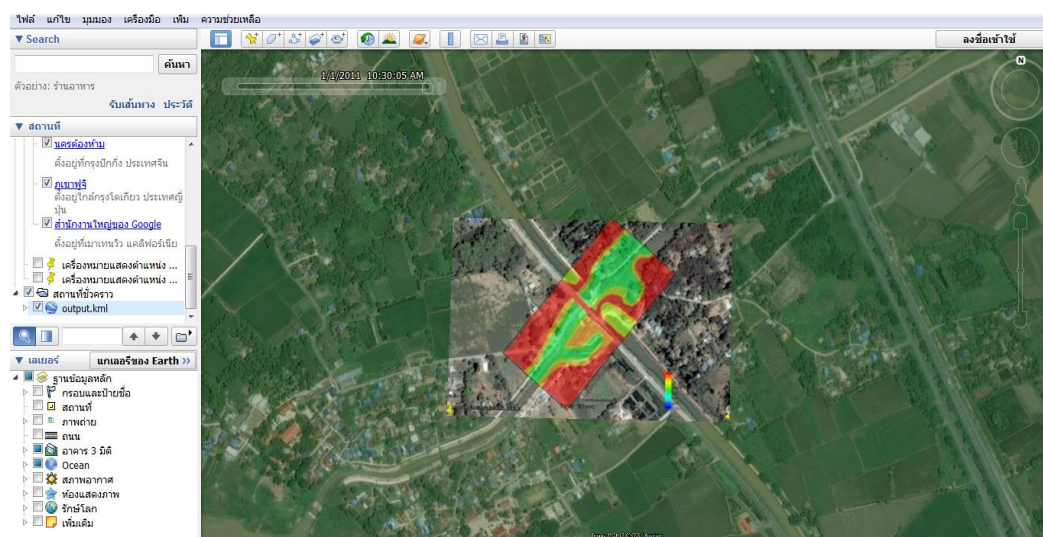
ตารางที่ 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความลึกและขนาดความกว้างของช่องขาดจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80%

ค่าความหนาแน่นของดิน (Density of Soil)	ขนาดความลึกเฉลี่ย ของช่องขาด (เมตร)	ขนาดความกว้าง ของช่องขาด (เมตร)
100%	9-10	85.70
90%	11.50-12	90.66
80%	12.50-14	93.60

จากตารางที่ 4.11 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความลึกและขนาดความกว้างของช่องขาดจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% , 90% และ 80% พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบพบว่าค่าความหนาแน่นของดินที่ 80% มีขนาดความลึกเฉลี่ยของช่องขาดสูงสุดถึง 11.50-12 เมตร และมีขนาดความกว้างของช่องขาดสูงสุดถึง 93.60 เมตร ซึ่งมีขนาดความลึกและความกว้างสูงสุดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของดินที่ 100% และ 90% จึงสรุปได้ว่าค่าความหนาแน่นของดินมีผลต่อการกัดเซาะและการพังทลายของคันดิน โดยพิจารณาได้จากขนาดความลึกและความกว้างของช่องขาด

4.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC กับโปรแกรม Google Earth

จากศึกษาและจำลองพฤติกรรมกรพังทลายของคันดินในบริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี โดยการนำผลจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่บันทึกเก็บไว้ในไฟล์มาแสดงเป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ร่วมกับรูปภาพ แผนที่ สามารถนำเข้าภาพพื้นหลังเพื่อนำเสนอและแสดงผลการคำนวณต่างๆ บนนั้นได้ โดยใช้โปรแกรมที่จัดเตรียมไว้ให้ และสามารถนำไฟล์รูปภาพข้างต้นไปสร้างเป็นไฟล์ *.kml เพื่อใช้แสดงบน Google Earth ได้ โดยจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งที่ตั้งของบริเวณพื้นที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน แสดงดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 การนำผลจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth